

EXPLORANDO APRENDIZAGENS DE ALUNOS DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE ASTRONOMIA COM O AUXÍLIO DE UM PLANETÁRIO MÓVEL

Exploring primary school children's learning about Astronomy with a mobile planetarium

Alessandro Damásio Trani Gomes [alessandrogomes@ufsj.edu.br]

Fernando Otávio Coelho[focoelho@ufsj.edu.br]

Universidade Federal de São João del-Rei

Departamento de Ciências Naturais

Campus Dom Bosco

Praça Dom Helvécio, 74 - Fábricas

36301-160 - São João del-Rei – MG

Recebido em: 04/06/2019

Aceito em: 05/02/2020

Resumo

Este trabalho tem por objetivo analisar as aprendizagens de alunos do Ensino Fundamental de uma escola estadual de Minas Gerais decorrentes de sessões de cúpula realizadas com um planetário móvel. A pesquisa foi fundamentada teórica e metodologicamente pelos trabalhos de Knud Illeris sobre aprendizagem humana e pelo Modelo Contextual de Aprendizagem de Falk e Storksdieck. Por meio de desenhos, as concepções dos participantes sobre o que existe no espaço foram identificadas antes e após a sessão com o planetário, permitindo estabelecer comparações qualitativas entre os desenhos de cada um dos participantes. Os resultados sugerem que a sessão de cúpula contribuiu para a aprendizagem dos participantes, que, no geral, desenvolveram concepções mais sofisticadas sobre os astros celestes. Também são discutidas as implicações educacionais e novas possibilidades de pesquisa na área.

Palavras-chave: Astronomia; Planetário; Ensino Fundamental; Educação não formal.

Abstract

This work analyzes the learning of Elementary School students from a state school in Minas Gerais resulting from mobile planetarium sessions. This research was based theoretically and methodologically by the works of Knud Illeris on human learning and the Contextual Model of Learning developed by Falk and Storksdieck. By means of drawings, the participants' conceptions of what exists in space were identified before and after the planetarium's session, allowing qualitative comparisons between each participant's drawings. The results suggest that the activity in the planetarium contributed to participants' learning, which in general developed more sophisticated conceptions about the celestial bodies. The educational implications and new research possibilities in the area are also discussed.

Keywords: Astronomy; Planetarium; Non-formal Education.

Introdução

As diretrizes curriculares vigentes para o ensino de Ciências em diversos países, inclusive no Brasil, enfatizam que os alunos do Ensino Fundamental devam aprender sobre os padrões resultantes de movimentos celestes, como dia e noite, mudança sazonal da duração do dia e as diferentes posições das estrelas em diferentes momentos. Tais conhecimentos são fundamentais não só para a compreensão do mundo natural, mas também pode funcionar como um importante estímulo para o desenvolvimento de hábitos mentais científicos, como o uso de evidências para responder a perguntas sobre o mundo ao nosso redor (Brasil, 2018; NRC, 2013).

As crianças têm experiências diárias de observação de eventos celestes simplesmente observando o Sol e a Lua se deslocando pelo céu ou observando o surgimento de estrelas e planetas ao entardecer. Há diversas pesquisas que indicam que os alunos chegam ao Ensino Fundamental com concepções ou ideias intuitivas pessoais resultantes dessas experiências cotidianas (Driver et al., 1994; Langhi, 2011; Vosniadou & Brewer, 1994). Frequentemente, essas concepções, incluindo compreensões sobre a causa das estações do ano, fases da Lua, os movimentos aparentes do Sol e da Lua, o movimento das estrelas durante a noite, contrastam com visões cientificamente mais adequadas. Essas concepções podem ser resistentes a mudanças por meio de estratégias de ensino convencionais e representam um obstáculo para o desenvolvimento de compreensões mais sofisticadas sobre os eventos naturais (Mortimer, 1996; Mills, Tomas & Lewthwaite, 2016; Slater, Morris & Mckinnon, 2018).

Considerando a grande importância histórica, tecnológica, cultural e científica da Astronomia, ela ainda carece de mais espaço nos currículos das escolas no Brasil. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indica, assim como os Parâmetros Curriculares Nacionais o faziam, que os conteúdos relativos à Astronomia devam ser ensinados no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, o que não se observa de forma satisfatória devido a uma série de fatores já apontados pela literatura (Carvalho et al., 2016; Gonzatti et al., 2013; Langhi & Nardi, 2007, 2009; Langhi, 2011).

Sendo assim, dada a grande distância entre o que está proposto nos documentos oficiais em relação ao ensino de Astronomia e a prática escolar, cuja superação se tem mostrado difícil de ocorrer, espaços não formais de educação possuem, cada vez mais, um papel importante no processo de promoção da Astronomia e da divulgação científica.

Segundo Zanetic e Alves (2008, p.5),

em busca de alternativas que contribuam para sanar, ao menos em parte, as deficiências identificadas no processo de ensino-aprendizagem da Astronomia seja em período escolar ou posterior, propomos um olhar diferenciado para esses espaços de ações coletivas e não formais (planetários fixos e móveis, observatórios, clubes de astronomia amadora e centros de divulgação). Assim, uma importante complementaridade entre esses diferentes espaços de aprendizagem mostra-se cada vez mais evidente, possibilitando a realização de atividades práticas e lúdicas basicamente inexistentes no sistema formal de ensino.

Os planetários são exemplos de espaços não formais de ensino. Estes são ambientes adequados para pessoas de todas as idades aprenderem sobre fenômenos astronômicos básicos, muitos dos quais são difíceis de serem visualizados, porque acontecem lentamente ao longo de horas, dias ou até mesmo anos. Como o planetário pode acelerar ou mudar o referencial de apresentação desses movimentos, estes fenômenos se tornam mais concretos e visíveis.

Este trabalho tem por objetivo analisar as aprendizagens decorrentes de sessões de cúpula realizadas com um planetário móvel das quais participaram alunos do Ensino Fundamental de uma escola estadual de uma cidade no interior de Minas Gerais. A teoria sobre aprendizagem de Illeris (2007; 2013) e o Modelo Contextual de Aprendizagem de Falk e Storksdieck (2005) oferecem o referencial teórico-metodológico que suporta esta pesquisa.

Este trabalho se justifica pois, segundo Plemmer e colaboradores (2015), apesar da longa história de pesquisa sobre planetários, sobretudo europeia e estadunidense, há muitas perguntas sem respostas sobre o papel que os planetários podem desempenhar na aprendizagem de conceitos astronômicos dos diversos públicos aos quais os planetários se destinam.

Segundo Oliveira (2010, p. 47), 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.

O ensino da Astronomia no Ensino Fundamental, a educação não-formal e os planetários

Com nove anos de duração, o Ensino Fundamental é a etapa mais longa da Educação Básica, atendendo crianças e adolescentes entre 06 e 14 anos. Segundo a Resolução MEC/CNE/CEB Nº07/2010, ao cursá-lo, os alunos passam por uma série de mudanças relacionadas a diversos aspectos (físicos, afetivos, sociais, cognitivos, emocionais etc.), o que impõem desafios à elaboração de currículos para essa etapa de escolarização (Brasil, 2010).

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) propõe, para a elaboração dos currículos de Ciências, três unidades temáticas que são estudadas ao longo de todo o Ensino Fundamental, visando assegurar as aprendizagens essenciais para os estudantes e com o objetivo de desenvolver um indivíduo consciente dos fenômenos naturais e de sua responsabilidade com o meio ambiente. São elas: ‘Matéria e energia’; ‘Vida e evolução’; ‘Terra e Universo’. “As unidades temáticas definem um arranjo dos objetos de conhecimento ao longo do Ensino Fundamental adequado às especificidades dos diferentes componentes curriculares” (p.29).

Segundo a BNCC, os estudantes do Ensino Fundamental se interessam pelos objetos celestes, muito por conta da exploração e valorização dessa temática pelos meios de comunicação e pela presença no cotidiano dos alunos. Portanto, intervenções pedagógicas, voltadas para o desenvolvimento de conteúdos relacionados à Astronomia, neste nível de ensino, teria como objetivo

aguçar ainda mais a curiosidade das crianças pelos fenômenos naturais e desenvolver o pensamento espacial a partir das experiências cotidianas de observação do céu e dos fenômenos a elas relacionados. A sistematização dessas observações e o uso adequado dos sistemas de referência permitem a identificação de fenômenos e regularidades que deram à humanidade, em diferentes culturas, maior autonomia na regulação da agricultura, na conquista de novos espaços, na construção de calendários etc (BRASIL, 2018, p. 326).

No Quadro 1 está a sugestão da BNCC para a organização do conhecimento referente à unidade temática ‘Terra e Universo’ e seus objetos de conhecimento relacionados diretamente à Astronomia, ao longo dos anos iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano), bem como suas habilidades específicas, que expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares.

Percebe-se que, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o ensino da Astronomia centra-se, sobretudo, no sistema Sol-Terra-Lua, nos movimentos cíclicos da Lua e da Terra e suas consequências. A identificação das escalas de tempo e dos pontos cardeais são contextualizadas por meio de observações de fenômenos celestes cotidianos (fases da Lua, nascer e pôr do Sol). Busca-se também a compreensão das características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes. Incentiva-se a observação das constelações e de alguns planetas do Sistema Solar por meio de dispositivos de observação ou a olho desarmado.

Quadro 1: Habilidades relativas à unidade temática ‘Terra e Universo’

Unidade Temática: Terra e Universo		
Ano	Objetos de Conhecimento	Habilidades
1º	Escalas de tempo	(EF01CI05) Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos.
2º	Movimento aparente do Sol no céu	(EF02CI07) Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada.
3º	Características da Terra Observação do céu	(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.). (EF03CI08) Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.
4º	Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura	(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon). (EF04CI10) Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola. (EF04CI11) Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas.
5º	Constelações e mapas celestes Movimento de rotação da Terra Periodicidade das fases da Lua Instrumentos óticos	(EF05CI10) Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite. (EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra. (EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses. (EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para

		observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.
--	--	---

Fonte: Brasil (2018).

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. Para Vieira, Bianconi e Dias (2005, p. 21),

a educação não-formal pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido.

Ainda segundo Vieira, Bianconi e Dias (2005), espaços como museus de ciências, observatórios, clubes de astronomia e planetários “oferecem a oportunidade de suprir, ao menos em parte, algumas das carências da escola como a falta de laboratórios, recursos audiovisuais, entre outros, conhecidos por estimular o aprendizado” (p. 21).

Planetários móveis objetivam a divulgação científica, possibilitam a conexão de pessoas à Ciência, dão às Ciências, em especial à Astronomia, presença na comunidade e oferecem às pessoas de todas as idades e classe social a oportunidade de fazerem perguntas, discutir e explorar conceitos científicos. Assim, necessariamente, as atividades desenvolvidas em um planetário móvel são interativas e buscam a comunicação com um público diversificado. Na aprendizagem alcançada em um planetário móvel para divulgação científica, o contexto social por ele proporcionado desempenha um importante papel, e configura-se como oportunidade para o crescimento e desenvolvimento pessoal, assim como ampliação da visão de mundo.

Um planetário é constituído por um projetor no centro de uma cúpula abobadada onde são feitas a projeção de softwares e de conteúdos audiovisuais. Segundo Yu (2005, p. 6), “a combinação de ambientes virtuais e tecnologias de projeção full-dome (em planetários digitais) resulta em uma oportunidade única para o ensino de Astronomia, o que não é possível em nenhum outro ambiente.”

Os planetários têm o potencial de mediar a aprendizagem, fornecendo experiências sensoriais incomuns e intensas que focam a atenção do público. Ambientes imersivos, como os planetários, dão aos participantes uma sensação de pertença, que se correlacionam positivamente com a atenção, o que pode resultar em níveis mais elevados de aprendizagens. A pesquisa educacional, incluindo estudos conduzidos em planetários, indica que experiências ativas para o público são mais efetivas na promoção dos tipos de engajamento cognitivo que produzem mudanças afetivas e cognitivas (Donovan & Bransford, 2005).

Além disso, Winn¹ (1993) citado por Chastenay (2015), observa que os processos psicológicos que estão ativos, quando os alunos buscam construir a sua compreensão em ambientes virtuais imersivos, são muito semelhantes aos utilizados, quando eles interagem com objetos e eventos na vida real. A utilização de simulações imersivas para apresentar várias perspectivas sobre um fenômeno astronômico como as fases da Lua ou o movimento aparente do Sol pode, assim, levar a uma aprendizagem mais direta, mais natural e mais duradoura do que recursos educacionais mais tradicionais (imagens, diagramas ou telas de computador).

¹ Winn, W. D. (1993). A conceptual basis for educational applications of virtual reality. Human interface technology laboratory (HITL) technical report TR-93-9. Seattle: University of Washington.

Metodologia

A pesquisa realizada teve natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, fundamentada teórica e metodologicamente na teoria de aprendizagem de Illeris (2007; 2013) e no Modelo Contextual de Aprendizagem de Falk e Storksdieck (2005).

A pesquisa qualitativa é um termo genérico aplicável em uma ampla variedade de abordagens e métodos para o estudo da vida social natural (Saldana, 2011). Ela é apropriada para tentar dar sentido ao complexo fenômeno educacional.

Para Yin (2005), um estudo de caso “investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (p. 32). Ainda segundo o autor, o estudo de caso representa uma investigação empírica, compreendendo um método abrangente que envolve, harmoniosamente, o planejamento, a coleta e a análise de dados, que objetiva aprofundar a compreensão sobre um fenômeno pouco investigado, preservando as características holísticas e significativas dos eventos.

Referencial teórico-metodológico

Illeris (2013) define de maneira bem ampla o fenômeno da aprendizagem: “qualquer processo que, em organismos vivos, leve a uma mudança permanente em capacidades e que não se deva unicamente ao amadurecimento biológico ou ao envelhecimento” (Illeris, 2013, p. 16). Segundo o autor, esta definição é propositadamente ampla para que se evite qualquer distinção entre aprendizagem, desenvolvimento, socialização, qualificação e similares, considerando todos processos como tipos de aprendizagem quando vistos de diferentes pontos de vista.

Para Illeris (2007, 2013), toda aprendizagem implica na integração de dois processos distintos. Um processo psicológico interno ao indivíduo que diz respeito à elaboração e aquisição do conhecimento e envolve duas funções psicológicas integradas relacionadas ao conteúdo e ao incentivo: “a função de administrar o conteúdo da aprendizagem e a função de incentivo e de prover e direcionar a energia mental necessária que move o processo” (Illeris, 2013, p.17). O outro processo seria externo, relacionado à interação do indivíduo com o ambiente social, cultural ou material.

Para Illeris, toda aprendizagem envolve três dimensões. A dimensão do conteúdo está relacionada àquilo que é aprendido e envolve não apenas o conhecimento conceitual e habilidades, mas também “opiniões, insights, significados, posturas, valores, modos de agir, métodos, estratégias, etc.” (Illeris, 2013, p. 18).

A dimensão do incentivo proporciona e direciona a energia mental necessária para o processo de aprendizagem. Ela compreende elementos como sentimentos, emoções, motivação e volição. Sua função, em última análise, é garantir o equilíbrio mental contínuo do indivíduo e, assim, desenvolver simultaneamente uma sensibilidade pessoal (Illeris, 2013, p. 18).

Essas duas dimensões seriam iniciadas por impulsos do processo de interação do indivíduo com o contexto no qual está inserido e se referem, portanto, ao processo interno de elaboração e aquisição de conhecimento. Elas estariam associadas ao modo no qual o conteúdo da aprendizagem se relaciona com os “incentivos em jogo” (p.18), os quais, por sua vez, são influenciados pelo conteúdo. Como exemplo, Illeris (2013, p. 18) afirma que “a aprendizagem pode ser motivada por desejo, interesse, necessidade ou compulsão” assim como “as informações podem mudar a condição do incentivo”.

A terceira dimensão, a da interação, diz respeito aos impulsos que iniciam o processo de aprendizagem, que podem ser ação, percepção, transmissão, comunicação, cooperação, experiência, imitação, atividade, participação, dentre outros. Ela promove a integração do indivíduo em comunidades e na sociedade e também constrói a socialidade do indivíduo (Illeris, 2007).

Illeris argumenta que é fundamental que novos impulsos possam ser incluídos na organização mental do indivíduo, de diversas formas, o que torna possível distinguir quatro tipos diferentes de aprendizagem, que ocorrem em contextos diferentes, implicam em resultados diferentes e exigem níveis variados de energia.

Um dos tipos é denominado de aprendizagem mecânica ou cumulativa e se caracteriza por “ser uma formação isolada, algo novo que não faz parte de nenhuma outra coisa” (Illeris, 2013, p. 22).

O tipo mais comum de aprendizagem, para Illeris, é a chamada aprendizagem assimilativa ou por adição, na qual o novo elemento é ligado como uma adição a um esquema ou padrão que já estava estabelecido no sistema cognitivo do indivíduo.

A aprendizagem acomodativa ou transcendente implica na decomposição de um esquema existente e a sua transformação, de forma que a nova situação possa ser relacionada ao esquema anterior. Assim, “o indivíduo renuncia e reconstrói algo, podendo ser difícil e até doloroso, pois exige um forte suprimento de energia mental” (Illeris, 2013, p. 22-23).

Há ainda um tipo mais amplo de aprendizagem, chamada de significativa, expansiva, transicional ou transformadora. Essa aprendizagem acarreta mudanças na personalidade e se caracteriza pela reestruturação simultânea de todo um grupo de esquemas e padrões em todas as três dimensões da aprendizagem.

Illeris também discorre sobre obstáculos à aprendizagem e teoriza sobre situações nas quais a aprendizagem pretendida não ocorre, relacionando-as a certos mecanismos de defesa, que têm origem em certas condições gerais que a sociedade moderna cria e são ativados em determinadas conexões pessoais. Consciência cotidiana, defesa da identidade, ambivalência e resistência mental são os mecanismos considerados pelo autor.

Illeris (2007), abordando os aspectos relacionados aos espaços de aprendizagem e as diversas condições relacionadas à cultura e à sociedade, considera condições internas e externas relacionadas à aprendizagem em si, com seus processos, dimensões, tipos, obstáculos e possíveis aplicações. Ele explica que as condições internas de aprendizagem estão relacionadas às características do aprendiz, influenciam as possibilidades de aprendizagem e estão envolvidas nos processos referentes a ela. Já as condições externas são consideradas como todos os aspectos situados fora do indivíduo que influenciam as possibilidades e estão envolvidos nos processos de aprendizagem.

Para o autor, toda aprendizagem é "situada", isto é, ocorre em um determinado contexto externo, que é parte da aprendizagem e influencia tanto o processo de aprendizagem, bem como o seu resultado. Isso significa que cada espaço de aprendizagem, como o planetário móvel, por exemplo, oferece determinadas oportunidades de aprendizagem e, ao mesmo tempo, influencia a aprendizagem que nele ocorre.

O referencial teórico fornecido pela teoria de aprendizagem de Illeris é compatível com o referencial metodológico utilizado neste trabalho. O Modelo Contextual de Aprendizagem, proposto por Falk e Storksdieck (2005), é adequado para a avaliação da aprendizagem em espaços não formais de educação como museus, centros de ciências e planetários, pois leva em

consideração, assim como a teoria de Illeris, uma grande variedade de fatores relacionados à aprendizagem, como o conhecimento prévio, o contexto social e aspectos psicossociais dos visitantes.

Para a coleta de dados Falk e Storksdieck utilizam a técnica PMM - Personal Meaning Mapping, que consiste na criação de mapas de conceitos pessoais por parte dos visitantes, a partir de palavras-chave ou perguntas catalisadoras, que estimulem o processo de construção de conceitos. Por sua característica construtivista, ao contrário das questões fechadas, esta técnica permite aos participantes descrever, com maior riqueza, seu conhecimento acerca do assunto, por meio de palavras e/ou desenhos, sendo possível obter diferenças significativas, quando aplicadas antes e após sessões em espaços não formais de educação e/ou de intervenções didáticas. Além disso, ao contrário de esquemas ou mapas conceituais, não exigem treinamento ou experiência por parte dos sujeitos de pesquisa².

A técnica PMM foi utilizada por Diniz, Dutra e Faria (2011) para analisar a aprendizagem de alunos do 6º ano do Ensino Fundamental decorrentes de sessões de cúpula que abordavam o Sistema Solar e as constelações ocidentais e indígenas.

Faria, Boaventura e Guilherme (2019) também utilizaram a técnica PMM com um grupo de 123 alunos do Ensino Fundamental para avaliar uma atividade desenvolvida em um planetário. Os resultados sugerem que a visita melhorou o grau em que os alunos geram palavras e categorias conceituais para descrever sua compreensão sobre os conceitos sugeridos (Lua e Sistema Solar).

Procedimentos de pesquisa

A atividade relatada neste trabalho foi desenvolvida em um projeto de extensão cujo objetivo é a promoção da divulgação científica por meio da Astronomia com um planetário móvel.

O planetário utilizado consta de domo inflável com revestimento polimérico de duas camadas (capa principal e capa para projeção interna), fabricado por meio de costura, com 6 metros de diâmetro e 4,0 metros de altura, com capacidade para até 25 pessoas por sessão. A operação do planetário é feita por meio de um sistema digital para projeção hemisférica no interior em cúpulas semiesféricas, 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.

O planetário foi instalado na quadra da escola e permaneceu lá durante dois dias. Foi criado um cronograma para que todas as turmas da escola pudessem participar das sessões de cúpula.

Participantes

Os participantes foram 79 alunos do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental de uma Escola Estadual de uma cidade da região do Campo das Vertentes, próxima a São João del-Rei, Minas Gerais, com idades entre 6 e 12 anos.

² Dada a faixa etária dos participantes, os autores dessa pesquisa optaram por identificar as concepções dos estudantes antes e após a sessão de cúpula por meio de desenhos, como será descrito a seguir.

Por se tratar de um evento pedagógico promovido pela escola, os pais e/ou responsáveis das crianças já haviam sido informados sobre a participação dos alunos nas atividades do planetário. Para que os dados gerados pudessem ser utilizados para fins de pesquisa, foram solicitadas autorizações à diretora da escola e às professoras das turmas envolvidas, assegurando o anonimato e a integridade moral dos participantes.

A atividade desenvolvida

As sessões de cúpula tiveram uma duração de aproximadamente 45 minutos. Na primeira parte, por meio de uma abordagem dialógica e problematizadora, era feita uma apresentação interativa sobre os movimentos aparentes do Sol e da Lua, simulações de anoitecer e amanhecer, a identificação dos planetas visíveis da Terra a olho desarmado e de algumas constelações mais tradicionais. Em seguida, era feita a exibição do filme “Os filhos do Sol”. 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. Nele, apresentam-se os planetas do Sistema Solar e um pouco sobre a composição e características físicas de cada um deles. O filme começa apresentando o céu visto da Terra e mostra que cinco planetas podem ser vistos a olho desarmado. Após apresentar a esfera celeste, o espectador é levado a conhecer de perto as características 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.

O filme exibido consegue explorar bem a capacidade imersiva do planetário, por meio do uso extensivo de imagens, cores e sons, possibilitando exibir fidedignamente como os objetos astronômicos se parecem a partir de diferentes perspectivas.

Instrumento e procedimentos de pesquisa

Nos últimos anos, o desenho como instrumento de pesquisa para a identificação de concepções prévias dos estudantes, sobretudo crianças, tem recebido muita atenção. Os desenhos são considerados ferramentas de pesquisa bastante fáceis, factíveis e benéficos, que permitem comparações nos níveis nacional e internacional (Katz, 2017).

Deve-se notar que os desenhos desempenham um papel significativo na visualização de ideias, objetos e conceitos científicos. Ademais, ajudam as crianças na construção de significados e permitem que compartilhem suas ideias com outras pessoas em vários contextos. Os desenhos também servem para ajudar as crianças a mudar conceitos oriundos do cotidiano para os conceitos mais científicos. Ao criar representações visuais de suas ideias, as crianças são mais capazes de trabalhar em um nível metacognitivo, abordando e revisando conceitos científicos mais complexos. Desenhar, nesse sentido, se torna uma ferramenta de comunicação e de abordagem em torno de ideias abstratas (Anderson, Ellis & Jones, 2013).

Muitas vezes, a competência linguística das crianças dificulta sua capacidade de articular o que sabem sobre determinado fenômeno e a responderem a instrumentos de pesquisa mais tradicionais. Além disso, as crianças, normalmente, produzem desenhos sem esforço e gostam de desenhar. O desenho para elas é uma diversão, uma atividade que raramente é recusada por crianças na faixa etária pesquisada.

Sendo assim, ainda em sala de aula, os alunos receberam lápis de colorir e uma folha A4, na qual foi-lhes solicitado que escrevessem o nome e a turma. Em seguida, foram estimulados a

desenhar o que pensavam existir no espaço. O tempo disponível de 30 minutos foi suficiente para que todos os participantes terminassem seus desenhos.

Em seguida, eram conduzidos ao planetário para a sessão de cúpula. Após a sessão, os alunos eram reconduzidos à sala de aula e recebiam outra folha de papel para que fizessem, após identificação, um novo desenho sobre o mesmo tema. Para a nova tarefa, os alunos gastaram, em média, 25 minutos.

Resultados

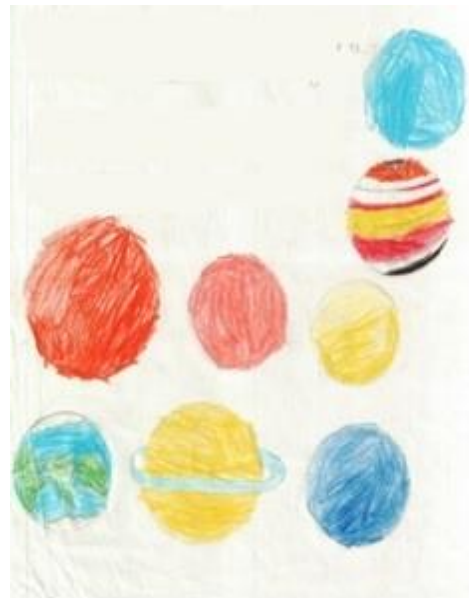
Foram analisados 79 pares de desenhos feitos pelos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para facilitar a redação e a leitura, deste ponto em diante, iremos nos referir a: (i) desenho 1 ao desenho feito pelos alunos antes da sessão e; (ii) desenho 2 como o desenho feito após a sessão de cúpula. Com base nos desenhos feitos, pode-se afirmar que 69 alunos (cerca de 87% do total) desenharam o desenho 2 com mais detalhes, com mais conteúdo e/ou com mais informações do que o desenho 1. Para os outros 10 alunos (cerca de 13%), não foi possível identificar evolução significativa nos desenhos de antes e depois da sessão.

A seguir serão apresentados alguns exemplos de desenhos feitos pelos alunos que suportam a evidência de que a atividade desenvolvida com o planetário móvel contribuiu para o desenvolvimento de compreensões mais sofisticadas sobre os corpos celestes presentes no espaço e demais temas astronômicos relacionados.

Na figura 1, o estudante do 1º ano mostrou que adquiriu conhecimento sobre os planetas. No desenho 1, ele representou as estrelas, Saturno, um corpo celeste redondo sem colorir e um objeto estranho, que não foi identificado. No desenho 2, o aluno, apesar de não se ater às características como tamanho e ordem, representou o Sol e sete planetas do Sistema Solar.



(a) Desenho 1



(b) Desenho 2

Figura 1 - Desenhos de um aluno do 1º ano.

Na figura 2, percebe-se que o aluno do 1º ano desenhou objetos celestes comuns como o Sol, a Lua, estrelas e até nuvens. No desenho 2, o aluno representou o Sol bem maior e ainda desenhou, além da Terra, outros dois planetas. Ele foi capaz, inclusive, de desenhar as faixas de Júpiter e utilizar a cor azul para colorir, acertadamente, o planeta Netuno, conforme destacado no filme.



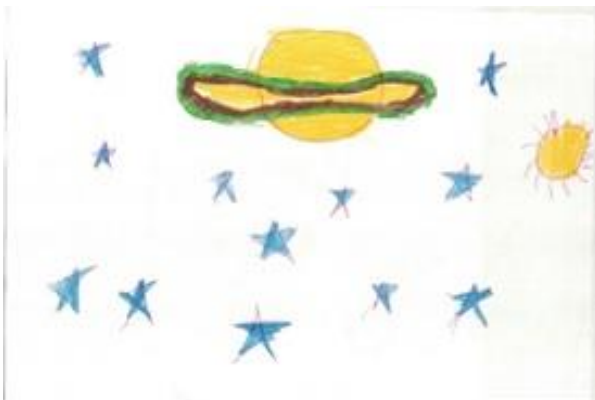
(a) Desenho 1



(b) Desenho 2

Figura 2 - Desenhos de um aluno do 1º ano.

No desenho 1 da figura 3 é possível ver que o aluno, antes da atividade, desenhou apenas Saturno, o Sol e diversas estrelas. No desenho 2, o aluno já desenhou o Sol maior que os demais astros, a Terra, Saturno e a Lua, inclusive com algumas crateras.



(a) Desenho 1



(b) Desenho 2

Figura 3 - Desenhos de um aluno do 2º ano.

Comparando-se os desenhos da figura 4, percebe-se que o aluno, após a atividade realizada no planetário, representou uma constelação, além de escrever os nomes dos astros desenhados.



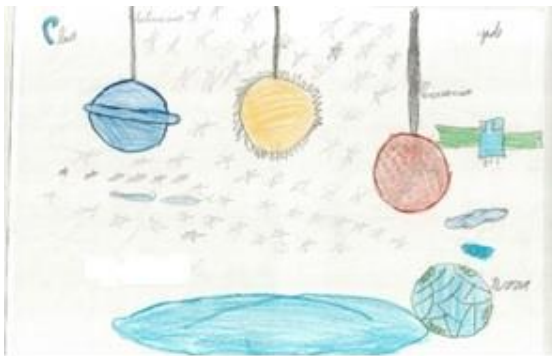
(a) Desenho 1



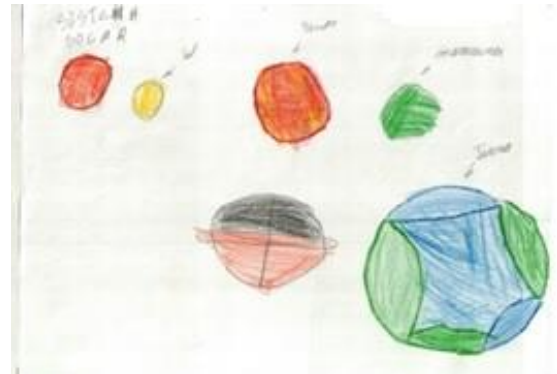
(b) Desenho 2

Figura 4 - Desenhos de um aluno do 2º ano.

Comparando-se os desenhos da aluna do 3º ano, é perceptível uma mudança em relação à sua compreensão sobre o funcionamento do universo. No desenho 1, os planetas foram representados pendurados, e isso não é mais visto no desenho 2. Além disso, mais planetas foram desenhados e seus nomes escritos.



(a) Desenho 1



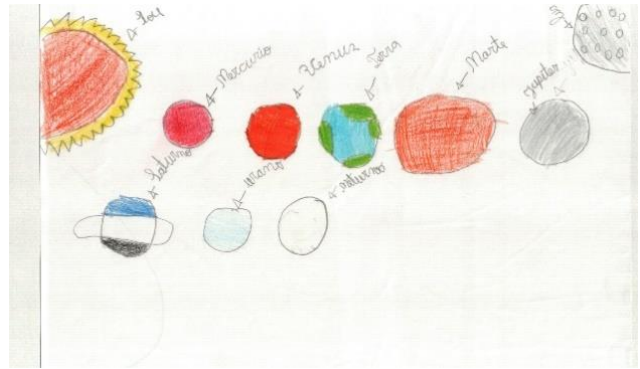
(b) Desenho 2

Figura 5 - Desenhos de uma aluna do 3º ano.

Ao analisar os desenhos da figura 6, pode-se perceber um aumento na riqueza dos detalhes do Sistema Solar. A aluna, antes da atividade, representou apenas o Sol, a Lua (os dois quase do mesmo tamanho), estrelas e nuvens. Após a atividade, ela representou todos os planetas com seus respectivos nomes e o Sol maior que os planetas.



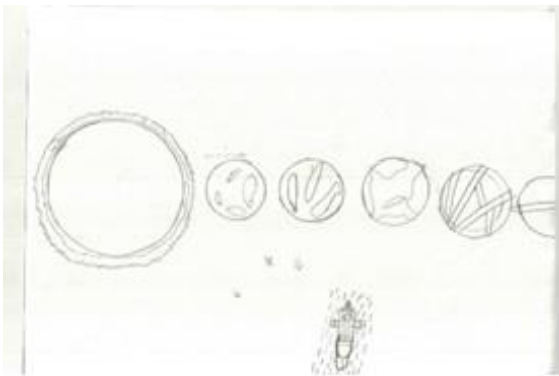
(a) Desenho 1



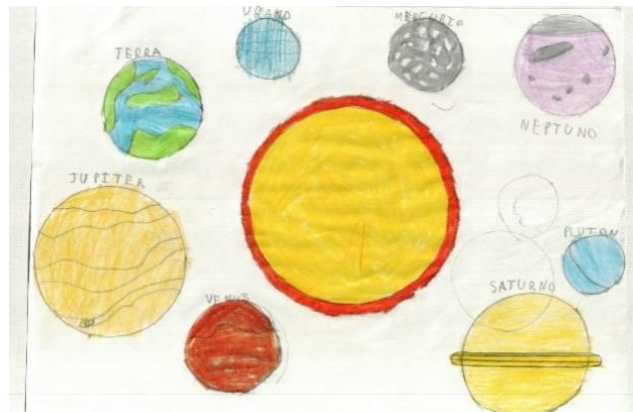
(b) Desenho 2

Figura 6 - Desenhos de uma aluna do 3º ano.

Na figura 7 também pode-se notar que os desenhos mostram evoluções na compreensão do aluno sobre o Sistema Solar. No desenho 1, o aluno já havia desenhado os planetas. No entanto, depois da atividade, ele desenhou todos os planetas modificando tamanho, cores e adicionando os nomes. Além disso, o aluno fugiu à representação em fila dos planetas no Sistema Solar, tão tradicional e comum em livros didáticos.



(a) Desenho 1



(b) Desenho 2

Figura 7 - Desenhos de um aluno do 4º ano.

Os desenhos da figura 8, também de uma estudante do 4º ano, evidenciam que a aluna ampliou sua compreensão sobre os corpos celestes. No desenho 1, os planetas e estrelas foram representados, juntamente com nuvens. No desenho 2, ela representou todos os planetas com tamanhos parcialmente adequados e nomes corretos, além de se atentar para as crateras presentes na Lua. A aluna também fugiu à representação em fila dos planetas no Sistema Solar.



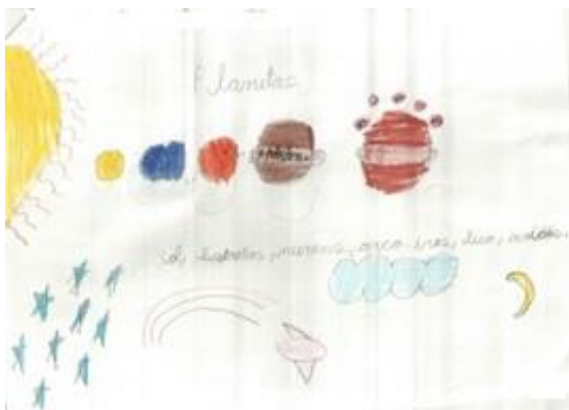
(a) Desenho 1



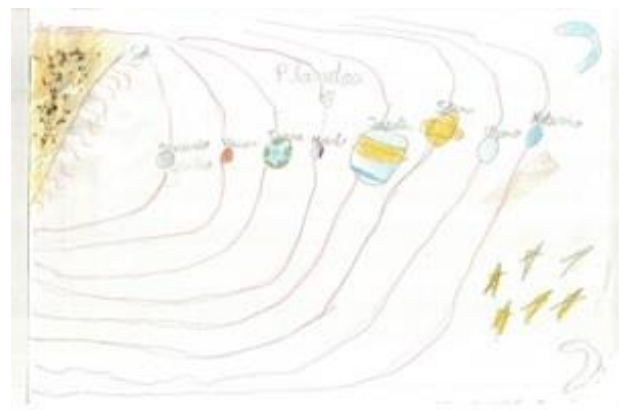
(b) Desenho 2

Figura 8 - Desenhos de uma aluna do 4º ano.

Nos desenhos da figura 9, também pertencentes a uma aluna do 4º ano, é possível perceber que ela possuía bastante conhecimento sobre os corpos celestes, representando, inclusive, cinco satélites naturais de Júpiter. No segundo desenho, ela representou não só todos os planetas com tamanhos adequados, como também suas órbitas ao redor do sol. Ela também representou algumas estrelas além do Sistema Solar.



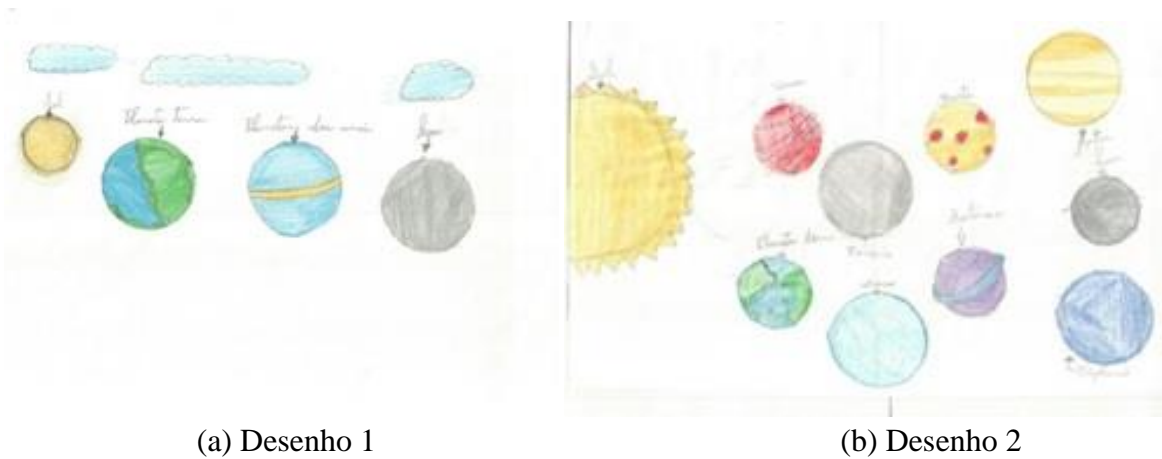
(a) Desenho 1



(b) Desenho 2

Figura 9 - Desenhos de uma aluna do 4º ano.

Finalmente, os desenhos da figura 10 também mostram que a aluna possuía algum conhecimento sobre o Sistema Solar antes da atividade, tendo representado a Terra, a Lua, o Sol, e o que ela nomeou de o 'planeta dos anéis'. A aluna representou nuvens junto aos planetas e desenhou o Sol menor que a Lua. Após a atividade, ela representou corretamente o Sol como o maior astro do Sistema Solar e todos os planetas, inclusive Saturno.



(a) Desenho 1

(b) Desenho 2

Figura 10 - Desenhos de uma aluna do 5º ano.

Na faixa etária dos participantes da pesquisa, o interesse maior da criança centra-se na relação entre a forma do desenho e o objeto. Assim, por mais que a criança tenha a consciência da cor, seu interesse pende mais para as formas (Lowenfeld & Brittain, 1977). Apesar disso, é perceptível a influência do filme exibido sobre as cores dos astros celestes nos desenhos dos alunos. Nos desenhos feitos antes da exibição do filme, em sua maioria, apenas o Sol, a Lua e a Terra foram representados adequadamente. Já nos desenhos feitos após a atividade, outros planetas como Marte, Urano e Netuno também foram desenhados com suas cores predominantes (vermelho, azul claro e azul escuro), aspectos bem ressaltados durante o filme.

Comparando-se os desenhos das figuras 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 9, percebe-se que os alunos aprenderam que as estrelas visíveis no céu estão muito mais distantes da Terra que o Sol e os demais planetas do Sistema Solar. No desenho 2 da figura 9, a aluna deixou isso bem claro, desenhando as estrelas além do Sistema Solar.

Considerando os quatro tipos de aprendizagem propostos por Illeris (2007;2013), pode-se atribuir uma aprendizagem cumulativa ao aluno dos desenhos da figura 4, pois este aluno não evidencia conexão entre a constelação e o esquema ou padrão já estabelecido (desenho 1).

Os alunos dos desenhos das figuras 1,2,3,6,7,8,10 demonstraram uma aprendizagem do tipo assimilativa, segundo Illeris. Isso significa que as novas informações e conhecimentos foram ligados harmoniosamente ao esquema ou padrão já estabelecido.

Já os desenhos das figuras 5 e 9 revelam que a visão das alunas sobre a estrutura do Sistema Solar mudou bastante, resultando em uma aprendizagem acomodativa, a qual implica, segundo Illeris (2013), na decomposição de um padrão existente e a sua transformação, de modo que a nova informação possa ser relacionada.

A figura 11 ilustra dois exemplos (dentre os 10 casos identificados) de alunos do 5º ano, nos quais não foi possível perceber alterações significativas nas concepções dos estudantes após a atividade realizada.

Neste contexto, atribuímos o principal responsável por limitar a aprendizagem dos participantes ao mecanismo de consciência cotidiana. Illeris (2003) explica que os indivíduos desenvolvem certas concepções espontâneas em diversas áreas temáticas, consequência de experiências diárias. Quando se encontram com influências ou informações dentro de alguma área específica, estas concepções são ativadas de modo que se os elementos nas informações não

correspondam aos pré-entendimentos, eles são rejeitados ou distorcidos para fazê-los concordarem. Nestes casos, isso não resulta em aprendizagem, mas, ao contrário, ao reforço do entendimento já existente.



(a) Desenhos 1

(b) Desenhos 2

Figura 11 - Desenhos de dois alunos do 5º ano.

Considerações finais

Segundo Slater e Tatge (2017, p.101), “talvez a pergunta mais básica sobre a qual os pesquisadores na área de educação em Ciências e ensino de Astronomia possam se interessar seja simplesmente resumida como: visitar um planetário faz alguma diferença?” Esse trabalho almeja contribuir para a discussão sobre o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades a partir da realização de atividades didáticas de Astronomia em planetários, exemplo de um ambiente não

formal de educação, que vêm aumentando a sua importância, nos últimos anos, para o ensino de Astronomia no Brasil.

Os resultados obtidos corroboram a expectativa do potencial que os planetários apresentam para se configurarem como um importante espaço não formal de ensino e aprendizagem de Astronomia. A maioria dos alunos participantes da pesquisa sofisticaram suas representações sobre os corpos celestes e puderam desenvolver habilidades e competências sobre alguns dos objetos de conhecimento previstos na unidade temática 'Terra e Universo' para a área de Ciências da Natureza, na BNCC.

O trabalho também ajuda a demonstrar, assim como Illeris (2007) afirma, que ideias de crianças provenientes do senso comum tendem a persistir, mesmo após a instrução formal, porque são, muitas vezes, baseadas na experiência cotidiana desses fenômenos naturais.

A fundamentação teórica e metodológica utilizada na pesquisa mostrou-se adequada ao estudo de caso de educação não formal de Astronomia analisado. A opção por desenhos para identificar as concepções dos participantes da pesquisa mostrou-se capaz de fornecer informações valiosas sobre o conhecimento dos alunos e constitui-se em uma estratégia para pesquisadores e professores avaliarem a evolução conceitual dos estudantes, sobretudo na faixa etária pesquisada.

Considera-se fundamental a introdução das discussões sobre os processos de ensino e aprendizagem desenvolvidos em espaços não formais como o planetário nos cursos de licenciatura de Ciências da Natureza, contribuindo para o desenvolvimento de atividades e metodologias que promovam a interação entre escola e esses novos ambientes de ensino. A articulação entre a escola e os espaços não formais de ensino oportuniza a criação de ambientes e contextos propícios ao ensino de Ciências que extravasem os limites da escola bem como de cada disciplina, facilitando a interdisciplinaridade e fazendo com que alunos e comunidade tenham acesso a metodologias e a recursos diferenciados para o ensino e a divulgação das Ciências.

É desejável que novas pesquisas explorem os planetários com diversas outras estratégias de ensino, como, por exemplo, a contação de histórias, recurso pedagógico muito utilizado na Educação Infantil e no Ensino Fundamental. Segundo Lantz (2011), contar histórias por meio de uma sessão de cúpula em um planetário ajuda as pessoas a se conectarem com o conteúdo científico sem reconhecer plenamente que se trata de uma estratégia educacional.

Um outro aspecto, igualmente importante, que poderia ser identificado em pesquisas futuras refere-se ao domínio das atitudes, interesses e valores das crianças. Após a visita ao planetário, as crianças apreciam mais intrinsecamente a beleza do céu noturno? Querem acessar páginas na internet ou ler livros dedicados à Astronomia? Concordam que a Astronomia poderia ter um espaço maior na grade curricular na Educação Básica? Dedicam mais tempo a olhar para as estrelas e contemplar as efemérides celestes?

Apesar dos nossos resultados corroborarem o potencial dos planetários como ambiente não formal de educação para promoção de aprendizagens em Astronomia, mais pesquisas, com o desenvolvimento de novas abordagens e diferentes públicos, são necessárias para ampliar nossos conhecimentos sobre a contribuição dos planetários para a promoção do ensino de Ciências e de Astronomia.

Agradecimentos

À FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Referências

- Anderson, J. L., Ellis, J. P., & Jones, A. M. (2014). Understanding early elementary children's conceptual knowledge of plant structure and function through drawings. *CBE—Life Sciences Education*, 13(3), 375-386.
- Brasil (2010). Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. Resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010. *Diário Oficial da União*, Brasília, 15 de dezembro de 2010, Seção 1, p. 34.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. Governo Federal. *Base Nacional Comum Curricular*. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> >. Acesso em: 18/12/2018, 2018.
- Carvalho, C. L., Zanitti, M. H. R., Felicidade, B. L., Gomes, A. D. T., Dias, E. W., & Coelho, F. O. (2016). Um estudo sobre o interesse e o contato de alunos do Ensino Médio com Astronomia. *Areté (Manaus)*, 9, p.214-228.
- Chastenay, P. (2016). From geocentrism to allocentrism: Teaching the phases of the moon in a digital full-dome planetarium. *Research in Science Education*, 46(1), p. 43-77.
- Diniz, A. C. S., Dutra, J. A. L., & Faria, P. L. (2011). Aprendizagem no planetário: concepções e conhecimentos adquiridos por alunos do ensino fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII, 2011, Campinas. *Atas...* Campinas: ABRAPEC.
- Donovan, M. S., & Bransford, J. D. (2005). Scientific Inquiry and How People Learn. In: NRC. *How Students Learn: Science in the Classroom*. Washington, DC: The National Academies Press, p. 397-419.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Robinson, V. W. (1994). *Making sense of secondary science: research into children's ideas*. London: Routledge, 1994.
- Falk, J., & Storksdieck, M. (2005). Using the Contextual Model of Learning to Understand Visitor Learning from a Science Center Exhibition. *Science Education*, 89, p.744-778.
- Faria, C., Boaventura, D., & Guilherme, E. (2019). Personal meaning maps as an assessment tool for a Planetarium session: a study with primary school children. *Education 3-13*, 1-10.
- Illeris, K. (2003). Towards a contemporary and comprehensive theory of learning. *International journal of lifelong education*, 22(4), p. 396-406.
- Illeris, K. (2007). *How We Learn: Learning and Non-learning in School and Beyond*. New York: Routledge, 2007.
- Illeris, K. (2013). Uma compreensão abrangente sobre a aprendizagem humana. In: ILLERIS, R. (Org.). *Teorias contemporâneas da aprendizagem*. Porto Alegre: Penso, 2013. p. 15-30.
- Katz, P. (2017). *Drawing for science education: An international perspective*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Langhi, R. (2011). Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(2), p. 373-399.

- Langhi, R., & Nardi, R. (2007). Ensino em Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), p.86-111.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2009). Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(4), p. 4402.
- Lantz, E. (2011). Planetarium of the Future. *Curator: The Museum Journal*, 54(3), p. 293-312.
- Lowenfeld, V., & Brittain, W. L. (1977). *Desenvolvimento da capacidade criadora*. São Paulo: Mestre Jou.
- Mills, R., Tomas, L., & Lewthwaite, B. (2016). Learning in Earth and space science: a review of conceptual change instructional approaches. *International Journal of Science Education*, 38(5), 767-790.
- Mortimer, E. F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), p. 20-39.
- National Research Council (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- 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.
- Plummer, J. D., Schmoll, S., Yu, K. C., & Ghent, C. (2015). A guide to conducting educational research in the planetarium. *Planetarian*, 44(2), 8-24.
- Saldana, J. (2011). *Fundamentals of qualitative research*. New York: Oxford University Press.
- Slater, E. V., Morris, J. E., & McKinnon, D. (2018). Astronomy alternative conceptions in pre-adolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2158-2180.
- Slater, T. F., & Tatge, C. B. (2017). *Research on Teaching Astronomy in the Planetarium*. Berlin: Springer.
- Vieira, V., Bianconi, M. L., & Dias, M. (2005) Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, 57(4), p. 21-23.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, v. 18(1), p. 123-183.
- White, R., & Gunstone, R. (2014). *Probing understanding*. New York: Routledge.
- Yin, R. (2005). *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Yu, K. C. (2005). Digital full-domes: the future of virtual astronomy education. *Planetarian*, 34(3), 6-11.
- Zanetic, J., & Alves, S. T. M. (2008). O ensino não-formal da Astronomia: um estudo preliminar de suas ações e implicações. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XI, 2008. *Atas...* Curitiba: SBF.