

AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA CARAVANA ASTRONÔMICA NO MUNICÍPIO DE GUANHÃES, MINAS GERAIS, BRASIL, POR MEIO DE PMM

Ana Cristina Sanches Diniz¹, Peter Leroy Faria², Jéssica Alves Leite Dutra³

¹PUC Minas / Setor de Educação do Museu PUC Minas e GAIA – Grupo de Astronomia e Astrofísica PUC Minas, anacristinasanches@pucminas.br

² PUC Minas / Departamento de Física e GAIA – Grupo de Astronomia e Astrofísica PUC Minas, leroy@pucminas.br

³ PUC Minas / GAIA – Grupo de Astronomia e Astrofísica PUC Minas, jessicaalves_15@yahoo.com.br

Resumo

A Astronomia é e sempre foi motivo de fascínio e curiosidade em crianças e adultos. Iniciativas não formais como exposições interativas, observações astronômicas e planetários, contribuem para a difusão da Astronomia para a população em geral, além de auxiliar a comunidade escolar, em especial os professores, em sua tarefa de ensinar Astronomia, a qual eles nem sempre estão preparados. É indiscutível a importância e a necessidade de avaliação do processo de aprendizagem decorrente de ações não formais, visando o seu desenvolvimento e aprimoramento contínuo. O presente trabalho apresenta resultados preliminares da avaliação da aprendizagem na “Caravana Astronômica”, realizada em Guanhanes, Minas Gerais, Brasil, em maio de 2011. Este evento de difusão da Astronomia acontece desde 2010, em cidades do interior de Minas Gerais e é realizado pelo GAIA – Grupo de Astronomia e Astrofísica PUC Minas e CEICE – Centro de Ensino Interativo de Ciências “Experimental”, com recursos do CNPQ e Fapemig. Para a coleta de dados foi utilizada a técnica PMM (Personal Meaning Mapping), instrumento de mapeamento de conceito, baseado em teorias construtivistas de aprendizagem (Falk e Storksdieck, 2005). Em uma análise preliminar dos mapas de conceitos, é possível perceber que ocorre aprendizagem durante todas as ações promovidas na Caravana Astronômica, pois, apesar da técnica ter sido aplicada antes e após as sessões nos planetários, os conceitos e palavras escritos pelos alunos não só se referem aos temas abordados nos planetários, como também aos assuntos das palestras, observações, oficinas e teatro com os quais eles tiveram contato durante o evento. A técnica PMM foi aplicada em um grupo aleatório de alunos, de cada escola que participou do evento. Ao todo foram quatro escolas, 776 alunos e 78 mapas construídos (10% do total de alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental).

Palavras-chave: divulgação da Astronomia, avaliação, aprendizagem, PMM.

Introdução

O conhecimento científico é elemento fundamental na formação de cidadãos conscientes e ativos no processo do desenvolvimento da humanidade. Nos tempos atuais, é fundamental o estabelecimento de uma nova relação entre ciência e população, por meio da difusão de conhecimentos científicos básicos em todas as culturas e todos os setores da sociedade, a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adoção de medidas relativas à aplicação dos novos conhecimentos. (Declaração sobre a Ciência e o Uso do Saber Científico. World Conference on Science, Budapeste, 1999),

A Astronomia é e sempre foi motivo de fascínio e curiosidade em crianças e adultos. O ensino de Astronomia é uma excelente estratégia para “se promover uma iniciação à Ciência que seja altamente motivadora, que mostre como a natureza é bela, interessante e desconhecida, usando o fio condutor da Astronomia, tarefa para a qual ela se mostra especialmente talhada.” (BISCH, 1998).

Iniciativas não formais como exposições interativas, observações astronômicas e planetários, contribuem para a difusão da Astronomia para a população em geral, além de auxiliar a comunidade escolar, em especial os professores, em sua tarefa de ensinar Astronomia, a qual eles nem sempre estão preparados. O ensino não formal conta com algumas especificidades que facilitam a aprendizagem: atuação interdisciplinar e mecanismos de ensinar que permitem a participação ativa do educando e promovem a comunicação entre as áreas do conhecimento.

Caravanas Astronômicas

O Projeto “Caravana Astronômica” foi aprovado pelo CNPQ e Fapemig com a meta de difundir a Astronomia em vinte e dois municípios diferentes do interior de Minas Gerais, no período de julho de 2010 a julho de 2013.

Este evento acontece em cidades onde o ensino de Astronomia é deficiente ou inexistente. É realizado pelo GAIA – Grupo de Astronomia e Astrofísica PUC Minas e CEICE – Centro de Ensino Interativo de Ciências “Experimentário”.

Para organização do evento nos municípios, são enviadas, por e-mail, planilhas em Word e apresentações em ppt, contendo a programação, descrição das atividades e capacidade de atendimento, bem como imagens das ações, e detalhes sobre a infra-estrutura necessária.

Os municípios que possuem o interesse em receber a Caravana Astronômica são responsáveis pela mobilização e divulgação das atividades, agendamento das escolas, além da hospedagem e alimentação da equipe e fornecimento de espaço e estrutura necessária para instalação dos equipamentos e desenvolvimento das atividades.

A Caravana chega ao município em uma sexta-feira no final da tarde e começa o atendimento ao público às 19 horas, encerrando, neste dia, às 22:00, para reiniciar no sábado, às 09:00, com intervalos para almoço e jantar, finalizando as atividades novamente às 22:00. A capacidade total de atendimento neste período é de, em média, 1500 pessoas.

Ações da Caravana Astronômica

A capacidade de atendimento da Caravana Astronômica é de 240 pessoas em duas horas, que passam por um circuito de ações educativas, palestras, teatro educativo, oficinas e vivências, voltadas para a difusão da Astronomia, de forma prazerosa e interativa.

Os participantes são distribuídos em grupos, de acordo com a capacidade de cada atividade. A Figura 1 apresenta algumas imagens das ações da Caravana Astronômica.

Figura 1 – Imagens de ações de Caravanas Astronômicas

Fonte: Fotos de Ana C. S. Diniz

A seguir estão descritas, de forma sucinta, as ações da Caravana Astronômica, bem como a capacidade de atendimento de cada uma.

As Sessões de Cúpula em dois Planetários Móveis possuem como tópico principal a projeção do céu da noite, com abordagem a temas como orientação celeste, diferença entre planetas e estrelas, conceito e identificação de constelações ocidentais e indígenas, além de lendas correspondentes à Constelação de Órion e Escorpião e à Constelação da Ema (tupi-guarani). As sessões de planetário duram, em média, 30 minutos e têm a capacidade de atendimento de 70 pessoas (40 em um planetário e 30 no outro).

Durante as oficinas de carta celeste os participantes das Caravanas recebem cartas celestes desmontadas e aprendem a montá-las, além de receberem orientações teóricas e práticas sobre a sua utilização. São dois tipos de cartas distribuídas: uma com representações de constelações ocidentais e a outra com constelações indígenas. Nos roteiros noturnos, esta oficina acontece em paralelo à observação, denominada carinhosamente pelos educadores como “céu”, pois é o momento de observar o céu a olho nu com auxílio das cartas celestes. São ministradas duas oficinas ao mesmo tempo, com capacidade de atendimento de 50 pessoas, 25 em cada oficina.

Com o auxílio de um globo terrestre, uma lâmpada e uma bolinha de isopor que representam, respectivamente, a Terra, o Sol e a Lua, são simulados os eclipses e fases da Lua, além de fornecidas explicações sobre as estações do ano, fenômenos comuns ao cotidiano das pessoas. Esta ação de demonstração dos fenômenos celestes atende 20 pessoas em 30 minutos.

As palestras são ministradas para um público de, em média, 100 pessoas. São dois tipos de palestras. O primeiro, voltado para o público infanto-juvenil, tem como tema eixo as Dimensões do Universo, iniciando com o Sistema Solar, o Sol e estrelas vizinhas, Galáxias e finalizando com o Universo em grande escala. O segundo tipo de palestra, voltado para o público adulto, são temas do seu cotidiano, como os fenômenos das Estações do Ano e fases da Lua.

Na seqüência da palestra para o público infanto-juvenil acontece a apresentação do Jovem Galileu. Com um humor peculiar do ator que desenvolve o personagem, a história verdadeira de Galileu Galilei é contada aos participantes da Caravana, em quatro atos, cada um correspondente a um objetivo: trabalhar a atitude científica, promover a desmistificação do cientista, desenvolver o conceito de ciência e relacionar política, sociedade e religião. A palestra e teatro educativo têm uma hora de duração.

Outra ação educativa que encanta o público é a observação do céu com telescópios. As observações atendem, normalmente, o público que já passou pelas outras atividades, como palestra e planetário, além do público espontâneo, que procura pela Caravana, inicialmente, para observação do céu através do telescópio, pois alegam ser esta uma experiência inédita em suas vidas. Os educadores auxiliam o público a observar planetas, constelações, aglomerados e outros corpos celestes visíveis naquele horário. Ao todo são dez telescópios e cada um atende 20 pessoas em 30 minutos.

Ainda faz parte do circuito de atividades da Caravana Astronômica a exposição de banners denominada “Paisagens Cósmicas”, doada pela IAU - International Astronomical Union, para os nós locais, em 2009, no Ano Internacional da Astronomia. A exposição conta com imagens da formação do Universo, dos planetas do Sistema Solar e de algumas galáxias. Possui capacidade de atendimento de até 20 pessoas durante 15 a 20 minutos.

O circuito da Caravana Astronômica é intenso e muito rico de informações. A intenção é que o máximo de conhecimento básico acerca da Astronomia alcance o máximo de pessoas possível. Os roteiros são organizados de forma que todos participem de todas as atividades.

Personal Meaning Mapping (Mapa de Significados Pessoais)

Concomitantes ao crescente processo de divulgação científica e tecnológica, evoluem estudos acerca da avaliação da eficácia das ações e da aprendizagem decorrente de tais iniciativas. Em meio a debates em rede, encontros, cursos de formação, dentre outros, emergem metodologias avaliativas fundamentais para a melhoria contínua das propostas, contribuindo não só para a formação dos atores que trabalham diretamente com a comunicação da ciência e da tecnologia, como também incrementando o processo de aprendizagem dos participantes.

O Modelo Contextual de Aprendizagem de Falk e Dierking's foi considerado o mais adequado para avaliação da aprendizagem dos participantes da Caravana

Astronômica, uma vez que este é “utilizado como um método construtivista para a investigação da aprendizagem em exposições de livre escolha” (Falk e Storksdieck, 2005).

Em linhas gerais, este modelo de avaliação considera uma enorme gama de variáveis que influenciam na aprendizagem individual e coletiva dos participantes de ações não formais.

No intuito de avaliar o efeito das ações da Caravana na aprendizagem dos participantes do evento, em 2011, iniciou-se a aplicação da técnica PMM (Personal Meaning Mapping), instrumento de mapeamento de conceito, parte dos métodos empregados pelo Modelo Contextual de Aprendizagem de Falk e Dierking's. A aplicação do PMM permite uma coleta de dados mais abrangentes sobre os conceitos dos participantes da Caravana, pois, assim como as questões abertas de um questionário, permite aos entrevistados descreverem seu conhecimento acerca do assunto, sendo possível obter mais detalhes sobre o que se quer saber.

“Esta técnica permite vários procedimentos de análise de dados: a apreciação qualitativa do PMM individual, a identificação de padrões em conjuntos de PMM, a avaliação das alterações provocadas pela experiência, através da comparação entre o PMM inicial e final (vocabulário, categorias conceituais, concepção de conjunto do tema, expressão emocional), a codificação e o tratamento estatístico” (ADAMS, FALK E DIERKING 2003: 17, citado por DELICADO, CORTEZ, VALA, GAGO e CASALEIRO, 2009)

Segundo Falk & Storksdieck, (2005), PMM são projetados para medir a mudança na conceituação de um indivíduo segundo quatro dimensões: extensão, amplitude, profundidade e domínio, sendo que a medida “extensão” refere-se a alterações no número de palavras, medindo o aspecto mais básico de compreensão de um conceito por um indivíduo. A dimensão “amplitude” mede as categorias conceituais nas quais as palavras se distribuem. Amplitude, portanto, mede um aspecto fundamental da aprendizagem: que uma idéia ou fenômeno pode ser entendido em mais de um caminho. Profundidade mede a variação do grau de compreensão dentro de cada categoria sendo, portanto, uma medida de compreensão conceitual. Por fim, a quarta dimensão é o domínio, uma avaliação holística, que mede as mudanças na compreensão global do indivíduo.

As quatro dimensões acima descritas foram projetadas para serem independentes e medidas complementares de aprendizagem, capturando os diferentes aspectos do ganho cognitivo em um ambiente de livre aprendizagem. (FALK & STORKSDIECK, 2005)

Basicamente, a técnica PMM consiste em entregar um papel em branco para os participantes, onde serão fornecidas uma ou mais palavras-chave ou catalisadoras, que servem para impulsionar o processo de construção de conceitos. Os catalisadores utilizados nessa pesquisa foram as palavras “constelações” e “planetas”. A técnica PMM é aplicada junto aos participantes da Caravana Astronômica em dois momentos: antes e após as sessões de Planetário.

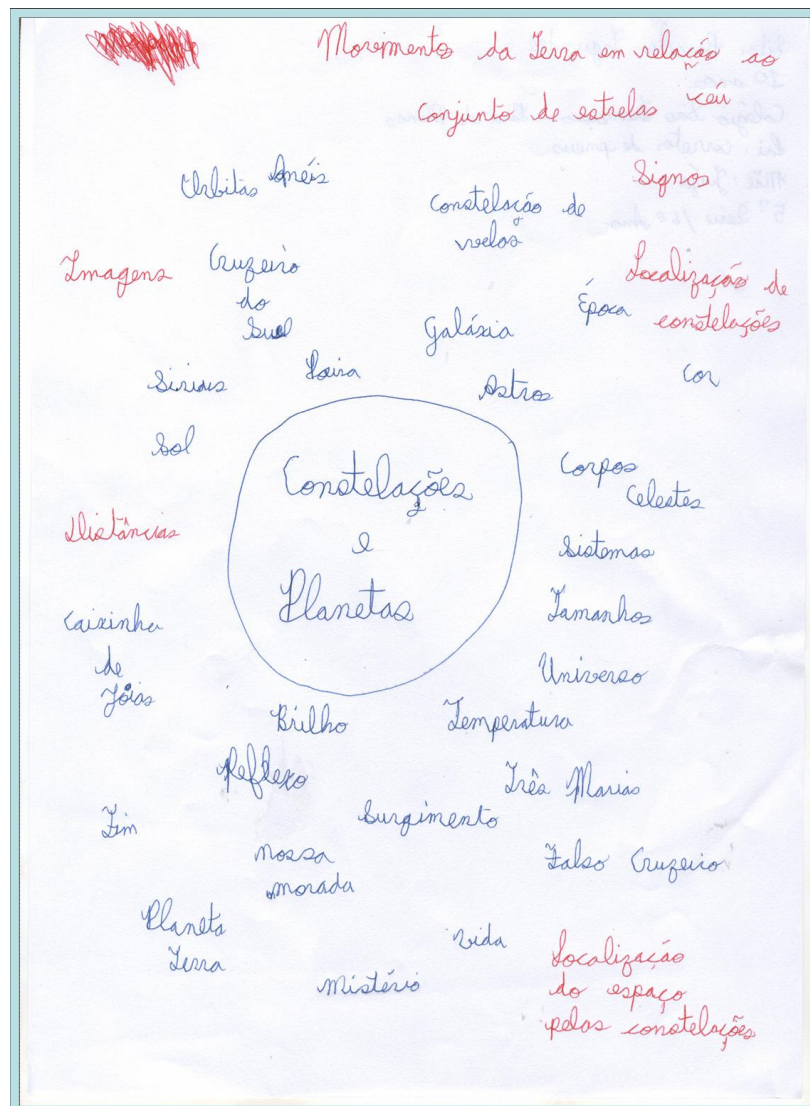
O material utilizado para construção do mapa de significados pessoais é composto de folhas em branco e canetas esferográficas de cores diferentes. Antes da sessão de planetário, no primeiro momento da pesquisa, os participantes são orientados a utilizar canetas de cor azul e escrever seu nome, idade, endereço, escola em que estuda e série, além da profissão dos pais. No centro da folha, com a mesma caneta, escrevem as palavras catalisadoras, circundando-as com um traço.

Após este procedimento, os participantes são orientados a escrever idéias (palavras e/ou frases) que surgem a partir dos catalisadores.

A segunda interferência com o público foi após a sessão de planetário, quando as pessoas recebem os mapas já trabalhados anteriormente, porém desta vez, com a orientação de acrescentar, utilizando canetas na cor vermelha ou preta, os novos conhecimentos adquiridos ou alterar conceitos que foram transformados pela vivência e contato com os conteúdos apresentados durante a sessão de planetário. A Figura 2 apresenta um exemplo de um PMM elaborado por um aluno de 10 anos.

Durante todas as atividades são observadas e anotadas as interferências referentes à participação do público, como perguntas, afirmações, sugestões ou histórias de seu cotidiano. Também são observadas e anotadas as principais temáticas abordadas pelos educadores em seu discurso de mediação das ações da Caravana Astronômica.

Figura 2 – PMM construído por um aluno de 10 anos



Fonte: Dados da pesquisa

Resultados e Discussões sobre a Avaliação da Aprendizagem na Caravana Astronômica de Guanhães, Minas Gerais, Brasil

A Caravana Astronômica esteve no município de Guanhães nos dias 20 e 21 de maio de 2011. A técnica PMM de avaliação da aprendizagem foi aplicada em um grupo aleatório de alunos, de cada escola que participou do evento durante o dia 21 de maio de 2011. Quatro escolas participaram da Caravana neste dia, totalizando 776 alunos e 78 mapas foram construídos (10% do total de alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental). Apenas uma das turmas que participaram da pesquisa, denominada amostra 2, esteve na observação com telescópios no dia 20 de maio e participou das demais atividades no dia 21 de maio de 2011.

Até o momento foram analisadas as dimensões “extensão” e “amplitude” apenas das palavras contidas nos mapas de 78 alunos.

O total de 370 palavras foi distribuído em 13 categorias, de acordo com o tipo de palavra. Cada categoria está caracterizada em dois momentos: antes e após a sessão no Planetário, com indicação de quais atividades o aluno participou anteriormente à sessão de planetário. Com isso, comparando aos conteúdos disponibilizados em cada ação educativa da Caravana, é possível compreender, além da quantidade de palavras por categoria, a fonte da qual o conhecimento foi adquirido, ou seja, de qual atividade da Caravana Astronômica o aluno obteve aquele conhecimento, antes de entrar no planetário.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de palavras por categoria, em cada fonte de conhecimento.

Tabela 1 – Quantidade de palavras (extensão) por categoria (amplitude) e fonte de conhecimento dos PMM de 04 amostras de alunos das escolas participantes da Caravana Astronômica em Guanhães, MG

Atividades	Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4	
	21 alunos		29 alunos		13 alunos		15 alunos	
	4o e 5o ano EF		5o ano EF		4o ano EF		4o ano EF	
	Palestra e teatro	Planetário	Palestra, teatro e observação com telescópios	Planetário	Demonstração das fases da lua	Planetário	Palestra, teatro e oficina de carta celeste	Planetário
Categorias de palavras	Número de palavras		Número de palavras		Número de palavras		Número de palavras	
<u>Nomes de Planetas</u>	25	8	28	6	33	2	51	0
<u>Nomes de Constelações</u>	3	10	10	15	0	2	20	1
Nomes de Satélites	1	4	3	3	8	0	2	0
Nomes de Estrelas	1	4	1	0	5	1	2	0
Nomes de Galáxias	0	0	2	0	0	0	0	0
<u>Nomes de outros corpos celestes</u>	14	8	26	0	12	1	5	0
Nomes de cientistas	0	0	2	0	0	0	0	0
<u>Fenômenos Celestes</u>	0	0	0	0	10	0	0	0
Relação com áreas do conhecimento	0	0	3	1	0	0	0	0
Forças e movimentos	0	0	0	0	5	0	0	0
Tecnologia	0	0	1	0	1	0	0	0
Ações	0	0	2	0	0	0	0	0
Nomes em geral	0	4	13	2	6	0	3	0
TOTAL	44	38	91	27	80	6	83	1
	78 PALAVRAS		120 PALAVRAS		86 PALAVRAS		84 PALAVRAS	

Fonte: Dados da pesquisa

As tabelas 2 a 5 apresentam as palavras referentes às categorias que foram representadas nos PMM antes e após as sessões de planetário.

Tabela 2 – Nomes de Planetas: antes e após o Planetário

Nomes de Planetas	Antes do Planetário	Após o Planetário
Júpiter	21	4
Marte	23	1
Mercúrio	6	2
Netuno	12	1
Saturno	17	2
Terra	35	1
Urano	13	1
Vênus	10	4
Total	137	16

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3 – Nomes de Constelações: antes e após o Planetário

Nomes de Constelações	Antes do Planetário	Após o Planetário
Áries	2	0
Cão Maior	2	0
Cão Menor	1	0
Centauro	1	0
Cruzeiro do Sul	12	7
Escorpião	3	6
Leão	4	0
Peixes	0	3
Três Marias	5	12
Touro	1	0
Virgem	2	0
Total	33	28

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 4 – Nomes de Estrelas: antes e após o Planetário

Nomes de Estrelas	Antes do Planetário	Após o Planetário
Sol	9	4
Estrela Alfa	0	1
Total	9	5

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 5 – Nomes de Corpos Celestes: antes e após o Planetário

Corpos Celestes	Antes do Planetário	Após o Planetário
Anéis	0	1
Asteroides	3	0
Buraco negro	2	0
Ciência	1	0
Estrela/estrelas	33	6
Meteorito	2	0
Meteoros	5	0
Planetas Gigantes	2	0
Plutão	5	4
Satélite	4	0
Total	57	11

Fonte: Dados da pesquisa

Na categoria Nomes de Satélites, a única palavra que apareceu, tanto antes, quanto após a sessão de planetário foi “Lua”.

O nome da Via Láctea (categoria “Nomes de Galáxias”) aparece apenas em dois mapas de alunos que participaram da observação do céu por meio de telescópios. No mesmo grupo de alunos (amostra 2), que também participaram da palestra e teatro, surgem dois nomes de cientistas: Copérnico e Galileu Galilei e aparece a palavra Astronomia quatro vezes, mostrando a aprendizagem com relação à história da ciência e a área de conhecimento com a qual eles estiveram em contato durante as atividades.

A categoria “Fenômenos Celestes” foi formada pelas seguintes palavras: estações do ano, eclipse, inverno, outono e quatro fases. A categoria “Forças e Movimentos” foi composta pelas seguintes palavras: gravidade, rotação e translação. As palavras destas categorias não apareceram em nenhum mapa, apenas nos mapas dos participantes da demonstração das fases da lua. Apesar destes conceitos apresentarem um caráter de relação indireta com os catalisadores (constelações e planetas), referem-se a fenômenos e conceitos do cotidiano dos alunos, porém o fato de eles não aparecerem em nenhum outro mapa, mostra que os alunos não estão estabelecendo esta relação, o que indica a importância deste tipo de atividade para transmissão destes conhecimentos.

Relacionada à tecnologia, aparece a palavra “luneta” e a ações, as palavras pesquisa e experiência, todas referentes a conteúdos da palestra e teatro.

As categorias “Nomes de Planetas”, “Nomes de Constelações” e “Nomes de Outros Corpos Celestes” são as que apresentam maior número de palavras – 153, 61 e 68, respectivamente. Isto pode indicar que os nomes são os primeiros a serem capturados pela memória dos alunos.

Considerações Finais

Conclui-se que, com a aplicação da técnica PMM foi possível colher dados acerca dos conhecimentos adquiridos pelos alunos participantes da Caravana Astronômica. As palavras escritas pelos alunos referem-se aos temas abordados em todas as atividades das quais eles participaram.

Percebe-se, em linhas gerais, que os alunos acrescentaram mais palavras em seu vocabulário. Porém os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que, em atividades experimentais, práticas e *hands on*, como as oficinas de carta celeste, demonstração das fases da lua e observação com telescópios, os participantes da faixa etária pesquisada, escrevem maior número de palavras em seus PMM, obtendo maior aprendizagem com relação à medida de extensão.

Um outro trabalho semelhante a este, de investigação da aprendizagem de alunos do 6º ano do Ensino Fundamental nas sessões do Planetário no Museu de Ciências Naturais PUC Minas, aponta resultados bem diferentes, pois os alunos só participaram das sessões de planetário, sem nenhuma preparação ou contextualização realizada previamente a esta atividade. Neste estudo, que culminou em um Trabalho de Conclusão de Curso, apareceu uma gama de palavras nos PMM, sem relação nenhuma com os catalisadores. Em comparação com os resultados do presente trabalho, nos quais não apareceu nenhuma palavra sem relação com os conteúdos, entende-se que a aliança entre diversas atividades de divulgação da Astronomia contribuem para uma aprendizagem mais significativa, ampliando e direcionando os conceitos dos alunos, além de contextualizá-los e reforçar conteúdos antes, durante e após cada uma das atividades.

Falk & Storksdieck (2005) observam que muito do que é aprendido provavelmente não se consolida na memória imediatamente, ficando indisponível para os indivíduos. Tendo como base esta afirmativa, considerando que a técnica PMM é aplicada imediatamente após as atividades das Caravanas e, ainda, tendo em vista a sugestão dos referidos autores, de que existe a necessidade de capturar mais dados através de acompanhamento e investigações subseqüentes, pretende-se dar continuidade a estas avaliações, retornando aos municípios, fazendo parceria com os professores e instituições envolvidas com o projeto, para obtenção de mais dados e, conseqüentemente, comparação dos efeitos da divulgação científica na vida dos participantes das Caravanas Astronômicas em médio e longo prazo.

Referências

BISCH, Sérgio Mascarello. **Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores**. 1998. 310fl. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo.

DELICADO, A., CORTEZ, A., VALA, F., GAGO, M. M., CASALEIRO, P. **Comunicar Ciência Numa Exposição: Uma Avaliação Exploratória de A Evolução de Darwin Através de PMM**. Actas do I Seminário de Investigação em Museologia dos Países de Língua Portuguesa e Espanhola, Volume 2, pp. 8-18. U.Porto, 12 a 14 de outubro de 2009

BUDAPESTE, 1999. **Declaração sobre a Ciência e o Uso do Saber Científico** (World Conference on Science). Disponível em:
http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm#sociedad:

FALK, J., STORKSDIECK, M. **Using the Contextual Model of Learning to Understand Visitor Learning from a Science Center Exhibition**. DOI 10.1002/sce.20078. Published online 18 July 2005 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).