

O Planetário como Ferramenta para uma Aprendizagem Significativa do Sistema Solar

The Planetarium as a Tool for Meaningful Learning about the Solar System

El Planetario como Herramienta para el Aprendizaje Significativo sobre el Sistema Solar

Taisy Fernandes Vieira¹  

Michel Corci Batista²  

Camila Maria Sitko³  

Oscar Rodrigues dos Santos⁴  

Resumo

O artigo avalia o potencial de um planetário como ambiente não formal para o desenvolvimento da organização avançada do conhecimento de alunos do Ensino Fundamental sobre o Sistema Solar. Utilizando a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a pesquisa qualitativa envolveu 26 alunos que participaram de uma sessão no planetário da UTFPR, campus Campo Mourão. Tratou-se de um estudo de observação participante, cujos dados foram constituídos pela análise de questionários, documentos discentes (relatos) e diário de campo, com foco na interpretação de evidências de aprendizagem significativa. A atividade incluiu projeções, visitas a relógios solares e observatórios, e discussões interativas. Os resultados mostraram que a experiência no planetário facilitou a conexão de novos conhecimentos com estruturas cognitivas prévias, promovendo uma compreensão mais profunda de conceitos como gravidade e órbitas planetárias. Conclui-se que planetários, quando bem planejados, são ferramentas eficazes para complementar o ensino formal, estimulando o interesse pela Astronomia e promovendo aprendizagem significativa.

Palavras-chave: planetário; aprendizagem significativa; sistema solar; educação não formal.

Abstract

The article evaluates the potential of a planetarium as a non-formal environment for the development of advanced knowledge organization among elementary school students regarding the Solar System. Using David Ausubel's Theory of Meaningful Learning, the qualitative research involved 26 students who participated in a session at the UTFPR Planetarium, Campus Campo Mourão. This was a participant observation study, whose data were constituted by the analysis of questionnaires, student documents (reports) and field diary, with a focus on the interpretation of evidence of significant learning. The activity included projections, visits to sundials and observatories, and interactive discussions. The results showed that the planetarium experience facilitated the connection of new knowledge with prior cognitive structures, promoting a deeper understanding of concepts such as gravity and planetary orbits. It is concluded that planetariums, when well-planned, are effective tools to complement formal education, stimulating interest in Astronomy and promoting meaningful learning.

Keywords: planetarium; meaningful learning; solar system; non-formal education.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão/PR - Brasil.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão/PR - Brasil.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão/PR - Brasil.

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão/PR - Brasil.

Resumen

El artículo evalúa el potencial de un planetario como entorno no formal para el desarrollo de la organización avanzada del conocimiento de alumnos de Educación Primaria sobre el Sistema Solar. Utilizando la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel, la investigación cualitativa involucró a 26 alumnos que participaron en una sesión en el planetario de la UTFPR, Campus Campo Mourão. Se trató de un estudio de observación participante, cuyos datos fueron constituidos por el análisis de cuestionarios, documentos estudiantiles (informes) y diario de campo, con foco en la interpretación de evidencias de aprendizaje significativo. La actividad incluyó proyecciones, visitas a relojes solares y observatorios, y discusiones interactivas. Los resultados mostraron que la experiencia en el planetario facilitó la conexión de nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas, promoviendo una comprensión más profunda de conceptos como la gravedad y las órbitas planetarias. Se concluye que los planetarios, cuando están bien planificados, son herramientas efectivas para complementar la educación formal, estimulando el interés por la Astronomía y promoviendo el aprendizaje significativo.

Palabras clave: planetario; aprendizaje significativo; sistema solar; educación no formal.

Introdução

O ensino de Astronomia nas escolas é praticamente inexistente, pois a disciplina de Ciências normalmente conta com um professor formado em Pedagogia nos anos iniciais do Ensino Fundamental e em ciências biológicas nos anos finais do Ensino Fundamental, profissionais que na maioria das vezes não tiveram uma formação adequada para o ensino desta ciência (Batista, 2016).

No intuito de contribuir com esse cenário, pesquisadores como Rocha e Terán (2013) apontam os ambientes de ensino não-formais como potenciais para se fazer um ensino de ciências mais produtivo, aproveitando toda a *expertise* dos professores e monitores responsáveis.

A educação não formal pode desempenhar um importante papel no enriquecimento do aprendizado escolar, oferecendo experiências práticas e contextuais que complementam o ensino formal.

A natureza do ensino não-formal tem sido alvo de pesquisas recentes no campo do Ensino das Ciências, como por exemplo as de Saldanha *et al.* (2023), Moraes e Silveira (2021), Marques e Freitas (2017) e Queiroz *et al.* (2017), mesmo ainda existindo certa dificuldade em se obter um consenso em relação às suas características. Isso porque o número de ambientes externos à sala de aula e que proporcionam formas inovadoras de ensino e divulgação científica vem crescendo nas sociedades ao longo dos anos.

São exemplos de ambientes não-formais os Museus e Centros de Ciências, Observatórios, Zoológicos, Parques e também os Planetários. Esse último compõe espaços dedicados em primeiro plano ao ensino e divulgação da Astronomia e pode ser definido como um ambiente onde ocorrem projeções do céu.

Nessa perspectiva, este artigo tem como objetivo avaliar o potencial de um planetário para o desenvolvimento da organização avançada dos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental com relação ao tema Sistema Solar.

Esta avaliação se dá no contexto de uma proposta didática mais ampla para o ensino do Sistema Solar. A visita ao planetário foi concebida especificamente como a etapa de organização avançada dessa proposta, com o intuito de ativar subsunçores e preparar

cognitivamente os alunos para a assimilação de conceitos complexos que seriam trabalhados posteriormente em sala de aula, nas etapas de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Ensino Divulgação e popularização da Astronomia

A Astronomia desempenha um papel fundamental na educação e na cultura científica, mas sua presença no ensino formal brasileiro é frequentemente limitada pela falta de formação específica dos professores (Batista, 2016). Nesse contexto, a educação não formal emerge como um complemento vital, oferecendo experiências práticas e contextuais que enriquecem a aprendizagem.

Langhi e Nardi (2009) categorizam a aprendizagem em astronomia em três âmbitos: formal, não formal e informal. Eles destacam o potencial educativo de planetários e observatórios como espaços não formais por excelência, capazes de complementar o ensino escolar. No entanto, alertam que muitos desses espaços no Brasil priorizam o lazer em detrimento de uma função educativa planejada, o que limita seu impacto.

Projetos como o "Astronomia Para Todos" (Hartmann; Sperandio; Oliveira, 2018) demonstram a efetividade de iniciativas não formais, utilizando um planetário móvel para levar conhecimento astronômico a escolas públicas e despertar o interesse pela ciência. Da mesma forma, Rodrigues e Ribeiro (2013) e Patti e Langhi (2022) reforçam que esses ambientes oferecem uma abordagem lúdica e prática, essencial para a popularização da ciência e a inclusão social.

Apesar desse potencial, desafios persistem. Colombo Junior *et al.* (2021) sinalizam que uma grande parcela da população não frequenta espaços de ciência e tecnologia, enquanto Langhi e Nardi (2009) apontam a carência de materiais e formação docente como obstáculos adicionais.

Portanto, para que o potencial educativo de um planetário seja concretizado, é imperativo que a visita seja integrada ao currículo. O professor deve conhecer previamente a sessão e as atividades para preparar os alunos, funcionando como uma âncora para a experiência (organização avançada). As atividades no planetário, por sua vez, devem ser sustentadas por referenciais teóricos robustos que expliquem os processos de aquisição do conhecimento, como a Teoria da Aprendizagem Significativa, aliados a encaminhamentos metodológicos claros.

A aprendizagem significativa como referencial descritivo para sustentar o processo de ensino, divulgação e popularização da Astronomia

Segundo David Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos são integrados de maneira substantiva e não arbitrária aos conhecimentos pré-existentes dos alunos. Para ele, "a aprendizagem significativa ocorre quando o novo material a ser aprendido é relacionado com conceitos ou proposições relevantes, já

existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de modo não arbitrário e substantivo” (Ausubel, 2003, p. 33). Segundo Moreira (1995, p. 153),

a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Dessa forma, compreender como ocorre a Aprendizagem Significativa é crucial para a prática pedagógica, e, ao considerar a estrutura cognitiva prévia do aluno como um elemento chave para a aprendizagem, o professor pode criar estratégias pedagógicas que promovam a construção de conhecimento de forma significativa. Por meio da identificação dos subsunçores, é possível conectar novas informações aos conhecimentos prévios do aluno e promover uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

De acordo com Santos (2005), a estrutura cognitiva do estudante pode ser modificada por meio de princípios relativos à programação eficiente do conteúdo e podem ser utilizadas independentemente da área de conhecimento. Esses princípios são chamados de: subsunçores, organização avançada, diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação ou acomodação, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos princípios relativos ao planejamento eficiente do conteúdo.

Princípios/ Subsunçores	Descrição
Organização Avançada	Organização Avançada de Revisão: é uma ferramenta pedagógica que revisa os conceitos fundamentais (pré-requisitos), preparando cognitivamente os alunos para a formação de subsunçores essenciais para o processo de Organização Avançada de Transição. Organização Avançada de Transição: é uma ferramenta pedagógica que facilita essa integração, preparando cognitivamente os alunos para o novo conteúdo.
Diferenciação Progressiva	Este princípio sugere que as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas no início de cada seção ou atividade. Posteriormente, os casos particulares associados a esse material são progressivamente diferenciados.
Reconciliação Integradora	Envolve a exploração das relações entre proposições e conceitos, destacando diferenças e similaridades importantes e reconciliando inconsistências reais e aparentes.
Organização Sequencial	Permite a maximização das ideias-âncora relevantes para a aprendizagem significativa e retenção. Isso ocorre devido às dependências sequenciais apresentadas na matéria de ensino, em que um tópico é compreendido a partir do entendimento de um tópico anterior.
Consolidação ou Acomodação	Indica que se deve passar para um novo tópico apenas quando o atual já está consolidado. A consolidação é crucial para garantir que o conhecimento seja bem assimilado antes de avançar.

Fonte: Autoria própria (2024).

Nessa perspectiva, Magron *et al.* (2022) afirmam que o material desenvolvido pelo professor para uma aula capaz de proporcionar uma aprendizagem significativa deve ser

relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de modo não arbitrário. Ausubel denomina esse tipo de material como potencialmente significativo.

Assim, o professor deve utilizar recursos didáticos que sejam significativos para os estudantes. É essencial acolher as ideias prévias dos estudantes, mesmo que sejam insatisfatórias, para construir situações de aprendizagem que promovam a atribuição de significados aos temas tratados (Batista *et al.*, 2023).

Reitera-se que uma importante etapa do processo de aprendizagem significativa está relacionada à ligação (ponte) que o professor estabelece entre o que o aluno já sabe e o que ele deseja ensinar, ou seja, a etapa de organização avançada do conhecimento. Se essa etapa for devidamente planejada, é maior a chance de engajamento dos estudantes e sucesso nas etapas seguintes.

Na busca por um ensino de Astronomia capaz de proporcionar ao estudante uma aprendizagem significativa, buscando superar as deficiências elencadas anteriormente, entende-se que os educadores devem proporcionar situações de aprendizagem, no processo de organização avançada, que aumentem as experiências dos alunos.

Segundo Vilaça, Langhi e Nardi (2013), tal desafio na Educação Básica pode ser enfrentado com o uso do pleno potencial pedagógico que um planetário pode oferecer, não sendo este apenas para fins turísticos, de lazer ou de divulgação científica.

Encaminhamento Metodológico

Este trabalho configura-se como uma pesquisa translacional (Ferreira *et al.*, 2022; 2023), qualitativa, do tipo descritiva e com caráter de observação participante. Neste tipo de abordagem, o pesquisador assume um posicionamento ativo e interativo, envolvendo-se com diferentes aspectos do fenômeno observado uma vez que busca a análise e interpretação de dados teóricos, não sendo utilizada nenhuma técnica estatística (Batista; Gomes, 2021).

Os dados foram constituídos no primeiro semestre de 2023 com um grupo de 26 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma instituição privada do Paraná.

Para a constituição do *corpus* de análise desta pesquisa, foi selecionado e analisado o conjunto de documentos textuais e iconográficos produzidos pelos 26 alunos em resposta à questão "O que eu aprendi no planetário?", aplicada imediatamente após a sessão. Estes documentos, que consistiram em breves relatos escritos e desenhos, constituíram a principal fonte de evidências para avaliar a percepção discente sobre a experiência e identificar a articulação entre conhecimentos prévios e os novos conceitos apresentados.

A análise seguiu uma abordagem qualitativa interpretativa, orientada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O foco da interpretação foi identificar a presença de conceitos-chave do Sistema Solar e evidências de que esses novos conceitos foram conectados de maneira não-arbitrária e substantiva às estruturas cognitivas prévias dos alunos, formando subsunçores.

Os questionários inicial e final, embora tenham sido coletados, serviram primariamente para caracterizar o perfil de conhecimento prévio e posterior do grupo como

um todo. O diário de campo, instrumento definido por Batista e Gomes (2021, p. 288) como "um conjunto de narrações do pesquisador que refletem condutas, nas dimensões objetiva e subjetiva, sobre os processos mais significativos da ação", foi utilizado como fonte auxiliar para contextualizar a observação do comportamento e do engajamento dos alunos durante as atividades, mas não foi submetido a uma análise discursiva detalhada para este estudo. Dessa forma, a análise profundamente ancorada na teoria de Ausubel foi conduzida especificamente sobre as produções discentes pós-atividade.

A proposta de intervenção consistiu em uma visita ao planetário do Polo Astronômico Rodolpho Caniato, da UTFPR, *campus* de Campo Mourão, com duração de 2,5 horas, seguindo um roteiro estruturado (Quadro 2) elaborado para promover a organização avançada do conhecimento.

Quadro 2. Roteiro de Sessão de Planetário sobre o Sistema Solar para estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental

Temas de estudo	Sistema Solar
Nível de Ensino	Ensino Fundamental – Anos Finais
Duração	2,5 horas
Objetivo	Desenvolver a organização avançada do conhecimento dos estudantes sobre o Sistema Solar, facilitando a integração de novos conceitos com os conhecimentos pré-existentes.
Momento 1: Boas-vindas e apresentação geral 10min	Recepção dos alunos e breve introdução sobre o que é um planetário e o que será abordado na sessão, destacando a importância de entender o Sistema Solar.
Momento 2: Conhecimentos introdutórios relevantes 15min	Apresentação de uma visão geral do Sistema Solar, destacando os principais componentes (Sol, planetas, luas, asteroides, cometas). Introdução dos conceitos-chave que serão explorados durante a sessão, como órbitas, gravidade, composição dos planetas, e a diferença entre planetas rochosos e gasosos. Explicação de como esses conceitos se inter-relacionam e se conectam com o conhecimento pré-existente dos alunos (por exemplo, relacionar a gravidade com a experiência cotidiana de queda de objetos).
Momento 3: Sessão no planetário 45min	Inicia-se com uma atividade interativa de comparação de tamanhos e distâncias, para ajudar os alunos a visualizarem as diferenças de tamanho e distância entre os planetas. Utilização dos recursos visuais do planetário para fazer um tour detalhado pelo Sistema Solar, começando pelo Sol, passando por cada um dos planetas, destacando suas características principais, fazendo uma breve explicação sobre o cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter e sobre o cinturão de Kuiper localizado no limite do Sistema Solar, chegando até os objetos menores do Sistema Solar, como Cometas, asteroides e planetas anões (como por exemplo Plutão, Makemake e Ceres).
Momento 4: Conhecendo outros ambientes 20min	Visita ao Relógio Solar Analemático, que é um tipo particular de relógio solar horizontal, no qual o objeto que gera a sombra é vertical, sendo o próprio aluno, e se move de acordo com a época do ano. Essa atividade permite um estudo mais detalhado sobre o Sol e seu movimento aparente. Visita ao Observatório Solar Indígena, que é constituído por um gnômon e por seixos (as rochas). Ele possui formato circular, representando o formato da Terra, em que as rochas maiores marcam os pontos cardeais, e o nascer e pôr do Sol durante o ano. Essa atividade também permite um estudo do Sol e seu movimento aparente, bem como de aspectos culturais.
Momento 5: Revisão e Consolidação 15min	Inicia-se esse momento com um questionamento: como os planetas orbitam o Sol e como a gravidade influencia essas órbitas. Faz-se uma discussão sobre o tema da questão utilizando conceitos já estudados nos momentos anteriores.

	Em seguida, faz-se uma revisão dos principais pontos abordados durante a sessão, reforçando os conceitos-chave e suas inter-relações. Encaminha-se uma sessão de perguntas e respostas para esclarecer dúvidas e aprofundar a compreensão dos alunos.
Momento 6: Avaliação 45min	Solicitar que os alunos façam um breve resumo ou mapa mental do que aprenderam, destacando como os novos conhecimentos se conectam com o que já sabiam. Coleta de <i>feedback</i> dos alunos sobre a experiência e a eficácia da sessão para a compreensão do Sistema Solar.

Fonte: Autoria própria (2024).

Resultados e discussões

Esta seção apresenta e discute os resultados da intervenção pedagógica, pautando-se na análise do *corpus* constituído pelos documentos produzidos pelos alunos (respostas à questão "O que eu aprendi no planetário?"), pelos registros do diário de campo e pelos dados dos questionários. A interpretação é orientada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, focando em identificar evidências de que a experiência no planetário funcionou como uma eficaz organização avançada, facilitando a subsunção de novos conceitos astronômicos às estruturas cognitivas prévias dos estudantes. A participação contemplou 26 alunos, e, propiciou-lhes uma compreensão abrangente acerca do tema Sistema Solar, incluindo aspectos como gravidade, dimensões dos planetas, as discrepâncias entre os planetas gasosos e rochosos, bem como o funcionamento do relógio solar a partir do movimento aparente do Sol.

A análise das produções textuais e iconográficas dos alunos revelou um rico processo de assimilação de conceitos. Foram identificados padrões que indicam a ancoragem não arbitrária de novos conhecimentos em subsunções existentes, um princípio fundamental da TAS, como apresentado nas Figuras 1 (a e b). Essa abordagem visou identificar os aspectos que mais chamaram a atenção durante a apresentação, proporcionando uma análise subjetiva das percepções dos alunos. Esta indagação, por sua natureza aberta, incita uma resposta que denota aquisição de conhecimento previamente não adquirido pelo aluno.

Figuras 1. Resposta dada pelo aluno: (a) 1 e (b) 2.

O que eu aprendi no planetário?

Aprendi sobre os planetas porque Plutão é um planeta anão, e vi sobre o sistema solar, foi muito interessante, os relógios (helios e indigena) que foram mostrados e explicados aumentaram meus conhecimentos, os planetas rochosos não separados dos planetas gasosos pela cintura de asteróides, todos os planetas depois da cintura tem anéis, quanto maior a massa de um planeta ou estrela mais força de atração ele tem para ir ao Sol é atraído a Terra e o Sol atrai todos os planetas.

(a)

O que eu aprendi no planetário?

O planetário tem duas coisas, os planetas e suas características deles, e mostra de os planetas sempre estão em sua órbita e a cintura de asteróides, que se repele da Terra lo grande massa de júpiter, os planetas gasosos e rochosos, a forma como a gravidade afeta nos data dos planetas

No nosso caso deveríamos fazer um desenho representando o planetário

(b)

Fonte: Reinisz, 2024.

Em ambas as figuras, são possíveis identificar que os alunos buscam estabelecer uma relação dos movimentos dos corpos em suas órbitas com a força gravitacional, no questionário inicial, poucos alunos a mencionavam espontaneamente como força que rege o movimento dos planetas. Nas produções pós-visita, no entanto, a gravidade emergiu como um subsunção central. Por exemplo, um aluno escreveu: "Aprendi sobre a forma como a gravidade afeta os planetas" (Aluno 1). Esta resposta exemplifica um processo de subsunção derivativa, onde o novo conhecimento (gravidade como força orbital) foi ancorado em um subsunção pré-existente e mais geral (gravidade como força que nos prende ao chão). O diário de campo corrobora essa interpretação, registrando o momento em que o monitor, ao explicar as órbitas, fez explicitamente essa analogia: "É a mesma

força que faz com que uma maçã caia da árvore, mas em uma escala muuuito maior" (Registro do Diário). Esta estratégia, prevista na TAS como uso de organizadores prévios, mostrou-se crucial para tornar o conceito abstrato significativo.

É possível inferir que os alunos ao final da experiência vivenciada passaram a reconhecer a gravidade não apenas como uma força abstrata, mas como o mecanismo fundamental que governa a dinâmica do Sistema Solar. Os relatos demonstram uma percepção aguçada sobre como a gravidade mantém os planetas em suas órbitas, como sua intensidade se relaciona com a massa dos corpos celestes e, de forma particularmente interessante, como Júpiter atua como um "escudo" gravitacional para a Terra.

Podemos dizer que a subsunção derivativa é um mecanismo que se mostrou muito presente ao se analisar as respostas dos alunos. Nessa perspectiva, alicerçados nesse conceito teórico, podemos dizer que os alunos já possuem um subsunçor, um conceito mais geral e inclusivo, sobre gravidade em seu cotidiano (a força que nos mantém no chão, que faz objetos caírem). A visita ao planetário, com suas explicações e analogias visuais (como a menção à maçã de Newton), permitiu que um novo conceito — a gravidade como força que organiza as órbitas planetárias e atrai meteoros — fosse ancorado nesse subsunçor pré-existente. Nessa perspectiva novo conhecimento não é meramente adicionado, mas derivado e integrado ao que já se sabia, tornando-o significativo e não arbitrário (Ausubel, 2003; Moreira, 1995).

Aluno 2: "Aprendi que a gravidade influencia os planetas em seus caminhos".

O aluno 2 consegue expressar a relação causal entre os conceitos. Podemos dizer que o ambiente do planetário, com projeções imersivas e a analogia da maçã de Newton mencionada no diário de campo, funcionou como um material potencialmente significativo. As explicações dos monitores agiram como organizadores Avançados (também chamado de organizadores prévios de acordo com a tradução), preparando a estrutura cognitiva dos alunos para receber e integrar o complexo conceito da gravidade universal.

Aluno 3: "Aprendemos o motivo de os planetas sempre estarem em suas órbitas e (...) a forma como a gravidade afeta os planetas."

Nesse relato o estudante expressa a resolução de um questionamento (o motivo de os planetas sempre estarem em suas órbitas), o que é um indicativo de acordo com a TAS de reconciliação integradora. A gravidade preenche uma lacuna em sua compreensão, transformando uma observação (planetas em órbita) em um conceito inteligível. O "porquê" foi respondido de forma significativa.

Aluno 9: "Quanto maior a massa de um planeta ou Estrela mais força de atração ele tem por isso a terra atrai a lua e o sol atrai todos os planetas."

Aluno 19: "Também aprendi sobre a gravidade quanto maior a massa do planeta maior a gravidade maior a atração."

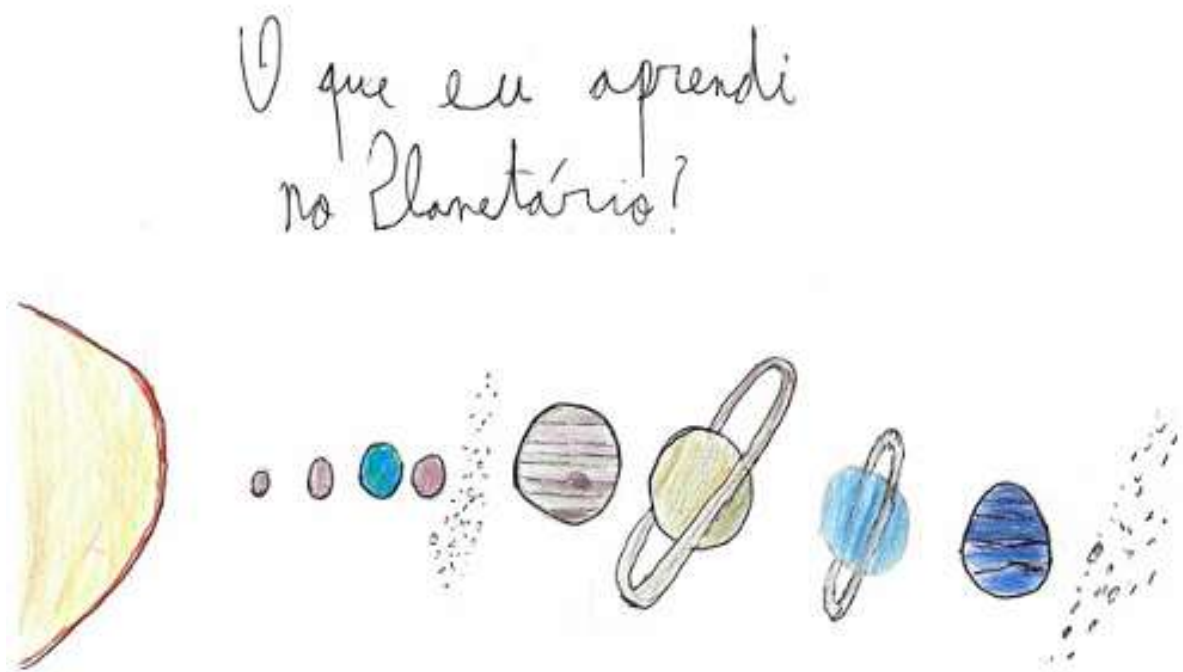
Aluno 14: "E que Júpiter impossibilita alguns asteroides colidirem com a terra devido sua massa, sua atração gravitacional."

Estes excertos podem ser entendidos como diferenciação progressiva. Os estudantes não apenas entendem que a gravidade existe, mas correlacionam sua intensidade com a massa dos corpos, demonstrando um refinamento do conceito. Ao aplicar essa regra a múltiplos corpos (Terra-Lua, Sol-planetas), o aluno 9 revela uma diferenciação progressiva do conceito de gravidade, que agora inclui a variável massa como um elemento central. A repetição da ideia por diferentes alunos sugere que a relação massa-gravidade foi um conceito fundamental bem apreendido, tornando-se um subsunçor robusto para futuras aprendizagens em física ou astronomia.

Podemos inferir ainda que o aluno 14 compreende que uma força (atração gravitacional) que normalmente associamos a colisões (como na Terra) pode, em outro contexto, servir como proteção. O novo conhecimento (Júpiter como protetor) é ancorado no subsunçor da gravidade, mas de uma forma que inverte a expectativa inicial, levando a uma reorganização cognitiva mais complexa, o que de acordo com a TAS é entendido como reconciliação integradora (Moreira, 1995).

Outro avanço cognitivo evidente foi a diferenciação progressiva na categorização dos planetas. Antes da visita, a estrutura cognitiva da maioria se resumia a uma lista de nomes, muitas vezes ordenados pela proximidade com o Sol ou pelo tamanho. Após a sessão, os alunos começaram a estabelecer critérios mais sofisticados e científicos para agrupar os corpos celestes. Um aluno desenhou o Sistema Solar Figura 2, e, em sua legenda, dividiu os planetas em duas categorias: "*planetas rochosos (pequenos e sólidos)*" e "*gigantes gasosos (enormes e feitos de gás)*" (Aluno 3).

Figura 2. Resposta do Aluno 3 para a questão: o que eu aprendi no planetário.



Fonte: Aluno 3, 2024.

Esta categorização demonstra que o novo material foi assimilado de modo não-litera, promovendo uma reorganização conceitual. A atividade de comparação de tamanhos e densidades, relatada no diário de campo, foi fundamental para provocar essa diferenciação, permitindo que os alunos superassem a simples memorização e construíssem uma compreensão baseada em propriedades intrínsecas.

Em alguns casos, observou-se um esforço de reconciliação integradora, em que os alunos conectaram conceitos aparentemente distintos aprendidos em diferentes momentos da visita. Por exemplo, um aluno relacionou o funcionamento do Relógio Solar Analemático com o movimento aparente do Sol e a inclinação da Terra:

Aluno 4: "No relógio de sol a gente era o ponteiro e a nossa sombra mudava de lugar. Isso me fez entender melhor como a Terra é inclinada e como isso faz com que o Sol não nasça sempre no mesmo lugar no."

Esta resposta vai além da descrição factual, ela sintetiza informações sobre Astronomia de posição, estações do ano e cultura, demonstrando uma apreensão significativa e interligada do conhecimento. O diário de campo registra a surpresa e o engajamento dos alunos durante essa atividade prática, que evidentemente serviu como uma âncora experiencial poderosa para conceitos abstratos. Os registros do diário de campo complementam a análise dos documentos, oferecendo o contexto comportamental e interativo da experiência. Eles revelam que o caráter multimodal e imersivo do planetário foi catalisador do engajamento e da construção de significado.

A triangulação dos dados permite afirmar que a sessão no planetário cumpriu efetivamente seu papel de organizador avançado na estruturação do conhecimento sobre o Sistema Solar. A experiência multissensorial (visual, auditiva, cinestésica) facilitou a formação de subsunçores robustos para conceitos tradicionalmente abstratos e de difícil compreensão em ambientes formais de ensino.

Os resultados mostram que os alunos foram além da memorização de informações isoladas. Eles iniciaram processos de diferenciação progressiva (rochosos vs. gasosos), reconciliação integradora (conectando o relógio solar às estações do ano) e subsunção derivativa (ancorando a gravidade orbital na gravidade terrestre). Esses processos são centrais à TAS e indicam que a aprendizagem foi significativa.

Portanto, a visita ao planetário, enquanto atividade de educação não formal cuidadosamente planejada e integrada a um referencial teórico descritivo sólido, mostrou-se uma ferramenta poderosa para ativar subsunçores, enriquecer a estrutura cognitiva dos alunos e prepará-los cognitivamente para um estudo mais aprofundado e complexo do tema em sala de aula, nas etapas subsequentes de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de um planetário como ambiente não formal para o desenvolvimento da organização avançada dos alunos dos anos finais

do Ensino Fundamental em relação ao tema do Sistema Solar. Os resultados obtidos indicam que a visita ao planetário proporcionou uma melhora significativa no entendimento dos alunos sobre o Sistema Solar, evidenciada tanto pelos questionários aplicados quanto pelos relatos e desenhos produzidos pelos estudantes. Além disso, o *feedback* dos alunos reforçou a eficácia do planetário como uma ferramenta educativa que complementa o ensino formal, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

A experiência no planetário permitiu que os alunos conectassem novos conhecimentos com suas estruturas cognitivas prévias, conforme proposto pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A organização avançada do conhecimento, realizada por meio da visita ao planetário, mostrou-se eficaz na preparação dos alunos para a assimilação de conceitos mais complexos, como a gravidade e as órbitas dos planetas. Isso foi evidenciado pelas respostas dos alunos, que demonstraram uma compreensão mais clara e contextualizada dos fenômenos astronômicos, relacionando-os com suas experiências cotidianas.

Além disso, a utilização de recursos visuais e interativos no planetário, como a projeção do céu e a visita ao Relógio Solar Analemático, proporcionou uma experiência imersiva que facilitou a compreensão de conceitos abstratos. A atividade de comparação de tamanhos e distâncias entre os planetas, por exemplo, permitiu que os alunos visualisassem de forma concreta as dimensões do Sistema Solar, algo que seria difícil de alcançar apenas com aulas teóricas em sala de aula.

Outro aspecto relevante foi a abordagem interdisciplinar adotada durante a visita, que integrou conhecimentos de Física, Geografia e até mesmo aspectos culturais, como o uso do Observatório Solar Indígena. Essa integração de diferentes áreas do conhecimento contribuiu para uma aprendizagem mais holística e contextualizada, reforçando a importância dos ambientes não formais como complemento ao ensino formal.

No entanto, é importante ressaltar que a eficácia do planetário como ambiente educativo depende de um planejamento cuidadoso das atividades, alinhado aos objetivos pedagógicos e às necessidades dos alunos. A sessão no planetário deve ser estruturada de forma a promover a interação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conceitos apresentados, utilizando estratégias que facilitem a organização avançada do conhecimento. Além disso, a formação dos professores e monitores que atuam nesses espaços é fundamental para garantir que as atividades sejam conduzidas de maneira a maximizar o potencial educativo do planetário.

Os desafios para a popularização da Astronomia no Brasil, como a falta de formação adequada dos professores e a carência de materiais didáticos, também foram discutidos ao longo do trabalho. A experiência no planetário mostrou que, quando bem planejada e executada, a educação não formal pode superar essas limitações, oferecendo uma alternativa viável para o ensino de Astronomia. No entanto, para que isso ocorra de forma mais ampla, é necessário investir em políticas públicas que incentivem a criação e manutenção de espaços como planetários e observatórios, além de promover a formação continuada de professores e monitores.

Por fim, os resultados deste estudo reforçam a importância de se investir em ambientes não formais de educação, como planetários, para complementar e enriquecer o ensino formal. A integração de experiências práticas e contextuais oferecidas por esses espaços pode não apenas melhorar a compreensão dos alunos sobre temas científicos, mas também despertar o interesse pela ciência e incentivar a formação de futuros cientistas e cidadãos mais conscientes. A experiência no planetário mostrou-se uma ferramenta poderosa para a organização avançada do conhecimento, promovendo uma aprendizagem significativa e duradoura.

Portanto, conclui-se que a utilização de planetários como ambientes não formais de ensino pode ser uma estratégia eficaz para o ensino de Astronomia, especialmente quando aliada a um planejamento pedagógico cuidadoso e à formação adequada dos profissionais envolvidos. A experiência prática e imersiva proporcionada por esses espaços complementa o ensino formal, promovendo uma compreensão mais profunda e contextualizada dos conceitos científicos, além de estimular o interesse e a curiosidade dos alunos pela ciência.

Referências

AUSUBEL, David. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Tradução: Epifânio, R., & Viegas, E. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BATISTA, Michel Corci; REINISZ, Ivana Kelly Cintra; GOMES, Ederson Carlos; BLANCO, Douglas Fernando. Ensino de astronomia e aprendizagem significativa: um estado de conhecimento. *Vitruvian Cogitationes*, v. 4, n. extra, p. 202-221, 2023.

BATISTA, Michel Corci; GOMES, Ederson Carlos. Diário de campo, gravação em áudio e vídeo e mapas mentais e conceituais. In: MAGALHÃES JR., Carlos A.; BATISTA, Michel C. (org.). *Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências*. Maringá: Massoni, 2021. p. 288-300.

BATISTA, Michel Corci. Um estudo sobre o ensino de Astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais. *Cadernos da Pedagogia*, São Carlos, ano 9, v. 9, n.18, p. 91, jan/jun 2016.

COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; SILVA, Romulo Ramunch Mourão; FOLADOR, Heloísa de Faria; SILVA, Monica Izilda da; OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta. Visitas de crianças ao planetário itinerante da UFTM: a divulgação científica em foco. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 6, n. 2, p. 1-22, 2021.

FERREIRA, Marcello; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; PORTUGAL, Khalil Oliveira; BOTTECHIA, Juliana Alves de Araújo; LIMA, Marcilene Barros; COSTA, Marcos Rogério Martins; FERREIRA, Deise Mazzarella Goulart; OLIVER, Núbia Almeida Duarte. Formação continuada de professores de Ciências em caráter investigativo, interdisciplinar e com mediação por tecnologias digitais: reflexões acerca do curso ciência é 10 na universidade de Brasília. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 18, n. 39, p. 1-39, 2022.

FERREIRA, Marcello; VIEIRA, Taisy Fernandes; BATISTA, Michel Corci; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da. Proposta didática de Astronomia no Ensino Médio na epistemologia hierárquica de Gagné. *REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, v. 7, n. 2, p. 27-53, 2023.

HARTMANN, Ângela Maria; SPERANDIO, Diogo Gabriel; OLIVEIRA, Vinicius de Abreu. Divulgação e popularização da astronomia com o planetário móvel da Unipampa. *Revista Conexão UEPG*, v. 14, n. 3, p. 429-436, 2018.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, p. 4402-4412, 2009.

MAGRON, Andréia Águeda; BATISTA, Michel Corci; SCHIAVON, Gilson Júnior; SANTOS, Oscar Rodrigues dos. Proposta para o ensino de astrofísica a partir da teoria da aprendizagem significativa. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. Especial, p. 233-238, 2022.

MARQUES, Joana Brás Varanda; FREITAS, Denise de. Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão da literatural. *Educação e Pesquisa*, v. 43, p. 1087-1110, 2017.

MORAES, Leandro Donizete; SILVEIRA, Ismar Frango. Educação não formal em Astronomia no Brasil: revisão sistemática da literatura. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 1, p. 1-22, 2021.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1995.

PATTI, Mariella; LANGHI, Rodolfo. Divulgação científica: relatos de ações de popularização de astronomia em um observatório didático. *VI Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, 2022.

QUEIROZ, Ricardo; TEIXEIRA, Hebert; VELOSO, Ataiany; TERÁN, Augusto; QUEIROZ, Andrea Garcia de. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. *Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 4, n. 7, p. 12-23, 2017.

REINISZ, Ivana Kelly Cintra. *Estudo de uma proposta para o ensino do sistema solar nos anos finais do ensino fundamental a partir da teoria da aprendizagem significativa e da abordagem steam*. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2024.

ROCHA, Sonia Claudia Barroso; TERÁN, Augusto Fachín. Contribuições de aulas em espaços não formais para o ensino de ciências na Amazônia. *Ciência em Tela*, v. 6, n. 2, 2013.

RODRIGUES, Olira Saraiva; RIBEIRO, Fabrício de Almeida. Divulgação e Popularização da Ciência: Uma nova didática para espaços não formais de educação.

Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, v. 5, 2013.

SALDANHA, Thaiana Magna Moura; TAVARES DE OLIVEIRA, Leonardo; MARTINS DE PAIVA, Fernando; GOMES MENEZES DA SILVA, Francisco; ALMEIDA BATISTA, Larissa. Ensino não formal, informal e divulgação da Astronomia: Contribuições de um grupo de estudos. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, São Carlos (SP), n. 35, p. 41–56, 2023. DOI: 10.14244/RELEA/2023.35.41. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/638>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SANTOS, José Nazareno dos. Uso de ferramentas cognitivas para a aprendizagem de Física. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado em Física) – Centro de Ciências do Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

VILAÇA, Janer; LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Planetários enquanto espaços formais/não-formais de ensino, pesquisa e formação de professores. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, p. 1-8, 2013.