



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 15, 2013

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones (Dep. Met. Ens./Univ. Fed. São Carlos)
Luiz Carlos Jafelice (Depto. Fís./Univ. Fed. Rio Grande do Norte)
Jorge Horvath (Inst. Astr., Geof. e Ciênc. Atm./Univ. São Paulo)

Editor Técnico Responsável: Gustavo Rojas (Núcleo de Formação de Professores/Univ. Fed. São Carlos)

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

Diagramação: Walison Aparecido de Oliveira e Gustavo Rojas

R4546 Revista Latino Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
Universidade Federal de São Carlos. -
n. 15, (2013). - São Carlos (SP): UFSCar, 2013.

Semestral.

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

ISSN: 1806-7573

1. Astronomia. 2. Educação – Periódicos. 3. Ensino de Ciências.
I. Universidade Federal de São Carlos. II. RELEA.

CDD: 520
CDU: 52+37(051)(8)

Editorial

Este décimo quinto número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) é muito significativo e tem motivos para comemoração.

Com efeito, a RELEA, inicialmente classificada como B3 para o triênio 2007-2009, recentemente recebeu o conceito B1 na Classificação dos Periódicos no sistema Qualis da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior) na área de Ensino, para o ano base de 2011. Obrigado a todos que contribuíram para este resultado.

Informamos ainda que as Atas do II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (II SNEA) estarão disponíveis em breve no site: www.usp.br/snea2012. Elas conterão todos os resumos de trabalhos apresentados em comunicações orais e painéis, os trabalhos completos enviados bem como os relatórios produzidos pelos grupos de trabalho nos encontros de pesquisa realizados durante o Simpósio.

Em continuidade a esse importante evento na área, o III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA) está previsto para ocorrer em outubro de 2014, na cidade de Curitiba, PR.

Neste número contamos com quatro artigos:

Inclusão de deficientes visuais no programa de visita escolar programada do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), de Carla de Oliveira Gonçalves e Maria da Conceição Barbosa-Lima. Este artigo analisa uma experiência de mediação em atividades com alunos deficientes visuais do Instituto Benjamin Constant (IBC) no Programa de Visita Escolar Programada do MAST. No que se refere às modificações e novas propostas apresentadas para o programa, é abordada a construção de um planisfério celeste tátil.

Astronomia no Ensino Médio: compreendendo detalhes do movimento aparente das estrelas com um miniplanetário, de Demetrius dos Santos Leão. Este trabalho apresenta os resultados de uma intervenção junto a alunos do Ensino Médio empregando um miniplanetário como principal recurso didático. Usando como referencial teórico as idéias de contextualização e dialogicidade de Paulo Freire, foram enfatizados assuntos como a trajetória aparente das estrelas, pontos cardeais e outros para o céu de Brasília.

Clube de Astronomia de Araranguá: a formação de professores de Ciências como divulgadores científicos, de Felipe Damasio, Olivier Allain e Adriano Antunes Rodrigues. Este texto apresenta um estudo realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, no campus de Araranguá. Trata da formação inicial de docentes do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física em suas ações de divulgação científica para o público geral da região, por meio de um Clube de Astronomia e fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Movimento aparente do Sol, sombras dos objetos e medição do tempo na visão de alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, de Daniel Iria Machado. Esta pesquisa teve o intuito de conhecer concepções de alunos e avaliar a contribuição para seu entendimento propiciado por uma atividade feita com um relógio de Sol interativo. A intervenção realizada colaborou para a aquisição de novos conceitos por parte dos alunos, contato com novos fenômenos e a elaboração de explicações, indicando um potencial educativo dessa ação.

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 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 fifteenth issue of the *Latin American Journal of Astronomy Education (RELEA)* is quite significant and offers some reasons to celebrate.

The RELEA, initially qualified as B3 for the triennial period 2007-2009, has been recently upgraded to B1 within the Journal Ranking scheme Qualis CAPES (*Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, Brazil*) system in the field of Education for the year 2011. We thank all of who contributed to this result.

We inform also that the Proceedings of the *II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (II SNEA)* will be available soon at: www.usp.br/snea2012. Those will contain all the abstracts of the works presented in oral and poster communications, the complete works submitted, as well as the reports from working groups on research meetings during the Symposium.

Continuing these important events in the area, the *III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA)* is scheduled for October, 2014, in Curitiba city, PR, Brazil.

This issue features four articles:

Inclusion of visually impaired in the school programme scheduled visit of the Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), by Carla de Oliveira Gonçalves and Maria da Conceição Barbosa-Lima. This article analyzes an experience of activity mediation for visually impaired students at the *Instituto Benjamin Constant (IBC)* within the *Programa de Visita Escolar Programada / MAST*. Among the modifications and new proposals elaborated within this programme, it is discussed the construction of a tactile celestial planisphere.

Astronomy in high school: using a mini-planetarium to understand details of the apparent movement of stars, by Demetrius dos Santos Leão. This work presents the results of an experience with high school students using a mini-planetarium as the main didactic resource. Using as a theoretical framework the contextualization and *dialogicity* Paulo Freire, issues such as the apparent trajectories of the stars, cardinal points and others were emphasized in the Brasilia sky.

The Astronomy club of Araranguá: educating science teachers as science communicators, by Felipe Damasio, Olivier Allain and Adriano Antunes Rodrigues. This text presents a study performed at the *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, campus Araranguá*. The initial education of teachers in the course of *Licenciatura em Ciências da Natureza, minor in Physics* is discussed in relation with their scientific outreach activities for the general public through an Astronomy Club, the former based on the Theory of Meaningful Learning.

Apparent motion of the Sun, shadows of objects and measurement of time in the view of seventh grade students of middle school, by Daniel Iria Machado. This research had the purpose to know the conceptions of students and evaluate the contribution to their understanding after an activity performed with an interactive Sun clock. The activity prompted the acquisition of new concepts by the students, to make contact with new phenomena and elaborate explanations of them, suggesting an education potential of that action.

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

We thank Mr. Walison Aparecido de Oliveira for editing the articles, the Associated Editors, the authors, the referees and all those who directly or indirectly helped in the continuity of this initiative, in particular, in the preparation of this issue.

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

Este decimoquinto número de la *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía* (RELEA) es muy significativo y existen motivos para conmemorar.

La RELEA, inicialmente clasificada como B3 para el trienio 2007-2009, recibió recientemente el concepto B1 en la Clasificación de Periódicos del sistema Qualis de la CAPES (*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*) en el área de Enseñanza, para el año base 2011. Agradecemos a todos que contribuyeron para ese resultado.

Informamos también que los Anales del *II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (II SNEA) estarán disponibles en breve en el sitio: www.usp.br/snea2012. Estos contienen todos los resúmenes de los trabajos presentados en comunicaciones orales y posters, los trabajos completos recibidos y los relatos producidos por los grupos de trabajo en los encuentros de investigación realizados durante el *Simpósio*.

A modo de continuación de estos importantes eventos en el área, el *III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (III SNEA) está previsto para ocurrir en octubre de 2014, en la ciudad de Curitiba, PR.

En este número contamos con cuatro artículos:

Inclusión de discapacitados visuales en el programa escolar programado del Museo de Astronomía y Ciencias Afines (MAST), de Carla de Oliveira Gonçalves y Maria da Conceição Barbosa-Lima. Este artículo analiza una experiencia de mediación en actividades con alumnos deficientes visuales del *Instituto Benjamin Constant (IBC)* dentro del Programa de Visita Escolar Programada del MAST. En lo que se refiere a las modificaciones y nuevas propuestas presentadas para este programa, se aborda la construcción de un planisferio celeste táctil.

Astronomía en la escuela secundaria: comprendiendo los detalles del movimiento aparente de las estrellas con un miniplanetario, de Demetrius dos Santos Leão. Este trabajo presenta los resultados de una realización con alumnos de la Enseñanza Secundaria empleando un miniplanetario como principal recurso didáctico. Usando como referencial teórico las ideas de contextualización y *dialogicidad* de Paulo Freire, se enfatizaron asuntos tales como la trayectoria aparente de las estrellas, puntos cardinales y otros similares en el cielo de Brasília.

Club de Astronomía de Araranguá: la formación del profesorado como comunicadores de la ciencia, de Felipe Damasio, Olivier Allain y Adriano Antunes Rodrigues. Este texto presenta un estudio realizado en el *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina*, campus de Araranguá. Trata de la formación inicial de docentes del curso de *Licenciatura em Ciências da Natureza* con habilitación en Física en sus acciones de divulgación científica para el público de la región, por medio de un Club de Astronomía y fundamentado en la Teoría del Aprendizaje Significativo.

Movimiento aparente del Sol, sombras de los objetos y medición del tiempo en la visión de estudiantes del séptimo grado del ciclo primario, de Daniel Iria Machado. Esta investigación tiene el propósito de conocer las concepciones de los alumnos y evaluar la contribución para su entendimiento propiciado por una actividad realizada con un reloj de Sol

interactivo. La intervención colaboró para la adquisición de nuevos conceptos por parte de los alumnos, contacto con nuevos fenómenos y la elaboración de explicaciones, indicando el potencial educativo de esa acción.

Mas informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores están disponibles en: www.relea.ufscar.br. Los artículos pueden ser redactados en portugués, castellano o inglés.

Agradecemos al Sr. Walison Aparecido de Oliveira por la editoración de los trabajos, a los Editores Asociados, a los autores, árbitros y a todos aquellos que, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa, y en particular, en la elaboración de la presente edición.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

1. INCLUSÃO DE DEFICIENTES VISUAIS NO PROGRAMA DE VISITA ESCOLAR PROGRAMADA DO MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (MAST)

Carla de Oliveira Gonçalves / Maria da Conceição Barbosa-Lima _____7

2. ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: COMPREENDENDO DETALHES DO MOVIMENTO APARENTE DAS ESTRELAS COM UM MINIPLANETÁRIO

Demetrius dos Santos Leão _____27

3. CLUBE DE ASTRONOMIA DE ARARANGUÁ: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS COMO DIVULGADORES CIENTÍFICOS

Felipe Damasio / Olivier Allain / Adriano Antunes Rodrigues _____65

4. MOVIMENTO APARENTE DO SOL, SOMBRAS DOS OBJETOS E MEDIÇÃO DO TEMPO NA VISÃO DE ALUNOS DO SÉTIMO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Daniel Iria Machado _____79

CONTENTS

1. INCLUSION OF VISUALLY IMPAIRED IN THE SCHOOL PROGRAMME SCHEDULED VISIT OF THE MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (MAST)

Carla de Oliveira Gonçalves / Maria da Conceição Barbosa-Lima _____7

2. ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL: USING A MINI-PLANETARIUM TO UNDERSTAND DETAILS OF THE APPARENT MOVEMENT OF STARS

Demetrius dos Santos Leão _____27

3. THE ASTRONOMY CLUB OF ARARANGUÁ: EDUCATING SCIENCE TEACHERS AS SCIENCE COMMUNICATORS

Felipe Damasio / Olivier Allain / Adriano Antunes Rodrigues _____65

4. APPARENT MOTION OF THE SUN, SHADOWS OF OBJECTS AND MEASUREMENT OF TIME IN THE VIEW OF SEVENTH GRADE STUDENTS OF MIDDLE SCHOOL

Daniel Iria Machado _____79

SUMARIO

1. INCLUSIÓN DE DISCAPACITADOS VISUALES EN EL PROGRAMA ESCOLAR PROGRAMADO DEL MUSEO DE ASTRONOMÍA Y CIENCIAS AFINES (MAST)

Carla de Oliveira Gonçalves / Maria da Conceição Barbosa-Lima _____7

2. ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA: COMPRENDIENDO LOS DETALLES DEL MOVIMIENTO APARENTE DE LAS ESTRELLAS CON UN MINIPLANETARIO

Demetrius dos Santos Leão _____27

3. CLUB DE ASTRONOMÍA DE ARARANGUÁ: LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO COMO COMUNICADORES DE LA CIENCIA

Felipe Damasio / Olivier Allain / Adriano Antunes Rodrigues _____65

4. MOVIMIENTO APARENTE DEL SOL, SOMBRAS DE LOS OBJETOS Y MEDICIÓN DEL TIEMPO EN LA VISIÓN DE ESTUDIANTES DEL SÉPTIMO GRADO DEL CICLO PRIMARIO

Daniel Iria Machado _____79

INCLUSÃO DE DEFICIENTES VISUAIS NO PROGRAMA DE VISITA ESCOLAR PROGRAMADA DO MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (MAST)

Carla de Oliveira Gonçalves¹
Maria da Conceição Barbosa-Lima²

Resumo: A educação inclusiva no Brasil, contemplada na Constituição de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (9.394/96), destaca a importância e urgência de se promover a inclusão escolar como elemento formador da nacionalidade. A educação inclusiva diz respeito a todas as pessoas que enfrentam dificuldades na escola. A inclusão deve estar em todas as instituições educacionais (formais e não formais). Nosso objetivo, no trabalho de final de curso de licenciatura, foi apresentar o relato de experiência de mediação aos alunos deficientes visuais do Instituto Benjamin Constant (IBC) no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), as modificações e novas propostas para o Programa de Visita Escolar Programada (VEP) através de um aparelho especialmente construído onde se pode perceber o céu na latitude próxima a do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Educação inclusiva; deficiência visual; educação não formal.

INCLUSIÓN DE DISCAPACITADOS VISUALES EN EL PROGRAMA ESCOLAR PROGRAMADO DEL MUSEO DE ASTRONOMÍA Y CIENCIAS AFINES (MAST)

Resumen: La educación inclusiva en el Brasil, contemplada en la Constitución de 1988 y en la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional (9.394/96), destaca la importancia y la urgencia de promover la inclusión escolar como elemento formador de la nacionalidad. La educación inclusiva se refiere a todas las personas que enfrentan dificultades en la escuela. La inclusión debe estar en todas las instituciones educacionales (formales o no). Nuestro objetivo en el trabajo de final de curso de licenciatura, fue el de presentar un relato de la experiencia de mediación a los alumnos con deficiencias visuales del *Instituto Benjamin Constant* (IBC) en el *Museo de Astronomía y Ciencias Afines* (MAST) y las modificaciones y nuevas propuestas para el Programa de Visita Escolar Programada (VEP) a través de un aparato especialmente construido con el cual se puede percibir el cielo en una latitud próxima a la de Rio de Janeiro.

Palabras clave: Inclusión escolar; deficiencias visuales; educación no formal.

INCLUSION OF VISUALLY IMPAIRED IN THE SCHOOL PROGRAMME SCHEDULED VISIT OF THE MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (MAST)

Abstract: Inclusive Education in Brazil, contemplated in the 1988 Constitution and in the Law of Guidelines and Bases of National Education (9.394/96) highlights the importance and urgency of promoting inclusive education as a formative element of nationality. Inclusive Education refers to all people who are struggling in school. Inclusion should be in all educational institutions (formal and informal). Our goal in the graduation final task was to report the experience of mediation to visually impaired students of the *Instituto Benjamin Constant* (IBC) at the *Museu de Astronomia e Ciências Afins*

¹Instituto Armando Dias Tavares/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
e-mail: <carlaoligoncalves@gmail.com>.

²Instituto Armando Dias Tavares/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro
e-mail: <mcablma@uol.com.br>.

(MAST), and also suggest some modifications and present new proposals for the *School Visit Program* (VEP) through a specially constructed apparatus, where the sky can be sensed near the latitude of Rio de Janeiro.

Keywords: Inclusive education; visual impairment; non-formal education.

1. Introdução

A educação inclusiva vem ganhando espaço em todo o mundo, baseando-se no relatório da *Conferência Mundial de Educação Para Todos* realizada na Tailândia em 1990 (UNESCO, 1990). No Brasil, a Constituição de 1988 (BRASIL, 1988), assim como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (9.394/96) (BRASIL, 1996) destacam a importância e urgência de se promover a inclusão educacional como elemento formador da nacionalidade e cidadania. Recente e pouco conhecida, a legislação contempla a inclusão escolar, levantando questionamentos sobre a forma de operacionalizá-la.

A educação inclusiva não diz respeito somente às crianças com deficiência, mas diz respeito a todas as pessoas que enfrentam dificuldades para o êxito escolar, posto que garante a inclusão também para adultos. Garantir o direito à inclusão é garantir o acesso de todos a uma educação de qualidade e todas as instituições de educação (formais e não formais) devem proporcionar esse direito.

Os espaços não formais de educação possuem uma flexibilidade de organização e elaboração de atividades que um espaço formal não tem, aumentando as possibilidades de criação e abordagem. O Museu de Astronomia e Ciências Afins tem como principal objetivo despertar o interesse e a curiosidade do público na ciência, motivando-os para posteriormente buscar as informações de forma autônoma, enfatizando sempre a interdisciplinaridade dos temas.

Esse trabalho visa apresentar uma experiência de mediação³ com alunos deficientes visuais do Instituto Benjamin Constant (IBC). Dentre outros bolsistas e estagiários, uma das autoras deste artigo foi selecionada para realizar a mediação junto com outra bolsista, pois ambas tinham capacitação para trabalhar com deficientes visuais. cursaram a disciplina eletiva Ensino de Física e Inclusão Social, que consta na grade curricular de sua Universidade, e o Curso de Leitura e Escrita em Braille e outros recursos pedagógicos para alunos deficientes visuais e com baixa visão no Programa Rompendo Barreiras, também na Universidade.

Apresentamos, também, as complementações e novas possibilidades para o Programa de Visita Escolar Programada (VEP) do Museu de Astronomia e Ciências Afins para que a Instituição possa fornecer o serviço de mediação aos deficientes visuais.

³ Uma definição mais específica de “mediação” a coloca como “mediação cultural”, e a define como “processos de diferente natureza cuja meta é promover a aproximação entre indivíduos e coletividades e obras de cultura e arte”. O autor dessa definição a remete à “ação cultural” e “agente cultural” (COELHO NETO, 1999).

2. Prática dos direitos dos deficientes

A prática inclusiva estrutura-se na *Conferência Mundial de Educação Para Todos* (UNESCO, 1990) e também no relatório de outra reunião realizada na Espanha, conhecida como Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) tratando de temas como a inclusão socioeducacional. Refletir sobre educação e inclusão torna-se inevitável quando a sociedade busca garantir a todos o cumprimento de seus direitos garantidos constitucionalmente. O direito de educação para todos e o respeito das diferenças já estão garantidos desde a Constituição da República do Brasil (BRASIL, 1988) a partir da década de 1990, por meio de acordos e políticas de âmbito internacional que promovem os movimentos de estruturação de escolas inclusivas de vários países, dentre eles o Brasil. Tais conquistas são definidas em instrumentos internacionais, como o relatório e resolução da Conferência de Jomtien, na Tailândia (UNESCO, 1990) - *Conferência Mundial de Educação para Todos: Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem*, que em seu Artigo 1º evidencia:

Cada pessoa - criança, jovem ou adulto - deve estar em condições de aproveitar as oportunidades educativas voltadas para satisfazer suas necessidades básicas de aprendizagem. Essas necessidades compreendem tanto os instrumentos essenciais para a aprendizagem (como a leitura e a escrita, a expressão oral, o cálculo, a solução de problemas), quanto os conteúdos básicos da aprendizagem (como conhecimentos, habilidades, valores e atitudes), necessários para que os seres humanos possam sobreviver, desenvolver plenamente suas potencialidades, viver e trabalhar com dignidade, participar plenamente do desenvolvimento, melhorar a qualidade de vida, tomar decisões fundamentadas e continuar aprendendo. A amplitude das necessidades básicas de aprendizagem e a maneira de satisfazê-las variam segundo cada país e cada cultura, e, inevitavelmente, mudam com o decorrer do tempo (UNESCO, 1990, p. 1).

Portanto, para incluir todas as pessoas numa realidade com os mesmos direitos, a sociedade deve ser modificada, a partir do entendimento de que ela é que precisa ser capaz de atender às necessidades de seus membros, conforme a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) explicita.

A educação inclusiva é atualmente a política educacional oficial do País, amparada pela legislação em vigor e convertida em diretrizes para a Educação Básica dos sistemas federal, estaduais e municipais de ensino, conforme a Resolução CNE/CEB Nº2 de 2001:

Art.2º: Os sistemas de ensino devem matricular a todos os alunos, cabendo às escolas organizar-se para o atendimento aos educandos com necessidades educacionais especiais, assegurando as condições necessárias para uma educação de qualidade para todos (BRASIL, 2001).

Logo, pensar em uma escola inclusiva traz a reflexão da inclusão em todos os espaços educacionais, inclusive em espaços de educação não-formal, que necessitará adaptar-se também a essa demanda, afinal:

A inclusão social é o processo pelo qual a sociedade e o portador de deficiência procuram adaptar-se mutuamente tendo em vista a equiparação de oportunidades e, conseqüentemente, uma sociedade para todos. A inclusão (na escola, no trabalho, no lazer, nos serviços de saúde, etc.) significa que a sociedade deve adaptar-se às necessidades da pessoa com deficiência para que esta possa desenvolver-se em todos os aspectos de sua vida (SASSAKI, 1997, p. 167-168).

A inclusão, como afirma Sasaki acima, refere-se à defesa do direito de todo ser humano de participar das mais variadas esferas sociais e educativas. A necessidade da inclusão pressupõe, naturalmente, a prática de exclusão, que é manifestada de diversas maneiras na sociedade.

Educação Inclusiva significa um novo modelo de escola em que é possível o acesso e a permanência de todos os alunos, e onde os mecanismos de seleção e discriminação, até então utilizados, são substituídos por procedimentos de identificação e remoção de barreiras para a aprendizagem. Para acolher todos os alunos, torna-se necessário transformar suas intenções e escolhas curriculares, oferecendo um ensino diferenciado que favoreça o desenvolvimento e a inclusão social. Diferencia-se assim, da escola tradicional, que exige a adaptação do aluno às regras disciplinares. O conceito de resposta educativa indica a preocupação da escola em responder às necessidades apresentadas por seus alunos, em conjunto, e a cada um deles em particular, assumindo efetivamente o compromisso com o sucesso na aprendizagem da totalidade do corpo discente. A proposta da educação inclusiva implica, portanto, um processo de reestruturação de todos os aspectos constitutivos da escola, envolvendo a gestão de cada unidade e dos próprios sistemas educacionais.

3. O local da experiência

A experiência teve lugar no Museu de Astronomia e Ciências Afins (Figura 1), criado em 8 de março de 1985, uma unidade de pesquisa integrante da estrutura do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Localizado no Bairro Imperial de São Cristóvão, Rio de Janeiro, possui um campus tombado desde 1986 pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Nacional (IPHAN) e se caracteriza como um espaço de ensino não-formal.



Figura 1 - Museu de Astronomia e Ciências Afins

As atividades de divulgação são de variadas áreas do conhecimento que se interligam de forma interdisciplinar. Elas acontecem predominantemente nos finais de semana e são visitas orientadas, Programa de observação do céu (também às 4^{as} feiras das 17:00 às 20:00 horas), Ciclo de palestras de Astronomia, ASTROmania, Contando Mitos, Planetário Inflável, Brincando de Matemático, Cozinhando com a Química e Cine Ciência e, também, realização de eventos itinerantes de divulgação e cursos de capacitação de professores da Educação Básica.

A coordenação de educação (CED) é responsável pela criação, produção e execução dessas atividades voltadas ao público, realizando atividades educacionais que visam promover a ampliação da cultura científica e a construção de valores. São atividades culturais e educacionais voltadas para a compreensão da natureza e das relações entre sociedade, ciência e tecnologia.

Há dois tipos de público: o espontâneo e o escolar. O público espontâneo é aquele que vem por motivação própria. Para esse há as atividades de divulgação científica que acontecem nas quartas-feiras, sábados e domingos. Nos outros dias há à disposição dos visitantes exposições permanentes.

O público escolar é trazido pela ação do professor ou escola. A Visita Escolar programada é uma ação conjunta com os professores a partir do desenvolvimento de uma proposta metodológica denominada “Trilhas Educativas”.

A Trilha Educativa não é desenvolvida apenas no MAST, ela é uma proposta metodológica formada por três momentos. O primeiro momento se inicia na escola com a realização de atividades "provocativas" para a visita ao Museu, o segundo é a realização da visita à instituição e o terceiro é realizado novamente na escola.

A proposta é que a cooperação entre o museu e a escola possa contribuir para a promoção de uma alfabetização científica a partir de uma perspectiva crítica da educação diante da atual realidade de crise socioambiental que estamos vivendo.

Para que o professor possa ser atendido pelas atividades do MAST é necessário que ele participe do Encontro de Assessoria ao Professor (EAP). Nele é apresentada a proposta das Trilhas Educativas e entregue um CD com material para que o professor tenha condições para executar a proposta.

Além da Trilha Educativa também é oferecido ao público escolar o Programa de Observação do Céu (POC). Ele é dividido em três momentos. No primeiro momento é exibido o Céu do Mês, um vídeo curto (de 15 a 20 minutos) sobre algum tema que envolve astronomia e ciências correlatas. Na segunda parte é apresentada uma palestra sobre o céu do mês vigente. No último momento ocorre a observação do céu. Quando não há condições climáticas para a observação do céu, apenas os dois primeiros momentos são realizados.

4. Experiência de Mediação com Deficientes Visuais

A professora docente do Instituto Benjamin Constant (IBC) participou do encontro de assessoria ao professor (EAP) buscando a Visita Escolar programada para seus alunos. O grupo atendido era do 5º ano, de idades variadas, sendo alguns com baixa-visão e outros cegos segundo critérios estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Os diferentes graus de deficiência visual podem ser classificados em dois grupos, definidos por: a cegueira e a visão subnormal. Baixa visão ou visão subnormal (leve, moderada ou profunda) é compensada com o uso de lentes de aumento, lupas, telescópios, com o auxílio de bengalas e de treinamentos de orientação. A Cegueira é quando não existe qualquer percepção de luz. O sistema Braille, a bengala e os treinamentos de orientação e de mobilidade, nesse caso, são fundamentais (AMPUDIA, 2012).

Previamente, conversamos com a professora sobre os conteúdos e a forma de abordagem, que deve ser equivalente ao desenvolvimento escolar do grupo. Antes de iniciarmos a mediação, identificamos todos os presentes na mediação, através de uso de etiquetas para facilitar a comunicação (Figura 2).



Figura 2 - Identificação dos discentes

Iniciamos com uma pequena explanação sobre a história do MAST, falando sobre a criação e as atividades oferecidas ao público no museu. Além disso, contamos a história e a função do Observatório Nacional.

No sistema solar em escala, temos um poste com a miniatura do MAST reduzida 500 vezes. Normalmente ela é utilizada para introduzir a noção de escala, conhecimento fundamental para a plena compreensão da trilha. Como nossos visitantes não podiam visualizar tal miniatura, a alternativa encontrada foi à utilização de duas canecas de tamanhos diferentes, uma em miniatura e a outra em tamanho real para modelo de estudo de escala e proporção. No caso, caneca menor era aproximadamente três vezes menor que a caneca maior (Figura 3).



Figura 3 – Introdução de proporção e escala

O sistema solar em escala contém o Sol e todos os planetas e o planeta anão Plutão. Sua escala é de 1: 30.000.000.000, sendo válida para as distâncias entre os postes tanto quanto para o tamanho representando em seu interior. Pela grande distância, exploramos até o planeta Marte. Para que as distâncias fossem percebidas amaramos um barbante de cada planeta explorado até o Sol (referencial inicial). Cada aluno, com a ajuda dos mediadores e de seus professores percorreu a distância do Sol a cada planeta apresentado (Figuras 4 e 5). Deixamos um tempo reservado aos alunos para, os que se sentissem à vontade, lerem as informações em Braille presente nos postes. Uma grande dificuldade encontrada pelos alunos na leitura é que nos postes as placas com as informações em Braille (Figura 6) não ficam na mesma orientação (alguns estão para o sul e outros para o norte), o que dificulta a localização da informação.



Figura 4 – Mediação no Sistema Solar em escala



Figura 5 – Percepção dos discentes da distância entre os postes



Figura 6 – Leitura em Braille

Para suprir a percepção referente aos tamanhos dos planetas existentes no sistema solar em escala, foram construídos modelos tácteis dos diferentes planetas (Figura 7) sendo esses produzidos com texturas diferenciadas e utilizando cores vibrantes e contrastantes (para alunos com visão subnormal), proporcionando a noção do tamanho (diâmetro). Durante a apresentação desses modelos comentamos as características específicas de cada planeta (tamanho, temperatura, propriedades, composição química, etc). Além disso, também informamos sobre o movimento de revolução e rotação de cada um deles, comentando os conceitos de dia e ano. Também comentamos sobre a influência da mitologia greco-romana na astronomia contemporânea (nome de planetas, constelações, estrelas, etc.).



Figura 7 - Percepção do diâmetro dos Planetas (em escala)

Questionamos aos participantes sobre “onde você vive?”. Utilizamos como elemento motivador um modelo do planeta Terra de isopor coberto por massa de modelar azul e tinta acrílica verde e vermelha (Figura 8). A partir daí, induzimos uma reflexão sobre as condições mínimas necessárias para existência da vida da forma como a conhecemos.



Figura 8 – Percepção do Planeta Terra

5. Adaptação da Trilha Educativa “Onde Vivemos” para Deficientes Visuais

Desde a fundação do MAST, a Coordenação de Educação sempre ofereceu atividades ao público (espontâneo e escolar) de forma geral. Nunca houve uma política institucional de eficaz capacitação (de monitores e recepcionistas) e de incentivo a elaboração de atividades que proporcionassem a inclusão. As tímidas ações foram apenas alguns textos em Braille no Sistema Solar em escala e na exposição temporária “Leonardo da Vinci: Maravilhas Mecânicas”.

Nessa adaptação da trilha educativa “onde vivemos” proporcionamos uma atividade que foi criada para atender as especificidades e necessidades do público que possui deficiência visual (especificamente não-videntes e baixa visão), promovendo a inclusão deles em um espaço de educação não formal de ciências e dando acesso às informações que os visitantes videntes recebem quando participam de uma visita escolar programada.

A confecção de materiais de apoio ao professor e ao mediador, a modificação de aparatos na exposição permanente “Estações do Ano: Terra em Movimento” e a realização de capacitações de todos os colaboradores são os investimentos da Instituição necessários para tornar a proposta viável.

5.1 Atividades Sugeridas

Mantendo a mesma metodologia da trilha “onde vivemos”, introduzimos modificações apenas nas atividades provocativas realizadas na escola, conforme descrição abaixo.

1º Momento: Antes da Visita (na escola)

- ATIVIDADE 1 - Leitura e discussão do texto “O Joãozinho da Maré” (CANIATO, 1987) e das reportagens sobre o maremoto que atingiu a Ásia em 2004. Texto, reportagens e questões para discussão.
- ATIVIDADE 2 - Responder a seguinte questão: Onde você vive? Descreva este lugar.

3º Momento: Após a visita (na escola)

- ATIVIDADE 3 - Leitura e discussão do texto “A Máquina do mundo” (GEDEÃO, 2006).

5.2 Modificações necessárias propostas:

5.2.1 Criação de materiais tácteis

Os materiais criados para a mediação dos alunos na experiência descrita foram construídos com materiais de consumo já existentes na Coordenação de Educação (CED) tais como placa de EVA, folhas de papel A4, tampinhas de garrafas PET e o papel plástico adesivo transparente; os demais, foram adquiridos por uma das autoras. Os materiais criados alcançaram seus objetivos, porém a sua durabilidade não é grande, tornando necessário um investimento na criação e na pesquisa de materiais que possuam uma durabilidade maior.

5.2.2 Modificações na exposição “Estações do Ano: Terra em Movimento” e Espaço multimídia de astronomia observacional

Em ambos os espaços, “Estações do Ano: Terra em Movimento” e Espaço Multimídia de Astronomia Observacional, existem aparatos que, se forem adaptados, poderão ser utilizados para a trilha. Na exposição “Estações do Ano: Terra em Movimento” há um grande planeta Terra (Figura 9a). Com a utilização de aplicação de texturas diferenciadas podemos abordar informações sobre o planeta e questioná-los sobre condições de habitabilidade. As texturas devem ser diferenciadas no continente e nos oceanos. No Espaço Multimídia de Astronomia Observacional (Figura 9b), há uma representação da nossa galáxia. Nela há a representação do sistema solar (ponto mais claro na figura abaixo). Nesse ponto seria necessária a colocação de algo como uma “bola” para demarcar “onde vivemos”. Em ambos os aparatos não há nenhum tipo de adaptação táctil.

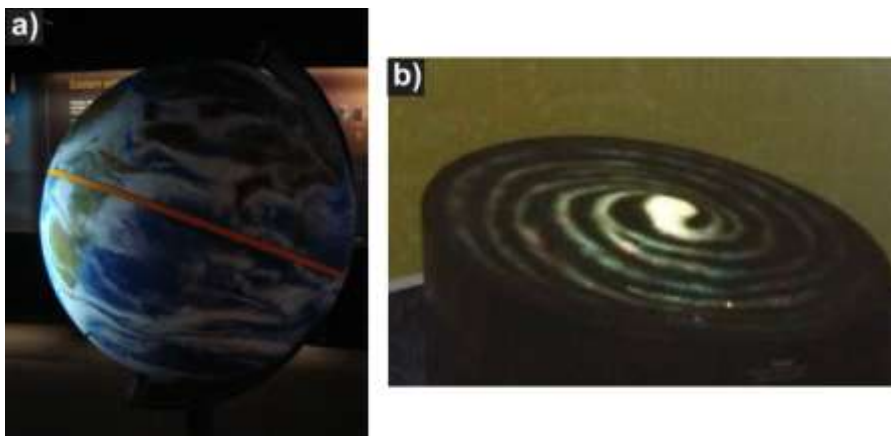


Figura 9 - Adaptações: a) Planeta Terra na exposição Sala das estações do Ano; b) Via-Láctea no Espaço Multimídia de Astronomia Observacional

5.2.3 Modificação no material de apoio disponibilizado no Encontro de Assessoria ao Professor

Além da atualização para a nova proposta, os textos sugeridos aos alunos devem estar disponíveis também em formato de áudio.

Devido a sua grande relevância para nossa nova proposta especificaremos em um item à parte, a capacitação de mediadores (relatado na seção 7) como necessário para trabalhar na área do Museu com pessoas deficientes visuais.

6. Carta celeste anual tátil

Para alunos videntes é oferecido o Programa de Observação do Céu (POC) voltado para o público escolar. Faz-se necessário que o POC também seja adaptado aos alunos com deficiência visual. A solução encontrada é a construção de um planisfério tátil que será apresentado mais adiante, como uma colaboração concreta de uma das autoras.

A idealização da criação do dispositivo veio suprir a falta de um aparato que com o qual pudéssemos abordar astronomia observacional com o público deficiente visual, já que temos o programa de observação do céu para grupos escolares videntes. Na elaboração e confecção tivemos a preocupação com a estética para que ele seja também utilizado para mediações com videntes.

A carta celeste anual é uma representação de toda a esfera celeste, a qual descreve a variação do aspecto do céu nas diversas horas da noite ou de várias noites numa mesma hora.

Na confecção da carta celeste foi usado o programa gráfico Corel Draw X5. Em sua construção foi necessário fazer algumas adaptações e nesse processo algumas constelações foram omitidas, pois, principalmente próximo ao sul celeste, há constelações muito próximas, o que dificultaria a percepção do deficiente visual.

Utilizamos a latitude 20° Sul (aproximadamente a latitude da Cidade do Rio de Janeiro, que é 22,53° Sul). As 45 constelações presentes na Carta Celeste são: Águia, Andrômeda, Aquário, Balança, Baleia, Boieiro, Cães de Caça, Câncer, Cão Maior, Cão Menor, Capricórnio, Carneiro, Cassiopeia, Cefeu, Centauro, Cisne, Cocheiro, Cruzeiro do Sul, Dragão, Erídano, Escorpião, Fênix, Gêmeos, Girafa, Hércules, Hidra Fêmea, Índio, Lagartixa, Leão, Lince, Lira, Ofiúco, Pavão, Pégaso, Peixe Austral, Peixes, Pintor, Popa, Sagitário, Serpente, Touro, Triângulo Austral, Ursa Maior, Vela e Virgem. Temos também as Plêiades⁴.

⁴ Aglomerado estelar.

6.1 Como funciona

A Carta celeste compõe-se de dois círculos. O mais interno contém os nomes das constelações zodiacais e é chamado de eclíptica⁵, e o seguinte refere-se aos meses e dias do ano. Na borda que tangencia o círculo da carta celeste estão os dias de cada mês do ano, contados de 5 em 5 dias. Para usar, basta girar a máscara fazendo coincidir o dia (especificado na carta celeste) com a hora em que será feita a observação (também especificado na máscara). As constelações que aparecem na área livre da máscara serão as mesmas no céu na hora estabelecida. Pelo uso, verifica-se que, ao longo de uma noite, podem-se ver quase todas as constelações do céu. Isso vai depender da duração da noite (no inverno as noites são mais longas e no verão são mais curtas) e das condições atmosféricas. Na observação do céu, a carta celeste deverá ficar acima de sua cabeça, fazendo com que os pontos cardeais indicados na máscara coincidam com os pontos cardeais do local onde você se encontra (PANZERA, 2008).

6.2 Confecção do dispositivo

Materiais utilizados

- 04 caixas de 150g alfinete metálico nº 29;
- 04 metros de plástico adesivo transparente;
- 12 Tampas de garrafa pet;
- 48 folhas de papel A4 branco;
- 480 alfinetes coloridos;
- Cola de isopor;
- EVA de dimensões (1mx1m) com a espessura de 5 cm;
- Impressora;
- Linha acrílica (cor clara);
- Palito de Churrasco;
- Placa de Eucatex (1mx1m);
- Serra tico-tico;
- Tesoura;

Construção

O arquivo criado com a carta celeste foi impresso com a configuração de ladrilhamento e, assim, foi possível imprimir em várias folhas de A4 (figura10). Após

⁵ Trajetória aparente do Sol em relação às estrelas.

isso, recortamos e juntamos as folhas impressas para formar a carta celeste e o gabarito (Figura 11).



Figura 10 - Montando a carta celeste juntando as folhas impressas

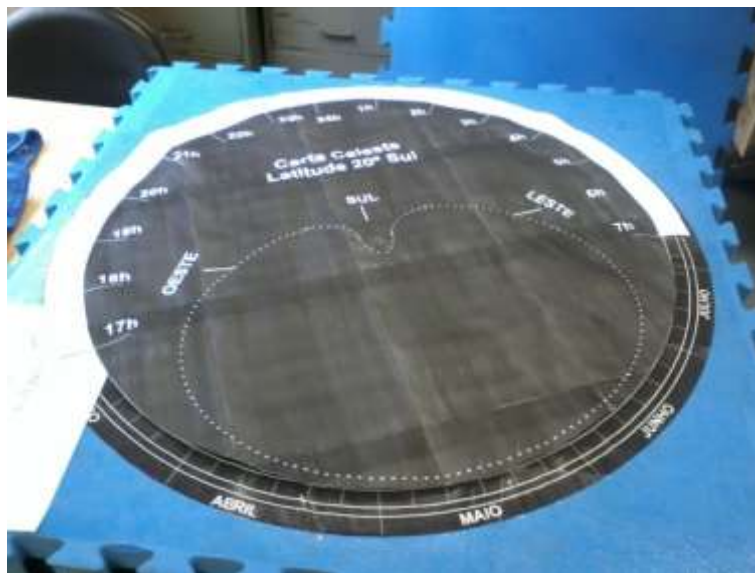


Figura 11 – Gabarito montado

Posteriormente, colamos (utilizando a cola de isopor) a parte inferior da carta celeste (onde tem as constelações) na placa de EVA e a máscara na placa de Eucatex (já cortada com o auxílio de uma serra tico-tico (Figura 13) no formato apropriado utilizando como base a impressão do gabarito montado). Com a cola aplicada seca, colocamos em ambos o adesivo plástico transparente para aumentar a durabilidade e impermeabilização, o que também faz com que o aparato possa ser higienizado sem a deterioração do papel. Em cima de cada estrela, aplicamos alfinetes de coloridos (para dar relevo às estrelas) e para marcar a linha das constelações nos alfinetes amarramos a linha acrílica e fixamos a linha com cola de isopor. Os alfinetes metálicos foram utilizados para a marcação da eclíptica e marcação dos dias (Figura 12).

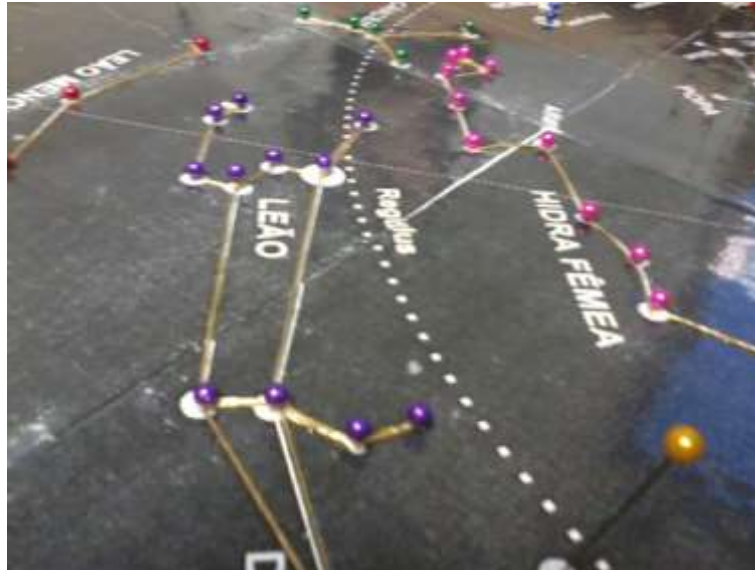


Figura 12 – Aplicando o relevo na base



Figura 13 – Cortando a placa de Eucatex com a serra tico-tico

Para elevar a máscara e fazer com que ela tenha apoio para girar, colocamos 12 tampas de garrafas pet distribuídas com um ângulo aproximado de 30° para que elas fiquem com o mesmo espaçamento umas das outras. Para fixar a máscara, furamos tanto o EVA, a tampa de garrafa pet colocada no centro e a própria máscara e cravamos um palito de churrasco para prender a máscara à base (Figura 14). Essa carta celeste assim construída permite que a máscara e a sua base sejam desmontadas para facilitar o transporte e a manutenção.



Figura 14 – Carta Celeste tátil finalizada

6.3 Comentários e sugestões sobre mediação

Como a mediação para deficientes visuais acaba sendo mais longa que para videntes, recomendamos que para a mediação deve-se ter mais que um planisfério e pelo menos dois mediadores para dinamizar a mediação. Seu funcionamento deverá ser explicado antes do início da mediação.

Além de conceitos astronômicos, os aspectos históricos, culturais e a finalidade (para as civilizações) da observação do céu devem ser mencionados na abordagem. Durante a mediação haverá oportunidade do mediador de explorar as diferenças entre Astronomia e Astrologia. Um ponto motivacional é comentar sobre as constelações (mitologia/curiosidades) (VIEIRA, 1999; MOURÃO, 2004).

7. Capacitação de mediadores

Visitas mediadas são formas significativas para qualquer pessoa aprender os conteúdos de uma exposição, mas para pessoas com deficiência, devem ser particularmente elaboradas e pensadas. Como os museus se comunicam basicamente por meio de recursos visuais, é necessária uma nova abordagem. Antes que o mediador realize a nova proposta é necessário, além de conhecer o conteúdo e os espaços, fazer outras reflexões sobre o que será abordado. O público alvo da proposta, pela falta do sentido da visão, possui uma percepção diferenciada de um vidente, sendo necessário para a eficácia da proposta que o mediador seja sensibilizado para compreender a realidade e utilizar a abordagem apropriada.

Quando os mediadores descrevem objetos e imagens de forma em que os sentidos sejam considerados na abordagem, a experiência realmente se torna válida para

todos os visitantes e, principalmente, para as pessoas com deficiência visual. A interação pessoal e as reflexões suscitadas mostram-se uma possibilidade de novas descobertas no universo cultural. Mas é necessário conhecer bem o conteúdo e os materiais da exposição, para que seja possível descrevê-la de forma que as referências visuais não sejam as únicas.

Duas técnicas básicas proporcionam uma comunicação do conteúdo visual da exposição: pelo uso da linguagem descritiva que se refira a experiências comuns das pessoas, e as propostas de materiais multissensoriais (esquemas táteis, maquetes, réplicas de objetos, aromas, degustações, etc.) (SOLER, 1999).

O treinamento para trabalhar com a descrição de ambientes e imagens deve prever uma prática aliada à teoria que oriente o que é adequado e o que não é adequado ao descrever objetos. Os mediadores devem estar aptos a ajustar sua visita de acordo com as questões e necessidades dos visitantes.

Quando o grupo estiver formado ou a pessoa estiver disponível para começar a visita, o mediador deve se apresentar e orientar as pessoas a se apresentarem pelos nomes. É necessário memorizar os nomes das pessoas (ou identificá-los com etiquetas e crachás) e sempre que necessário chamá-las pelo nome, já que não existe o contato visual entre os participantes do grupo.

A prática auxiliará o mediador a se acostumar com os parâmetros gerais para falar com as pessoas com deficiência visual – por exemplo, usando tom e velocidade de conversação natural, não falando muito lentamente ou alto como se fosse uma pessoa com problemas auditivos.

Para pessoas que enxergam, a visão é fundamental na organização da informação. Para um indivíduo que não possui a visão, o processo cognitivo necessita de uma sequência de aprendizagem, organização da informação e detalhes descritos aos poucos. O mediador trabalha com o conhecimento preliminar do visitante acrescentando descrições sensoriais sobre os materiais e aspectos que fazem a informação relevante para a pessoa com deficiência visual (SARRAF, 2006).

7.1 Usando técnicas de linguagem descritivas

A linguagem descritiva é o principal em uma visita sensorial. A técnica de linguagem descritiva difere da forma comum com que as pessoas utilizam palavras aleatórias para descrever imagens ou objetos. Esta técnica utiliza uma linguagem que apele para todos os sentidos da percepção para criar uma mensagem pictórica e sensorial que seja funcional para os visitantes.

7.2 Diretrizes gerais da visita com deficientes visuais

- Apresente-se ao grupo/visitante e ofereça uma descrição geral da visita guiada e das características físicas do espaço que irão percorrer.
- Providencie detalhes e informações preliminares para montar uma imagem verbal dos conteúdos visuais da exposição.

- Use uma linguagem descritiva dinâmica que evite monotonia.
- Ao descrever a localização dos objetos não aponte ou use outros gestos corporais e evite expressões como “ali” e “lá”. Ofereça indicações concretas como: à esquerda, à direita, logo à sua frente, etc. Também pode usar as posições de um relógio de ponteiro como referência. Ex: A partir de sua localização, o painel está às 12h do relógio de ponteiro (a pessoa entenderá que o painel está logo a sua frente), o vídeo está às 3:00h e a estante de livros está às 9:00h.
- Apele para todos os sentidos quando se referir a experiências com sons, cheiros, toques, gostos e movimento.
- Utilize recursos sensoriais que ajudem na fruição dos conteúdos da exposição.

7.3 Relacionamento com pessoas com deficiência visual (FRANCO, 2008).

- Cumprimente as pessoas assim que estas entrarem no espaço do museu, ou em uma sala de exposição.
- Sempre se apresente.
- Chame as pessoas pelo nome.
- Fale diretamente com a pessoa e não com seu acompanhante (quando a pessoa estiver acompanhada de alguém que enxerga).
- Use um tom de fala normal.
- Não tente evitar o uso de palavras do universo visual como: “veja”, “olhe”, ou referências de conceitos visuais como cores, estampas, formas e outras.
- Os termos: “cego” para as pessoas com perda visual total e “pessoa com deficiência visual” para perda visual parcial são formas adequadas de falar da deficiência.
- Sempre verbalize para a pessoa quando você estiver saindo do espaço ou interrompendo uma conversa (a pessoa não vê você saindo).
- Cães-guia são animais prestadores de serviços treinados para acompanharem pessoas cegas em trajetos familiares. Não é permitido acariciá-los, alimentá-los ou distraí-los quando estão trabalhando.

8. Conclusões

A reflexão desenvolvida para a reformulação de algo já existente para algo novo (uma nova forma de agir) contribui para um novo olhar sobre a mediação. Isso

proporciona até aos mais habituados ao espaço a reafirmação de conteúdos um reconhecimento do espaço e a descoberta de novas possibilidades para a mediação.

Ao elaborarmos a adaptação da Trilha Educativa, percebemos que as sugestões de modificações formariam uma nova abordagem para deficientes visuais e enriqueceram a trilha já existente para videntes, principalmente para crianças, que além da visão e a audição terão estimulados também o tato.

A adaptação leva em consideração que a mediação para deficientes visuais leva um tempo maior e necessita de mais mediadores por grupo. Recomendamos que cada grupo tenha no mínimo dois mediadores simultâneos e que o grupo não exceda dez alunos.

A carta celeste anual tátil foi construída com materiais fáceis de serem encontrados, pois pensamos nela como um material que pode ser utilizado por qualquer profissional que se interesse pela proposta. No MAST ela também pode ser utilizada para suprir a impossibilidade da observação do céu em dias chuvosos.

Consideramos que além do apoio ao próprio MAST, ações como curso e disciplinas sobre o tema, disponibilizados a alunos de cursos de licenciatura favorecem as ações inclusivas. Torna-se necessário que a inclusão não fique apenas na Visita escolar programada (VEP), mas em todas as ações e exposições. O recomendável é que cada atividade de divulgação possua uma atividade inclusiva.

Agradecimentos

As autoras desejam expressar seus agradecimentos a Viviane Fernandes da Silva e Eugênio Reis Neto pela colaboração na confecção do material tátil e também no acompanhamento da turma durante a visita.

Referências

AMPUDIA, R. O que é deficiência visual? **Revista Nova Escola**, 22 ago. 2011. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/politicas-publicas/deficiencia-visual-inclusao-636416.shtml>>. Acesso em: 2 de julho de 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução N° 2 de 2001. Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de setembro de 2001.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

CANIATO, R. Joãozinho da Maré. In: _____. **Com ciência na Educação**. Campinas: Papyrus, 1987. p. 27-36.

COELHO NETO, J. T. MEDIAÇÃO CULTURAL, In: _____. **Dicionário crítico de política cultural**. São Paulo: FAPESP; Iluminuras, 2. ed., 1999. p. 248.

FRANCO, J. Deficiência visual: mitos e fatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO ESPECIAL, 3., 2008, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2008.

GEDEÃO, A. **Máquina de fogo**. Obra completa. Lisboa: Relógio D'Água, 2006.

MOURÃO, R. R. F. **Manual do astrônomo**: uma introdução à astronomia observacional e à construção de telescópios. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004. 151 p.

PANZERA, A. **Planetas e Planetas**: um guia prático de carta celeste. Minas Gerais: UFMG, 2008. 113 p.

SARRAF, V. P. **Como mediar o conteúdo da exposição para pessoas com deficiência visual**. 2006. Disponível em: <<http://www.acessibilidadecultural.wordpress.com/2011/05/17/materiais/>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2011.

SASSAKI, R. K. **Inclusão**: Construindo uma sociedade para todos. 2. ed., Rio de Janeiro: WVA, 1997.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias**: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Paidós, 1999.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais**. Salamanca, 1994. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em: 10 maio de 2007.

UNESCO. **Declaração mundial sobre educação para todos**: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem. Jomtien, 1990.

VIEIRA, F. **Identificação do céu**. Rio de Janeiro: Fundação Planetário, 2. ed., 1999. 117 p.

ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: COMPREENDENDO DETALHES DO MOVIMENTO APARENTE DAS ESTRELAS COM UM MINIPLANETÁRIO

Demetrius dos Santos Leão¹

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar parte dos resultados obtidos com a intervenção feita como projeto da dissertação de mestrado do autor, que consistiu no desenvolvimento de um conjunto de aulas de Astronomia, com alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola da rede privada do Distrito Federal (Brasília, Brasil), empregando como recurso principal um material didático chamado miniplanetário (MP). Utilizando como pressuposto teórico norteador dessas aulas as ideias de contextualização e dialogicidade de Paulo Freire, foi proposta aos estudantes a montagem e utilização desse recurso em uma sessão de planetário. Durante o projeto, enfatizaram-se assuntos como a trajetória aparente das estrelas para o céu de Brasília, a localização dos pontos cardeais a partir da constelação do Cruzeiro do Sul, as cores das estrelas e as estrelas vistas de uma determinada localidade. Apurou-se que os alunos apresentaram melhoria na compreensão desses assuntos, bem como demonstraram expressiva empolgação com essa metodologia desenvolvida.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; movimento celeste; recurso instrucional; planetários; educação dialógica.

ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA: COMPRENDIENDO LOS DETALLES DEL MOVIMIENTO APARENTE DE LAS ESTRELLAS CON UN MINIPLANETARIO

Resumen: El objetivo de este trabajo es presentar algunos de los resultados obtenidos en el proyecto de la tesis de maestría del autor, que incluyó el desarrollo de algunas clases de Astronomía, con estudiantes del primer año del bachillerato de una escuela privada del Distrito Federal (Brasilia, Brasil), utilizando como materia prima didáctica el recurso llamado miniplanetario (MP). Utilizando como base teórica orientadora de esas clases las ideas de contextualización y *dialógica* de Paulo Freire, fue propuesto a los estudiantes el montaje y la utilización de este recurso en una función de planetario. Durante el proyecto, se enfatizaron asuntos tales como la trayectoria aparente de las estrellas del cielo de Brasília, la ubicación de los puntos cardinales a partir de la constelación de la Cruz del Sur, los colores de las estrellas y las estrellas vistas desde una localidad determinada. Se constató que los estudiantes mostraron una mejora en la comprensión de estas cuestiones y demostraron un gran interés por esta metodología.

Palabras clave: Enseñanza de la Astronomía; movimiento celeste; recursos didácticos; planetarios; educación dialógica.

ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL: USING A MINI-PLANETARIUM TO UNDERSTAND DETAILS OF THE APPARENT MOVEMENT OF STARS

Abstract: The aim of this article is to present part of the results obtained by the intervention made from the author's Master degree project, which consisted in the development of a set of Astronomy classes for first year of High School students from a private school in the "Distrito Federal", Brasília, Brazil, making use of a didactical material called mini-planetarium (MP) as the main resource. Using Paulo Freire's contextualization and *dialogicity* ideas as a theoretical framework guided by these lessons, it was proposed to the students the assembly and application of that resource in a planetarium session. During

¹ Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), Universidade de Brasília (UnB), e-mail: <demetriusleao0@gmail.com>.

the project, some subjects such as the apparent trajectory of stars through Brasilia's sky, the location of the cardinal points beginning from the Southern Cross constellation, the color of stars and the stars being seen from a particular place were emphasized. It was found that the students showed an improvement of their understanding about these subjects, as well as a significant excitement with the developed methodology.

Keywords: Astronomy Teaching; celestial movement; instructional resource; planetariums; dialogical education.

1. Introdução

Pesquisas na área de Ensino de Astronomia têm reforçado a importância da sua permanência e maior exploração nas salas de aula, independente do nível ou modalidade de escolarização (BERNARDES *et al.*, 2006; BERNARDES, 2010; BERNARDES, IACHEL e SCALVI, 2008; BERNARDES e GIACOMINI, 2010; COMPIANI, 2010; DOMINICI *et al.*, 2008; IACHEL *et al.*, 2009; LEÃO, 2009, 2011, 2012; BREGANHOLI e WÜRZ, 2012; FERNANDES e LONGHINI, 2011; MARTÍNEZ e FERREIRA, 2011; ROA e VIEIRA, 2012; SANZOVO e QUEIROZ, 2012; SILVA, GONZAGA e FERNANDES, 2012; VASCONCELOS e SARAIVA, 2012; VECCHIA *et al.*, 2012) somente para mencionar alguns trabalhos recentes que exibem resultados de investigações em situações de ensino.

Não apenas nos discursos mais fervorosos sobre a Astronomia na sala de aula (CANIATO, 2011), mas também em diretrizes oficiais como os PCN+ para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), particularmente falando dessa modalidade de escolarização, o conhecimento relativo ao movimento dos corpos celestes e as leis que os regem são recomendações a serem atendidas.

Embora o estudo dos astros seja carente de ações consistentes, sendo fruto mais comum de contribuições isoladas de quem insiste em mantê-lo no ambiente escolar, percebe-se que ele pode muito bem contribuir para o que o parágrafo IV do artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996) estabelece para o Ensino Médio, ao recomendar um ensino em que se busque “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática” (BRASIL, 1996).

Tendo em vista a necessidade imediata de alternativas inovadoras que colaborem com o processo de ensino-aprendizagem da Astronomia, realizou-se essa pesquisa em uma escola da rede privada de Brasília acerca da utilização de um recurso instrucional intitulado de MP (contemplando sua montagem e utilização em uma sessão de planetário) em aulas sobre Astronomia, visando promover aos alunos participantes desse estudo um entendimento cientificamente adequado de alguns temas astronômicos que, por diferentes motivos, geram uma grande quantidade de concepções alternativas em torno:

- i. Trajetória aparente das estrelas para o céu de Brasília;
- ii. Localização dos pontos cardeais a partir da constelação do Cruzeiro do Sul;
- iii. Cores das estrelas;
- iv. Estrelas vistas de uma determinada localidade.

A escolha por abordar esses quatro tópicos é uma consequência das potencialidades agregadas ao material didático em questão. A hipótese de trabalho dessa pesquisa foi a de que a montagem do MP, a compreensão do seu funcionamento e sua utilização em uma sessão de planetário, associadas à aulas de Astronomia sob uma perspectiva dialógica, são capazes de promover um entendimento efetivo de determinados aspectos do movimento aparente do céu. A condução desse trabalho teve por objetivo propiciar aos estudantes uma experiência para a compreensão do movimento celeste e melhorar o nível conceitual deles em relação à Astronomia.

Em linhas gerais, o texto que se segue inicia com uma abordagem sobre as ideias de educação dialógica do educador Paulo Freire, cujos desígnios nortearam a condução dessa pesquisa em sala de aula. No item seguinte, trata-se do material didático que foi empregado no desenvolvimento das mencionadas aulas de Astronomia – o MP – mostrando parte de seus princípios e funcionalidades. Segue-se apresentando a metodologia do trabalho, na qual se mostra a transcrição de parte dos diálogos estabelecidos em sala de aula, onde se tratou sobre a trajetória aparente das estrelas, a montagem do MP e sua utilização. Posteriormente são mostrados os dados coletados durante a aplicação do projeto por meio da análise de um teste prévio à intervenção, um teste posterior e uma avaliação da metodologia pelos alunos. Ainda na análise, algumas reflexões sobre as aulas são lançadas tomando como referência os pressupostos teóricos que orientaram a pesquisa. Por fim, são deixadas algumas considerações em relação aos resultados alcançados com o trabalho.

2. A dimensão pedagógica da investigação – a educação dialógica como suporte

Redimensionar a posição e o papel do professor tem sido uma busca constante e insistente na educação contemporânea. A figura do professor como detentor do saber e que apenas transmite seu conhecimento a um grupo de estudantes que o ouvem passivamente vem, continuamente, perdendo espaço. Paulo Freire, nesse contexto, na obra *Extensão ou Comunicação?* (FREIRE, 2011a), ao expor suas reflexões sobre a prática de ensinar, analisa a relação entre os camponeses e trabalho dos agrônomos (também conhecidos como extensionistas), fruto da sua vivência enquanto morou no Chile.

Na obra mencionada, Freire analisa os significados do termo *extensão*, sendo que a primeira dessas significações que esta palavra carrega é o de *transmissão* de algo (informação, saberes). Transmissão de informações de uma figura dominante (o extensionista, que podemos associar ao papel do educador) para a figura do dominado (os camponeses, que podemos associar ao papel de aluno). Em contrapartida, as interações educador-educando, em situações de aprendizado, dentro ou fora da sala de aula, requerem uma melhor adequação para as necessidades atuais do ensino.

Visando contemplar a interatividade e o intercâmbio de conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem, alguns pressupostos do educador Paulo Freire muito bem se encaixam com a proposta desse estudo, quando ele se refere ao papel da *contextualização* e do *diálogo* no contexto educacional. Em suas palavras (FREIRE, 2011a):

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la. (...) É preciso que discuta o significado deste achado científico; a dimensão histórica do saber, sua inserção no tempo, sua instrumentalidade. E tudo isto é tema de indagação, de diálogo. (...) Na medida em que ele dialoga com os educandos, deve chamar a atenção destes para um ou outro ponto menos claro, mais ingênuo, problematizando-os sempre. Por quê? Como? Será assim? Que relação vê você entre sua afirmação feita agora e a de seu companheiro “A”? Haverá contradição entre elas? Por quê? (FREIRE, 2011a, p.65)

O conjunto de pressupostos por ele divulgado em suas obras tem como um dos princípios fundamentais as relações dialógicas na prática educativa, postura esta capaz de favorecer um posicionamento libertatório diante do mundo. Nas reflexões desenvolvidas em *Extensão ou Comunicação?*, o caminho apontado para uma educação dialógico-libertadora não é o da extensão dos saberes mas, sim, o da *comunicação*. A simples extensão do conhecimento não contribui significativamente para a sua formação – constitui apenas um reforço de uma postura ultrapassada, a de alienar o pensamento dos educandos, e de tornar a interação professor-aluno uma relação vertical. Por outro lado, a comunicação está associada ao compartilhamento de uma linguagem, de trocas de experiências, de enriquecimento de significados, de uma postura ativa, crítica e reflexiva diante da realidade; e a comunicação, por conseguinte, pressupõe o *diálogo*.

Já considerando que o educador não é mais possuidor exclusivo do saber, vale frisar que ambos, educador e educando, são atores ativos na construção do conhecimento. Para Freire (2011a):

Educador-educando e educando-educador, no processo educativo libertador, são ambos sujeitos cognoscentes diante de objetos cognoscíveis que os mediatizam. Poder-se-á dizer, e não tem sido poucas vezes que temos escutado: “Como é possível pôr o educador e o educando num mesmo nível de busca do conhecimento, se o primeiro já sabe? Como admitir no educando uma atitude cognoscente, se seu papel é o de quem aprende do educador?”. Tais indagações – no fundo, objeções – não podem esconder os preconceitos de quem as faz. Partem sempre dos que se julgam possuidores do saber frente a educandos considerados ignorantes absolutos. De quem, por equívoco, erro ou ideologia, vê na educação dialógica e comunicativa uma ameaça. Ameaça, na melhor das hipóteses, a seu falso saber. (FREIRE, 2011a, p. 107)

O discurso com a ideologia de uma educação como prática da liberdade (Freire, 2011a, 2011b), de Paulo Freire, permite uma exploração bastante ampla, mas para os objetivos deste texto, é feito o recorte da educação dialógica. Diálogo mediado, na metodologia deste trabalho, pela temática Astronomia.

3. Um pouco sobre o miniplanetário

O valor e o potencial didático dos planetários para o ensino têm sido abordados por alguns trabalhos na área de Educação em Astronomia (BARRIO, 2002, 2010; BUENO *et al.*, 2011; MARTINS, 2009; ROMANZINI e BER, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Mais do que um meio de divulgação, difusão, popularização e aprendizagem, as visitas a planetários podem caracterizar um modo lúdico para as pessoas adentrarem nas temáticas astronômicas. Considerando essa relevância, o material didático mencionado nesse trabalho pode contribuir para o aproveitamento de várias possibilidades educacionais dos planetários.

O MP (Figura 1) funciona como um pequeno projetor de planetário capaz de fornecer uma projeção das estrelas no céu noturno. Ele é ajustável para fornecer o céu de qualquer latitude, em qualquer dia e hora do ano (com a mesma precisão de *softwares* de visualização do céu, tais como o *Stellarium*, *Cartes du Ciel* ou *WinStars*), além de sinalizar a cor das estrelas².

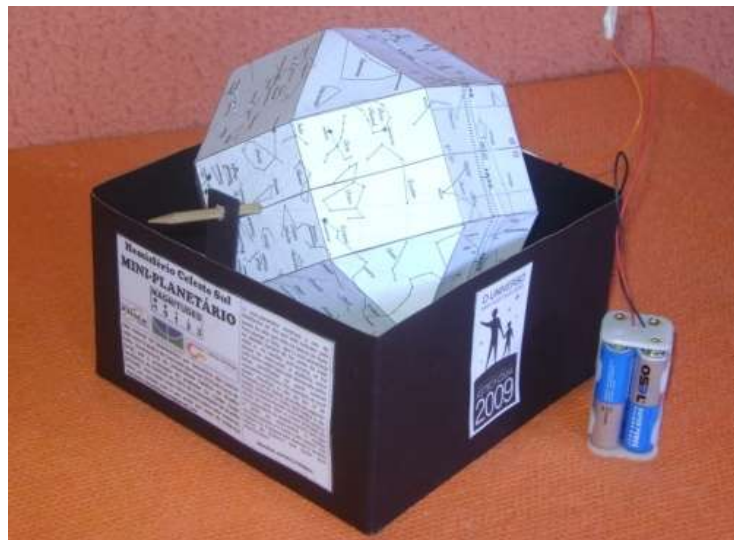


Figura 1 - Simplicidade e ludicidade para o Ensino de Astronomia.

O MP é um objeto de papel e a sua parte principal – o sólido central – possui as constelações dos Hemisférios Sul e Norte (constelações equatoriais e zodiacais), a qual todas estão furadas de acordo com sua magnitude visual aparente. Sua montagem, além das figuras³ (Figura 2), requer alguns materiais como cartolina dupla-face preta, cola, tesoura e alfinete.

² Cada estrela cujo nome está indicado nas figuras de montagem do MP acompanha uma letra, entre parênteses, indicando sua Classe Espectral.

³ As figuras em tamanho original, um manual completo de montagem desse material e as instruções de sua utilização podem ser obtidas em trabalho de autoria do próprio pesquisador (LEÃO, 2011), no endereço eletrônico: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num2/>>.

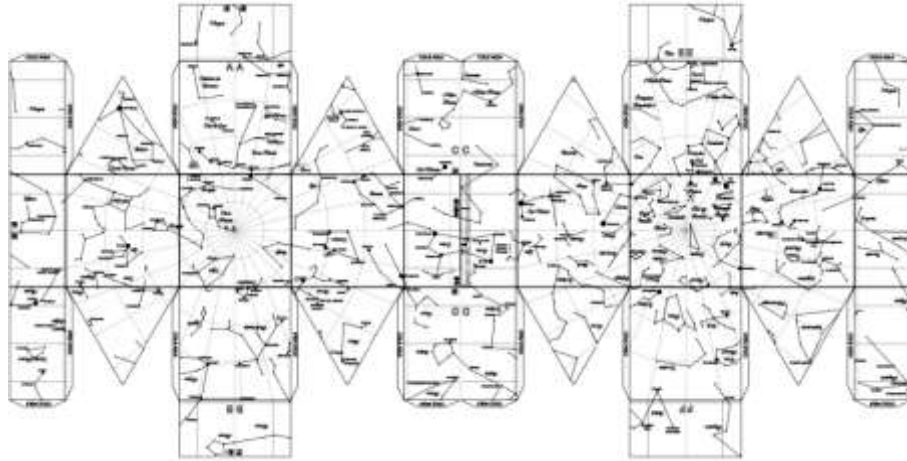


Figura 2 - Projeção das figuras de confecção do miniplanetário, em tamanho reduzido.

Coladas em cartolina preta, estas figuras são novamente recortadas e todas as estrelas nelas contidas são furadas. Alguns furos de estrelas podem receber um pedaço de papel celofane vermelho ou azul, através do orifício, para permitir que a projeção final seja colorida, de acordo com a cor de estrela. Fazendo-se as dobragens e colagens corretas, acopla-se uma microlâmpada⁴ a um palito de churrasco e ele é posto atravessando os dois hemisférios do MP (figura 3):

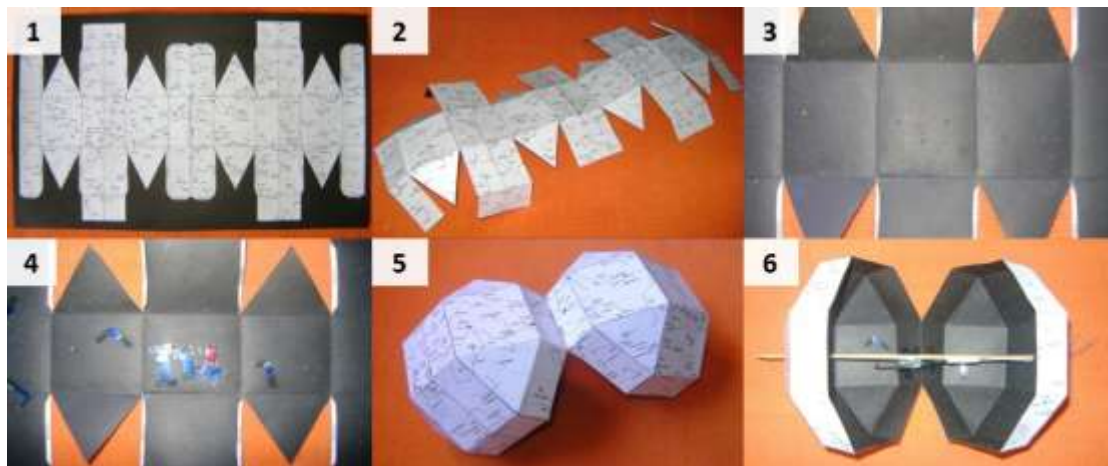


Figura 3 - Etapas iniciais da montagem do miniplanetário.

A inclinação θ do corpo principal do MP assume o valor da latitude do local cujo céu deseja ser observado. Com esse material, o movimento aparente anual e diário do céu noturno pode ser facilmente explorado. As estrelas que ficam acima da borda da caixa são aquelas que estão visíveis naquela ocasião (Figura 4).

⁴ É sugerida a utilização, no interior do MP, de uma microlâmpada, tal qual aquelas empregadas em pisca-piscas natalinos, para a redução do efeito de câmara escura. Uma lâmpada maior, com um filamento também maior, não é aconselhada, pois a projeção observada será a do filamento. Esse inconveniente é minimizado usando uma fonte luminosa de pequenas dimensões.

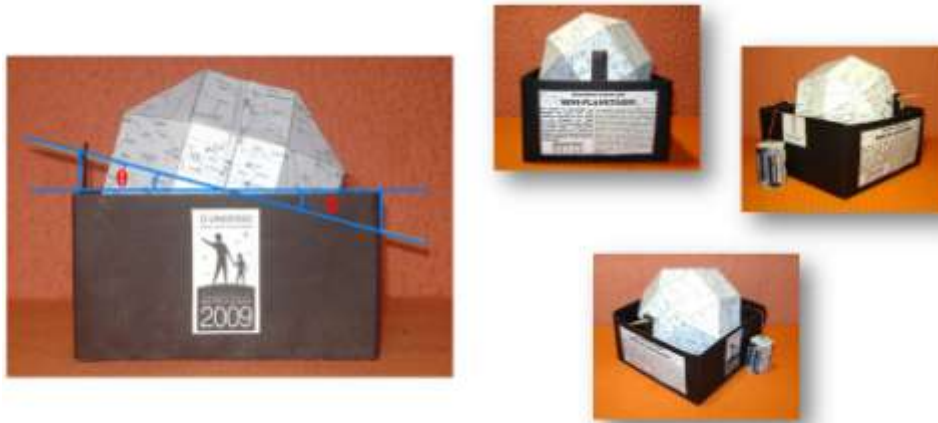


Figura 4 - A inclinação do corpo principal do miniplanetário corresponde à latitude do local que se deseja reproduzir o céu.

4. Procedimentos Metodológicos

Este estudo foi conduzido em uma escola da rede particular do Distrito Federal, na qual o pesquisador é o professor regente e onde há três turmas do Primeiro Ano do Ensino Médio. Optou-se por esta série por ser comum, nas escolas brasileiras, os conteúdos referentes à Mecânica e Gravitação Universal serem estudados nessa fase. A turma 'A' contava com 32 alunos, a 'B', 30, e, por fim, a 'C', com 31 alunos, o que configura um universo de 93 alunos. Os estudantes, em quase sua totalidade, estavam na faixa etária correta (14-16 anos). Para um detalhamento mais claro do trabalho que foi desenvolvido na escola, podem-se separar as atividades realizadas em seis momentos:

Etapa 1 – Aplicação de um Teste Prévio: o Teste Prévio tinha o intuito de conhecer as concepções alternativas dos alunos a respeito do movimento aparente do céu.

Etapa 2 – Aula introdutória sobre Astronomia: com o objetivo de contextualizar, de forma geral, o nascimento e desenvolvimento do conhecimento astronômico. Aproveitou-se também, ao fim desta etapa, para se introduzir elementos que dessem suporte para a compreensão das origens do movimento aparente das estrelas.

Etapa 3 – Montagem do MP: aula reservada para os alunos montarem o material didático proposto nesta pesquisa.

Etapa 4 – Aprendendo a usar o MP: aula destinada aos estudantes aprenderem a usar o MP.

Etapa 5 – Sessão de Planetário: apresentação, utilizando o MP, em ambiente escurecido, procurando incluir elementos lúdicos e emocionais (KANTOR, 2009) comuns em sessões de planetários tradicionais.

Etapa 6 – Aplicação do Teste Posterior e da Avaliação da Metodologia: o Teste Posterior tinha a finalidade de verificar o entendimento das ideias sobre o movimento aparente do céu pelos estudantes e a Avaliação da Metodologia para que os alunos pudessem expressar suas impressões sobre o trabalho e sugerir melhorias para futuras reaplicações.

As Etapas 2, 3, 4 e 5 foram registradas em vídeo.

4.1 Dialogando sobre a trajetória aparente das estrelas

Apresentamos alguns trechos das interações desenvolvidas nas aulas em que a pesquisa foi conduzida (Etapas de 2 a 5). Os seis momentos anteriormente mencionados foram realizados em cada turma e, por isso, os trechos seguintes podem estar se referindo a qualquer uma das classes que participou da pesquisa. Como a montagem e utilização do MP fez parte de um conjunto de aulas de Astronomia, o início dessas aulas (Etapa 2) se deu com uma introdução sobre as origens e evolução histórica do conhecimento astronômico, de modo geral. Ao final dessa aula, com auxílio de um projetor multimídia, foi falado um pouco sobre o movimento de rotação e translação da Terra, mostrando aos alunos uma animação computacional (Figura 5). Perguntamos a eles:



Figura 5 - Uma animação mostrou o movimento de rotação da Terra.

– *Eu “coloquei” quatro sujeitos sobre a superfície da Terra. Será que eles vão ter a mesma percepção de mudança das estrelas no céu?*

Os alunos se manifestaram dizendo expressões como “Não!”, “Acho que não”.

– *Esse observador que está aqui no topo está girando apenas em torno de si próprio, não é? – dissemos, em referência ao observador situado no Polo Norte – o outro não, não é? – em referência ao observador no Plano do Equador – como vai ser a trajetória aparente das estrelas que eles estão observando?*

Os alunos pareceram ficar confusos, com dificuldade para verbalizar uma explicação para o questionamento feito, mas César⁵ se manifestou:

– *Nos polos não vai alterar tanto a posição das estrelas.*

– *Mas muda? – interrogamos.*

⁵ Para preservar a identidade dos alunos, utilizaram-se nomes fictícios.

- *Muda porque (a Terra) está rodando.*
- *A não ser que ele esteja exatamente no centro (no polo) – falou outro aluno.*

Insistimos para eles pensassem sobre como seria o movimento aparente das estrelas para cada observador:

- *Imagine que esteja noite para todos eles e imaginem como eles estariam observando a trajetória dos astros no céu.*
- *Depende de cada um deles – falou Ana.*
- *Vamos pensar no primeiro ali (exibindo a Figura 6).*



Figura 6 - Trajetória aparente das estrelas para um observador nos polos terrestres.

Pedimos para os alunos imaginarem a modificação aparente do céu para este observador. Muitos alunos mostraram-se pouco participativos nesse momento, outros davam explicações imprecisas, contudo, Antônio tomou a palavra:

- *Se as estrelas estivessem mais nas bases (mais no horizonte), elas girariam assim – disse o aluno, fazendo um movimento circular e horizontal com a mão. Se ela estivesse em cima (no zênite), ia ver só um pontinho.*
- *Se você tivesse uma estrela bem em cima, no topo do céu, ela não ia sair do lugar – falamos.*

Alguns alunos concordaram com nossa reflexão. Outros falaram que não entenderam. Aline explicou novamente nosso pensamento para os colegas e colaboramos a explanação dela. Prosseguimos:

- *Vamos ver agora no Plano do Equador? (exibindo a Figura 7)*

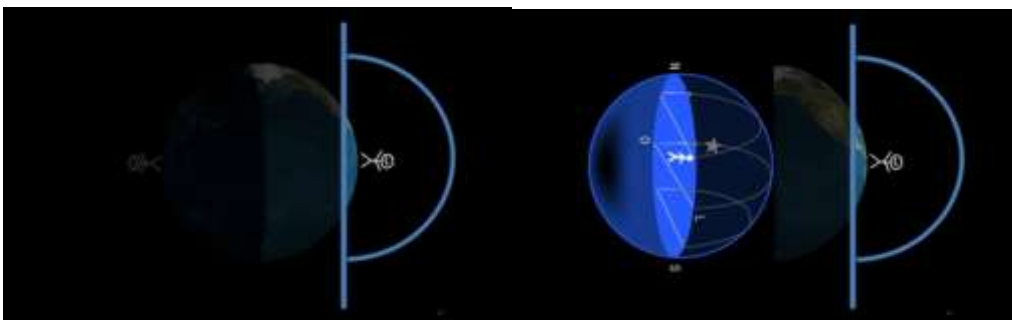


Figura 7: Trajetória aparente das estrelas para um observador no Plano do Equador.

– *Como esse cidadão verá a trajetória das estrelas?* – perguntamos.

– *Na vertical!* – falou Aline.

– *O inverso daquele (observador nos polos)* – acrescentou Ana.

– *A gente ia observar o Sol nascendo onde? Próximo a qual ponto cardeal*⁶ – indagamos.

Alguns alunos falaram acanhadamente “No Leste”. Confirmamos a resposta e perguntamos:

– *E vai se pôr onde?*

Com mais segurança, os alunos responderam “no Oeste” e confirmamos as conclusões deles a respeito da trajetória vertical dos astros nesta situação.

– *Vou colocar o observador em outra situação, parecida com a nossa. Nós não estamos no Hemisfério Sul? Como seria a trajetória aparente das estrelas pra gente?* – questionamos (exibindo a Figura 8).

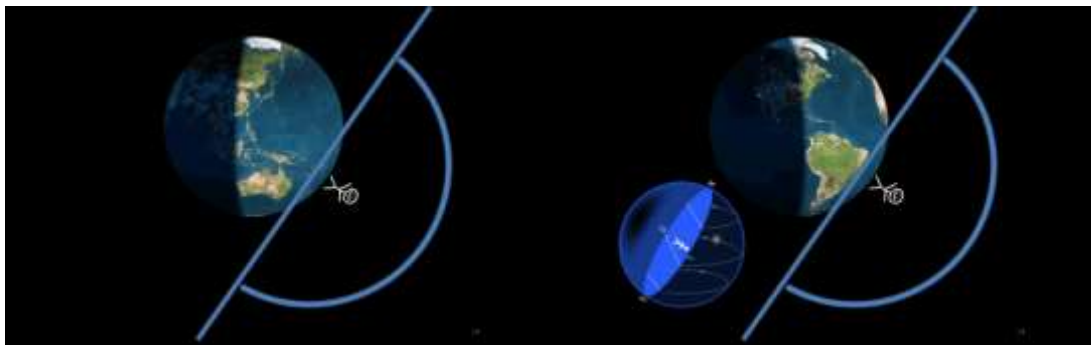


Figura 8 - Trajetória aparente das estrelas para um observador no Hemisfério Sul.

– *Diagonal!* – manifestou-se Antônio.

– *Mas diagonal para qual lado?* – indagamos.

– *Professor, isso é muito difícil!* – reclamou Aline.

– *Alguém tem ideia?* – insistimos.

Os alunos citaram diversos pontos cardeais e até mesmo colaterais, sem entrarem em acordo. Em um único slide, colocamos todas as situações anteriores e mais o caso de um observador no Hemisfério Norte. Para facilitar o entendimento das trajetórias aparentes das estrelas, o plano local dos observadores foi colocado na horizontal, deixando mais evidente o caminho descrito pelas estrelas (Figura 9). Aí, então, foi retomado o terceiro caso – a do observador localizado no Hemisfério Sul:

⁶ Embora se saiba que o Sol nasce no lado Leste, ele não surge exatamente sobre o Ponto Cardeal Leste todos os dias (somente em datas de equinócios). Os estudantes já tinham sido alertados sobre esse fato em outro momento (que não apareceu nas falas aqui relatadas).

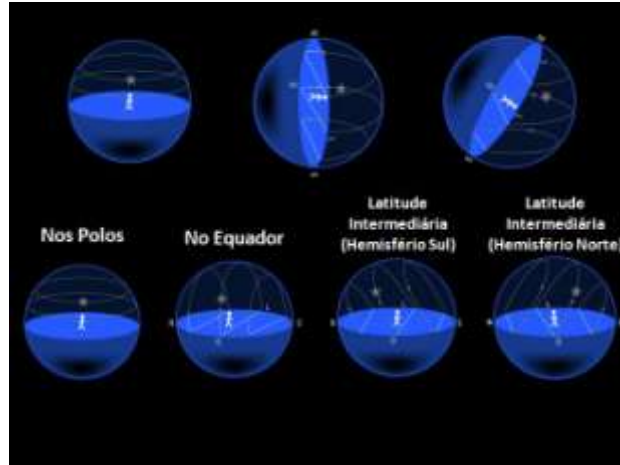


Figura 9 - Colocando na horizontal o plano de visualização de cada observador, fica mais fácil imaginar a trajetória aparente das estrelas para cada um deles.

– Se eu “pego” esse observador aqui (no Hemisfério Sul) e ponho o plano de localização dele na horizontal, como ficará a trajetória das estrelas?

– Na vertical! – exclamou Ana.

– Não! É na diagonal – advertiu Isadora.

– Observem a inclinação. Ela está direcionada para qual ponto cardinal? – questionamos, recorrendo à figura.

– Para o Norte! – disseram alguns alunos.

– E se o observador estivesse no Hemisfério Norte? Como seria a inclinação? – perguntamos.

– Para o Sul! – deduziram os alunos.

– Sim! A inclinação seria na direção contrária – confirmamos.

E aí então mostramos a figura correspondente à trajetória das estrelas para observadores no Hemisfério Norte, completando todas as possibilidades.

– Ai, que louco! – admirou-se Ana – Nós estamos no Sul e vemos a inclinação (da trajetória das estrelas) para o Norte. E quem tá no Norte vê para o Sul!

– Então ninguém vê as estrelas no mesmo jeito! – acrescentou Isadora.

Embora a transcrição parcial das falas não deixe tão explícito, o diálogo tornou-se pouco fluente e bastante repetitivo nos slides referentes ao movimento aparente das estrelas até então, dado que sempre voltávamos às mesmas explicações até que pudéssemos prosseguir adiante nos exemplos mostrados das trajetórias aparentes das estrelas.

4.2 Dialogando sobre a montagem do miniplanetário

Começamos essa aula comentando sobre planetários (fixos e infláveis) para, em seguida apresentarmos aos alunos o MP. Explicamos seu objetivo e funcionamento e deixamos um MP pronto circulando nas mãos deles enquanto falávamos. Os estudantes se dividiram em duplas e todos os pares receberam os materiais necessários para a

montagem do MP. Julgamos que o trabalho de montagem do material em duplas seria mais proveitoso, pois seria uma atividade colaborativa. Após a distribuição dos *kits* de confecção do material, seguimos comentando cada etapa da montagem, com o auxílio de uma apresentação de slides, e também em projetor multimídia ilustrada com fotos. Ao se chegar à etapa correspondente à colagem do papel celofane vermelho ou azul nos furos abertos das estrelas, com a finalidade de representar sua Classe Espectral na projeção oferecida pelo material, questionamos:

– *Lembram que eu perguntei naquele questionário (Teste Prévio) se vocês tinham notado estrelas que eram vermelhas, azuis?*

– *Eu nunca tinha visto estrela vermelha!* – disparou Bianca.

– *Quem nunca viu?* – perguntamos.

Alguns alunos se manifestaram levantando o dedo confirmando nunca terem notado tal fato.

– *Eu também não!* – falou uma aluna.

– *Nunca parou para ver Antares, da Constelação de Escorpião?*

– *Eu nunca vi essas coisas!* – acrescentou outra.

– *Boa parte das estrelas que notamos são brancas e amarelas, mas têm algumas estrelas vermelhas e azuis que são possíveis notar a olho nu mesmo. Tem pelo menos duas estrelas que podemos ver nitidamente que são avermelhadas* – falamos, pegando a estrutura de um MP em fase inicial de montagem (tal qual a Figura 10):



Figura 10 - Miniplanetário, em fase de montagem.

Prosseguimos:

– *Essa estrela que eu falei, Antares, é bem vermelha. Para termos uma projeção também vermelha, vamos colar um pequeno pedaço de papel celofane no orifício das estrelas que forem vermelhas.*

– *E como que eu vou saber (quais estrelas são vermelhas)?* – questionou Bianca.

– *Ótima pergunta! Achem aí a Constelação de Escorpião* – sugerimos.

Os alunos buscaram pela constelação nos desenhos do material.

– *Procurem por Antares* – especificamos.

Os alunos se auxiliaram até que todos encontraram a referida estrela.

– *Estão vendo que na frente da palavra ‘Antares’ tem uma letra entre parênteses⁷? Que letra é?* – perguntamos.

– *M* – disseram alguns alunos.

– *Boa parte das estrelas que vocês estão vendo aí (nos desenhos do MP) têm nome e a letra que está dentro dos parênteses, logo à frente, representa a Classe Espectral da estrela.*

– *O que é isso, professor?* – perguntou Laura.

– *É uma classificação para a cor dela. Todas as estrelas classificadas como *M* são vermelhas* – explicamos.

Sugerimos para que os alunos colocassem o papel celofane vermelho ou azul apenas em algumas estrelas, aquelas que nos parecem mais brilhantes, já que no MP essas estrelas têm furos maiores.

– *Outra estrela que você pode colocar o papel vermelho é Betelgeuse, na Constelação de Órion* – recomendamos, indicando onde esta estrela estava localizada na estrutura do MP – *Estão vendo que nestas estrelas que estão próximas⁸ foi colocado papel azul?* - prosseguimos, exibindo a Figura 11.



Figura 11 - Papel celofane vermelho e azul colado nos furos de algumas estrelas, de acordo com sua Classe Espectral.

– *Essas estrelas que têm o papel celofane azul pertencem a Classe Espectral B ou O* – falamos.

– *E essas que a têm a letra F, K?* – perguntou Bianca.

– *Elas são amarelas. É necessário colocar algum papel nelas?* – indagamos.

– *Não* – responderam os alunos, já que a fonte luminosa é amarela.

⁷ Nos desenhos das constelações, as estrelas que têm seu nome indicado nas figuras, também acompanha sua Classe Espectral.

⁸ Em referência às estrelas mais visíveis da Constelação de Órion: Rigel, Saiph, Belatrix e as populares “Três Marias” – Mintaka, Alnilam e Alnitak.

Complementando a discussão sobre a variedade das estrelas, mostramos uma imagem, em escala de tamanho, contendo algumas das mais conhecidas, obtida facilmente na internet (Figura 12):

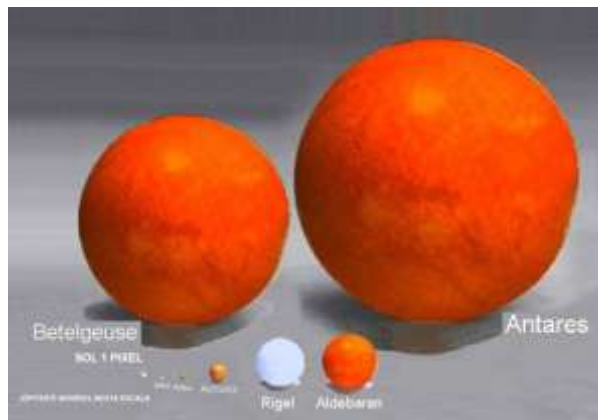


Figura 12 - Proporção de tamanho entre algumas estrelas. Nessa escala, o Sol tem dimensão de apenas um pixel.

– *Eu peguei essa imagem para vocês terem uma ideia do tamanho de algumas estrelas contidas no MP, como Betelgeuse, Antares, da Classe Espectral M; Aldebaran, alaranjada; Rigel, que é azul, e outras também* – iniciamos.

– *Professor, qual a comparação de tamanho do Sol com relação a Antares?* – interrompeu Bianca.

– *O tamanho do Sol seria de um pixel* – respondemos.

– *Sério? Que horror!* – falou Bianca, impressionada.

Os alunos começaram a falar, admirados.

– *Olha o preconceito, viu!* – brincou Raul.

Os alunos caíram na gargalhada. Explicamos, para alguns que não haviam entendido a comparação, que um pixel correspondia a apenas um ponto, na figura, e a turma pareceu ainda mais espantada com a diferença de tamanho entre Antares e o Sol.

Aproveitamos a ocasião para dialogar sobre o porquê da diferença de cores entre as estrelas:

– *Por que será que existem estrelas vermelhas, azuis? O que vai influenciar nisso?*

– *Não tenho a mínima ideia* – falou Bianca.

– *Por conta da força dela?* – disse Laura, de maneira tímida.

– *Força? Que força?* – rebatemos – *Do quê que é feito uma estrela como o Sol, por exemplo?* – perguntamos.

– *De queijo!* – disse um aluno.

– *É a Lua que é feita de queijo!* – falou um outro.

– *A Lua é de queijo* – brincamos – *mas e o Sol, é de quê?*

– *É de queijo cheddar* – caçoou outra aluna.

Depois do momento de descontração gerado pelos alunos, Vítor respondeu:

– *De hidrogênio!*

– *Boa parte do Sol é constituída de hidrogênio e hélio. De modo geral, quanto mais velhas forem as estrelas, mais baixa é a sua concentração de hidrogênio. Dependendo de sua massa, as estrelas, quando mais velhas, ficam avermelhadas, e mudam de temperatura. Comparando Antares com Rigel, qual é mais quente?*

– *Antares!* – falaram vários alunos.

– *Negativo. É Rigel! As estrelas azuis são mais quentes que as vermelhas* – contrariamos.

– *Que sentido isso faz?* – perguntou Vítor.

– *Por quê?* – perguntou Antônio, logo em seguida.

– *Intuitivamente temos a impressão que a cor vermelha é quente e a azul é fria. Mas isso é só impressão, senso comum. A cor vermelha é uma cor menos energética do que o azul. Sendo menos energética, é um pouco mais fria* – explicamos.

Ao chegarmos à explicação da inclinação do eixo principal do MP, e o seu encaixe na base do material, mostramos a Figura 13:



Figura 13 - O ângulo de inclinação – θ – equivale à latitude do local que se deseja obter a visualização do céu.

– *O próximo passo é você colocar esse objeto (corpo principal do MP) na caixinha (base) – falamos, exibindo a parte principal do material – Estão vendo o modo como ele está inclinado? Qual o motivo dessa inclinação?* – perguntamos.

– *Pra ficar de acordo com Brasília* – falou Carolina.

– *Exato! Eu havia comentado que o MP está programado pra mostrar o céu daqui* – confirmamos – *Qual que é a latitude de Brasília?* – continuamos.

– *Quinze graus* – falaram os alunos.

– *E esse ângulo de inclinação do MP? Vai ser de quantos graus?* – interrogamos.

– *Quinze* – disseram os estudantes.

– *Quinze graus também* – reiteramos – *Porto Alegre é uma cidade localizada em uma latitude maior ou menor que a nossa?* – questionamos.

– *Maior* – responderam os alunos.

– *Correto! Consequentemente a inclinação será maior.*

Na sequência, prosseguimos explicando o restante do passo a passo da montagem do MP. Finalizada a discussão sobre esses detalhes, as duplas de trabalho deram início à montagem do material em sala de aula.

4.3 Dialogando sobre como usar o miniplanetário

Na última aula dentro do nosso espaço habitual – a sala de aula – discutimos sobre como é utilizado o MP, enfocando alguns detalhes do movimento celeste ao longo dessa conversa. Mostrando a Figura 9, e recapitulando o que havia sido discutido naquela ocasião, prosseguimos questionando aos alunos como poderíamos reproduzir, como o MP, o céu das quatro localidades mencionadas.

– *Se eu quiser representar, com o MP, o céu de quem está nos polos, como faremos? Como iremos posicionar o palito da parte principal?*

– *Vai colocar ele assim* – falou Daniele, fazendo um gesto vertical com a mão.

– *Muito bem! Você deve colocar o palito na vertical. Colocando ele pra girar, como veremos a trajetória aparente das estrelas?* – questionamos.

– *Na horizontal* – completou Sérgio.

– *Uma pessoa que está no Plano do Equador, está numa latitude de quantos graus?* – prosseguimos.

– *Zero!* – responderam os alunos.

– *Correto! Se quisermos usar o MP pra representar o céu de um observador localizado no Plano do Equador, como posicionaremos o palito?* – perguntamos.

– *Assim, reto* – falaram alguns alunos, fazendo um gesto horizontal com as mãos.

– *Isso! Colocaremos o palito deitado, sem inclinação alguma. Se formos imaginar o MP em funcionamento (girando), como estaremos vendo a mudança aparente das estrelas?* – interrogamos.

– *Vertical!* – respondeu Sérgio.

– *Sempre vertical!* – reforçamos.

– *O senhor fez esse aí pra projetar o céu de Brasília.*

– *Exatamente. No nosso caso, planejei esse MP considerando a inclinação do céu de Brasília. Com as medidas que usamos, essa inclinação equivale 15°. E se tivéssemos em Porto Alegre? Lá a latitude é maior ou menor que a nossa?* – perguntamos.

– *Maior!* – disseram os alunos.

– *Correto, lá a latitude é em torno de 30°. Logo, como ficaria a inclinação do palito para representar o céu de lá?*

– *Ia ser mais inclinado!* – respondeu Daniele.

– *Sim. Se vocês quisessem representar o céu de uma cidade como Porto Alegre ou outra mais ao Sul, é necessário conhecer a latitude do local e calcular a inclinação do palito* – acrescentamos – *A última situação aí é o céu do Hemisfério Norte.*

– *Ia ficar com a inclinação pra cá* – acrescentou Diogo, fazendo uma representação com o braço indicando uma inclinação oposta à do Hemisfério Sul.

Resumimos como encontrar os pontos cardeais usando o movimento do Sol e retomamos questionamentos sobre as nuances do céu noturno:

– *Se você estiver girando o MP e for imaginar a projeção das estrelas para o céu de Brasília, percebem que o céu gira em torno desse ponto aqui?* – dissemos, apontando para o Polo Celeste Sul, no MP – *Esse é o Polo Celeste Sul. Existe o Polo Celeste Sul e o Polo Celeste Norte. Nós conseguimos ver o Polo Celeste Norte?*

– *Não!* – disseram os alunos.

– *Exato! O que está da borda da caixa para baixo você não vê. Pelo contrário, o que está da borda da caixa para cima é o que você está visualizando no céu. O Polo Celeste Norte está abaixo da borda da caixa. Por mais que você gire o globo, você nunca o verá, já o Polo Celeste Sul estará sempre no nosso céu.*

Prosseguimos fazendo mais reflexões sobre as variações celestes:

– *As estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas de outro local?*

– *Não!* – disseram os alunos.

– *O quê que muda?* – perguntamos.

– *A posição que ela se encontra* – falou Daniele.

– *Sim! Veja... o MP não está inclinado?*

Os alunos concordaram.

– *À medida que a latitude aumenta, e a inclinação do palito também, você passará a ver novas constelações e deixará de ver outras. Já as constelações mais centrais (próximas da eclíptica), você permanecerá vendo, só que em posição mais inclinada* – explicamos.

Avançamos comentando sobre as Grandes Navegações (séc. XVI) e a crença de algumas pessoas, superada, na época, de que a Terra fosse plana, apoiada pela primeira viagem de circum-navegação de Fernão de Magalhães. Nessas viagens, como uma consequência da esfericidade da Terra, novas constelações foram visualizadas, como a do Cruzeiro do Sul, amplamente utilizada pelos navegadores para orientação. Aproveitando esses comentários, pedimos que os alunos localizassem, no MP, essa constelação. Após algum trabalho para que todos localizarem a constelação, questionamos:

– *Como podemos usar essa constelação para encontrar os pontos cardeais? Vocês acham que ela sempre aponta para o Sul?*

Os alunos se dividiram nas respostas.

– *O Cruzeiro do Sul aponta para o Sul* – afirmou João.

– *Você acha que essa constelação sempre aponta para o Sul?*

Alguns alunos falaram que “Sim”, outros que “Não”, outro falou que “Depende”.

– *Vejam essa imagem. Vamos decifrá-la* – falamos, exibindo a Figura 14:

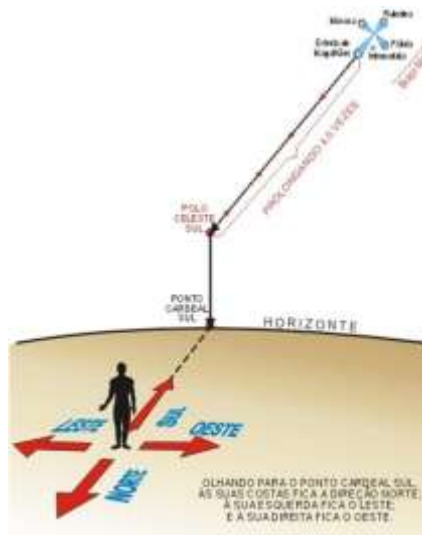


Figura 14 - Procedimento para localização dos Pontos Cardeais por meio da constelação do Cruzeiro do Sul.

– *Algumas pessoas acreditam que a constelação do Cruzeiro do Sul sempre aponta para o Ponto Cardeal Sul, mas essa ideia não está correta. Ainda assim, você pode usá-la para encontrar os Pontos Cardeais* – prosseguimos. *Se você for girar o globo do MP, percebem que a haste maior da constelação do Cruzeiro do Sul aponta para este ponto? Que ponto é esse?* – questionamos, apontado para o Polo Celeste Sul, com o auxílio do MP.

– *Para o Sul* – falou João.

– *Para o Sul? O Sul está aqui* – rebatemos, apontando para o Ponto Cardeal Sul, na Figura 14, localizado no horizonte.

Questionamos novamente os alunos sobre o ponto para o qual aponta o braço maior da constelação do Cruzeiro do Sul e, finalmente, eles responderam que se tratava do Polo Celeste Sul.

– *Imaginem a trajetória aparente da constelação do Cruzeiro do Sul ao longo da noite. Ela sempre apontará para o Polo Celeste Sul* – afirmamos, mostrando a rotação do globo do MP. *Depois de encontrado o Polo Celeste Sul, e prolongando quatro vezes e meia o tamanho do braço maior do Cruzeiro, é só traçar uma linha na vertical até o horizonte.*

Completamos a discussão sobre a Constelação do Cruzeiro do Sul apresentando o nome das estrelas que a constitui: Rubídea (estrela mais superior), Mimosa e Pálida (que fazem parte do braço menor do Cruzeiro), a Estrela de Magalhães

(estrela mais brilhante da constelação) e a Intrometida, que faz parte da região dessa constelação, mas está fora do desenho da Cruz. Ainda nessa aula, as informações técnicas contidas nas figuras de montagem foram esclarecidas, dentre elas como ajustá-lo para mostrar o céu em determinada data e hora.

Marcando o fim dos trabalhos, na aula seguinte, foi realizada uma sessão de planetário, usando como projetor o MP. No interior de uma pequena tenda escurecida, os alunos de cada turma foram divididos em grupos para acompanharem a apresentação. A Figura 15 exibe os alunos na fila para a entrada na tenda e a Figura 16 mostra os estudantes acomodados no chão, no interior do “planetário”:



Figura 15 - Alunos na fila para a sessão de planetário.



Figura 16 - Alunos acompanhando uma sessão de planetário.

A sessão contou com uma recapitulação dos assuntos abordados ao longo das aulas e com alguns incrementos que as sessões de planetário costumam conter, tais como os mitos que os povos do passado usavam para propagar histórias sobre as constelações, como a de Escorpião e Órion.

5. Análise dos dados e discussão

Para a organização da análise e categorização das respostas obtidas tanto no Teste Prévio quanto no Teste Posterior, optou-se pela utilização da *Análise de Conteúdo* (BARDIN, 1977) para tratar os dados gerados. Um dos objetivos da Análise de Conteúdo é a ultrapassagem da incerteza, consistindo numa interpretação pessoal do pesquisador, buscando realizar uma leitura que pode ser generalizável, realizada pelas demais pessoas (BARDIN, 1977).

5.1 Análise das respostas obtidas no Teste Prévio

São apresentadas, na sequência, as cinco questões que compunham o Teste Prévio, seguidas das tabelas produzidas, contendo a análise das respostas dadas pelos estudantes. Para cada pergunta, procurou-se agrupar as respostas em categorias, criadas após uma leitura delas. Como a amostra de alunos é razoável (93), nas tabelas, apenas algumas das respostas são apresentadas. Além disso, para tornar a categorização das respostas mais clara em relação à sua coerência com o conhecimento científico vigente, usou-se como inspiração uma classificação semelhante à adotada por Iachel (2011), ao analisar concepções prévias sobre estrelas:

CC – Resposta condizente com o conhecimento científico (Conhecimento Condizente).

PC – Resposta parcialmente condizente com o conhecimento científico (Parcialmente Condizente).

NC – Resposta não condizente com o conhecimento científico ou não apresentou justificativa (Não Condizente).

NR – Não respondeu ou afirmou não saber responder.

1ª QUESTÃO - Você sabe como localizar os pontos cardeais usando a constelação do Cruzeiro do Sul? Se souber, explique.

| RESPOSTA | CONCEPÇÃO | ESCORE |
|---------------------|---|-----------|
| SIM (PC) | - Sei localizar os pontos cardeais através do Cruzeiro do Sul. O Cruzeiro do Sul aponta para o Sul. Ao localizar o Sul, sabemos que o Norte está do lado oposto. Daí nós ficamos em direção ao Norte e sabemos que o Sol nasce a Leste e se põem a Oeste. - Mas ele fica no meio do mar. | 7 |
| NR | - Não sei. | 86 |

Tabela 1 - Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Prévio.

A Tabela 1 indica o desconhecimento da maioria dos alunos localizarem os pontos cardeais usando a constelação do Cruzeiro do Sul. Da pequena parte dos alunos que afirmou saber usá-la para encontrar os pontos cardeais, alguns acreditam que tal

constelação aponta, de fato, para o Ponto Cardeal Sul, corroborando com uma listagem de concepções alternativas catalogadas por Langhi (2011), das quais uma delas afirma que o madeiro maior do Cruzeiro do Sul indica sempre o Ponto Cardeal Sul.

2ª QUESTÃO – Você acha que a posição das estrelas se altera, no céu, ao longo de uma única noite? Comente.

Embora metade dos alunos dissesse que o céu noturno sofre sim alterações, o entendimento que eles tiveram dessa questão foi bastante variado, permitindo o agrupamento das respostas em categorias conforme a Tabela 2.

| RESPOSTA | CONCEPÇÃO | ESCORE |
|-----------------|--|-----------|
| SIM (CC) | - Sim, pois com o movimento ou rotação da Terra, a posição das estrelas se altera. - Deve mudar, assim como o Sol muda durante o dia, a Lua durante a noite, as estrelas devem também se alterar. - Sim, por que se você olhar uma noite as estrelas estarão numa posição e mais tarde elas não estarão mais no mesmo lugar. | 25 |
| SIM (PC) | - Sim, eu acho que elas se movimentam muito lentamente. - Sim, as estrelas estão sempre em movimento, mas elas estão tão longe que parecem estar paradas. | 11 |
| SIM (NC) | - Sim, pois elas também possuem movimento como os planetas. - Sim, elas mudam de lugar de acordo com a noite. - Sim, pois as nuvens se alteram. | 10 |
| NÃO (CC) | - Não a posição das estrelas, mas nós sim. | 8 |
| NÃO (PC) | - Não, senão as constelações não existiriam. - Acho que não. Não sei como funciona, mas as estrelas demoram anos para a sua posição se alterar. | 13 |
| NÃO (NC) | - Não. Pelo que sei as estrelas nunca estarão no mesmo lugar duas noites seguidas. | 23 |
| NR | | 3 |

Tabela 2 - Algumas respostas dadas à Questão 2 do Teste Prévio.

As respostas classificadas como “Sim (CC)” se referem à existência de um movimento do céu. Já as respostas qualificadas como “Não (CC)” mencionam o movimento terrestre como a origem da mudança de posição das estrelas. Independente da resposta *sim* ou *não*, o que importa para essa questão é a justificativa dada. Somando a quantidade de respostas desses dois grupos, nota-se que apenas de 1/3 dos estudantes (33) associam a modificação da paisagem celeste ao longo de uma única noite ao movimento terrestre. Langhi (2011), na sua catalogação de concepções alternativas em Astronomia, enumera que as pessoas creem que a paisagem celeste não se altera ao longo das horas e dos meses.

3ª QUESTÃO – Você acha que a posição das estrelas se altera, no céu noturno, ao longo dos meses? Comente.

Um pouco diferente da questão anterior, 61 alunos acreditam que a posição das estrelas se altera no céu noturno ao longo dos meses, o que sugere que esses estudantes creem que as modificações na paisagem celeste são mais demoradas. Agrupando as respostas obtidas pela semelhança das ideias, tal qual a pergunta anterior, obtém-se a Tabela 3:

| RESPOSTA | CONCEPÇÃO | ESCORE |
|-----------------|---|---------------|
| SIM (CC) | - A Terra é que se movimenta. | 28 |
| SIM (PC) | - Se os planetas se movimentam, as estrelas também se movem. | 16 |
| SIM (NC) | - As estrelas mudam depois de muito tempo. - Algumas estrelas desaparecem e outras surgem. | 17 |
| NÃO (CC) | - A Terra é que se movimenta. | 2 |
| NÃO (PC) | - Não, pois existem as Três Marias e outras estrelas que formam “desenhos”. | 4 |
| NÃO (NC) | - Não, porque elas estarão na mesma posição no mês seguinte. | 14 |
| NR | - Não sei, deve mudar também. | 12 |

Tabela 3 - Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Prévio.

Mesmo considerando as 28 respostas “Sim (CC)”, justificadas corretamente, e as duas respostas “Não (CC)”, afirmando que a Terra é que se move, os argumentos dos alunos não apresentavam grande precisão. Ainda colaborando com a questão anterior, nota-se ainda que alguns alunos não admitem a modificação aparente do céu ao longo dos meses (LANGHI, 2011).

4ª QUESTÃO – Você já reparou que existem estrelas amarelas, azuis e vermelhas? Comente.

Trinta e três estudantes afirmaram já ter notado estrelas de diferentes cores, contudo, mesmo esse grupo confessa nunca ter observado uma estrela avermelhada. A maioria dos estudantes (59 alunos) declarou nunca ter reparado tais nuances de coloração das estrelas, afirmando, em maior parte, acharem que todas as estrelas possuem a mesma cor ou que, de fato, nunca prestaram atenção nisso. A Tabela 4 exhibe alguns comentários dos alunos.

O fato das pessoas não observarem o céu, percebendo que as estrelas apresentam diferentes cores, é também relatado por Iachel (2011), em estudo sobre concepções alternativas especificamente sobre estrelas, em que esta mesma pergunta é feita e, semelhantemente, em outro trabalho do próprio pesquisador (LEÃO, 2009).

| RESPOSTA | CONCEPÇÃO | ESCORE |
|------------|--|-----------|
| SIM | <ul style="list-style-type: none"> - Sim, mas as vermelhas eu ainda não vi. - Sim, elas parecem que piscam, mudando de cor. - Sim, pois é a sua cor que define seu calor. As vermelhas são as mais frias. As amarelas medianas e as azuis as mais quentes. - Sim, as amarelas possuem uma energia bem alta, quando o tempo de existência daquela estrela acabar ela se compactará e aumentará sua densidade, que mudará sua coloração para azul. - Sim, mas não sei explicar o motivo dessa coloração. - Sim, eu já vi azuis e vermelhas e me falaram que quando é uma grande estrela vermelha, é o planeta Marte. - Sim, elas podem ter cores diferentes pelos elementos químicos e gases que elas possuem. - Sim, quando eu estava em cidades pequenas e longe das luzes, via alguns tons de cores diferentes nas estrelas, e quando eu tinha um telescópio. | 33 |
| NÃO | <ul style="list-style-type: none"> - Não, para mim só existiam estrelas amarelas. - Nunca reparei, mas sempre notei umas com brilho mais forte que outras. - Não, somente brancas. - Nunca reparei, até porque as estrelas olhadas a olho nu parecem da mesma cor. - Não. Nunca reparei, na minha opinião, pode até existir, mas não podem ser vistas a olho nu, até pela distância das estrelas até a Terra. - Nunca reparei, mas já ouvi falar. - Não, para mim elas eram todas iguais, só mudava a posição, tamanho e proximidade. - Não. Eu enxergo como pontinhos pratas. - Não, por que não tenho muito o costume de reparar no céu. | 59 |
| NR | | 1 |

Tabela 4 - Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Prévio.

5ª QUESTÃO – Você acha que as estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas de uma cidade localizada no Hemisfério Norte? Comente.

Embora 54 alunos tenham respondido ‘Não’ a essa questão e muitos deles tenham justificativas consideradas corretas, tais argumentos se mostram muito amplos. Diversas respostas traziam a expressão “acho que não”, sugerindo que os alunos não apresentavam segurança nas justificativas fornecidas. Para essa questão, a categoria “Sim” não foi subdividida mesmo que a resposta apresentasse justificativa cientificamente condizente, pois, a resposta, como um todo, ficaria incoerente. Um resultado semelhante ao obtido nesse questionamento foi encontrado por Machado e Santos (2011), em um estudo que visava levantar concepções sobre estrelas. Nesse trabalho, eles detectaram que 47% dos estudantes do Ensino Médio, que participaram da referida pesquisa, acreditavam que o céu do Hemisfério Sul era diferente do Hemisfério Norte.

| RESPOSTA | CONCEPÇÃO | ESCORE |
|----------|---|--------|
| NÃO (CC) | - Acho que não, pois as regiões de que se observam são diferentes. - Exatamente não, mas acredito que algumas sim. | 27 |
| NÃO (PC) | - Não, tem partes que é possível visualizar o céu bem mais estrelado. - Não, pois a Terra não está num ângulo fixo como imaginam muitas pessoas. Ela é oval, então o ângulo de visão de um hemisfério não é igual a do outro. | 14 |
| NÃO (NC) | - Não | 13 |
| SIM | - Sim, pois elas ficam paradas. - Sim, por que as estrelas são as mesmas e elas podem ser localizadas em qualquer lugar, até em uma cidade do Hemisfério Norte. - Sim, pois o céu não se altera. - Sim, não acho que elas sejam diferentes, já que podemos localizar os pontos cardeais em qualquer lugar. - Sim, pois o céu é o mesmo. - Sim, pois a Terra gira e possibilita ver as mesmas estrelas. - Sim, apenas muda um pouco a posição delas. | 28 |
| NR | - Não sei. | 11 |

Tabela 5 - Algumas respostas dadas à Questão 5 do Teste Prévio.

5.2 As aulas de Astronomia com o miniplanetário sob uma perspectiva dialógica

O estímulo ao diálogo, mediado pela temática Astronomia, pode ser percebido em diversos momentos, durante a fala dos alunos e do pesquisador, e foi mais fluente quando se tratava de um tema que fazia relação com alguma experiência já vivenciada ou imaginada pelos estudantes. O incentivo a essa interação dialógica, crescente ao longo do desenvolvimento das aulas, como já nos adianta Freire (2011a), “implica uma reciprocidade que não pode ser rompida” (FREIRE, 2011a, p.88), pois exige que ambos, educador e educando, compreendam e compartilhem significados e contextos (FREIRE, 2011a).

Na aula introdutória sobre Astronomia (Etapa 2), os alunos foram convidados a refletir sobre a maneira como se dá a modificação aparente do céu para diferentes observadores sobre a superfície da Terra. Ainda nessa aula, embora não tenha sido o foco da pesquisa, outros slides tratando sobre a necessidade do estudo dos astros, geocentrismo, heliocentrismo e as ideias de alguns astrônomos do passado, serviram para a manutenção de um diálogo com os estudantes. A *contextualização* e *problematização* de uma temática constituem aspectos relevantes para favorecer a dialogicidade na educação (Freire, 2011b) e esta etapa da intervenção procurou configurar um esforço nesse sentido.

Na aula em que a montagem do MP (Etapa 3) foi repassada, determinados aspectos da construção no material serviram para reflexão e discussão: a coloração das estrelas (bem como sua variedade de brilho) e a inclinação do palito central do MP, indicando a forma de visualização do céu para as diversas latitudes.

No encontro em que foi discutida a utilização do MP (Etapa 4), as interações dialógicas se deram quando os alunos foram estimulados a imaginar como ficaria a

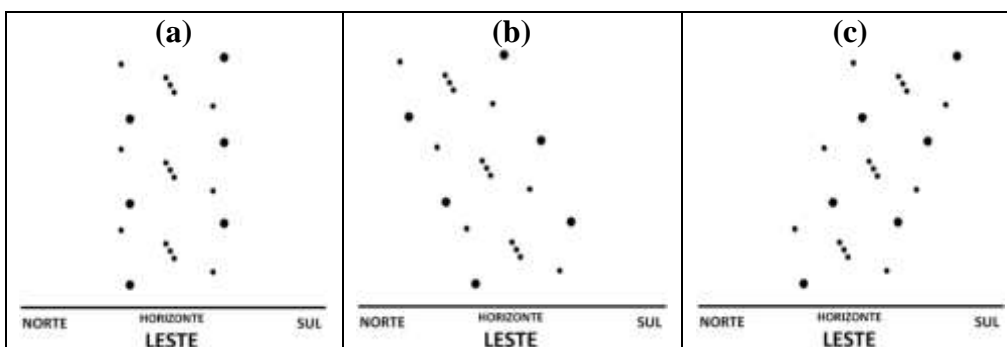
inclinação do material para latitudes diferentes, reproduzindo as situações propostas na primeira aula e que, naquela ocasião, os alunos sentiram dificuldades para compreender, conforme sugerem as transcrições das falas. Nas Etapas 3 e 4, os diversos questionamentos lançados aos estudantes (FREIRE, 2011a), problematizando os temas discutidos durante a montagem e o emprego do MP também tiveram intuito de incitar a participação dos alunos.

Na última aula com o MP (Etapa 5), durante a sessão de planetário, várias ideias que foram discutidas ao longo das aulas foram tratadas mais facilmente usando a projeção oferecida pelo MP, o que propiciou uma interação mais ativa com os estudantes. A tentativa de sustentação de uma postura dialógica foi uma busca em todas as aulas, na qual o papel do professor-pesquisador não fosse de autoridade na maior parte das falas (FREIRE, 2011b), mas, sim, de uma relação horizontal, e a relação educador-educando pudesse propiciar a construção do conhecimento e o rompimento com uma educação bancária (FREIRE, 2011b).

5.3 Análise das respostas obtidas no Teste Posterior

As questões colocadas no Teste Posterior abordavam os mesmos temas que o Teste Prévio. Com exceção da Questão 4, as demais perguntas diferem na redação e no nível de dificuldade. Procurou-se redigir as questões de forma não familiar, transformada, exigindo mais reflexão e atenção dos alunos. Na sequência, seguem as perguntas deste teste acompanhadas de tabelas contendo a análise das respostas dadas pelos alunos. A categorização das respostas em CC, PC, NC e NR, é mantida. Além disso, como as questões são discursivas, são apontadas, também, determinadas expressões, palavras e/ou conceitos que surgiram nas respostas ao Teste Posterior e que não foram utilizadas no Teste Prévio, os quais receberam a denominação de Indicadores de Novas Aquisições de Conhecimento (INAC's), mesmo que, na resposta dada, a justificativa não fosse cientificamente aceita.

1ª QUESTÃO – Você está em Brasília e, em determinada noite, observa o movimento aparente das estrelas, olhando o céu em direção ao horizonte Leste. Imaginando que você esteja observando o nascer da Constelação de Órion, qual das trajetórias abaixo mostradas é aquela observada por você? Justifique sua escolha. (Nas figuras, a Constelação de Órion aparece em três momentos sucessivos).



A escolha da resposta correta (alternativa B) foi a opção de 50 alunos. A imagem escolhida para ilustrar esta questão é uma representação esquemática na qual os alunos deveriam ter um bom nível de abstração para responder corretamente. A Tabela 6 apresenta a diversidade de respostas coletadas.

Ainda que nem todos os alunos justificassem corretamente a escolha pela opção B, houve um esforço de utilização das ideias discutidas nas aulas, de um modo geral. Em trabalho anterior do próprio pesquisador (LEÃO, 2009), usando uma pergunta semelhante (excetuando-se apenas a figura, que era uma imagem mais simples) 3/4 dos alunos, que acompanharam completamente a metodologia, marcaram a opção correta. Chama a atenção nessa questão a opção de 29 estudantes pela resposta C. A confusão mais comum detectada aqui é o fato dos alunos acharem que a trajetória das estrelas no céu de Brasília está inclinada para o Sul por conta dela estar localizada no Hemisfério Sul. Esse resultado, em comparação com as respostas das questões 2 e 3 do Teste Prévio, mostram que os alunos adquiriram uma percepção mais precisa desse fenômeno pois, nelas, os alunos apenas revelaram crer na existência de um movimento dos astros no céu, para alguns, decorrente do movimento da Terra, sem maiores detalhes. Alguns INAC's presentes nas respostas a esta questão são: projeções na diagonal, 15°, ângulo das estrelas.

| RESPOSTA | JUSTIFICATIVA | ESCORE |
|-------------------------|---|-----------|
| B (CC) | - Por que o céu de Brasília é visto de forma inclinada ao Norte. São projeções semicirculares na diagonal ao Norte. | 16 |
| B (PC) | - Por que nossa localização é meio na diagonal, como podemos ver no miniplanetário. - A figura 'B', pois estamos localizados a 15° na superfície terrestre. | 16 |
| B (NC) | - Por que nasce ao Norte. - Pois ela aponta para o Ponto Cardeal Sul. - Por que a Terra estaria inclinada | 18 |
| A | - A letra 'A', pois o movimento das estrelas no Hemisfério Sul é na vertical. - Letra 'A', pois se olho em direção ao Leste, a imagem das estrelas será vista rumo ao Oeste. | 6 |
| C | - Por que há uma inclinação ao Sul, pois estamos situados próximos ao Equador. | 29 |
| NR | | 8 |

Tabela 6 - Algumas respostas dadas à Questão 1 do Teste Posterior.

2ª QUESTÃO – É correto afirmarmos que a Constelação do Cruzeiro do Sul sempre aponta para o Ponto Cardeal Sul? Explique.

Dos 57 alunos que acertaram a resposta dessa questão, 43 conseguiram elaborar uma justificativa cientificamente aceita, afirmando, em geral, que essa constelação não aponta exatamente para o Ponto Cardeal Sul, mas sim para o Polo Celeste Sul, conforme é mostrado pela Tabela 7.

As respostas consideradas em parte (PC) apresentavam explicação incompleta, redação imprecisa ou, de fato, revelavam indício de alguma concepção alternativa. Alguns alunos responderam 'Não', e argumentaram que a constelação do Cruzeiro do Sul aponta para outros pontos cardeais. Nos demais (que responderam 'Sim'), porém,

ainda persiste a crença de que tal constelação indica sempre o Ponto Cardeal Sul. É possível que, para alguns desses alunos, a fonte desse pensamento tenha sido de uma interpretação enganosa das discussões estabelecidas em sala de aula dado que, na Questão 1 do Teste Prévio, quase nenhum estudante sabia utilizar essa constelação para a determinação dos Pontos Cardeais. Para outros estudantes, a fonte desse pensamento incondizente pode estar sedimentada em ensinamentos baseados em livros com figuras mal construídas (LANGHI, 2011; LANGHI e NARDI, 2007; PAULA e OLIVEIRA, 2002, AMARAL e QUINTANILHA, 2011). Esse resultado, em comparação com a Questão 1 do Teste Prévio, indica que houve uma melhoria significativa desse grupo em compreender o comportamento da constelação do Cruzeiro do Sul ao longo do tempo; antes quase todos os alunos não sabiam como utilizá-la para determinação dos pontos cardeais e, depois dos trabalhos com o MP, a maioria dos estudantes indicaram não só saber localizar os pontos cardeais com a observação dessa constelação, mas também conseguem ter ideia do fato dela não apontar sempre para o Sul. O INAC mais utilizado nas respostas desta questão foi o ‘Polo Celeste Sul’.

| RESPOSTA | JUSTIFICATIVA | ESCORE |
|----------------------|---|-----------|
| NÃO (CC) | <ul style="list-style-type: none"> - Não podemos afirmar que a constelação do Cruzeiro do Sul sempre vá apontar para o Ponto Cardeal Sul, pois depende de sua inclinação e só vai apontar diretamente para o Sul quando ela estiver na vertical. - Não, o seu braço maior aponta para o Polo Celeste Sul e daí se traçarmos uma reta do Polo Celeste Sul em direção ao horizonte encontraremos o Ponto Cardeal Sul. | 43 |
| NÃO (PC) | <ul style="list-style-type: none"> - Aparentemente sim, quando imagina ela quatro vezes para o Polo Celeste. - Não, devido a sua inclinação começa no Sul e ao decorrer do tempo desfaz essa rota, assim mudando seu trajeto. - Não, dependendo da sua posição no hemisfério. No nosso caso, sim, estaria sempre no Sul. | 8 |
| NÃO (NC) | <ul style="list-style-type: none"> - Não, porque aponta para o Ponto Cardeal Leste. - Não, ela se localiza no Sul e aponta para o Oeste. - Não, a constelação do Cruzeiro do Sul dependendo da hora vai se movimentando e indicando um ponto cardeal diferente. | 6 |
| SIM | <ul style="list-style-type: none"> - Sim, pois mesmo que ocorra a movimentação eles sempre apontarão para o Ponto Cardeal Sul. - Sim, porque a constelação do Cruzeiro do Sul só pode apontar para o Ponto Cardeal Sul da mesma forma que as outras constelações apontam para os outros pontos cardeais. - Sim, o Cruzeiro do Sul aparece ao Sul, mas ao projetarmos nossos braços conseguimos nos localizar com base em Sul, Leste, Oeste e Norte, como uma bússola ao céu. | 26 |
| EM BRANCO | | 10 |

Tabela 7 - Algumas respostas dadas à Questão 2 do Teste Posterior.

3ª QUESTÃO – Explique porque algumas das estrelas representadas no miniplanetário têm seus furos fechados com papel celofane vermelho ou azul.

Mais da metade dos estudantes indicaram que a colocação do papel celofane azul ou vermelho em algumas estrelas representadas no MP se dá pelo fato delas terem colorações distintas. De fato, parece uma associação óbvia, mas, em diversas respostas,

os estudantes até mesmo fizeram referência à diferença de temperatura entre elas, como é apresentado na Tabela 8.

As respostas classificadas como parcialmente certas (PC), em geral, mencionavam que a colocação do papel celofane em algumas estrelas se dava porque elas eram “mais importantes” que as outras. Esse pensamento se deu por conta de um entendimento equivocado que alguns estudantes tiveram do processo de montagem do MP. Embora essa instrução não apareça nas transcrições das aulas, indicamos que o papel celofane colorido não necessitava ser colocado em todas as estrelas da Classe Espectral B, O e M – somente naquelas que apresentavam maior brilho (maior furo), pois, nas demais estrelas, com furo muito pequeno, o papel celofane praticamente não influenciava na cor da projeção. Uma pequena parte das respostas foi considerada cientificamente errada (NC), dado que, algumas delas, consideravam as estrelas vermelhas mais quentes que as azuis.

| CLASSIFICAÇÃO | JUSFIFICATIVA | ESCORE |
|----------------------|---|---------------|
| CC | <ul style="list-style-type: none"> - Pois as estrelas têm diferentes temperaturas, sendo as azuis mais quentes que as vermelhas. - Por que nem todas as estrelas são brancas e amarelas, elas são em maior quantidade do que as azuis e vermelhas, sendo que as azuis são mais quentes. - Por que algumas estrelas têm cores diferentes. Para o trabalho melhor representar nossa realidade, cobrimos os buracos com papel celofane azul e vermelho. - Algumas estrelas possuem coloração vermelha ou azul como, por exemplo, Antares, que é uma estrela vermelha da constelação do Escorpião. - Algumas estrelas são representadas no miniplanetário com seus furos fechados com papel celofane vermelho e azul, respectivamente para representar a Classe Espectral M (vermelhas) e B (azuis). | 56 |
| PC | <ul style="list-style-type: none"> - Por que as estrelas possuem cores diferentes (azul, amarela, vermelha). Essas estrelas do planetário são as mais importantes, maiores e mais conhecidas. - Pois são as maiores estrelas e também as estrelas podem ser vermelhas, azuis e outras cores. - Pois existem estrelas de várias tonalidades de vermelho, azul e amarelo, que se dão por causa do tipo de gás que as formou. | 23 |
| NC | <ul style="list-style-type: none"> - Pois são umas das maiores e as vermelhas são as mais quentes e as azuis são as mais frias. - Para indicar as constelações. - Por que não são estrelas, e sim planetas. | 11 |
| EM BRANCO | | 3 |

Tabela 8 - Algumas respostas dadas à Questão 3 do Teste Posterior.

Embora essa questão não exigisse explicação para o porquê da diferença de cores entre as estrelas, diversos alunos associaram corretamente esse fato à diferença de temperatura entre elas. Os resultados dessa pergunta, em comparação com os da Questão 4 do Teste Prévio, também mostram outra expressiva melhoria nas concepções dos alunos; naquela questão, a maioria dos estudantes evidenciaram nunca ter reparado

tais nuances na paisagem celeste e, agora, grande parte deles sabem da existência de cores diferentes de estrelas, conseguindo até mesmo explicar, numa primeira aproximação, o porquê dessas variedades espectrais. Para essa questão, alguns INAC's comuns foram: Classe Espectral, temperatura das estrelas.

4ª QUESTÃO – As estrelas vistas daqui de Brasília são exatamente as mesmas vistas por uma pessoa que esteja observando o céu na Europa, por exemplo? Explique.

Esta questão configurava no Teste Prévio quase que do mesmo modo. Desta vez, um número expressivo de alunos respondeu corretamente ao questionamento (78 estudantes) e boa parte deles conseguiu justificar de forma cientificamente aceita, fazendo-se referências às diferenças de latitude e/ou ao fato de apenas algumas estrelas serem compartilhadas com o céu europeu, e outras não, como pode ser acompanhado na Tabela 9:

| RESPOSTA | JUSTIFICATIVA | SCORE |
|-------------|--|-----------|
| NÃO (CC) | <ul style="list-style-type: none"> - Não, pois na nossa localização, a nossa inclinação é diferenciada. Há estrelas que são vistas em ambas as partes, mas outras são restringidas. - Não, pois a latitude de Brasília não é a mesma da Europa. - Não, porque devido a inclinação (representada no miniplanetário), o Hemisfério Sul mostra estrelas que não aparecem do Hemisfério Norte, e vice-versa. - Não, por causa do formato do planeta Terra (bola), e as estrelas estão espalhadas. | 56 |
| NÃO (PC) | <ul style="list-style-type: none"> - Não, pois em consequência da inclinação da Terra, algumas estrelas que não vemos serão vistas na Europa. O mesmo ocorre conosco, podemos observar algumas estrelas que na Europa não serão vistas. - Não, pois em Brasília só é possível observar o Hemisfério Celeste Sul. Já na Europa, que está no Hemisfério Norte, se veem as estrelas do Hemisfério Celeste Norte. - Não, os europeus veriam estrelas completamente diferentes por sua localização no globo. Seu ponto de visão é diferente do nosso. Nós só poderíamos ver essas estrelas meses depois, quando a sua posição for outra. | 8 |
| NÃO (NC) | <ul style="list-style-type: none"> - Não, a localização vai mudar, pois há lugares mais altos e mais baixos. - Não, porque o horário de Brasília é diferente do horário da Europa. | 14 |
| SIM | <ul style="list-style-type: none"> - Sim, pois pela distância em que elas se encontram é possível que se veja a mesma constelação tanto aqui quanto na Europa. - Sim, pois o que muda são as posições e não as constelações. - Sim, pois o céu é muito grande, e isso faz com que outros lugares possam ver. - Sim, são as mesmas, mas nunca podem observar elas ao mesmo tempo em uma mesma posição. - Sim, as estrelas são tão grandes que a luz dela chega tanto aqui no Brasil quanto na Europa. Um exemplo de estrela grande é Betelgeuse. | 14 |
| EM BRANCO | | 1 |

Tabela 9 - Algumas respostas dadas à Questão 4 do Teste Posterior.

Em geral, as respostas da categoria parcialmente condizente (PC) faziam referência às diferenças de latitude, mas afirmavam que, por isso, o céu dos dois locais seria totalmente distinto. Os que responderam ‘Não’, e não justificaram corretamente (NC), de forma geral, revelaram diferentes concepções alternativas. Em comparação com o resultado encontrado no Teste Prévio, nota-se que as respostas se mostraram mais claras e um INAC detectado nelas foi “latitude”, conceito que, embora seja bastante estudado nas aulas de Geografia, anteriormente não foi utilizado pelos alunos.

5.4 Avaliação da Metodologia pelos alunos

Ao final dos trabalhos com o MP, os alunos foram convidados a preencherem uma Avaliação da Metodologia desenvolvida. Os comentários dos alunos foram quase unânimes em julgar satisfatoriamente os procedimentos adotados. A empolgação detectada nos depoimentos, a reivindicação por mais aulas sobre Astronomia e a interatividade proporcionada pelas aulas são pontos que chamaram a atenção. Em cada pergunta, segue um quadro com a transcrição de algumas respostas dadas pelos alunos.

1. Como você avalia o estudo do tema Astronomia, dentro da disciplina Física, usando o miniplanetário?

Fora os adjetivos que os estudantes usaram para qualificar a metodologia (excelente, ótima, bacana, interessante, divertida), em diversas respostas, houve uma percepção da existência de uma relação entre a Física e a Astronomia.

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - A Astronomia está ligada à disciplina de Física. - O miniplanetário foi uma criação fantástica dentro do tema Astronomia porque até um tempo atrás não tinha muitos conhecimentos sobre o céu e pensava que era um assunto sem muita importância, mas pude concluir que tinha muita coisa que eu nem sabia, foi de grande importância dentro da disciplina Física. - Sinceramente achei uma ótima ideia. Trouxe mais dinamismo e prazer para a sala de aula, pois a curiosidade deu-nos o gosto, a vontade de aprender. - Uma forma de aprender brincando, e acabar estudando mais do que aulas apenas no quadro. - Um modo interessante de transmitir o conhecimento da Astronomia de forma interativa a pessoas leigas no assunto. - Foi de suma importância, tanto a confecção do miniplanetário como as aulas com debate e demonstrações. - Achei um tipo de trabalho bastante eficiente para me ajudar a compreender o assunto de que se trata – a Astronomia – que nunca tive contato antes. | <ul style="list-style-type: none"> - Uma forma dinâmica de aprendizagem, que facilita o entendimento da Astronomia. - Divertido, levando em conta que o estudo do espaço não é o que mais me atrai. - Uma forma diferente e interessante de se aprofundar na Astronomia que a meu ver é uma matéria divertida. - Bem mais dinâmico, se torna até mais fácil aprender Astronomia. - Muito bom, foram aulas criativas, uma aula diferente. - Eu achei muito legal, muito diversificado, saímos um pouco do ritmo de sala de aula, nos divertimos bastante. - Nota 10. Sempre gostei de Astronomia e nesse estudo pude aprender mais ainda. - Eu comecei a gostar de Astronomia por causa desse trabalho, então está bom. - Eu acho que o trabalho foi muito bom, porque além de ter sido legal fabricar o planetário, ele ajudou no desenvolvimento das aulas. - Facilitou mais a aprendizagem e não é preciso ir longe para ver um planetário. |
|--|---|

Quadro 1 - Algumas respostas dadas à Questão 1 da Avaliação da Metodologia.

2. O que mais agradou você nestas aulas?

O que boa parte dos alunos revelou ter gostado foi da montagem do MP em si e da utilização dele na tenda, para a sessão de planetário. Em diversas respostas, ficou assinalada também a forma como as aulas foram conduzidas – segundo os próprios alunos, de forma interativa.

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- O que eu mais gostei foi da saída de sala para observar o planetário que foi montado.- A interação com os alunos, com os debates e os slides.- O processo de montagem do miniplanetário.- A diversidade de aplicação do conteúdo. E a interação entre aluno e professor.- O que me agradou foi a aula prática na tenda, que me permitiu maior entendimento.- Em geral, a Introdução à Astronomia, o modo amplo, e em debate como foram as aulas. E as aulas práticas com a visualização das constelações.- Que foram aulas mais interativas, com o uso de slides e o uso do datashow | <ul style="list-style-type: none">- A interatividade com o professor, o primeiro contato com esse assunto e, principalmente, a visão mais ampla que eu pude adquirir sobre o Universo com base nessas aulas mais didáticas.- A forma como nós trabalhamos com este tema, foi um trabalho muito interativo e informativo, incluindo aulas em PowerPoint e a aula no término do trabalho.- Fazer um trabalho diferente que foi o miniplanetário e poder aprender mais sobre Astronomia de um modo diferente.- A forma com que foi administrada a aula. Aulas bem mais interativas, com a participação dos alunos, e a forma fácil que esta pesquisa foi apresentada. |
|--|---|

Quadro 2 - Algumas respostas dadas à Questão 2 da Avaliação da Metodologia.

3. O que você não sabia e aprendeu com estas aulas usando o miniplanetário?

As ideias mais comuns que os alunos afirmaram desconhecer e que haviam aprendido com o MP estão relacionadas ao movimento aparente das estrelas, suas Classes Espectrais, a utilização da constelação do Cruzeiro do Sul para se orientar e a existência e localização do Polo Celeste. Outros afirmaram aprender a reconhecer constelações e algumas histórias mitológicas que as envolviam. Aqui, um relato de uma aluna chamou muito a atenção:

“A questão não é apenas não saber, e sim a ausência de curiosidade, antes presente em nossos pensamentos. Nunca havia parado para pensar se as estrelas se deslocavam, se elas poderiam todas emergir de um mesmo ponto, ou até mesmo se indicavam pontos cardeais. Para mim foi uma descoberta de curiosidade”.

Ficou assinalada que a metodologia motivou e marcou um despertar da curiosidade dos estudantes em aprender mais.

4. Qual sugestão você daria para melhorar esta metodologia?

Em geral, os alunos indicaram que a metodologia não precisa melhorar em nada, o que sugere uma satisfação deles com o trabalho desenvolvido. Em vários depoimentos, os alunos indicam querer mais aulas sobre Astronomia. As solicitações que poderiam ser atendidas em uma futura reaplicação desse projeto seguem abaixo, nas transcrições.

| | |
|---|---|
| <p>- Achei tudo muito importante. Não precisa melhorar porque está muito bom.</p> <p>- Acho que não há nada para ser melhorado, que as aulas estão interativas, divertidas, de fácil aprendizado, tudo muito bom.</p> <p>- O miniplanetário podia girar em todas as direções e ter uma luz mais forte para poder ver melhor.</p> <p>- Nenhuma, a aula está perfeita.</p> <p>- Acho que não tem como ficar melhor.</p> <p>- A forma que estava sendo trabalhada está perfeita.</p> | <p>- Ter mais aulas desse tipo, porque eu acho que os alunos se interessam e gostam mais.</p> <p>- Explicações utilizando mais o planetário do que o slide, para aprender como utilizar o planetário.</p> <p>- Ter mais aulas para estudar Astronomia, pois eu já gostava, agora então estou amando.</p> <p>- Na verdade nenhuma, pois quero parabenizar o professor pelo trabalho e pela criatividade com o projeto, que ficou impecável.</p> <p>- Aumentar o tempo dessas aulas de Astronomia, é algo interessante em um tempo tão pequeno.</p> |
|---|---|

Quadro 3 - Algumas respostas dadas à Questão 4 da Avaliação da Metodologia.

6. Considerações Finais

Os resultados do trabalho desenvolvido na escola puderam ser verificados por meio do Teste Posterior e da Avaliação da Metodologia pelos estudantes. Levando em conta o objetivo dessa pesquisa, é possível afirmar que os alunos demonstraram melhoria conceitual em relação à Astronomia, não só pela primeira impressão fornecida pela análise do número de acerto das respostas, mas também em relação ao uso de todo um conjunto de expressões e ideias novas (INAC's), até mesmo na redação das respostas consideradas parcial ou totalmente incondizentes, e que não foi empregada nas respostas ao Teste Prévio.

Estes resultados indicam que a aulas de Astronomia que contemplem a montagem e utilização do MP para uma sessão de planetário, em que ele sirva como elemento motivador central de interações dialógicas é capaz de promover um entendimento efetivo da dinâmica celeste, pois abrange diversas intenções:

- Viabiliza o aprendizado das particularidades do céu noturno – movimento aparente do céu ao longo do tempo (das constelações mais centrais e das constelações em torno dos Polos Celestes), da Classe Espectral das estrelas, do céu observado de diferentes partes do planeta, dentre outros assuntos correlatos.
- Oportuniza associação direta com a Física, ficando a critério do professor o grau de profundidade que deseja dar aos conceitos físicos trabalhados.

- Favorece a interação dialógica professor-aluno ao se incentivar as discussões sobre os detalhes dos “porquês” da montagem e da forma de utilização do MP, colaborando com a aprendizagem dos alunos.
- Ao se utilizar da “magia” das sessões de planetário e os diversos aspectos pedagógicos e emocionais envolvidos com essas apresentações, os alunos se sentem mais empolgados, motivados e interessados em saber mais sobre Astronomia.

Esses quatro pontos demarcados colaboram para sustentar a hipótese de trabalho desta pesquisa (a montagem do MP, a compreensão do seu funcionamento e sua utilização em uma sessão de planetário, associadas à aulas de Astronomia sob uma perspectiva dialógica, são capazes de promover um entendimento efetivo de determinados aspectos do movimento aparente do céu), pois consideramos que o objetivo deste projeto foi atingido (propiciar aos estudantes uma experiência para a compreensão do movimento celeste e melhorar o nível conceitual deles em relação à Astronomia), baseado na análise dos resultados coletados.

Vale frisar que o MP por si só não é capaz de provocar a melhoria conceitual dos estudantes em Astronomia. Seu potencial é aproveitado, em maior ou menor grau, dependendo da forma *como* ele é empregado em sala de aula ou fora dela.

Ainda recorrendo aos depoimentos apresentados na Avaliação da Metodologia, é interessante ressaltar a empolgação dos alunos com o trabalho – expressada nas várias qualificações positivas dadas ao projeto, na pontuação da interatividade das aulas (corroborando com a proposta dialógica) e a indicação da sessão de planetário como um dos eventos que mais agradaram os alunos, reforça nosso pensamento de que o procedimento conduzido na escola foi satisfatório.

Almeja-se que esse trabalho não se encerre por aqui. Outros problemas de pesquisa acerca da utilização desse material podem ser detectados e investigados, dado que não se teve, com essa investigação, a intenção de esgotar as maneiras de utilização do MP. O desafio está lançado.

Agradecimentos

Gostaria de expressar meu imenso agradecimento aos alunos que participaram dessa pesquisa e a todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na condução desse estudo.

Referências Bibliográficas

AMARAL, P.; QUINTANILHA, C.E de V. Astronomia nos livros didáticos de ciências: uma análise do PNDL 2008. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n.12, p. 31-55, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 225p.

BARRIO, J. B. M. A Investigação Educativa em Astronomia: os planetários como espaço de ensino e aprendizagem. In: LONGHINI, M. D. (Org.) **Educação em Astronomia**: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Átomo, 2010. p. 159-178.

BARRIO, J. B. M. **El Planetario**: un recurso didáctico para la enseñanza de la Astronomia. Tesis doctoral Facultad de Educación y Trabajo Social. Universidad de Valladolid, Valladolid, 2002. 342 p.

BERNARDES, A. O.; GIACOMINI, R. “Viajando Pelo Sistema Solar”: um jogo educativo para o ensino de astronomia em um espaço não formal de educação. **Física na Escola**, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p. 42-44, 2010.

BERNARDES, T. O. *et al.* Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.3, p. 391-396, 2006.

BERNARDES, T. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. Metodologias para o ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Campo Grande, v.25, n.1, p. 103-117, 2008.

BERNARDES, A. O. Observação do céu aliada à utilização do software Stellarium no ensino de astronomia em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA). **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n.10, p. 7-22, 2010.

BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

BRASIL. **PCN+. Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BREGANHOLI, J. M.; WÜRZ, G. Álbum didático de figurinhas: uma abordagem diferenciada para o Ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

BUENO, M. A. *et al.* O que o público define como planetário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/?q=lista-de-trabalhos-do-i-snea-2011>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

CANIATO, R. **O céu**. 1ª ed., Campinas (SP): Átomo, 2011. 176p.

COMPIANI, M. Narrativas e desenhos no ensino de Astronomia/Geociências com o tema “Formação do Universo”: um olhar das geociências. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.2, p. 257-278, 2010.

DOMINICI *et al.* Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.30, n.4, 2008.

FERNANDES, T. C. D.; LONGHINI, M. D. A construção de um antigo instrumento para navegação marítima e seu emprego em aulas de Astronomia e Matemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/?q=lista-de-trabalhos-do-i-snea-2011>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011a, 131 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011b, 253 p.

IACHEL, G. *et al.* A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao Ensino de Astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.31, n.4, 2009.

IACHEL, G. O conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio sobre as estrelas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n.12, p. 7-29, 2011.

KANTOR, C. A. Aspectos emocionais nas sessões de planetários: como categorizar? Painel 22. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, Vitória, 2009. **Caderno de programa**. Espírito Santo: SBF, UFES, 2009. p. 67.

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

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

LEÃO, D. S. **Astronomia no Ensino Médio**: um miniplanetário como recurso instrucional para a compreensão da dinâmica celeste. 2012. 143 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

LEÃO, D. S. Miniplanetário: um projetor portátil de baixo custo. **Física na Escola**, Brasília, v.12, n.2, p. 44-49, 2011.

LEÃO, D. S. **Um miniplanetário como alternativa de popularização e aprendizagem de tópicos de Astronomia**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

MACHADO, D. I.; SANTOS, C. O entendimento de conceitos básicos de astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 11, p. 7-29, 2011.

MARTÍNEZ, I. G.; FERREIRA, I. S. Kit-Astronomia: um recurso didático para inserção das ciências no ensino básico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/?q=lista-de-trabalhos-do-i-snea-2011>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

MARTINS, C. S. **O Planetário**: Espaço educativo não formal qualificando professores da Segunda Fase do Ensino Fundamental para o Ensino Formal. 2009. 112 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal Goiás, Goiânia, 2009.

PAULA, A. S. P.; OLIVEIRA, H. J. Q. **Análises e propostas para o ensino de Astronomia**. Disponível em: <<http://cdcc-gwy.cdcc.sc.usp.br/cda/erros-no-brasil/index.html>>. Acesso em: 15 jan. 2002.

ROA, K. R. V.; VIEIRA, R. M. B. Ensino de Astronomia através do lúdico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

ROMANZINI, J.; BER, A. R. Planetário de Londrina: cinco anos de atividades para a divulgação e popularização da Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

SANZOVO, D. T.; QUEIROZ, V. Astro-Jogo “Astrorummikub” como auxílio no Ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

SILVA, E. *et al.* O planetário da Universidade Federal de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

SILVA, F. R. O.; GONZAGA, F. F.; FERNANDES, F. C. R. A observação noturna, uma metodologia não-formal para o Ensino da Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de

Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

VASCONCELOS, F. E. O.; SARAIVA, M. F. O. O estudo da Astronomia e a motivação para o Ensino de Física na educação básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

VECCHIA, E. D. *et al.* A importância do telescópio como elemento motivacional para o Ensino de Astronomia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2, 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Física da USP, 2012. Disponível em: <<http://snea.if.usp.br/atas>>. Acesso em: 03 de junho de 2013.

CLUBE DE ASTRONOMIA DE ARARANGUÁ: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS COMO DIVULGADORES CIENTÍFICOS

Felipe Damasio¹
Olivier Allain²
Adriano Antunes Rodrigues³

Resumo: O estudo que este trabalho relata ocorre desde 2009 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, campus Araranguá. Nele procura-se formar divulgadores científicos durante a formação inicial de docentes do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física, além de promover ações de divulgação científica para o público geral da região da cidade de Araranguá por meio de um Clube de Astronomia chamado CA² (Clube de Astronomia de Araranguá). Entre as ações de divulgação científica que os licenciandos promovem estão: produção de vídeos, programas de rádio, palestras, observações noturnas, confecção e exposição de pôsteres, ensino de física para crianças, formação continuada de professores em atividades e ensino de Física regular utilizando a Astronomia como tema gerador. O trabalho de formação docente e divulgação científica do Clube fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, sempre procurando alcançar a pré-disposição em aprender e produzir material potencialmente significativo, as duas condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra.

Palavras-chave: Formação de professores; divulgação científica; Teoria da Aprendizagem Significativa.

CLUB DE ASTRONOMÍA DE ARARANGUÁ: LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO COMO COMUNICADORES DE LA CIENCIA

Resumen: El estudio relatado en este trabajo se lleva a cabo desde 2009 en el *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina*, campus Araranguá. En él se busca formar a comunicadores de la ciencia durante la formación inicial de los docentes Licenciatura en Ciencias Naturales con especialidad en Física, y también promover acciones de divulgación científica para el público en general en la región de Araranguá a través de un club de astronomía llamado CA² (Clube de Astronomia Araranguá). Entre las acciones de los estudiantes que se promueven están: producción de videos, programas de radio, conferencias, observaciones nocturnas, la preparación y exposición de carteles, la educación en física para los niños, actividades de formación permanente del profesorado y enseñanza de la física de con el tema generador Astronomía. El trabajo de la formación del profesorado y la difusión de club científico se basa en la teoría del aprendizaje significativo, buscando siempre la predisposición para aprender y producir material potencialmente significativo, las dos condiciones necesarias para que ocurra el aprendizaje significativo.

Palabras clave: Formación del profesorado; comunicación de la ciencias; Teoría del Aprendizaje Significativo.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.
e-mail: <felipedamasio@ifsc.edu.br>

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.
e-mail: <olivier@ifsc.edu.br>

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.
e-mail: <adriano.rodrigues@ifsc.edu.br>

THE ASTRONOMY CLUB OF ARARANGUÁ: EDUCATING SCIENCE TEACHERS AS SCIENCE COMMUNICATORS

Abstract: The study reported in this work takes place since 2009 at the *Federal Institute of Education, Science and Technology of Santa Catarina*, Campus Araranguá. Our main goal is to help form teachers, training undergraduate students in Natural Sciences with specialization in Physics as science communicators, as well as to promote actions of broader scientific popularization in the region of the town of Araranguá through an Astronomy Club called CA². Among the actions of scientific popularization that the students promote are: video production, radio broadcasts, lectures, nightly observations, preparation and exhibition of posters, physics teaching for children, continuing education activities for teachers and regular physics teaching using Astronomy as a theme. The Club's teacher education and scientific dissemination work is based on the Theory of Meaningful Learning, always trying to reach the student's predisposition to learn and produce potentially meaningful material, the two essential conditions for meaningful learning to occur.

Keywords: Teacher training; science communication; Theory of Meaningful Learning.

1. Introdução

No Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física do campus Araranguá do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) está definido como finalidade a formação de profissionais com ampla e sólida base teórico-metodológica para a docência na área de Ciências da Natureza e de Física no Ensino Fundamental, no Ensino Médio e na Educação Profissional de nível médio. Visando atender às necessidades sócio-educacionais em consonância com os preceitos legais e profissionais em vigor, tal formação deve incluir espaços não formais no desenvolvimento de processos pedagógicos, principalmente relacionados com o conhecimento das ciências da natureza.

Não há consenso na literatura sobre a definição do termo educação não formal (MARANDINO *et al.*, 2003), porém é possível apontar algumas características que possam diferenciá-la daquela exercida nos ambientes formais.

Langhi e Nardi (2009) chamam de educação formal aquela que ocorre dentro do ambiente escolar ou outro estabelecimento de ensino com estrutura própria e planejamento para sistematizar o conhecimento. E caracterizam por educação não formal aquela com caráter coletivo envolvendo práticas educativas fora do ambiente escolar, como por exemplo, museus, cursos livres, feiras e clubes de astronomia amadores.

Schivani (2010) ressalta a importância da questão do currículo para diferenciar estes dois tipos de educação, sendo que a formal é aquela com currículo definido e a não formal com currículo negociado. Ainda destaca que a diferença não pode ser apenas o espaço físico (dentro ou fora de sala de aula), mas fatores como currículo, motivação e organização devem ser levados em conta. Por fim, faz uma ressalva quanto ao caráter não formal da educação prestada por clubes de astronomia amadores, caracterizando assim apenas atividades como observações astronômicas e exposições e como formal os cursos e oficinas que são oferecidos.

Os autores do presente artigo se alinham com a caracterização de educação não formal proposta por Langhi e Nardi (2009), e o termo é usado neste sentido no trabalho, reconhecendo, no entanto, que não há consenso sobre a questão.

Os espaços não formais constituem uma oportunidade de se estabelecer um meio de divulgação científica, ao mostrar aos alunos da Educação Básica, e ao público em geral, temas de Ciências da Natureza, abordando atividades e conteúdos aos quais poderiam não ter acesso de outra forma. Foi em conformidade com estes dois preceitos: o de formar professores capazes de lecionar em ambientes não-formais e professores divulgadores de ciência que o estudo relatado neste artigo foi planejado e realizado. Este relato traz a fundação de um Clube de Astronomia que tem duas missões: fazer divulgação científica diretamente ao público da região de Araranguá-SC, mas, principalmente, formar divulgadores científicos durante sua graduação em Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física.

Divulgação, de acordo com Germano e Kulesza (2007), é o ato de tornar conhecido, propagar, difundir, publicar ou, ainda, fazer-se popular. Não existem fórmulas prontas para se fazer divulgação científica. Contudo, Jacobocci *et al.* (2008) defendem que ela deve conter aspectos históricos, culturais e principalmente questões do cotidiano das pessoas. A isto acrescentamos que o ato de fazer divulgação científica deve ser orientado por uma referência teórica de ensino.

A justificativa para que professores de ciências sejam também divulgadores científicos pode ser encontrada na obra de Jonnaert *et al.* (1996), quando estes autores analisam as escalas temporais definidas por Vergnaud. Existem dois tempos: um curto durante a relação didática no qual os alunos têm uma relação fraca com o saber (onde atua o professor/divulgador) e um longo da psicogênese do conhecimento que pode se estender por anos. Como dificilmente, durante a atuação do professor/divulgador, os alunos terão condições de aprender os conceitos abordados, o papel desempenhado pelos licenciandos é o de começar o processo da psicogênese dos alunos. Desta forma, o objetivo principal não é o de ensinar conceitos, mas o de criar as condições para que eles sejam aprendidos durante o que Vergnaud chamou na sua escala temporal de tempo longo.

A divulgação científica da qual tratamos aqui é feita baseada em uma teoria de aprendizagem. Todas as atividades são realizadas sob este enfoque. Assim, o Clube de Astronomia de Araranguá não faz apenas divulgação científica e procura formar divulgadores, mas também o faz fundamentado teoricamente.

Tratamos neste trabalho como divulgação científica o ensino de ciências que procura formar cidadãos alfabetizados cientificamente. Quando Fourez (2003) afirma que o ensino de ciência está em crise, ele justifica que no centro da crise há uma questão de sentido. Os alunos têm a impressão que se quer obrigá-los a ver o mundo com olhar de cientista, enquanto o que teria sentido para eles seria um ensino que ajudasse a compreender o mundo em que vivem, permitindo compreender sua história e seu mundo. Os professores de ciências são tradicionalmente formados como técnicos em ciência com alguma introdução de didática. Há, portanto, uma defasagem entre a formação e as exigências desta situação de crise no ensino de ciências.

Como pano de fundo desta crise, Fourez coloca algumas controvérsias, entre as quais destacamos duas. A primeira é a polarização entre a posição de professores que acreditam que o importante é que os alunos conheçam bastante os resultados científicos

e a daqueles que acreditam que é preferível ver a fundo alguns elementos, mesmo que isto provoque grandes lacunas de conhecimento. Para a alfabetização científica proposta por este trabalho, prefere-se a posição de ensinar a fundo alguns elementos e justifica-se isto com dois argumentos: o primeiro é que os alunos jamais conhecerão tudo o que lhes poderia ser útil e que, ao aprender a fundo alguns elementos de ciência, os alunos aprendem seus métodos e atitudes, ou seja, o aluno com sólida formação em questões particulares tem condições de transferir os modelos aprendidos para outros contextos.

A segunda controvérsia é a polarização entre a alfabetização científica e tecnológica e as proezas científicas. Esta questão concerne à finalidade do ensino de ciências: formar sujeitos com capacidade de enfrentar situações de existência ou de responder às questões difíceis. A primeira opção visa à formação, à inserção e à capacidade criativa do sujeito perante a sociedade, possibilitando que este use a ciência para decodificar seu mundo, que se torna menos misterioso (mistificado) com a democratização do conhecimento. Permitindo às pessoas participarem de debates democráticos que exigem conhecimento e senso crítico. A segunda refere-se à formação de especialistas em ciência e tecnologia para seguir a carreira universitária nestas áreas. A opção deste trabalho é pela primeira alternativa. Porém, mais uma vez, esta opção esbarra na formação de professores que nem sempre ajuda a mostrar que a visão científica não é um fim, mas um meio para decodificar o mundo e dele participar.

O presente artigo é um relato de um trabalho que ocorre há mais de quatro anos em um curso de licenciatura. Neste curso procura-se formar professores de ciências com o intuito de alcançar a alfabetização científica e tecnológica por meio da divulgação científica. Para tanto, fundou-se o Clube de Astronomia de Araranguá, que desenvolve e realiza ações de divulgação científica, tanto nos espaços formais como não formais de ensino, durante a educação formal ou por meio de ações de extensão, sempre tendo a Astronomia como tema gerador destas atividades.

2. Fundamentação Teórica – Teoria da Aprendizagem Significativa

De acordo com Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona de alguma maneira (não literal e não arbitrária) com as informações pré-existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ocorre uma interação entre a nova informação e a estrutura cognitiva do sujeito. A informação já existente na estrutura cognitiva serve de ancoradouro para a nova informação, e a aprendizagem significativa vai ocorrer quando esta nova informação se ancorar na pré-existente. A aprendizagem significativa se caracteriza por uma interação entre a nova informação e a já existente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

A teoria explicita as condições necessárias para que haja aprendizagem significativa. A primeira é que o material a ser aprendido tem que estar relacionado com o que já existe na estrutura cognitiva do sujeito. Se isto ocorrer, ele chama este material de potencialmente significativo e deve ser suficientemente não-arbitrário e não-aleatório. Além disto, o sujeito deve ter conhecimentos necessários para que os novos conceitos do material sejam ancorados. A segunda condição é que o sujeito manifeste uma *pré-disposição em aprender* (NOVAK, 1981).

Princípios aplicáveis na apresentação e na organização sequencial de um campo de conhecimento, independente de sua área são propostos pela teoria. Estes princípios são chamados: *diferenciação progressiva*, *reconciliação integradora*, *organização sequencial* e *consolidação*. Também é sugerida uma estratégia instrucional para manipular a estrutura cognitiva do sujeito e criar condições para que a aprendizagem significativa ocorra: os *organizadores prévios* (MASINI; MOREIRA, 2001).

A *diferenciação progressiva* é o princípio de que sugere que as ideias mais gerais devem ser apresentadas primeiro, e só depois que estas ideias gerais são de conhecimento do sujeito é que as ideias mais específicas são apresentadas. As especificidades das ideias gerais são progressivamente diferenciadas em seus pormenores. O princípio da *reconciliação integradora* é a antítese da prática usual de separar os materiais instrucionais em tópicos ou seções independentes. A programação de conteúdo deve explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos de forma que as diferenças e similaridades importantes fiquem claras, além de reconciliar inconsistências. Novak sugere que para que a reconciliação integradora seja atingida, deve-se organizar o conteúdo “descendo e subindo” na estrutura hierárquica do campo conceitual à medida que cada nova informação é apresentada. Então, a abordagem ausubeliana de organização de conteúdo não é, de forma alguma, unidirecional. Quando se parte do mais geral para o específico (diferenciação progressiva) deve-se fazer constante referência ao geral (MOREIRA, 2006).

A *organização sequencial* disponibilize ideias-âncoras e que se tire partido das suas dependências sequenciais naturais. Ausubel insiste na *consolidação* das proposições que estão se apresentando antes que novos materiais sejam introduzidos, de forma a assegurar a aprendizagem sequencial organizada (MOREIRA, 1999).

A principal sugestão da teoria, para manipular a estrutura cognitiva do sujeito para facilitar a existência de condições necessárias à aprendizagem significativa, é a estratégia chamada por ele de *organizador prévio*. Esta estratégia pode ser constituída por materiais introdutórios apresentados antes do material instrucional em si, em um nível alto de generalização e abstração que serve de ponte entre o conhecimento prévio do sujeito e o campo conceitual que se pretende que ele aprenda significativamente. Organizadores prévios podem ser vistos como pontes cognitivas.

Eles podem fornecer ideias-âncoras relevantes no campo conceitual a ser introduzido, servindo como ponto de ancoragem inicial quando o sujeito não possui os conceitos necessários para que a aprendizagem significativa ocorra. Sua principal função é mostrar ao sujeito a relação entre o conhecimento que ele já tem e os novos a serem apresentados em seguida. Eles podem resgatar o conhecimento esquecido através do processo que o autor chamou de assimilação obliteradora (MOREIRA, 2008).

3. Clube de Astronomia de Araranguá

Com a missão de promover a divulgação científica, formar divulgadores e fazer isto de acordo com um referencial teórico foi fundado em Araranguá o CA² - Clube de Astronomia de Araranguá. O clube envolve, em 2013, vinte e sete bolsistas e três

professores do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física. Mas todos os alunos do curso são envolvidos, durante as cadeiras regulares do curso chamadas de ‘Projetos Integradores’ nos quatro primeiros semestres. Nestas unidades curriculares os professores abordam divulgação científica fundamentada teoricamente em referenciais de ensino-aprendizagem.

Ao todo, foram quatro projetos de pesquisa financiados pelo CNPq. Todos estes projetos são parte das atividades e da proposta do CA², de procurar contribuir para a formação de docentes como divulgadores científicos e fazer esta forma de educação chegar ao público em geral.

Os quatro projetos são: ‘*Ciência Massa*’ (desenvolvido entre 2009 e 2010), ‘*Clube de Astronomia de Araranguá como veículo de ensino, pesquisa e extensão do IFSC por meio da divulgação científica*’ (entre 2012 e 2013), ‘*Ondas da Ciência: divulgação científica fundamentada na Aprendizagem significativa*’ (entre 2012 e 2013) e ‘*Aprendizagem Significativa Crítica: explorando os princípios e potencialidades das práticas*’ (entre 2012 e 2013).

Também contribui nas atividades do CA² o Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), fomentado pela CAPES. Neste programa, as atividades de divulgação científica são desenvolvidas diretamente nas escolas da Educação Básica, envolvendo seus alunos, professores e a comunidade escolar.

4. A formação inicial de docentes como divulgadores científicos

A formação de professores, como também divulgadores científicos, é realizada com a orientação dos professores do curso de Licenciatura de como organizar atividades de divulgação científica fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa. Assim, as atividades do clube, todas planejadas e executadas pelos alunos licenciandos, iniciam com um organizador prévio para, também, tentar criar uma pré-disposição em aprender. A seguir, atividades potencialmente significativas são organizadas considerando os princípios da diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, consolidação e organização sequencial. O que os alunos procuram com estas atividades é criar um ambiente que conte com as duas condições preconizadas por Ausubel para que a aprendizagem significativa ocorra: pré-disposição em aprender e material potencialmente significativo.

Os alunos regulares sem bolsa são envolvidos no CA² nas unidades curriculares chamadas de “Projetos Integradores”. Estes são projetos desenvolvidos durante o semestre em unidades regulares de dois créditos presentes nos quatro primeiros semestres do curso. Entre os projetos desenvolvidos pelos alunos não bolsistas destacam-se o ‘*Choque de Ciência*’ (ALLAIN *et al.*, 2011), ‘*Caminhos da Iluminação*’ e ‘*Ciência do fim do mundo*’.

Já os bolsistas trabalham em diversos projetos, todos com o objetivo de divulgar ciência sob o referencial teórico adotado. Um primeiro projeto aprovado pelo CNPq, como parte das comemorações do Ano Internacional da Astronomia em 2009, chamava-se “*Ciência Massa*”. Neste projeto, que ocorreu entre 2009 e 2010, os

licenciandos tinham aulas sobre temas de Astronomia dentro do IFSC. A partir destas aulas preparavam atividades para serem apresentadas em escolas e no Centro Cultural da cidade. Estas atividades eram palestras, exposições de pôsteres, observações noturnas e construção de experimentos de baixo custo, como telescópios caseiros e periscópios. O relato deste projeto específico foi publicado em 2012 (DAMASIO; ALLAIN; EUZÉBIO, 2012).

Atualmente existem três projetos com bolsistas do CNPq. Um deles se chama "Clube de Astronomia de Araranguá: veículo de ensino, pesquisa e extensão do IFSC por meio da divulgação científica". Neste projeto os três bolsistas são responsáveis por criar, organizar e incorporar outros licenciandos nas atividades de divulgação científica para o público geral que serão descritas na próxima lauda.

Outro projeto se chama "Ondas da Ciência: divulgação científica fundamentada na Aprendizagem Significativa". Dois bolsistas são responsáveis por estudar temas, fazer roteiros e gravar o programa de rádio 'Café com Ciência'. Estes programas de rádio têm dois objetivos: serem veiculados pelas rádios parceiras e servirem de organizador prévio para as aulas de Física que abordem Astronomia (Figura 1a). Um exemplo destes programas é o gravado e divulgado na semana em que os crentes da suposta teoria Maia, que preconizava o fim do mundo, acreditavam que o evento iria ocorrer. O programa está disponível na Internet em <<http://youtu.be/HSPPawS9OdI>>.

Já os dois bolsistas do projeto "Aprendizagem Significativa Crítica e estratégias de ensino: explorando os princípios e potencialidades das práticas" tem a tarefa de elaborar roteiros de vídeo fundamentados nos princípios da teoria proposta por Moreira (2011). Esta tarefa é continuidade de outro projeto que produziu vídeos para divulgação científica sobre radioatividade para serem organizadores prévios em cursos de formação continuada de professores, como o disponível no endereço <<http://youtu.be/jevo8R3G2Pc>>.

De acordo com o autor desta versão crítica da teoria, ela se coloca dentro de uma visão contemporânea onde não basta apenas adquirir novos conceitos de maneira significativa, é preciso fazê-lo criticamente. Para tanto, no ensino, devem ser observados princípios como: perguntas ao invés de respostas, diversidade de material, aprendizagem pelo erro, incerteza do conhecimento, desaprendizagem, conhecimento como linguagem e diversidade de estratégias.

Além disto, os bolsistas de iniciação à docência, que são vinte, estão todos envolvidos com o CA². Mais especialmente os cinco bolsistas ligados na Escola de Educação Básica Neusa Ostetto Cardoso e outros cinco na Escola de Educação Básica Castro Alves.

O projeto desenvolvido na EEB Neusa Ostetto Cardoso se chama "Porta da Ciência". Ele envolve alunos que estão repetindo alguma série do Ensino Fundamental e que são colocados em uma mesma sala. Os objetivos são, em primeiro lugar, oferecer as duas condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra e, como objetivo maior, promover a inserção social e educacional destes estudantes, possibilitando que estes tenham formação profissional antes não vislumbrada por eles por meio do incentivo aos estudantes da Educação Básica a se inscreverem nos cursos técnicos do IFSC.

O organizador prévio é um evento que conta com cinco bolsistas no “Memorial da Cidade Quadrante Solar”. Quando chegaram à praça, os alunos foram divididos em cinco grupos, cada um monitorado por um bolsista, que, com uso de cartazes, abordou temas relativos ao memorial. O organizador prévio, então, é composto de uma visita guiada pelo memorial, onde os alunos da Educação Básica se dividiam em grupos que tratava de temas diferentes. Após terminar uma das atividades, iam para outra, monitorada por outro bolsista. O organizador prévio terminava quando cada estudante já havia visitado cada uma das cinco atividades (Figura 1b).



Figura 1 - projetos que buscam formar divulgadores científicos durante a formação inicial.

Após as ações que classificamos como organizadores prévios ocorreram as atividades planejadas para serem potencialmente significativas dentro da escola. A organização dos conteúdos aplicados no curso de extensão teve seu foco voltado para a Astronomia, mas abordava também temas de física geral e estavam organizados de acordo com os princípios do referencial teórico. Outro ponto que cabe destacar deste projeto é que os bolsistas de iniciação à docência incentivam os estudantes da Educação Básica a se inscreverem nos cursos técnicos do IFSC ao fim do ano, oportunidade antes ignorada por eles. Esta é uma oportunidade de ter formação técnica e entrar no mercado de trabalho qualificado e com melhores salários, o que não é comum ocorrer no bairro onde se localiza a EEB Neusa Ostetto Cardoso, localizado em uma região considerada carente na cidade.

Na EEB Castro Alves o projeto se constitui em inserir conceitos de Física usando como ideias-âncoras temas de Astronomia, visando fomentar a organização sequencial em turmas regulares de nono ano do Ensino Fundamental. Como organizador prévio, os estudantes constroem material para ser usado em eventos batizados de ‘Luau Científico’, que ocorrem dentro do campus do IF-SC com a participação de alunos e pais dos estudantes do nono ano, além dos bolsistas do PIBID e do CNPq envolvidos com o CA². Nestes eventos ocorrem observações noturnas, palestras sobre um tema específico, exibição de filmes com comentários dos bolsistas, seguidos de discussão entre os participantes, além de atividades de recreação.

Entre as ideias-âncoras usadas para discutir temas de Física durante as aulas regulares estão cometas, Lua e nebulosas. Os conceitos físicos discutidos a partir desta organização sequencial são, por exemplo, óptica geométrica, gravitação universal, leis de Newton e terminologia. Todos os conteúdos discutidos a partir das ideias-âncoras está presente no livro (FAVALLI *et al.*, 2009) distribuído aos alunos por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Além dos projetos integradores, dos projetos fomentados pelo CNPq e dos bolsistas de iniciação à docência, outra ação do Clube de Astronomia de Araranguá é a pesquisa destinada aos Trabalhos de Conclusão de Curso da licenciatura. Atualmente, os professores ligados ao Clube orientam dois trabalhos com o objetivo de divulgar ciência. Um deles se chama “O ensino de Física no início do Ensino Fundamental orientado pela Teoria da Aprendizagem Significativa”. Nele, uma licencianda estuda formas de abordar a ciência do céu com alunos de seis e sete anos. Para tanto, ela utiliza vídeos como organizadores prévios e realiza diversos experimentos para tentar despertar a pré-disposição em aprender. Depois prepara material potencialmente significativo para as aulas expositivas e dialogadas com as crianças.

Outro Trabalho de Conclusão de Curso em andamento orientado por professores do CA² é intitulado como “Formação inicial e continuada de professores para o ensino de Astronomia”. Nele, o licenciando procura formas de preparar aulas e material para motivar professores em formação ou em atividade para abordar Astronomia nas aulas de Física orientado pelo referencial teórico do CA².

5. Ações de divulgação científica realizadas pelos alunos para o público geral

Todas as ações de divulgação científica realizadas pelos alunos buscam a indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do IFSC, de novembro de 2009, ressalta que cada uma destas atividades, mesmo que possa ser realizada em tempos e espaços distintos, tem um eixo fundamental: constituir a função social da instituição de democratizar o saber e contribuir para a construção de uma sociedade ética e solidária. Logo, segundo o PDI, no que diz respeito à ideia de indissociabilidade, é necessário compreender que o ensino não se resume em compartilhar saberes já produzido. Se professores e alunos forem sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem, o espaço acadêmico será, também, um espaço para produzir novos saberes, evidentemente, considerando as possibilidades de cada momento do percurso formativo.

Então, como parte da formação destes futuros docentes está a busca por realizar divulgação científica, mas antes eles têm que pesquisar como fazê-la. Tais atividades são realizadas por meio de ações e projetos de extensão vinculados ao ensino. No entanto, antes de realizar as atividades de extensão/ensino, os licenciandos devem pesquisar como fazer isto de acordo com o referencial adotado pelo CA².

São diversas ações já realizadas e algumas que estão em desenvolvimento. Todas as atividades envolvem o curso de Licenciatura do IFSC de Araranguá, mas está em processo inicial a participação do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Catarinense, campus Sombrio.

Entre as ações já realizadas estão observações noturnas com telescópios, durante as quais os alunos divulgam os eventos e recebem visitantes de idades que variam de 6 a 60 anos. Além das observações em si (Figura 2a), apoiadas por telescópios com computadores portáteis e *software* adequado, os alunos são preparados para dar explicações aos visitantes sobre as questões levantadas durante as observações.

Discussões são realizadas concomitantemente às observações em uma sala de aula (Figura 2b).



Figura 2 - observações noturnas seguidas de discussão.

O material potencialmente significativo é oferecido durante o curso de extensão “As portas da Astronomia”, desenvolvido e ministrado pelos próprios licenciandos. Todo este curso aborda assuntos respeitando a diferenciação progressiva, ou seja, começando dos conceitos mais gerais para os mais específicos, além de sempre procurar fazer a reconciliação integrativa, consolidação e organização sequencial. São oito encontros, que abordam, na sequência: história da Astronomia, Universo, Galáxias, Sistema Solar, Estrelas, Luas e corpos menores, Telescópios e oficina de Stellarium e observação. Para promover a organização sequencial, ideias-âncoras são lançadas e revistas durante todo o encontro presencial.

Os alunos utilizam este material produzido para o clube e ministram palestras a estudantes da rede pública visando a Olimpíada Brasileira de Astronomia. Estas palestras se realizam no teatro municipal da cidade de Araranguá. As mesmas palestras também ocorrem nas próprias escolas (Figura 3a), bastando para isto que os professores as solicitem ao clube. Quando realizadas nas próprias escolas, os licenciandos levam também uma mostra de pôsteres que ficam em exposição no pátio da escola durante o ciclo de palestras que os licenciandos realizam (Figura 3b). Toda a produção dos pôsteres foi feita pelos próprios alunos visando despertar, nos alunos, a pré-disposição em aprender.



Figura 3 - palestras e mostras realizadas em ambientes não-formais.

Uma ação em curso é a criação de uma hipermídia com todo o material produzido para o curso de extensão “As portas da Astronomia”. Esta hipermídia vai apresentar, além dos textos, animações em *flash* e *java*, jogos interativos e recomendações de livros e páginas na rede mundial de computadores que tenham mais informações. Além de toda a programação de cursos, palestras e observações do clube. A versão preliminar deste recurso está disponível em <[https://www.sites.google.com/site /caaifsc/](https://www.sites.google.com/site/caaifsc/)>.

Material impresso também é confeccionado para distribuição ao público em formatos diferentes: como material de apoio ao curso de extensão que é detalhado e como apoio a palestras e observações com informações resumidas.

6. Considerações finais

O artigo descreveu a formação de divulgadores científicos durante a sua formação inicial como docentes em Ciências da Natureza por meio de um Clube de Astronomia. Também evocou as ações que eles já fazem com o intuito de divulgar Ciência com aspectos históricos, culturais e questões do seu cotidiano.

Como justificativa para a opção de professores como divulgadores científicos salientamos a possibilidade de atuação na escala de tempo longo definida por Vergnaud. O foco não é unicamente o tempo didático, mas procurar formas de atuar também durante a psicogênese dos conceitos.

Uma possível questão que pode ser colocada é sobre a compatibilidade entre as duas teorias, como acreditam os membros do CA². A dúvida se justifica pelo fato de uma destas teorias ter cunho psicológico e outra de aprendizagem. Contudo, de acordo com Moreira (2002), é justamente por isto que elas podem ser colocadas como complementares. Enquanto Vergnaud não se preocupa com uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados – embora admita a ideia de que eles evoluam ao longo do tempo – é justamente nesta aquisição de conceitos explícitos e formalizados que a teoria de Ausubel é proposta, inclusive sugerindo princípios programáticos para a organização do ensino.

A teoria dos campos conceituais de Vergnaud prevê um referencial muito útil para compreender, explicar e investigar o processo da aprendizagem significativa. Com base nesta premissa, os membros do CA² desenvolvem suas ações de divulgação científica, buscando promover a aprendizagem significativa em tempos e espaços que extrapolam os ambientes e currículos formais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à CAPES pelo fomento à divulgação e popularização da ciência e aos árbitros da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia pelas sugestões pertinentes.

Referências

- ALLAIN, O. et al. Choque de Ciência: ensino, pesquisa e extensão indissociados no ensino de inglês e ciências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 5., 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011. v.1. p. 74-78.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. Tradução ao português, de Eva Nick et al. 625 p.
- DAMASIO, F.; ALLAIN, O.; EUZÉBIO, G. J. O uso da exposição "Ciência Massa" como atividade não formal para a formação de professores licenciandos em Ciências da Natureza. **Ciências & Cognição**, v.17, n.2, p. 185-205, 2012.
- FAVALLI, L. D.; PESSÔA, K. A.; ANGELO, E. A. **Projeto radix: ciências**, 9.º ano. São Paulo: Scipione, 2009. 296 p.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, p. 109-123, 2003.
- GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.7, p.7-25, 2007.
- JACOBOSCI, D. F. C. et al. A DICA chegou! Centro de Ciências da Universidade Federal de Uberlândia: propostas, percepções dos docentes e preceptivas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, n.2, p.354-367, 2008.
- JONNAERT, P. et al. Dévolution versus contre-dévolution! Un Tandem Incontournable pour contrat didactique. In: RAISKY, C.; CAILLOT, M. (org). **Au-delà des didactique: débats autour de concepts fédérateur**. Belgium: De Boeck & Larcier S.A., 1996, 278p.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.31, n.4, 4402, 2009.
- MARANDINO, M. et al. A educação não formal e a divulgação científica: O que pensa quem faz? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Livro de Resumos...**Bauru: ABRAPEC, 2003.
- MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2001. 112p.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UnB, 2006. 186 p.
- MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa na área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.1, p. 7-29, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: UnB, 1999. 130 p.

MOREIRA, M. A. Meaningful learning: from the classical to the critical view. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n.1, p. 1-15, 2011.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v.7, n.2, p. 23-30, 2008.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981. Tradução ao português de Marco Antonio Moreira. 252 p.

SCHIVANI, M. **Educação não formal no processo de ensino e difusão da Astronomia**: ações e papéis dos clubes e associações de astrônomos amadores. 2010, 174p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Instituto de Física da Universidade de São Paulo, IFUSP, 2010.

MOVIMENTO APARENTE DO SOL, SOMBRAS DOS OBJETOS E MEDIÇÃO DO TEMPO NA VISÃO DE ALUNOS DO SÉTIMO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

*Daniel Iria Machado*¹

Resumo: O movimento aparente do Sol na esfera celeste e o comportamento das sombras dos objetos com o passar do tempo são fenômenos observáveis no dia a dia. No entanto, muitas vezes os estudantes não possuem uma compreensão adequada de tais ocorrências, podendo inclusive exibir concepções alternativas a seu respeito. Por isso, efetuou-se uma pesquisa com o intuito de conhecer as noções dos alunos sobre esses temas e avaliar a contribuição para seu entendimento propiciada por uma atividade feita com um relógio de Sol interativo, em um ambiente de ensino informal. Foram investigadas as ideias de 43 alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental mediante a aplicação de um teste com questões abertas antes e depois de uma atividade com um relógio de Sol analemático, conduzida por um monitor. Uma proporção significativa de estudantes desconhecia inicialmente a maioria dos fenômenos tratados. A intervenção realizada colaborou para uma parte dos alunos assimilar novos conceitos, propiciando o contato com novos fenômenos e, em menor grau, a elaboração de explicações a respeito destes, indicando um potencial educativo dessa ação. Porém, a contribuição para o entendimento de algumas das ideias exploradas foi pequena, apontando para a necessidade de se fazer observações, estudos e discussões complementares.

Palavras-chave: Relógio de Sol; educação informal; ensino de Astronomia.

MOVIMIENTO APARENTE DEL SOL, SOMBRAS DE LOS OBJETOS Y MEDICIÓN DEL TIEMPO EN LA VISIÓN DE ESTUDIANTES DEL SÉPTIMO GRADO DEL CICLO PRIMARIO

Resumen: El movimiento aparente del Sol en la esfera celeste y el comportamiento de las sombras de los objetos a lo largo del tiempo son fenómenos observables en la vida cotidiana. Sin embargo, los estudiantes a menudo no tienen una adecuada comprensión de dichos problemas, e incluso pueden mostrar conceptos erróneos acerca de ellos. Por lo tanto, se realizó una investigación a fin de conocer las nociones de los estudiantes acerca de estas cuestiones y evaluar la contribución a su comprensión proporcionada por una actividad realizada con un reloj de Sol interactivo, en un entorno informal de aprendizaje. Se investigaron las ideas de 43 estudiantes del séptimo grado del ciclo primario mediante la aplicación de un *test* con preguntas abiertas antes y después de una actividad con un reloj de Sol analemático, dirigida por un monitor. Una proporción significativa de los estudiantes inicialmente desconocía la mayoría de los fenómenos tratados. La intervención realizada contribuyó para que los estudiantes asimilasen nuevos conceptos, proporcionando el contacto con nuevos fenómenos y, en menor medida, desarrollasen explicaciones acerca de estos, lo que indica un potencial educativo de esta acción. Sin embargo, la contribución a la comprensión de algunas de las ideas exploradas fue pequeña, lo que apunta a la necesidad de hacer observaciones, estudios y debates adicionales.

Palabras clave: Reloj de Sol; educación informal; enseñanza de Astronomia.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Foz do Iguaçu - Centro de Engenharias e Ciências Exatas.
Email: dpedm@uol.com.br

APPARENT MOTION OF THE SUN, SHADOWS OF OBJECTS AND MEASUREMENT OF TIME IN THE VIEW OF SEVENTH GRADE STUDENTS OF MIDDLE SCHOOL

Abstract: The apparent motion of the Sun on the celestial sphere and the behavior of the shadows of objects over time are observable phenomena in everyday life. However, students often do not have a proper understanding of such occurrences, and can even display misconceptions about them. Therefore, we performed a research in order to know students' notions about these subjects and to evaluate the contribution to their understanding brought about by an activity performed with an interactive sundial in an informal learning environment. We investigated the ideas of 43 students from the seventh grade of middle school by applying a test with open questions before and after an activity with an analemmatic sundial, conducted by a monitor. A significant proportion of students were initially unaware of most of the phenomena treated. The intervention performed helped the students to assimilate new concepts, providing the contact with new phenomena and to a lesser degree, the development of explanations about them, indicating an educational potential of this action. However, the contribution to the understanding of some of the ideas explored was small, pointing to the need to make additional observations, studies and discussions.

Keywords: Sundial; informal education; astronomy teaching.

1. Introdução

Os centros ou museus interativos de Ciência são instituições que buscam popularizar os avanços científicos e tecnológicos e, também, estimular o interesse de um público diversificado – sobretudo crianças e jovens – por esses conhecimentos, com a utilização de enfoques interativos, experimentais, lúdicos e participativos, capazes de despertar a curiosidade e facilitar a aprendizagem (PADILLA, 2002a).

Nesses ambientes, a natureza das atividades educacionais desenvolvidas é distinta daquela realizada nas escolas. Como esclarece Saad (1998), as opções educativas oferecidas por essas instituições não possuem caráter obrigatório nem envolvem avaliação, estando abertas tanto a alunos quanto à comunidade em geral. Os centros de Ciência promovem essencialmente a chamada *educação informal*, preocupada com o ensino de conhecimentos científicos, porém sem contemplar necessariamente a estrutura dos currículos tradicionais e sem conferir graus ou diplomas (GASPAR, 1993).

Tais centros são espaços relevantes para a divulgação científica e a aprendizagem informal, que se encontram à disposição das escolas, fornecendo recursos em geral não existentes nesses estabelecimentos, capazes de complementar os processos educativos do sistema formal (PADILLA, 2002b).

Os planetários e observatórios didáticos são exemplos de centros de Ciência especializados na divulgação e no ensino da Astronomia. Esses ambientes educativos proporcionam interações e experiências diversificadas, em geral valorizadas pelos alunos e capazes de auxiliar os professores a comunicar os conteúdos de Astronomia. Tais locais contribuem para despertar a curiosidade, fornecem uma oportunidade para a exploração de novas informações e facultam a expansão do universo mental dos visitantes (LOMB, 2005).

Muitos desses espaços, além de possuírem projetores especiais para a simulação do céu noturno e instrumentos de observação astronômica, contam também

com dispositivos destinados à demonstração de conceitos astronômicos, tais como relógios de Sol.

Num enfoque construtivista, as ideias prévias que os estudantes possuem são essenciais para determinar a aprendizagem subsequente (AUSUBEL, 2003). Em um centro de Ciências, os estudantes têm contato com novos conteúdos, experiências e fenômenos de natureza científica, podendo, a partir daí, formar noções iniciais que sirvam de subsunçores ou pontos de ancoragem para a aprendizagem significativa de outros conceitos quando retornarem à sala de aula.

Um espaço educativo informal pode também fornecer recursos não disponíveis facilmente para ilustrar assuntos tratados na escola e facultar a realização de práticas, de maneira a contribuir para o desenvolvimento cognitivo e favorecer a consolidação da aprendizagem.

Além disso, a visita a um centro de Ciências, dado seu caráter lúdico e interativo, pode gerar motivação para o aprofundamento dos estudos no contexto escolar, um fator importante para a aprendizagem significativa, cuja ocorrência, segundo Ausubel (2003), demanda do aluno o estabelecimento de conexões intencionais e não-literais entre os novos conteúdos e aqueles existentes em sua estrutura cognitiva.

Uma parte substancial do público dos centros de Ciência é em geral composta de estudantes, que usualmente afluem em visitas organizadas pelas próprias escolas. Desse modo, é natural o surgimento de questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem nesses locais.

Marandino (2003) identifica alguns temas recorrentes na investigação relativa aos centros ou museus de Ciência, destacando a questão da aprendizagem nesses ambientes, a relação museu-escola, as exposições na condição de elementos/unidades de educação e comunicação, os programas educativos desenvolvidos em tais centros, e os chamados estudos de público, os quais levam em conta as características, expectativas e preferências dos visitantes a fim de mais bem planejar exposições e atividades para atendê-los.

Apesar de existirem trabalhos explorando a sombra projetada pelas pessoas (JACKSON, 2004) ou o uso de relógios de Sol (FETERIS; HUTTON, 2000) em atividades para o ensino de Astronomia, parece ainda haver uma lacuna quanto às pesquisas educacionais relacionadas ao tema.

Jackson (2004) propõe uma sequência didática envolvendo a observação das sombras dos próprios alunos. Com as atividades descritas, pretende-se que os estudantes percebam que o comprimento das sombras varia ao longo do dia e durante o ano, e relacionem esses fatos com a mudança na posição aparente do Sol e a duração do dia claro. Além disso, espera-se que os alunos entendam o conceito de meio-dia solar e aprendam a determinar os pontos cardeais, entre outros aspectos. Porém, o autor não expõe uma avaliação da proposta a partir da prática com um grupo de estudantes.

Feteris e Hutton (2000) utilizaram um relógio de Sol equatorial como parte de uma série de atividades práticas para o ensino de Astronomia a estudantes do primeiro ano de um curso universitário, considerando a relação entre o movimento do Sol e a medida do tempo, a distinção entre o meio-dia marcado por um relógio e o momento em que o dia é dividido em duas partes iguais, a equação do tempo e outros conceitos. Apesar de o conjunto das atividades realizadas ter sido avaliado de maneira positiva

pelos estudantes, não foram indicados os resultados obtidos especificamente com o relógio de Sol.

Neste trabalho, apresentam-se os resultados de uma investigação com os seguintes objetivos principais:

a) conhecer as ideias apresentadas por alunos do Ensino Fundamental sobre o movimento aparente do Sol na esfera celeste e sua relação com as sombras dos objetos e a medição do tempo;

b) avaliar os efeitos de uma atividade prática envolvendo um relógio de Sol sobre as concepções dos estudantes, em um ambiente de ensino informal.

O relógio de Sol ou quadrante solar considerado neste trabalho, do tipo analemático, permite obter a hora a partir da sombra projetada pela própria pessoa (Figura 1). O instrumento é composto de uma escala elíptica, sobre a qual se encontram marcas correspondentes às horas e uma escala linear de datas, com indicação dos meses do ano. Quando o usuário se posiciona sobre a escala de datas, na posição correspondente ao dia em que a observação está sendo feita, sua própria sombra intercepta a escala de horas, possibilitando saber o horário.



Figura 1 - Relógio de Sol analemático com o qual foram realizadas as atividades (Fonte: do autor)

Com esse recurso, podem ser abordadas diversas questões de Astronomia, tais como os movimentos aparentes diário e anual do Sol sobre a esfera celeste, sua relação com as sombras dos objetos e a possibilidade de se contar a passagem do tempo com base nesses fenômenos (REIS; MACHADO, 2007).

Discutindo-se tais assuntos, pode-se explorar também a altura máxima alcançada pelo Sol e as posições desse astro do horizonte no alvorecer e no ocaso, com os respectivos efeitos sobre as sombras dos objetos. Em particular, é possível tratar das variações na velocidade do movimento aparente do Sol ao longo do ano, detectada

quando o relógio de Sol parece se adiantar ou se atrasar em relação a relógios projetados para fornecer a hora legal.

Na próxima seção, descreve-se a metodologia utilizada na investigação envolvendo o uso do relógio de Sol analemático durante a visita a um centro de Ciências voltado ao ensino e divulgação da Astronomia.

2. Metodologia

Participaram da pesquisa 43 estudantes do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Foz do Iguaçu, divididos em dois grupos, o primeiro com 15 participantes e o segundo com 28 integrantes. No primeiro grupo, havia nove componentes do sexo masculino e seis do sexo feminino, com idades entre 10 e 13 anos (média de idade de 11 anos). No segundo grupo, existiam 16 integrantes do sexo masculino e 12 do sexo feminino, com idades entre 11 e 15 anos (média de idade de 12 anos). Os estudantes foram avaliados durante uma visita a um centro de Ciências dotado de planetário, observatório didático e espaço de exposições.

A escolha de grupos do sétimo ano do Ensino Fundamental para a investigação ocorreu porque o entendimento do movimento aparente dos astros, a partir de um referencial geocêntrico, era um tópico previsto nas diretrizes curriculares estaduais para a disciplina de Ciências dessa etapa.

A primeira atividade realizada foi a interação com um relógio de Sol analemático, orientada por um monitor. Os dados foram coletados durante atendimentos típicos do centro de ensino informal, com monitores diferentes e em momentos distintos. Não houve, nesse caso, um roteiro padronizado seguido, gerando algumas diferenças nos tópicos tratados com cada um dos grupos.

Cada monitor explicou o funcionamento do quadrante solar, no qual se utilizava a sombra da própria pessoa para indicar as horas, e forneceu noções sobre o movimento aparente do Sol na esfera celeste. Foram estabelecidas relações entre o movimento anual do Sol – que poderia estar mais ao norte ou mais ao sul conforme a época do ano – e a escala de datas do relógio, sobre a qual o observador deveria se posicionar. Mencionou-se que era possível obter um resultado mais preciso aplicando-se uma correção à hora indicada pelo relógio de Sol, dependente do dia do ano, exibida em um gráfico traçado no painel situado logo em frente (calculada a partir da equação do tempo). E informou-se que durante a vigência do horário de verão bastaria somar uma unidade à hora indicada pelo relógio de Sol. Comentou-se também que quando o Sol estivesse em seu ponto mais alto naquela localidade não seria meio-dia da hora oficial de Brasília.

O monitor responsável pelo atendimento do segundo grupo apresentou informações adicionais, abordando com mais detalhes o movimento aparente diário do Sol, de Leste para Oeste, e relacionando-o ao comportamento das sombras. Esse monitor explicitou que no período da manhã a sombra está voltada para o Oeste, à tarde está direcionada para o Leste e, quando o Sol está no ponto mais alto, por volta do meio-dia, a sombra é pequena, porém nunca nula naquele local. E expôs também que a

sombra tem maior comprimento no inverno, quando o Sol permanece mais baixo no céu, e possui menor comprimento no verão, período no qual o Sol se encontra mais alto.

Antes e depois do trabalho envolvendo o relógio de Sol, aplicou-se um mesmo teste, com cinco questões abertas. Em seguida, os estudantes conheceram o espaço de exposições, fizeram observações do Sol usando um telescópio com filtro H-alfa e assistiram a uma sessão de planetário. Todas as atividades faziam parte do atendimento normal aos grupos escolares que comparecem ao centro de Ciências.

O teste aplicado consistia nas seguintes questões:

1) Em sua opinião, existe ou não alguma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos? Explique sua resposta;

2) Em sua opinião, as sombras dos objetos podem ou não ser usadas para determinar as horas? Explique sua resposta;

3) Em Foz do Iguaçu, o Sol passa ou não todos os dias por um ponto do céu situado exatamente acima de sua cabeça? Explique sua resposta;

4) A posição do Sol no céu apresenta ou não mudanças durante o ano? Explique sua resposta;

5) As sombras dos objetos sofrem ou não algum tipo de modificação durante o ano? Explique sua resposta.

3. Resultados

A análise das respostas obtidas com a aplicação dos testes permite evidenciar as concepções mais comuns manifestadas pelos estudantes e avaliar a contribuição da atividade com o relógio de Sol para a compreensão dos assuntos abordados. Em transcrições de respostas, os alunos serão identificados por meio de códigos. Em função das diferenças nas abordagens dos monitores responsáveis pelo atendimento no centro de Ciências, os resultados obtidos em cada um dos grupos serão discriminados e comparados.

As respostas à primeira questão foram divididas em três categorias:

a) *reconhecimento* da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos, *com* uma justificativa razoável;

b) *reconhecimento* da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos, *sem* uma justificativa razoável;

c) *não reconhecimento* de uma relação entre a posição do céu ao longo do dia e as sombras dos objetos;

d) outra resposta ou ausência de uma resposta.

Na Tabela 1, indica-se, para a primeira questão, o percentual de alunos com respostas em cada categoria, no pré-teste e no pós-teste.

| Categoria | Pré-teste | | Pós-teste | |
|--|-----------|---------|-----------|---------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| a) <i>reconhecimento</i> da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos, <i>com</i> uma justificativa razoável. | 73,3% | 39,3% | 46,6% | 57,2% |
| b) <i>reconhecimento</i> da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos, <i>sem</i> uma justificativa razoável. | 13,3% | 32,1% | 40,0% | 35,7% |
| c) <i>não reconhecimento</i> da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos. | 6,7% | 7,1% | 6,7% | 7,1% |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | 6,7% | 21,5% | 6,7% | 0,0% |

Tabela 1 - Percentual de respostas à primeira questão

Antes da realização da atividade, a maior parte dos estudantes (86,6% no primeiro grupo e 71,4% no segundo), admitia existir uma conexão entre a posição no Sol no firmamento em diferentes momentos do dia e as sombras produzidas pelos objetos. Após a interação com o relógio de Sol, essa proporção manteve-se a mesma no primeiro grupo, porém subiu para 92,9% no segundo grupo.

Pode-se notar também que no segundo grupo, o qual recebeu explicações mais detalhadas sobre o movimento aparente diurno do Sol e seus efeitos sobre as sombras, a proporção de respostas com justificativas razoáveis ampliou-se um pouco após a atividade, de 39,3% para 57,2%. No primeiro grupo, em que esses fenômenos não foram bem explicitados, verificou-se que o percentual de respostas com justificativas razoáveis sofreu um decréscimo de 73,3% para 46,6%, chamando a atenção para a necessidade de se discutir tais ideias com os alunos durante esse trabalho didático.

Desse modo, a participação nessa ação didática favoreceu a percepção do fenômeno para alguns alunos que, a princípio, não possuíam essa noção. Nesse caso, há indicadores de que as explicações fornecidas pelo monitor tiveram um papel importante na assimilação de conceitos pelos participantes que as receberam, pois uma parte destes conseguiu desenvolver ideias apropriadas utilizando suas próprias palavras, denotando algum grau de aprendizagem significativa.

Considerou-se na análise, como justificativa razoável, mencionar a necessidade da luz do Sol para a produção das sombras ou explicitar alguma relação entre o movimento aparente desse astro e as modificações nas sombras dos objetos, mesmo que a explicação não fosse muito elaborada. Algumas das respostas dos estudantes à primeira questão encontram-se reproduzidas na Tabela 2, a fim de ilustrar as categorias estabelecidas.

| Categoria | Resposta no Pós-teste |
|--|--|
| a) <i>reconhecimento</i> da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos, <i>com</i> uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Existe. Com o passar das horas o Sol se move e as sombras também</i> (E₂₇). – <i>Sim. Porque de manhã ela tá de um lado, ao meio dia ela tá reta e no final da tarde ela tá do outro</i> (E₂₈). – <i>Sim, porque se não houvesse Sol não haveria sombra</i> (E₃₅). |
| b) <i>reconhecimento</i> da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos, <i>sem</i> uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sim. O Sol é claridade e as sombras é escuro</i> (E₂₃). – <i>Sim</i> (E₃₃). |
| c) <i>não reconhecimento</i> da existência de uma relação entre a posição do Sol no céu ao longo do dia e as sombras dos objetos. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Não. Porque se nós movimentarmos a sombra ela irá se movimentar</i> (E₉). – <i>Não. O Sol muda a cada estação</i> (E₁₇). |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | – [espaço em branco] (E ₁₁). |

Tabela 2 - Exemplos de respostas dos alunos à primeira questão

As respostas à segunda questão foram divididas em quatro categorias:

a) *reconhecimento* da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas, *com* uma justificativa razoável;

b) *reconhecimento* da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas, *sem* uma justificativa razoável;

c) *não reconhecimento* da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas;

d) outra resposta ou ausência de uma resposta.

Na Tabela 3, indica-se, para a segunda questão, o percentual de alunos com respostas em cada categoria, no pré-teste e no pós-teste.

| Categoria | Pré-teste | | Pós-teste | |
|--|------------------|----------------|------------------|----------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| a) <i>reconhecimento</i> da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas, <i>com</i> uma justificativa razoável. | 46,7% | 32,1% | 53,3% | 32,1% |
| b) <i>reconhecimento</i> da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas, <i>sem</i> uma justificativa razoável. | 20,0% | 32,1% | 33,3% | 42,7% |
| c) <i>não reconhecimento</i> da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas. | 26,6% | 32,1% | 6,7% | 21,5% |
| d) Outra resposta ou não respondeu. | 6,7% | 3,7% | 6,7% | 3,7% |

Tabela 3 - Percentual de respostas à segunda questão

Inicialmente, a maior parte dos alunos (66,7% no primeiro grupo e 64,2% no segundo) considerava ser factível determinar as horas analisando-se a sombra de um objeto. Após o conhecimento do funcionamento do relógio de Sol, a proporção de estudantes com essa visão ampliou-se, passando para 86,6% no primeiro grupo e 74,8% no segundo. Assim, a atividade contribuiu para uma parte dos alunos, a princípio sem essa noção, ampliar a visão sobre o tema, a partir de observações de um dispositivo concreto.

No entanto, o percentual de respostas contendo uma explanação razoável teve somente uma pequena variação no primeiro grupo, de 46,7% para 53,3%, e permaneceu constante no segundo grupo, em 32,1%. Tal resultado reflete uma limitação da atividade em favorecer a diferenciação progressiva das ideias, com a construção de respostas mais detalhadas em relação a esse aspecto.

Uma justificativa foi classificada como razoável se mencionasse um relógio de Sol como exemplo de instrumento capaz de aproveitar a sombra de um objeto para a leitura das horas, ou considerasse a mudança nas sombras ao longo do tempo, ou ainda relacionasse a variação da posição aparente do Sol ao longo do tempo com uma correspondente modificação na sombra, mesmo que a argumentação não estivesse plenamente desenvolvida. Algumas das respostas dos estudantes à segunda questão encontram-se reproduzidas na Tabela 4, a fim de ilustrar as categorias estabelecidas.

| Categoria | Resposta no Pós-teste |
|--|---|
| a) <i>reconhecimento</i> da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas, <i>com</i> uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sim. O relógio de Sol pode mostrar as horas conforme a sombra dos objetos</i> (E₃). – <i>Sim, quando o Sol muda de direção muda de horário, assim as sombras podem ser utilizadas para contar as horas</i> (E₆). – <i>Sim. Porque o Sol gira em torno dos objetos e assim sabemos as horas</i> (E₁₅). |
| b) <i>reconhecimento</i> da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas, <i>sem</i> uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sim</i> (E₁₁). – <i>Sim, porque tem a claridade do Sol</i> (E₂₅). |
| c) <i>não reconhecimento</i> da possibilidade de se utilizar a sombra dos objetos para determinar as horas. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Não. Objetos não podem mostrar horas</i> (E₅). – <i>Não, porque tem dias que não tem Sol</i> (E₃₉). |
| d) Outra resposta ou não respondeu. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Não sei</i> (E₂₃). |

Tabela 4 - Exemplos de respostas dos alunos à segunda questão

As respostas à terceira questão foram divididas em quatro categorias:

a) *opinião* de que o Sol passa *diariamente* por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu;

b) *opinião* de que o Sol *nunca* passa por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu;

c) *opinião* de que o Sol *às vezes* passa por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu;

d) outra resposta ou ausência de uma resposta.

Na Tabela 5, indica-se, para a terceira questão, o percentual de alunos com respostas em cada categoria, no pré-teste e no pós-teste.

| Categoria | Pré-teste | | Pós-teste | |
|---|-----------|---------|-----------|---------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| a) <i>opinião</i> de que o Sol passa <i>diariamente</i> por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu. | 86,6% | 67,9% | 79,9% | 32,2% |
| b) <i>opinião</i> de que o Sol <i>nunca</i> passa por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu. | 6,7% | 14,3% | 6,7% | 46,4% |
| c) <i>opinião</i> de que o Sol <i>às vezes</i> passa por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu. | 0,0% | 0,0% | 6,7% | 7,1% |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | 6,7% | 17,8% | 6,7% | 14,3% |

Tabela 5 - Percentual de respostas à terceira questão

Antes da prática com o quadrante solar, a maior parte dos estudantes, em ambos os grupos (86,6% no primeiro grupo e 67,9% no segundo), pensava que o Sol poderia passar por um ponto imediatamente acima da cabeça do observador na localidade onde residiam, embora esta estivesse situada fora da zona intertropical. Tal noção é relativamente comum, conforme ilustram as pesquisas sobre concepções alternativas com estudantes de diferentes faixas etárias (MACHADO; SANTOS, 2011; TRUMPER, 2001; ZEILIK; SCHAU; MATTERN, 1998).

Após a atividade, verificou-se no segundo grupo uma ampliação na proporção de alunos admitindo o fato de o Sol nunca alcançar o zênite em sua cidade (de 14,3% para 46,4%), enquanto no primeiro grupo o percentual de estudantes com essa visão permaneceu basicamente inalterado, em 6,7%.

A princípio, nenhum aluno foi capaz de explicar a razão de o Sol nunca atingir o zênite em sua cidade, situação que persistiu após a atividade com o quadrante solar, em ambos os grupos. Tal resultado pode estar associado ao fato de que a explicação não é trivial e envolve elementos de Astronomia de posição desconsiderados durante a atividade. No entanto, o simples ato de se comentar a respeito dessa característica da trajetória solar com os estudantes, no contexto da utilização de um relógio de Sol, relacionando-a com a constatação de sempre ser observada alguma sombra projetada por uma haste vertical durante um dia ensolarado naquela localidade, parece colaborar para a assimilação de uma noção inicial que pode ser verificada no dia a dia e cuja explicação poderá ser mais desenvolvida oportunamente.

Algumas das respostas dos estudantes à terceira questão encontram-se reproduzidas na Tabela 6, a fim de ilustrar as categorias estabelecidas.

| Categoria | Respostas no Pós-teste |
|---|--|
| a) <i>opinião</i> de que o Sol passa <i>diariamente</i> por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu. | – <i>Sim, em uma certa hora do dia isso acontece porque a Terra faz rotação</i> (E ₃). – <i>Sim, isso acontece no meio dia</i> (E ₆). |
| b) <i>opinião</i> de que o Sol <i>nunca</i> passa por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu. | – <i>Não</i> (E ₁₆). – <i>Não, porque ele muda a cada estação</i> (E ₁₇). – <i>Não, sempre um pouco mais atrás</i> (E ₂₈). |
| c) <i>opinião</i> de que o Sol <i>às vezes</i> passa por um ponto bem acima da cabeça do observador, em Foz do Iguaçu. | – <i>Não, só em algumas estações</i> (E ₇). – <i>Não sempre</i> (E ₂₅). |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | – <i>Não sei</i> (E ₁₉). |

Tabela 6 - Exemplos de respostas dos alunos à terceira questão

As respostas à quarta questão foram divididas em quatro categorias:

a) *reconhecimento* da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano, *com* uma justificativa razoável;

b) *reconhecimento* da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano, *sem* uma justificativa razoável;

c) *não reconhecimento* da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano;

d) outra resposta ou ausência de uma resposta.

Na Tabela 7, indica-se, para a quarta questão, o percentual de alunos com respostas em cada categoria, no pré-teste e no pós-teste.

| Categoria | Pré-teste | | Pós-teste | |
|---|------------------|----------------|------------------|----------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| a) <i>reconhecimento</i> da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano, <i>com</i> uma justificativa razoável; | 20,0% | 17,8% | 33,3% | 35,7% |
| b) <i>reconhecimento</i> da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano, <i>sem</i> uma justificativa razoável; | 33,3% | 39,3% | 53,3% | 50,0% |
| c) <i>não reconhecimento</i> da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano; | 46,7% | 28,6% | 6,7% | 3,7% |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | 0,0% | 14,3% | 6,7% | 10,6% |

Tabela 7 - Percentual de respostas à quarta questão

Antes de participarem de discussões envolvendo o relógio de Sol, um pouco mais da metade dos estudantes (53,3% no primeiro grupo e 57,1% no segundo) pensava que o Sol sofria mudanças de posição no céu durante o ano. Após a atividade com esse instrumento, essa proporção aumentou, com 86,6% dos estudantes do primeiro grupo e 85,7% do segundo passando a ter essa opinião.

Porém, apenas 20,0% dos alunos do primeiro grupo e 17,8% do segundo conseguiram inicialmente elaborar uma explicação razoável a respeito dessa ocorrência, percentual que subiu pouco após a atividade, atingindo 33,3% no primeiro grupo e 35,7% no segundo. Não houve uma diferença significativa nesse caso no desempenho dos dois grupos, compatível com o fato de terem recebido explicações similares dos monitores quanto a essa questão.

Assim, infere-se que a ação educativa realizada trouxe alguma contribuição para o conhecimento quanto ao movimento aparente anual do Sol, ao menos apontando sua existência para uma parcela dos alunos, embora não tenha sido tão efetiva em colaborar para a diferenciação progressiva do conceito, expressa mediante a formulação de uma explanação mais detalhada.

Na análise das respostas, uma justificativa foi tomada como razoável, mesmo sem ter maior aprofundamento, se fosse especificado algum tipo de mudança na posição do Sol conforme a época do ano, tal como o ponto do horizonte onde este nasce ou se põe, ou houvesse uma associação da sucessão de estações do ano com variações na localização do Sol no firmamento. Algumas das respostas dos estudantes à quarta questão encontram-se reproduzidas na Tabela 8, a fim de ilustrar as categorias estabelecidas.

| Categoria | Respostas no Pós-teste |
|--|---|
| a) <i>reconhecimento</i> da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano, com uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sim, a cada estação o Sol muda de posição quando nasce e se põe (E₆).</i> – <i>Sim. No verão o Sol é mais quente que no inverno. Porque no inverno o Sol tá na região norte da Terra (E₉).</i> – <i>Sim. Apresenta porque tem inverno, outono, verão. Todos esses apresentam mudanças no Sol (E₄₀).</i> |
| b) <i>reconhecimento</i> da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano, sem uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sim, o Sol apresenta mudanças no ano (E₇).</i> – <i>Sim, porque ele se move (E₃₉).</i> |
| c) <i>não reconhecimento</i> da existência de mudanças na posição do Sol no céu ao longo do ano. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Não (E₁).</i> – <i>Durante o ano não, mas durante o dia (E₄₂).</i> |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Talvez, porque o ser humano não consegue ver (E₁₃).</i> – <i>Não sei (E₁₉).</i> |

Tabela 8 - Exemplos de respostas dos alunos à quarta questão

As respostas à quinta questão foram divididas em quatro categorias:

- a) *reconhecimento* da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano, *com* uma justificativa razoável;
- b) *reconhecimento* da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano, *sem* uma justificativa razoável;
- c) *não reconhecimento* da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano;
- d) outra resposta ou ausência de uma resposta.

Na Tabela 9, indica-se, para a quinta questão, o percentual de alunos com respostas em cada categoria, no pré-teste e no pós-teste.

| Categoria | Pré-teste | | Pós-teste | |
|--|-----------|---------|-----------|---------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 1 | Grupo 2 |
| a) <i>reconhecimento</i> da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano, <i>com</i> uma justificativa razoável. | 13,4% | 14,3% | 26,6% | 28,5% |
| b) <i>reconhecimento</i> da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano, <i>sem</i> uma justificativa razoável. | 33,3% | 42,9% | 40,0% | 32,2% |
| c) <i>não reconhecimento</i> da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano. | 53,3% | 32,2% | 13,4% | 25,0% |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | 0,0% | 10,6% | 20,0% | 14,3% |

Tabela 9 - Percentual de respostas à quinta questão

A proporção de alunos que, a princípio, reconheciam a existência de alterações nas sombras dos objetos ao longo do ano foi de 46,7% no primeiro grupo e 57,2% no segundo. Logo após a atividade com o relógio de Sol, esse percentual subiu para 66,6% no primeiro grupo e variou pouco no segundo, alcançando 60,7%. A quantidade de estudantes capazes de fornecer uma explicação razoável sobre esse aspecto elevou-se pouco após terem contato com o relógio de Sol, passando de 13,4% para 26,6% no primeiro grupo e de 14,3% para 28,5% no segundo.

Desse modo, nota-se que o trabalho didático efetuado contribuiu para uma pequena fração dos alunos adquirir uma noção quanto à alteração das propriedades das sombras conforme a época do ano. O percentual de alunos capazes de formular uma explanação mais detalhada sobre o fenômeno após a atividade também foi reduzido, indicando que esta não foi muito efetiva em colaborar para a diferenciação progressiva do conceito.

Comparando-se com as respostas à quarta questão, verifica-se que uma parte dos alunos, mesmo passando a admitir a ocorrência do movimento aparente anual do Sol, não estabeleceu uma relação desse fato com o comportamento das sombras dos objetos. Isso denota uma limitação da atividade em favorecer a reconciliação integrativa de ideias nesse caso, a partir da identificação de pontos em comum em fenômenos aparentemente distintos.

No exame das respostas, foram classificadas como razoáveis aquelas justificativas nas quais, mesmo sem um maior grau de desenvolvimento, fez-se referência à mudança no comprimento das sombras conforme as estações do ano, ou se considerou a implicação das variações sazonais na posição aparente do Sol para as sombras dos objetos. Algumas das respostas dos estudantes à quinta questão encontram-se reproduzidas na Tabela 10, a fim de ilustrar as categorias estabelecidas.

| Categoria | Respostas no Pós-teste |
|--|---|
| a) <i>reconhecimento</i> da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano, <i>com</i> uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sofrem. O Sol muda de posição durante o ano, por causa das estações do ano (E₁₄).</i> – <i>Sim. Porque o Sol cada ano tem modificações, então os objetos também têm (E₁₈).</i> – <i>Sim. Tem vezes que elas ficam maiores e tem vezes que ficam pequenas (E₂₇).</i> |
| b) <i>reconhecimento</i> da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano, <i>sem</i> uma justificativa razoável. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Sim, durante o ano isso acontece (E₃).</i> – <i>Sim. Porque os objetos irão se decompor (E₄).</i> |
| c) <i>não reconhecimento</i> da existência de modificações nas sombras dos objetos durante o ano. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Não. Porque não se movimentam (E₁₇).</i> – <i>Não, não sofrem (E₂₄).</i> |
| d) outra resposta ou ausência de uma resposta. | <ul style="list-style-type: none"> – <i>Não sei explicar (E₃₀).</i> |

Tabela 10 - Exemplos de respostas dos alunos à quinta questão

4. Considerações finais

Neste trabalho, buscou-se avaliar os impactos sobre a aprendizagem de alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, desencadeados por uma atividade com um relógio de Sol interativo, no contexto de um centro de Ciências. Foram também identificadas concepções manifestadas pelos estudantes a respeito do movimento aparente do Sol na esfera celeste, sua relação com as sombras dos objetos e a aplicação dos fenômenos para a medição do tempo.

Constatou-se que uma proporção significativa dos estudantes desconhecia inicialmente a maioria dos tópicos tratados. Em particular, foram aspectos mais ignorados o reconhecimento do movimento aparente anual do Sol e o fato de que em

locais fora da zona intertropical esse astro não alcança o zênite, assim como as implicações desses fenômenos para o comportamento das sombras dos objetos.

Uma parte dos alunos assimilou novas noções após conhecer os princípios de funcionamento do relógio de Sol analemático, denotando um potencial educativo da prática com esse instrumento. Uma contribuição foi facultar, a uma parcela dos estudantes, o contato com fenômenos até então desconhecidos, fornecendo possíveis pontos de ancoragem para novas ideias em estudos subsequentes. Outro ponto foi favorecer a elaboração de explicações, mesmo que incipientes, sobre as ocorrências discutidas, indicativas de uma aprendizagem significativa. Porém, a contribuição para o entendimento de algumas das ideias exploradas foi pequena, apontando para a necessidade de se fazer observações, estudos e discussões complementares. Uma parte substancial desse esforço para se alcançar um conhecimento mais bem estruturado caberia à escola, num contexto formal de ensino e aprendizagem.

Devido ao número relativamente pequeno de estudantes envolvidos nesta investigação, o alcance das conclusões obtidas fica limitado. Mas, ainda assim, foram reveladas concepções sobre os temas abordados que poderiam surgir em situações similares, e fornecidos elementos para uma avaliação inicial da atividade descrita, em um ambiente de ensino informal, com dados utilizáveis para comparações em futuros trabalhos.

Agradecimentos

O autor agradece ao Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, da Fundação Parque Tecnológico Itaipu (PTI), pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências

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

FETERIS, S.; HUTTON, D. Astronomy laboratory: what are we going to make today? **Publ. Astron. Soc. Aust.**, v.17, n.2, p. 116–118, 2000. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=AS00116.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2013.

GASPAR, A. **Museus e centros de ciências**: conceituação e proposta de um referencial teórico. 118 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Disponível em: <<http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/Dissertacoes/gaspar-tese.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

JACKSON, E. Daytime astronomy in the northern hemisphere using shadows. **Astronomy Education Review**, v.2, n.2, Sep. 2003 - Jan. 2004. Disponível em: <<http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=AERSCZ000002000002000146000001&idtype=cvips>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

LOMB, N. The role of science centers and planetariums. In: PASACHOFF, J. M.; PERCEY, J. R. **Teaching and learning astronomy**: effective strategies for educators worldwide. Cambridge: Cambridge University, 2005. p. 221-226.

MACHADO, D. I; SANTOS, C. dos. O entendimento de conceitos de astronomia por alunos da educação básica de uma escola pública. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n.11, p. 7-29, 2011.

MARANDINO, M. A pesquisa em educação nos museus de ciências: uma proposta de agenda. In: CONGRESO NACIONAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TÉCNICA, 12., 2003, León. **Memorias...** México: Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, 2003. Disponível em: <http://www.somedicyt.org.mx/congreso_2003/Memorias/descargas_pdf/museos_centros/descarga_marandino.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2010.

PADILLA, J. Conceptos de museos y centros interactivos. In: CRESTANA, S. *et al.* (Orgs.). **Educação para a ciência**: curso para treinamento em centros e museus de ciência. São Paulo: Livraria da Física, 2002a. p. 113-141.

PADILLA, J. Museos y centros de ciencia de México. In: CRESTANA, S. *et al.* (Orgs.). **Educação para a ciência**: curso para treinamento em centros e museus de ciência. São Paulo: Livraria da Física, 2002b. p. 41-58.

REIS, V. L.; MACHADO, D. I. A construção de um relógio de Sol analemático e seu uso como instrumento didático. CONGRESSO DA ACADEMIA TRINACIONAL DE CIÊNCIAS, 2., Foz do Iguaçu, 2007. **Anais...** Foz do Iguaçu, Unioeste, 2007.

SAAD, F. D. Centros de ciências: as atuais vitrinas do mundo da difusão científica. In: CRESTANA, S.; CASTRO, M. G. de; PEREIRA, G. R. de M. (Orgs.). **Centros e museus de ciências**: visões e experiências: subsídios para um programa nacional de popularização da ciência. São Paulo: Saraiva, 1998. p. 20-25.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v.23, n.11, p. 1.111-1.123, 2001.

ZEILIK, M.; SCHAU, C.; MATTERN, N. Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. **The Physics Teacher**, [S.l.], v.36, n.2, p. 104-107, Feb. 1998.