

O PLANETÁRIO COMO AMBIENTE NÃO FORMAL PARA O ENSINO SOBRE O SISTEMA SOLAR

*Gabrielle de Oliveira Almeida*¹
*Mateus Henrique Rufini Zanitti*²
*Cintia Luana de Carvalho*³
*Edson Wander Dias*⁴
*Alessandro Damásio Trani Gomes*⁵
*Fernando Otávio Coelho*⁶

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados de uma atividade de educação não formal, desenvolvida no planetário de uma Instituição de Ensino Superior, da qual participaram trinta e três alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual de um município próximo a São João del-Rei, Minas Gerais. A pesquisa buscou explorar um dos recursos educacionais do planetário como ambiente para o ensino sobre os astros do Sistema Solar. A atividade consistiu de uma sessão de cúpula em que houve a exibição de um filme sobre o Sistema Solar. Um mesmo questionário foi aplicado antes e após a atividade. Os resultados foram comparados por meio de testes estatísticos, apontando para uma diferença estatisticamente significativa das médias do pré e do pós-teste. São discutidas as potencialidades dos planetários como ambiente para a promoção da educação não formal e sua interface com a escola básica, visando suprir a demanda do ensino de Astronomia.

Palavras-chave: Astronomia; planetário; Educação não formal.

EL PLANETARIO COMO AMBIENTE NO FORMAL PARA LA ENSEÑANZA SOBRE EL SISTEMA SOLAR

Resumen: En este trabajo presentamos los resultados de una actividad de educación no formal desarrollada en el planetario de una institución de educación superior, a la que asistieron treinta y tres estudiantes de una escuela secundaria pública en una ciudad cercana a São João del-Rei/Minas Gerais, Brasil. Esta investigación buscó explorar los recursos educativos del planetario como ambiente para la enseñanza de los astros del Sistema Solar. La actividad consistió de una sesión de la cúpula en la cual se efectuó la proyección de una película sobre el Sistema Solar. Un cuestionario único fue administrado antes y después de la actividad. Los resultados fueron comparados empleando herramientas estadísticas, las cuales indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados previos y los posteriores a la administración del cuestionario. Discutimos, además, el potencial del planetario como medio de promoción de la educación no formal y su interrelación con las escuelas primarias, con la finalidad de satisfacerla demanda de la enseñanza de la astronomía.

Palabras clave: Astronomía; planetario; Educación no formal.

¹ Discente de Física na Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <gabrielle.almeida55@gmail.com>.

² Discente de Física na Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <mzanitti@ymail.com>.

³ Discente de Física na Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <cintialcarvalhofisica@gmail.com>.

⁴ Docente da Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <edsondias@ufsj.edu.br>.

⁵ Docente da Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <alessandrogomes@ufsj.edu.br>.

⁶ Docente da Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <focoelho@ufsj.edu.br>.

THE PLANETARIUM AS A NON-FORMAL ENVIRONMENT FOR TEACHING ABOUT THE SOLAR SYSTEM

Abstract: This paper presents the results of a non-formal educational activity, developed in the planetarium of a higher education institution, in which thirty-three high school students from a public school in a small city near São João del-Rei (Minas Gerais) participated. The research intended to explore the educational resources of the planetarium as an environment for teaching about the celestial bodies of the Solar System. The activity consisted of a session inside the planetarium dome featuring the exhibition of a film about the Solar System. The same questionnaire was applied before and after the activity. The results were compared by means of statistical tests, pointing to a statistically significant difference between the pre- and post-test results. The planetary potentialities as a non-formal environment for promoting education and its interface with the basic school are discussed, in order to supply the demand for astronomy teaching.

Keywords: Astronomy; Planetarium; Non-formal Education.

1 Introdução

A Astronomia vem sendo desenvolvida pelo homem desde a pré-história, sempre estimulando e instigando sua imaginação e curiosidade (GAFFNEY et al, 2013). Dado seu valor científico, histórico e também social, entende-se como imprescindível que o ensino de Astronomia seja mais enfatizado na Educação Básica (Brasil, 1998; 2000).

A abordagem de temas relacionados à Astronomia, além de propiciar a oportunidade de se trabalhar vários conteúdos da Física, permite explorar diversos outros ramos do conhecimento, como Filosofia, História, Geografia e etc., podendo contribuir significativamente com a formação intelectual e científica do cidadão.

Considerando a grande importância histórica, tecnológica, cultural e científica da Astronomia, ela ainda carece de espaço nos currículos das escolas no Brasil. Os documentos oficiais (Brasil, 1998; 2002; 2013) atualmente vigentes no país indicam que os conteúdos relativos à Astronomia devam ser ensinados no Ensino Fundamental (em Ciências e/ou Geografia) e no Ensino Médio (em Física), o que não se observa de forma satisfatória devido a uma série de fatores já apontados pela literatura (GONZATTI et al., 2013; LANGHI, 2011; LANGHI; NARDI, 2007).

Sendo conhecidas as dificuldades do ensino de Astronomia na Educação Básica nacional, uma alternativa para abordar seus conteúdos está na utilização de espaços não formais de ensino. Centros de ciências, bibliotecas, laboratórios, museus, exposições, planetários, observatórios, centros de tecnologia, zoológicos, jardins botânicos, dentre outros, são exemplos de ambientes que podem ser considerados como espaços não formais de educação. Tais espaços apresentam-se como recursos para auxiliar na apropriação do conhecimento como um bem cultural, por meio de uma abordagem interessante, possibilitando a utilização de métodos diferenciados de ensino, atrelados às atividades que proporcionem informação e entretenimento ao público.

Neste ponto, oportunizamos que os métodos de ensino tradicionais são pautados na epistemologia positivista, na qual o modelo didático é baseado somente na transmissão de conhecimento, reduzindo o estudante a um sujeito passivo, sem reconhecer a diversidade dos estudantes e seus diferentes percursos formativos (LUCARELLI, 2000). Já os métodos diferenciados de ensino surgem do anseio de

professores em questionar o uso exclusivo das metodologias tradicionais de ensino, revisando e modificando suas estratégias de atuação, construindo uma prática pedagógica que considera as demandas formativas dos estudantes, adaptada às diversas condições e realidades dos estudantes.

Langhi e Nardi (2009a), apoiados em outros autores, defendem que, além do aspecto motivacional, os planetários apresentam outra função: a de ser um ambiente alternativo para promover o ensino, pois os diversos recursos disponíveis nestes locais podem enriquecer e complementar os conteúdos escolares. No entanto, embora a maioria dos planetários brasileiros cumpra sua função cultural e de divulgação científica, a abordagem educativa ainda está aquém do esperado, pois a maioria das atividades desenvolvidas neles parece ter sido concebida mais para lazer e turismo do que para uma abordagem educativa pautada no ensino e aprendizagem. No geral, parece não haver, de forma sistemática, o desenvolvimento de atividades que sirvam para consolidar o saber científico entre os estudantes.

Segundo Oliveira (2010), os planetários

possuem características peculiares e, pela sua novidade, carecem de contribuições intelectuais de quase todas as áreas, sejam elas relacionadas às da educação, do ensino de Ciências de forma geral, ou as relacionadas às teorias pedagógicas, psicológicas, comportamentais e ao jornalismo científico e a tantas outras (OLIVEIRA, 2010, p.47).

Segundo Marandino et al (2004), devido à educação em Ciências ser uma prática social que vem ocorrendo, com maior frequência, nos espaços não formais de educação, há um consenso em relação à importância de se elaborar pesquisas, políticas e estratégias pedagógicas que auxiliem na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem por meio de experiências fora da escola.

Portanto, este trabalho visa contribuir para a discussão sobre a assimilação de conhecimento científico a partir da realização de atividades didáticas de Astronomia em ambientes não formais de ensino. Seu objetivo é a projeção de filmes em formato específico, explorando os recursos educacionais oferecidos pelo planetário como ambiente para o ensino sobre os astros do Sistema Solar.

2 Educação não formal e planetários

Os mistérios do Universo, as colossais ordens de grandeza das escalas astronômicas e a necessidade do ser humano de entender questões fundamentais da sua existência, como a sua própria origem enquanto ser vivo, a curiosidade sobre a existência de vida inteligente fora do planeta ou o simples formato dos diferentes corpos celestes, faz com que a Astronomia apresente uma grande capacidade motivadora e que seja potencialmente capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diferentes áreas do conhecimento.

Para Darroz e Santos (2013), diversos conceitos referentes à Astronomia estão incorporados à estrutura cognitiva dos estudantes e se originam a partir de experiências cotidianas, por meio do convívio com pessoas, da leitura de textos técnicos ou jornalísticos, de audiência a programas de televisão e pela própria observação do mundo natural.

Para Langhi e Nardi (2009b), a aprendizagem de conteúdos, especialmente sobre Astronomia, pode acontecer em âmbitos diversos como na educação formal, informal e não formal, bem como em atividades de popularização da ciência e por meios de divulgação como jornais, artigos de revistas, programas televisivos, museus de ciências e locais como planetários e observatórios.

Gaspar (1992) considera que a educação informal ocorre nas experiências do dia a dia, sendo frequentemente acidental, num sistema organizado ou estruturado, sendo frequentemente acidental ou não intencional, não constituindo num sistema organizado ou estruturado, nem regulamentado. Ainda segundo o autor, a educação não formal,

refere-se a uma ampla variedade de atividades educacionais organizadas e desenvolvidas fora do sistema educacional formal destinadas, em geral, a atender a interesses específicos de determinados grupos. Ensino por correspondência, cursos livres, universidade aberta, etc., são exemplos de sistemas de educação não-formal (GASPAR, 1992 p.157).

De acordo com Langhi e Nardi (2009b), a educação não formal tem sempre caráter coletivo, envolve práticas educativas fora do ambiente escolar, sem a obrigatoriedade legislativa, nas quais o indivíduo experimenta certa liberdade de escolha dos métodos e conteúdos de aprendizagem.

Jacobucci (2008) afirma que um espaço não formal de ensino pode ser qualquer local onde exista uma ação educativa intencional. Dessa forma, a autora reconhece que qualquer local pode ser considerado como um espaço não formal para o ensino. Ao mesmo tempo, segundo ela, há uma espécie de consenso de que um espaço não formal é aquele em que são utilizados exclusivamente recursos didáticos atrativos, seja do ponto de vista visual ou do ponto de vista da maior interação entre o estudante com as ferramentas usadas no espaço, uma vez que as limitações de tempo e de experimentação são menores que nos espaços formais.

Sendo assim, os espaços não formais de ensino podem ser divididos em duas categorias: na primeira, o espaço e os equipamentos nele contidos são dispostos e planejados de forma que a aquisição de conhecimento por parte do visitante ocorra de forma intencional. Nesta categoria estão incluídos, por exemplo, museus, planetários e centros de ciências.

A segunda categoria destes espaços é composta pelos ambientes que não foram desenvolvidos com o objetivo de serem tratados como tal, mas que, por ação de uma instituição, de um professor ou monitor, ou pela realização de um evento, como uma exposição ou visita guiada, tornam-se um ambiente propício para a aprendizagem e para o ensino de determinado conteúdo. Nesta categoria estão incluídos lugares como ruas, praças, parques ou mesmo cidades inteiras.

Desta maneira, percebe-se que qualquer ambiente tem o potencial de se transformar em um espaço não formal de aprendizagem, ainda que não tenha sido concebido previamente para tal.

Diversas pesquisas sobre a aprendizagem têm evidenciado o potencial destes espaços, indicando que tais ambientes despertam o interesse e a curiosidade, motivam, socializam e estimulam os alunos, sendo esses elementos fundamentais nos processos

de ensino e aprendizagem (FREITAS; GERMANO; AROCA, 2013; VILAÇA; LANGHI; NARDI, 2013).

Os planetários são exemplos de espaços não formais de ensino. No Brasil, o primeiro planetário foi inaugurado em 1957 em São Paulo e estudos apontam um crescimento no número de planetários fixos e móveis nos últimos 15 anos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste.

Estima-se que exista atualmente cerca de 50 planetários no país, número que ainda pode ser considerado pequeno, dada a extensão territorial (MARQUES; FREITAS, 2015).

Romanzini e Batista (2009, p.9) afirmam que “os planetários são ambientes onde é possível desmistificar a complexidade das ciências, proporcionando a aplicação de metodologias inovadoras que estimulam a capacidade criativa e crítica dos indivíduos envolvidos”.

O termo planetário diz respeito ao ambiente no qual, com equipamentos de projeção, no centro de uma cúpula abobadada, som ambiente e até mesmo sistemas mecânicos de movimento, é apresentada a imagem do céu de qualquer ponto do Sistema Solar, em qualquer tempo e de qualquer época, passada ou futura, bem como as trajetórias dos corpos celestes ao longo do tempo, sendo possível inclusive a alteração na velocidade dos movimentos para oferecer a melhor visualização de um fenômeno celeste específico. Atualmente, além de simulações da esfera celeste, podem ser apresentados filmes ou outros conteúdos multimídia sobre diversos assuntos científicos.

Os planetários podem ser divididos em duas categorias. Os planetários fixos são projetados para funcionarem em instalações permanentes, sendo de maior porte e com capacidade para abrigar um contingente maior de pessoas por sessão. Já os planetários móveis, normalmente infláveis, são menores e podem ser transportados e instalados temporariamente em locais públicos, escolas ou mesmo em localidades mais afastadas.

As apresentações realizadas em planetários fixos têm por objetivo contemplar um tema específico, como as fases da Lua, as órbitas, movimentos e características dos planetas do Sistema Solar, ou temas mais gerais, como a formação do Universo ou a história das Ciências. Tais apresentações são, normalmente, gravadas e adequadas a determinado público de acordo com sua faixa etária ou escolaridade, tendo, portanto, linguagens e conteúdos próprios. Já nos planetários móveis, a flexibilidade é maior, uma vez que as apresentações ocorrem em viva-voz, sob o comando de um apresentador que pode, durante sua explanação, abordar temas variados, estimular e provocar a plateia, aumentando em muito a interação com o público.

Conforme Falcão (2009), os planetários e observatórios podem além do desenvolvimento de conhecimentos específicos sobre Astronomia e o Sistema Solar, promover a conscientização ambiental, na medida em que é possível visualizar com facilidade o quão singulares são as condições para a vida na Terra, ao mesmo tempo em que mostra a ausência dessas mesmas condições na nossa vizinhança planetária.

De acordo com Langhi e Nardi (2009b), os planetários contribuem para o ensino de Astronomia nas escolas, uma vez que as apresentações realizadas nestes espaços abordam temas quase sempre constantes nos currículos escolares, ainda que vistos de forma superficial ou incipiente. Desta forma, os planetários, assim como todos

os espaços não formais de ensino, podem ser utilizados como um complemento às atividades desenvolvidas em sala de aula, ressaltando sempre a necessidade de um planejamento prévio das atividades a serem desenvolvidas neste espaço. Este planejamento evidencia a riqueza de possibilidades que os planetários, enquanto espaços não formais possuem, uma vez que o mesmo espaço e os mesmos recursos podem ser aplicados a públicos de diversas faixas etárias e escolaridades.

Meurer e Steffani (2009, p.2) sustentam que “planetários são espaços privilegiados para a prática multidisciplinar do ensinar e do aprender, e aliados importantes da comunidade escolar”.

Na mesma direção, Porto, Zimmermman e Hartmann (2010) afirmam que a relação entre escola e educação não formal é profícua, e defendem que atividades desse tipo aguçam a curiosidade dos estudantes, contribuindo para tornar atrativa a aprendizagem de Ciências na educação formal.

3 Aspectos metodológicos

A atividade relatada neste trabalho foi desenvolvida em um planetário móvel, com domo não inflável, revestimento polimérico (constando de capa principal e capa para projeção interna), fabricado por meio de costura, com estrutura de alumínio em formato geodésico, com 6 metros de diâmetro e 4,2 metros de altura.

O planetário encontra-se permanentemente instalado no campus Dom Bosco da Universidade Federal de São João del-Rei e promove sessões semanais abertas ao público em geral e atende, via agendamento, escolas das redes pública e privada da região.

A operação do planetário é feita por meio de um sistema digital para projeção hemisférica no interior em cúpulas semiesféricas⁷, com projetor único, com campo de visão de 180°x360°, sem utilização de espelhos e matrizes de projeção, mas por meio de uma única lente fixa no sistema que lança a imagem para uma meia-esfera, sem deformação.

3.1 Participantes

Os participantes foram 33 alunos pertencentes a três turmas do Ensino Médio, com idades entre 15 e 18 anos (média de 16,2 anos), de uma Escola Estadual de uma cidade da região do Campo das Vertentes, próxima a São João del-Rei, Minas Gerais.

3.2 A atividade desenvolvida

O professor de Física da escola e regente das três turmas tomou conhecimento da inauguração do planetário fixo por meio do site⁸ criado pela UFSJ para a sua

⁷ O modelo utilizado é o Digitarium® ZetaPortable Digital Planetarium System, da empresa Digitalis@ EducationSolutions, Inc. Informações e especificações disponíveis em: <http://www.digitaliseducation.com/products-digitarium_zeta_portable>. Acesso em: 18/04/2017.

⁸ Site do Planetário da UFSJ disponível em <<http://www.ufsj.edu.br/dcnat/planetario.php>>. Acesso em 18/04/2017.

divulgação. Uma visita foi agendada para os alunos do Ensino Médio. Decidiu-se pela exibição do filme “Os filhos do Sol”, uma vez que o interesse do professor era debater e permitir que os alunos tivessem uma visão mais aprofundada do Sistema Solar.

O filme, em mídia *fulldome*, extensão .avi, é exclusivo para projeção em planetários digitais e foi produzido pela Projekt Design e Hiperlab Equipamentos Científicos Ltda. e tem duração de 22 minutos.

Ele apresenta os planetas do Sistema Solar, falando um pouco sobre a composição e características físicas de cada um deles. Ele começa apresentando o céu visto da Terra e mostra que cinco planetas podem ser vistos a olho desarmado da Terra. Após apresentar a esfera celeste como vista da Terra, o espectador é levado para conhecer de perto o poder do Sol, visitar os planetas, alguns de seus satélites naturais e sobrevoar algumas superfícies planetárias. Ao final, simula-se uma “carona” em um cometa para retornar à Terra, possibilitando uma visão mais detalhada do nosso planeta visto do espaço.

Assim, os recursos audiovisuais oferecidos pelo planetário como o som que envolve os participantes como numa sala de cinema, a projeção dinâmica de imagens em 360° na cúpula, a simulação dos eventos e movimentos celestes em diferentes épocas ou locais, definidos muitas vezes pelo público participante, criam um ambiente propício para uma rica discussão a respeito de aspectos cinemáticos e geológicos dos diferentes componentes do Sistema Solar e do seu processo de formação, bem como a visualização da ordem de grandeza das distâncias estelares e do tamanho relativo dos corpos celestes, em especial quando comparados com o Sol.

Antes da sessão foi possível observar a ansiedade dos alunos para conhecerem o planetário, um recurso didático novo e não usual, desconhecido de todos até então. Durante a exibição do filme, os alunos permaneceram em silêncio, demonstrando atenção e interesse pelo conteúdo abordado.

Em alguns momentos podem-se ouvir expressões de surpresa e fascínio coletivo como “Nossa” ou “Nuh”, quando eles percebiam a ordem de grandeza de determinados eventos. Após a sessão, os alunos se mostraram muito entusiasmados e interessados em tudo que aprenderam. Eles mesmos tiveram a iniciativa de narrar o que entenderam e de formular novas questões relativas a suas indagações, depois que entregaram o pós-teste.

3.3 Instrumento de pesquisa e procedimentos

Com o objetivo de avaliar as possibilidades de contribuição que o planetário pode oferecer, enquanto espaço não formal de educação, torna-se necessário, primeiramente, avaliar as concepções espontâneas e o conhecimento prévio dos alunos sobre os tópicos de Astronomia abordados no filme. Por fim, é importante identificar o que os alunos aprenderam com a atividade realizada. Para isso, optou-se por um delineamento de pesquisa que utilizasse a aplicação de pré e pós-teste, elaborados na forma de um questionário.

Tecnicamente, um questionário pode ser definido como

[...] uma técnica de investigação social composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter

informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado (GIL, 2008, p.121).

De acordo com Moreira e Rosa (2008), a utilização de questionários respondidos pelos estudantes, é uma forma usual e prática para se avaliar, de forma eficiente, a aprendizagem de grandes grupos de estudantes, embora não tão eficiente quanto a entrevista clínica individual com cada um dos participantes da atividade. A utilização de questionários adequadamente elaborados pode fornecer dados importantes sobre um grupo de pessoas e sobre a eficácia de uma metodologia para o ensino de determinado conteúdo.

Para Piekarcz et al (2003), a análise das respostas de estudantes é útil na identificação de concepções recorrentes ou padrões de respostas. A aplicação de questionários após a realização de determinada atividade em sala de aula e a identificação dos padrões de respostas permitem avaliar a aprendizagem, por parte dos estudantes, de conceitos abordados durante a realização da atividade.

Desta forma, observa-se que questionários podem ser uma intervenção valiosa na identificação de concepções equivocadas acerca de conceitos de Astronomia, e isso permite o estabelecimento de estratégias de ensino que tornem possível o desenvolvimento de concepções adequadas do ponto de vista científico.

Para a construção do questionário, os autores assistiram ao filme algumas vezes. Diversas questões foram elaboradas, assim como suas respectivas respostas. Posteriormente, perguntas relacionadas ao conteúdo escolar de Astronomia foram selecionadas e transformadas em questões de escolha múltipla e do tipo ‘verdadeiro (V) ou falso (F)’. O questionário elaborado está no Quadro 1.

O pré-teste foi aplicado antes da sessão de cúpula, sem que os alunos tivessem qualquer contato inicial com os temas abordados. O pós-teste foi aplicado logo após o término da sessão. Os alunos responderam os testes individualmente, gastando para tanto, cerca de dez minutos no pré-teste e cinco, no pós-teste.

- | |
|---|
| <p>1) Qual é a altitude, em relação ao nível do mar, em que se considera o início do Espaço Sideral?</p> <p>a) 1 km.
b) 10 km.
c) 100 km.
d) 1000 km.</p> <p>2) Quais planetas do Sistema Solar não possuem satélites naturais?</p> <p>a) Mercúrio e Urano.
b) Mercúrio e Vênus.
c) Vênus e Netuno.
d) Urano e Netuno.</p> <p>3) Quais são os planetas possíveis de serem vistos da Terra sem o auxílio de equipamentos?</p> <p>a) Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.
b) Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.
c) Vênus e Marte.
d) Nenhum planeta é visível sem o auxílio de equipamentos.</p> |
|---|

4) Marque a opção que contém o(s) planeta(s) do Sistema Solar que possui(em) anéis?

- a) Saturno.
- b) Júpiter e Saturno.
- c) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
- d) Nenhum planeta do Sistema Solar possui anéis.

5) Qual é o planeta mais quente do Sistema Solar?

- a) Mercúrio.
- b) Terra.
- c) Marte.
- d) Vênus.

6) O que é a grande mancha vermelha em Júpiter?

- a) Um grande vulcão.
- b) Uma grande tempestade.
- c) Um fenômeno semelhante à aurora boreal.
- d) Júpiter não possui nenhuma mancha vermelha.

7) Marque V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas:

- () O planeta Vênus é conhecido como “Estrela Dalva”.
- () O maior planeta do Sistema Solar é Saturno.
- () O nome dos planetas tem origem nas mitologias grega e romana.
- () O planeta mais distante do sol é Netuno.

Quadro 1 - Instrumento de pesquisa - questionário elaborado.

4 Análise e discussão dos resultados

Para a análise do resultado geral dos estudantes e a comparação entre o desempenho deles antes e após a realização da atividade, foram realizados os processos de correção e atribuição de notas às respostas. As questões de múltipla escolha foram corrigidas de forma dicotômica, sendo atribuído o valor de um ponto caso o respondente acertasse a questão e zero em caso de erro. Na questão do tipo ‘verdadeiro (V) ou falso (F)’, foi atribuído o valor de 0,25 pontos por acerto. Os pontos de cada acerto foram somados para se obter a nota final na questão.

Após a correção, obteve-se uma nota para cada respondente, somando-se às notas obtidas em cada questão. Dessa forma, as notas dos estudantes variaram entre 0 e 7 pontos. Esse procedimento foi feito, tanto para o pré, quanto para o pós-teste. Na Tabela 1, estão os dados estatísticos básicos referentes aos testes.

Dados	Pré-teste	Pós-teste
Número de respondentes	33	33
Média	2,7 (39%)	5,9 (84%)
Desvio Padrão	1,3	1,1
Mediana	2,5	6,0
Moda	4,0	7,0
Nota Mínima	0,75	3,5
Nota Máxima	7,0	7,0

Tabela 1 - Dados estatísticos do questionário.

Percebe-se que os valores da média, mediana, moda e nota mínima do pós-teste foram bem superiores aos respectivos valores do pré-teste. A média elevou-se de 39% para 84%, enquanto a mediana (valor que divide o conjunto de dados ao meio, isto é, 50% das notas desse conjunto são menores ou iguais ao valor obtido) aumentou de 2,5 para 6,0 e a moda (nota que mais se repetiu) de 4,0 para 7,0.

Os histogramas das notas do pré e do pós-teste são exibidos na Figura 1. Percebe-se facilmente o deslocamento da linha que representa a curva normal nas duas distribuições, o que indica uma diferença considerável entre as médias dos testes. Enquanto no pré-teste, as notas mais frequentes foram 4,0, 3,0 e 2,5, no pós-teste, foram as notas 7,0 e 6,0. Apenas um aluno obteve a nota máxima no pré-teste, enquanto no pós-teste, ela foi obtida por treze alunos.

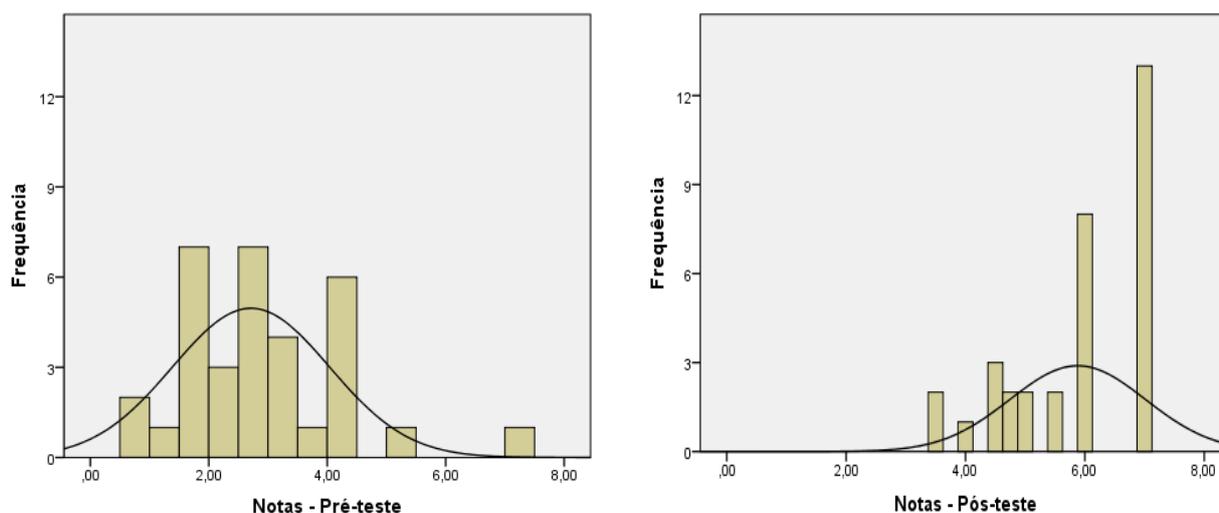


Figura 1 - Histogramas das notas do pré e do pós-teste. A linha sólida representa uma distribuição normal cuja média coincide com as médias das distribuições apresentadas.

A diferença estatística entre o desempenho dos estudantes nos testes também foi avaliada por meio do teste não paramétrico de Wilcoxon (PAGANO; GAUVREAU, 2004). A escolha por este teste de comparação é feita com base nos resultados dos testes de aderência e normalidade para a distribuição das notas do pré e do pós-teste.

Em tais testes, compara-se a distribuição estatística dos dados amostrais com os de uma população de dados gerados aleatoriamente (normalmente com o auxílio de um software estatístico), que tenha a mesma média e desvio padrão que os dados amostrais originais.

Há vários testes de normalidade que podem ser aplicados em nossa situação, como os testes de D'Agostino (aplicável para amostras de tamanho maior que dez indivíduos), D'Agostino-Pearson (aplicável em amostras com mais de vinte elementos), Lilliefors (que não possui restrição em relação ao número de elementos), ou Kolmogorov-Smirnov, que não possui restrição em relação ao tamanho da amostra, mas que deve ser aplicado em cada grupo de dados, individualmente.

Por ser um dos testes de normalidade mais consagrados, optamos por aplicar o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, usando um nível de significância de 5%. Os resultados do teste permitem identificar que os dados do pré e do pós-teste não são regidos por uma distribuição normal de probabilidades.

Isto aponta para a necessidade da aplicação de um teste de hipóteses do tipo não-paramétrico, onde não há a restrição de que os dados sejam provenientes de uma população que satisfaça a uma distribuição normal.

Para este caso, um teste adequado para a comparação de duas amostras dependentes (onde temos o mesmo grupo de indivíduos, antes e após a intervenção) é o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, um teste não paramétrico, baseado na diferença das notas antes e após a realização de determinada intervenção, cuja principal virtude é levar em conta a magnitude da diferença das notas para um mesmo indivíduo, o que agrega uma sensibilidade estatística maior ao método, sem a necessidade de incorporar todas as suposições restritivas típicas dos métodos paramétricos.

O método transforma os dois conjuntos de dados em um único conjunto, onde os registros são as diferenças das notas nos testes. Estas diferenças são ordenadas em ordem crescente, e a cada uma delas é atribuída uma posição ou posto.

Como hipótese nula no teste de comparações de Wilcoxon, assume-se que a mediana das diferenças das notas numa população é nula, o que indica, em linhas gerais, que a intervenção provocará o mesmo número de posições positivas (quando as notas após a intervenção aumentariam) e posições negativas (quando as notas após a intervenção diminuiriam).

É possível mostrar que a distribuição de postos em torno da mediana obedece a uma distribuição normal de probabilidades.

Os resultados do Teste de Wilcoxon para nosso conjunto de dados indicam que o coeficiente Z do teste terá o valor 4.95.

A partir deste coeficiente Z, pode-se calcular ou consultar uma tabela da distribuição normal, visando extrair o chamado p-valor do teste, que é o parâmetro estatístico que nos dá uma ideia sobre a probabilidade de aceitação ou rejeição da nossa hipótese nula, o que é possível através da comparação do seu valor com o nível de significância adotado para o teste.

Os resultados obtidos pelo Teste de Wilcoxon, no teste de comparação das notas obtidas no pré e no pós-teste, indicam que o p-valor do teste foi tal que $p < 0.001$.

Um valor tão pequeno para o p-valor indica que os dados amostrais antes e após a intervenção não possuem nenhuma similaridade, e isto é um indicativo de que as atividades desenvolvidas no planetário influenciaram de alguma forma o desempenho dos estudantes.

Desta forma, a hipótese nula - ou seja, as atividades desenvolvidas no planetário não trazem nenhum ganho substancial no desempenho dos alunos, deve ser rejeitada, se for adotado um nível de significância 0.001.

De fato, dos trinta e três alunos participantes, apenas um aluno obteve notas iguais nos dois testes (o aluno já havia obtido pontuação máxima no pré-teste). Os demais alunos obtiveram notas superiores no pós-teste.

Na Tabela 2 está a sugestão de gabarito e as porcentagens de acerto para cada questão do questionário. As porcentagens de acerto das questões variaram entre 15% a 58% no pré-teste e de 64% a 100% no pós-teste, indicando também uma melhora significativa no desempenho dos estudantes.

A questão com menor porcentagem de acerto nos dois testes foi a questão 3.

A questão 6 foi a mais acertada. No pré-teste ela obteve 58% de acerto e no pós-teste todos os alunos acertaram a questão.

A questão 1 foi a que apresentou maior diferença na porcentagem de acerto entre os testes.

Questões	Gabarito	Pré-teste	Pós-teste
		Porcentagem de acerto	Porcentagem de acerto
1	C	30%	94%
2	B	48%	94%
3	A	15%	64%
4	C	18%	76%
5	D	24%	73%
6	B	58%	100%
7	V, F, V, V	77% ⁹	88%

Tabela 2 - Porcentagens de acerto das questões dos testes.

É interessante também verificar, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, se a distribuição de resultados por item, de alguma forma, pode ter sido puramente casual ou não.

Para isso, foram construídas tabelas (Tabelas 3 e 4) em que são apresentados os resultados dos testes de comparação entre a distribuição de respostas para cada questão da amostra de estudantes respondentes com os de uma amostra extraída aleatoriamente de uma população hipotética, que responderia as questões por puro acaso.

Nesta população, as questões com quatro possibilidades de resposta possuem uma mesma probabilidade de acerto igual a vinte e cinco por cento.

Deseja-se, então, avaliar em que medida a distribuição das respostas entre os itens da amostra de estudantes se diferencia estatisticamente da população na qual as marcações ocorrem ao acaso. Isso permite, ainda que de maneira modesta, avaliar a atratividade dos distratores¹⁰ das questões que compõem o questionário, o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema, a eficácia e a potencialidade da intervenção propiciada pelas atividades desenvolvidas no planetário.

Uma vez que se pretende comparar os dados amostrais com previsões teóricas pré-concebidas, de forma similar ao lançamento de um dado ou às previsões da Teoria Genética de Mendell, têm-se duas opções imediatas de testes de hipótese para tal comparação: o teste binomial para inferência sobre proporções e o teste qui-quadrado.

É possível demonstrar que os resultados dos dois testes são equivalentes, sendo o coeficiente calculado no teste qui-quadrado igual ao quadrado do coeficiente calculado no teste binomial para proporções (SPIEGEL, 1975).

⁹ Para a questão 7, foi calculada a porcentagem média de acerto dos itens que compõem a questão.

¹⁰ Os distratores indicam as alternativas incorretas à resolução da questão proposta. Essas respostas devem ser plausíveis, isto é, devem parecer corretas para aqueles participantes do teste que não desenvolveram suficientemente a habilidade em questão. Eles devem ser plausíveis em relação ao enunciado e à habilidade que está sendo avaliada.

Optou-se pelo uso do teste qui-quadrado em razão de seu largo uso em vários campos da Ciência, como em Ciências Biológicas, Ciências da Saúde, Engenharias, Ciências Sociais, etc.

O teste qui-quadrado nos dá uma medida da discrepância existente entre as frequências de distribuições observadas e aquelas previstas teoricamente, sendo o coeficiente qui-quadrado definido por:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} .$$

Onde o_i representa a frequência observada na i -ésima realização de um experimento e e_i é a frequência teórica esperada em tal realização.

Em nosso caso, cada questão do questionário é entendida como um experimento, e a frequência teórica esperada de marcações em cada questão com quatro itens é de 25%.

Se aplicarmos esta porcentagem teórica em nossa amostra de 33 estudantes, teríamos então uma frequência de marcações prevista teoricamente de 8,25, por item. Na Tabela 3 têm-se os dados referentes às seis questões com quatro opções do pré-teste.

Questões do pré-teste	A	B	C	D	Coeficiente χ^2	P-valor (α)
1	0	2	10	21	33,06	<0,0001
2	10	16	2	5	13,66	0.0034
3	5	6	15	7	7,60	0.0549
4	6	21	6	0	29,18	<0,0001
5	21	1	2	8	30,81	<0,0001
6	3	19	9	2	22,15	<0,0001

Tabela 3 - Resultados da comparação da distribuição das respostas dos estudantes no pré-teste.

Conforme afirmado, o coeficiente χ^2 mede o *desvio* dos resultados observados comparados com o resultado teórico. Como tal desvio pode ser positivo ou negativo, o numerador do coeficiente é elevado ao quadrado.

No final, a magnitude de tal desvio é obtida em uma comparação com as frequências teoricamente esperadas, e_i . A título de ilustração do cálculo do coeficiente χ^2 , serão considerados os resultados da terceira questão do teste, apresentados na tabela 3:

$$\chi^2 = \frac{(5-8.25)^2}{8.25} + \frac{(6-8.25)^2}{8.25} + \frac{(15-8.25)^2}{8.25} + \frac{(7-8.25)^2}{8.25} = 7.60.$$

Após o cálculo do coeficiente, a condução do teste chi-quadrado é feita comparando-se o p-valor do teste, geralmente encontrado em tabelas de livros de Estatística e obtido a partir do valor encontrado para o coeficiente χ^2 calculado, com um nível de significância pré-estabelecido, aqui denominado por α .

No exemplo em questão, para um nível de significância $\alpha = 0.05$, encontraríamos o p-valor do teste como sendo $p = 0.0549$.

Em geral, se o p-valor é maior do que o nível de significância, não se rejeita a hipótese nula. Mas, se ao contrário, ele for menor, a hipótese nula deve ser rejeitada. Portanto, o nível de significância é um parâmetro relacionado com a máxima probabilidade de se rejeitar a hipótese nula no teste (de que não há diferença estatisticamente significativa entre a distribuição de marcações na amostra e aquela na população hipotética), quando na verdade tal hipótese deve ser aceita.

Adotou-se, de forma similar a muitos trabalhos que utilizam os testes de hipóteses como ferramenta estatística, o valor de 0.05 para o nível de significância α .

Em particular para a questão 3, acima exemplificada, os resultados apontam que apenas para ela a distribuição de marcações por item parece ser similar ao padrão de marcações ao acaso, uma vez que o p-valor é ligeiramente maior que o nível de significância adotado.

Por sua vez, no restante das questões, o p-valor encontrado é muito menor que o nível de significância adotado para este teste, mostrando que não há similaridade estatística entre o padrão de escolhas de item na nossa amostra de estudantes e aquele de uma população que escolheria os itens ao acaso.

Isso sinaliza para a existência de preconceções, ainda que rudimentares, acerca da Astronomia por parte dos estudantes. Faremos esta discussão posteriormente, após avaliarmos os resultados do pós-teste.

Para o pós-teste, os resultados são apresentados na Tabela 4.

Observa-se, na última coluna, que o p-valor do teste é muito pequeno em todas as questões, sendo sempre menor que o nível de significância empregado, $\alpha = 0.05$.

Isso evidencia que os resultados do pós-teste não possuem similaridade estatística com a distribuição de marcações na população hipotética.

Desta forma, a hipótese de que a taxa de acertos no pós-teste ter sido alcançada de forma casual deve ser descartada. Outro parâmetro importante é o chamado poder do teste, que é a probabilidade de rejeitarmos a hipótese nula quando tal hipótese é falsa.

No pós-teste, o poder do teste foi igual a 100% para todas as seis questões, corroborando a ideia de que a intervenção realmente provocou uma diferença significativa nos dados do pós-teste.

Questões do pós-teste	A	B	C	D	Coefficiente χ^2	P-valor
1	0	1	31	0	83,72	<0,0001
2	1	31	1	0	83,72	<0,0001
3	21	3	9	0	31,36	<0,0001
4	5	3	25	0	46,87	<0,0001
5	9	0	0	24	46,63	<0,0001
6	0	33	0	0	99,00	<0,0001

Tabela 4 - Resultados da comparação da distribuição das respostas dos estudantes no pós-teste.

Segue-se uma discussão geral sobre o desempenho dos alunos em cada questão do questionário. Na primeira questão, deseja-se saber se os alunos possuem uma noção ou conseguem estimar a ordem de grandeza da espessura da atmosfera da Terra.

O baixo índice de acerto no pré-teste já era esperado, pois se trata de uma informação que não é comum na vida escolar dos estudantes e que, por se tratar de um valor numérico pode provocar alguma confusão mesmo para quem já tenha tido contato com o tema.

Por sua vez, observa-se que, mesmo no pré-teste, as opções com maior índice de marcações (*c* e *d*), traduzem alguma familiaridade dos estudantes com o conceito de ordem de grandeza, uma vez que os itens distratores *a* e *b* podem ser tomados pelo estudante como valores muito pequenos para a dimensão da atmosfera terrestre.

Após a intervenção realizada com o planetário, entretanto, o distrator *d* é completamente eliminado, mostrando que a intervenção foi eficaz para a transmissão da informação correta acerca da ordem de grandeza da espessura da atmosfera terrestre.

A questão dois pergunta quais planetas do Sistema Solar não possuem satélites naturais. Convém considerar que o tratamento de satélites naturais dos planetas do Sistema Solar não costuma ser foco do parco ensino de Astronomia em nossas grades curriculares. Assim, o índice de acerto no pré-teste pode ser considerado razoável, por se tratar de um conhecimento muito específico que nem sempre é devidamente abordado. No pós-teste, o índice de acerto atinge 94%, e novamente, observa-se que a intervenção foi capaz de eliminar quase que totalmente os distratores da questão.

Tanto no pré quanto no pós-teste, os alunos tiveram maiores dificuldades para responder a terceira questão que aborda quais planetas podem ser vistos da Terra sem o auxílio de equipamentos. A opção *c* foi a mais marcada. É relativamente disseminado entre a população que Vênus e Marte podem ser vistos da Terra. Porém, além destes, outros três planetas também o são.

A informação de que são cinco os planetas visíveis da Terra, bem como seus nomes, é passada logo no início do filme, o que poderia justificar a permanência do erro no pós-teste. Por meio da intervenção realizada conseguiu-se eliminar as marcações no distrator *d*, que afirma que nenhum planeta pode ser visto da Terra, uma concepção equivocada sobre o Sistema Solar.

A quarta questão pergunta quais os planetas do Sistema Solar possuem anéis. Uma concepção inadequada, porém muito comum, é a de que apenas Saturno e Júpiter possuem anéis, havendo mais destaque na mídia e mesmo em programas de divulgação científica para o primeiro.

Isso justifica o fato dessa questão ter tido um dos menores índices de acerto no pré-teste, com várias marcações nestas opções (*a* e *b*). Observa-se também que há um conhecimento, ainda que rudimentar e incompleto, por parte dos estudantes sobre a existência de anéis em torno de alguns planetas, uma vez que o distrator *d*, que diz respeito à inexistência de anéis nos planetas do Sistema Solar, não foi assinalado em momento algum.

De fato, todos os planetas gigantes gasosos do Sistema Solar (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) possuem anéis e este fato foi muito enfatizado durante o filme, o que justifica o aumento significativo do índice de acerto da questão. Assim, percebe-se que

a atividade desenvolvida com o auxílio do planetário contribuiu para a mudança do distrator *b* para a opção correta.

Na quinta questão, pergunta-se qual o planeta mais quente do Sistema Solar. Mercúrio foi a opção mais marcada no pré-teste. Pensar que Mercúrio seja o planeta mais quente é um erro comum e compreensível, pois muitos sabem que este é o planeta mais próximo do Sol. Porém, o planeta mais quente é Vênus devido à sua atmosfera que cria um efeito estufa muito intenso.

Pode-se observar que a intervenção causou uma polarização das respostas em torno de dois itens, com a eliminação dos distratores mais evidentes. Contudo, houve ainda uma quantidade considerável de marcações no distrator *a*, que é exatamente o planeta Mercúrio. Isso mostra o quanto essa preconceção é extremamente arraigada.

A sexta questão pergunta o que é a grande mancha vermelha em Júpiter. O índice de acerto dessa questão no pré-teste foi satisfatório, uma vez que não podemos tomar essa informação como trivial no nível escolar em que estão os estudantes participantes da atividade.

Acredita-se que as opções contribuíram para que os alunos alcançassem a resposta correta. No pós-teste, nenhum aluno errou a questão. No filme exibido, a mancha de Júpiter tem certo destaque e é mencionado que se trata de uma tempestade que já dura 400 anos, fato que impressiona os alunos e contribui para a retenção da informação, eliminando o efeito dos distratores da questão.

A sétima questão aborda, em quatro itens para serem avaliados como verdadeiros ou falsos, características específicas dos planetas, presentes na grande maioria dos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. A média de acerto dos itens que compõem essa questão foi a mais elevada no pré-teste. Isso indica que os alunos, em geral, possuem informações e conhecimentos específicos sobre os planetas do Sistema Solar. No pós-teste, a média de acerto se manteve elevada, porém registrou um aumento menor em relação às demais questões.

Finalmente, nota-se a presença de dois distratores que não receberam nenhuma marcação no pré-teste. No pós-teste, por sua vez, tal número sobe para dez, o que nos permite inferir que a intervenção foi eficaz para que os estudantes pudessem sofisticar suas concepções acerca do Sistema Solar, levando-os a não incorrerem no mesmo erro.

A intervenção mostrou-se útil, também, para que se possa identificar preconceções que os estudantes possuem, seja devido ao senso comum, seja devido a informações distorcidas ou incompletas fornecidas pela mídia ou mesmo por textos didáticos.

Identificar e reconhecer a existência de tais preconceções é extremamente importante para que se possa aprimorar não somente nossa abordagem acerca de determinados assuntos da Astronomia, ou qualquer ramo do conhecimento, mas também para auxiliar na elaboração de atividades e materiais didáticos que possam ser desenvolvidos em sala de aula, mesmo sem o recurso de um dispositivo sofisticado como um planetário.

Assim, pode-se denotar que o desenvolvimento de atividades e intervenções em ambientes não formais de ensino e aprendizagem como um planetário são extremamente úteis não apenas como um meio inovador e atrativo de se aprender, e também, para se preparar melhor futuros professores.

5 Considerações finais

Os planetários vêm consolidando um papel de destaque na educação não formal nos últimos anos. Faz-se necessário, portanto, investigar as potencialidades deste ambiente atraente e dinâmico para o ensino de Astronomia. Tendo em vista os objetivos deste trabalho, desenvolveu-se uma atividade apoiada em um dos recursos dos projetores digitais que é a exibição de filmes em formato *fulldome*, específicos para projeções em cúpulas.

Comparando-se os resultados do pré e do pós-teste, é possível verificar que a atividade desenvolvida no planetário da UFSJ contribuiu de forma significativa para o aumento no desempenho dos estudantes, indicando, de uma forma muito promissora, que o uso do planetário tem grande potencial para contribuir de maneira relevante com os processos de ensino e aprendizagem.

A média das notas obtidas no questionário aumentou de 39% para 84% e com o índice de acerto mínimo das questões do pós-teste de 64%. Todos os alunos que puderam aumentar suas notas o fizeram no pós-teste, demonstrando que a atividade contribuiu para aumentar o conhecimento dos alunos sobre os planetas do Sistema Solar. A partir destes resultados iniciais, pode-se intuir que o desenvolvimento sistemático de atividades no planetário tem potencial para fomentar a discussão de tópicos relevantes da Astronomia com estudantes do Ensino Médio, não apenas despertando seu interesse, como também, contribuindo para a consolidação do seu conhecimento.

A análise da atratividade dos itens nos testes, sobretudo dos distratores de cada uma das questões, revelou que, tão importante quanto a diferença do desempenho dos estudantes nos testes, foi verificar que a atividade desenvolvida contribuiu para a superação de algumas concepções inadequadas sobre os temas abordados.

O objetivo da nossa pesquisa não se limita apenas à simples identificação de resultados numéricos de quantidade de acertos no pré e no pós-teste, mas também, visa contribuir para a elaboração de estratégias de ensino e formas de condução das discussões oriundas das sessões do planetário.

Pode-se destacar o aspecto comportamental dos estudantes durante a sessão de cúpula. Ao contrário do ambiente normalmente inerte de vários espaços formais de educação, o planetário apresenta-se como um espaço que favorece o questionamento, as discussões e a interação entre os participantes.

Defende-se, assim como Elias, Amaral e Araújo (2007) que as instituições de ensino não podem se considerar como espaços únicos onde se possa interagir com o conhecimento científico. Deve-se buscar trabalhar também, com frequência cada vez maior, nos espaços não formais de educação. Espaços como o planetário criam condições para o ensino por meio de metodologias e currículos flexíveis, colocando o aluno como centro dos processos de ensino e de aprendizagem, por meio do desenvolvimento de diversas atividades que permitem, além da interação e da troca de informações entre indivíduos, o desenvolvimento da curiosidade e do questionamento nos estudantes.

Convém ressaltar que nosso estudo possui limitações, sobretudo advindas do formato de avaliação da aprendizagem utilizado. O questionário foi elaborado, no formato de questões de múltipla escolha, com questões cujas respostas eram

apresentadas ao longo do filme e aplicado após a sessão. Estes aspectos, somados ao fato de que o pré e pós-teste tenham sido iguais, podem levar a crer que o efeito da memorização foi preponderante no resultado do pós-teste. Para se obter evidências de aprendizagens duradoras e minimizar os efeitos da memorização, pode-se, por exemplo, aplicar um segundo pós-teste, com um intervalo de tempo maior.

A atividade desenvolvida mostrou-se profícua para o estabelecimento de elos entre o planetário e as escolas de educação básica. Aproveitando-se dos recursos multimídias do planetário, novas atividades integradoras estão sendo elaboradas, explorando temas potencialmente interdisciplinares como vida microscópica, água e floresta, grandes inventos da história, o ser humano e seus sentidos etc.

Segundo Moreira (2011), as experiências audiovisuais e o contato com ambientes diversos ao do escolar podem levar os estudantes a interpretar o mundo de um ponto de vista científico, contribuindo para compreensão de aspectos históricos, culturais, ambientais e sociais das ciências de forma geral.

Os resultados alcançados corroboram pesquisas já realizadas que indicam que planetários possuem um bom potencial a ser explorado, como espaços de educação não formal, para a identificação de preconceções e a construção do conhecimento em Astronomia. Em razão disso, mais pesquisas são necessárias para definir melhor o papel dos planetários como ambiente não formal e toda a sua capacidade para a promoção do ensino de Ciências e de Astronomia.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

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

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação.** Brasília: MEC, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (3º e 4º ciclos do ensino fundamental).** Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília: MEC, 2000.

DARROZ, LUIZ M.; SANTOS, F. M. T. Astronomia: uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de astronomia na formação de professores em nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.1, p.104-130, 2013.

ELIAS, D. C. N.; AMARAL, L. H.; ARAÚJO, M. S. T. Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do Parque Ibirapuera. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.7, n.1, 2007.

FALCÃO, D. A divulgação da astronomia em observatórios e planetários no Brasil. **ComCiência**, n.112, 2009.

FREITAS, R. A.; GERMANO, A. S. M.; AROCA, S. C. Um estudo das pesquisas em ensino e divulgação de astronomia em espaços não formais de educação no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

GAFFNEY, V. et al. Time and a Place: A luni-solar 'time-reckoner' from 8th Millennium BC Scotland. **Internet Archaeology**, v.34, 2013.

GASPAR, A. O ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.9, n.2, p.157-163, 1992.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Atlas: São Paulo, 2008.

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

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, v.7, n.1, 2008.

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

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino em Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.86-111, 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Ciências Naturais e a formação de Professores: Potencialidades do ensino não formal de Astronomia. In: NARDI, Roberto (Org.) **Ensino de Ciências e Matemática I: Temas sobre Formação de Professores**. São Paulo: Cultura Acadêmica-UNESP, 2009a. p.225-241.

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

LUCARELLI, E. Um desafio institucional: inovação e formação pedagógica do docente universitário. In: CASTANHO, S., CASTANHO, M. **O que há de novo na educação superior: do projeto pedagógico à prática transformadora**. Campinas: Papirus, 2000.

MARANDINO, M. et al. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2004, [s. l.]. **Atas...** [s. l.], 2004.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. Instituições de educação não-formal de Astronomia no Brasil e sua distribuição no território nacional. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.20, p.37-58, 2015.

MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, [s. l.]. **Atas...** [s. l.], 2009. p.1-7.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2.ed. São Paulo: Pedagógica Universitária, 2011.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino**. Porto Alegre: Dos Autores, 2008. Disponível em:<http://pesquisaemeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/fetch/52798222/pesquisa_quantitativa_em_ensino.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

OLIVEIRA, G. M. O ensino de ciências em planetários: perspectiva interdisciplinar sobre as sessões de cúpula. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Cruzeiro do Sul. 2010.

PAGANO, M.; GAUVREAU, K. **Princípios de Bioestatística**, São Paulo: Thomson Learning, 2004.

PIEKARZ, A.H. et al. Adaptação e validação de um teste diagnóstico de concepções espontâneas em mecânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba, 2003.

PORTO, F. S.; ZIMMERMAN, E.; HARTMANN, A. M. Exposições museológicas para aprendizagem de Física em espaços formais de educação: um estudo de caso. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.27, n. 1, p. 26-62, 2010.

ROMANZINI, J.; BATISTA, I. L. Os planetários como ambientes não-formais para o ensino de ciências. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. Florianópolis. **Atas...** Florianópolis, 2009.

SPIEGEL, M. R. **Estatística - Coleção Schaum**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

VILAÇA, J.; LANGHI, R.; NARDI, R. Planetários enquanto espaços formais/não-formais de ensino, pesquisa e formação de professores. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

Artigo recebido em 27/01/2017.

Aceito em 23/05/2017.