

Explorando Distâncias Astronômicas: Uma Experiência no Programa Residência Pedagógica com o Sistema Solar em Escala

Exploring Astronomical Distances: An Experience in the Pedagogical Residency Program with the Solar System Model

Explorando Distancias Astronómicas: Una Experiencia en el Programa Residencia Pedagógica con el Sistema Solar a Escala

Stefânia Graces Mignone^{1*}, Carla Beatriz Spohr^{2**}

Resumo

Este relato de experiência descreve o desenvolvimento de uma proposta pedagógica que teve por objetivo facilitar a compreensão das vastas distâncias e tamanhos dos corpos celestes no Sistema Solar, sendo fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos e na teoria da Aprendizagem Significativa. A atividade foi realizada no âmbito do programa Residência Pedagógica, durante a retomada das aulas presenciais em 2021 durante a pandemia de COVID-19, com alunos do 9º ano em uma escola pública do RS. A metodologia adotada seguiu os 3MP: inicialmente, realizamos uma aula expositiva-dialogada sobre a composição do Sistema Solar, seguida pela construção de uma representação em escala no pátio da escola, onde cada aluno representava um planeta. A escala utilizada foi de 1 UA = 1 metro. Por fim, a discussão final no formato de roda de conversa evidenciou o impacto dessa estratégia, com alunos demonstrando surpresa e interesse pelas distâncias interplanetárias e levantando questões que ampliaram a profundidade do debate e promoveu evidências de aprendizagem significativa. As interações e questionamentos dos estudantes indicam que essa abordagem foi eficaz na mediação do conhecimento, atendendo aos objetivos propostos pela BNCC.

Palavras-chave: Sistema Solar em escala; ensino de Ciências; Três Momentos Pedagógicos; Ensino Fundamental.

Abstract

This experience report describes the development of a pedagogical proposal aimed at facilitating the understanding of the vast distances and sizes of celestial bodies in the Solar System, grounded in the Three Pedagogical Moments (3PM) and the theory of Meaningful Learning. The activity was conducted as part of the Pedagogical Residency program during the resumption of in-person classes in 2021 midst the COVID-19 pandemic, with 9th-grade students at a public school in Rio Grande do Sul (RS), Brazil. The methodology followed the 3PM framework: initially, we conducted an expository-dialogued class on the composition of the Solar System, followed by the construction of a scale model in the schoolyard, where each student represented a planet. The scale used was 1 AU = 1 meter. Finally, the concluding discussion, held in a roundtable format, highlighted the impact of this strategy, as students

^{1*} Graduada em Ciências da Natureza – Licenciatura pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Docente no Instituto Estadual Romaguera Córrea (IERC), Uruguaiana, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Padre Anchieta, 151, Ipiranga, Uruguaiana, RS, Brasil, CEP: 97503-656. ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6550808029576375>.

E-mail: stefaniamignone.aluno@unipampa.edu.br.

^{2**} Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no curso de Ciências da Natureza - Licenciatura na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguaiana, RS, Brasil. Endereço para correspondência: Universidade Federal do Pampa, BR 472 - Km 585, Uruguaiana, RS, Brasil, 98920-000, Caixa-postal: 118. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3006889738861726>.

E-mail: carlaspohr@unipampa.edu.br.

Explorando Distâncias Astronômicas: Uma Experiência no Programa Residência Pedagógica com o Sistema Solar em Escala

expressed surprise and interest in the interplanetary distances and raised questions that deepened the debate and provided evidence of meaningful learning. The interactions and inquiries from the students indicate that this approach was effective in mediating knowledge, meeting the objectives proposed by the BNCC.

Keywords: Solar System Scale; Science teaching; Three Pedagogical Moments; Elementary Education.

Resumen

Este informe de experiencia describe el desarrollo de una propuesta pedagógica destinada a facilitar la comprensión de las vastas distancias y tamaños de los cuerpos celestes en el Sistema Solar, fundamentada en los Tres Momentos Pedagógicos (3MP) y la teoría del Aprendizaje Significativo. La actividad se llevó a cabo en el marco del programa Residencia Pedagógica durante el regreso a las clases presenciales en 2021, en medio de la pandemia de COVID-19, con estudiantes de 9º grado en una escuela pública de Río Grande del Sur (RS), Brasil. La metodología siguió el esquema de los 3MP: inicialmente, realizamos una clase expositiva-dialogada sobre la composición del Sistema Solar, seguida por la construcción de una representación a escala en el patio de la escuela, donde cada estudiante representaba un planeta. La escala utilizada fue de 1 UA = 1 metro. Finalmente, la discusión final en formato de mesa redonda evidenció el impacto de esta estrategia, ya que los estudiantes mostraron sorpresa e interés por las distancias interplanetarias y plantearon cuestiones que ampliaron la profundidad del debate y promovieron evidencias de aprendizaje significativo. Las interacciones y cuestionamientos de los estudiantes indican que este enfoque fue eficaz en la mediación del conocimiento, cumpliendo con los objetivos propuestos por la BNCC.

Palabras clave: Sistema Solar a escala; enseñanza de Ciencias; Tres Momentos Pedagógicos; Educación Primaria.

Introdução

No ensino de ciências, a astronomia é uma das áreas que frequentemente envolve conceitos complexos e, muitas vezes, abstratos, como é o caso das distâncias interplanetárias e as reais dimensões dos corpos celestes. Esses conceitos podem ser de difícil assimilação para os alunos, pois estão além da experiência cotidiana, o que os torna um desafio para a imaginação (Brasil, 1998; Gonçalves; Compiani, 2023). Nesse sentido, cabe ao professor buscar recursos alternativos que possam facilitar esse processo, sendo um dos mais comuns o livro didático. O livro didático, dentre outras ferramentas, tem um papel fundamental como recurso de apoio, sendo ainda uma das principais ferramentas utilizadas por alunos e professores em sala de aula, especialmente em escolas públicas (Duque et al., 2016).

No entanto, análises recentes de coleções de livros didáticos de ciências aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) revelam algumas limitações importantes na forma como as distâncias e os diâmetros dos astros são representados (Oliveira, 2020; Sobreira, 2022; Menezes; Werlang; Silva, 2023; Ribeiro, 2023). Segundo o estudo de Silva, Rocha e Goya (2020), por exemplo, mais de 25% das ilustrações analisadas apresentavam proporções inadequadas e sem fornecer nenhum esclarecimento no texto.

Dado esse corroborado por Menezes, Werlang e Silva (2023): após analisarem 8 livros didáticos abordando o eixo temático Terra e Universo, os autores concluem que existe uma carência de ênfase nas discussões sobre sistema solar, e recomendam “perspectivas de

pesquisa que explorem estratégias didáticas para abordar o tema de forma mais aprofundada, atualizada e envolvente, incluindo atividades práticas e o uso de recursos visuais que representem adequadamente as escalas e proporções do Sistema Solar” (p. 315). Afinal, a ausência de “representações adequadas em escala do Sistema Solar nas imagens dos livros contribui para dificuldades de compreensão e pode prejudicar o desenvolvimento de noções espaciais e matemáticas dos alunos” (p. 315).

Esses dados, embora relevantes, não devem ser interpretados como uma falha inerente dos livros didáticos (Souza; Azevedo Filho, 2021), mas sim como uma limitação da própria mídia impressa, que, em sua natureza bidimensional, tem dificuldades para representar visualmente escalas tão vastas.

Mas se as representações em mídias bidimensionais apresentam tal limitação, qual seria então a alternativa para os professores do ensino básico trabalharem as escalas astronômicas em suas aulas? Diante dessa problemática inerente às representações e a compreensão das escalas astronômicas durante a pandemia, os residentes do Programa Residência Pedagógica do curso de Ciências da Natureza - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), sentiram necessidade de desenvolver uma proposta pedagógica que pudesse contornar essa dificuldade.

Essas limitações mostram que uma ferramenta, por si só, não é suficiente para garantir a compreensão de conceitos astronômicos. Ela deve ser complementada por outras estratégias pedagógicas que permitam aos alunos explorar esses conceitos de maneira mais concreta e significativa.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo principal relatar o desenvolvimento de uma proposta pedagógica denominada “Sistema Solar em Escala” direcionada aos alunos de três turmas de 9º ano em uma escola pública municipal em Uruguaiana-RS.

A proposta visa facilitar a compreensão das vastas distâncias e tamanhos existentes no Sistema Solar, por meio da projeção dessas grandezas em um ambiente familiar aos alunos: a própria escola. Por meio da construção de um modelo físico no pátio da escola, utilizando a escala de $1 \text{ UA} = 1\text{m}$, os alunos puderam visualizar as distâncias relativas entre os planetas e o Sol de forma tangível. Ao utilizar o pátio da escola como um ambiente de aprendizado, a atividade permite que os alunos visualizem e interajam fisicamente com as proporções do Sistema Solar, tornando tangível aquilo que é abstrato nos textos e imagens.

No contexto específico do ensino de Astronomia, em que a percepção das vastas distâncias e dimensões dos corpos celestes desafia o imaginário dos alunos, a construção de representações físicas em escala exemplifica a aplicação prática desses princípios (Gonçalves; Compiani, 2023). Afinal,

O ensino não deve ser limitado a uma única escala, mas precisa buscar explorar as diferentes dimensões, de forma que o conhecimento complexo desses conteúdos seja desenvolvido com um olhar sensibilizado para a escala humana dos fenômenos e objetos da Astronomia, bem como a dimensão crítica em torno desta Ciência e de seus resultados (Gonçalves; Compiani, 2023, p. 19).

Assim sendo, a proposta não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também se alinha aos princípios da Aprendizagem Significativa, que ressalta a importância de diversificar os materiais educativos e de promover um ensino conectado à realidade dos alunos (Cachapuz et al., 2012).

A proposta também atende ao que preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na sua unidade temática “Terra e Universo”, mais especificamente a habilidade EF09CI14, que exige que os alunos sejam capazes de

(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via-Láctea) e dela, no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões) (Brasil, 2018).

Além disso, especificamente com relação às representações das dimensões astronômicas, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN já destacavam a sua importância: “distâncias astronômicas devem ser muitas vezes trabalhadas com os alunos, de variadas formas, pois não é fácil de serem compreendidas, mas é fundamental na construção de modelos” (Brasil, 1998, p. 64).

Dessa forma, o presente relato busca demonstrar como a integração da aprendizagem significativa e práticas interativas, como a construção de uma representação em escala do Sistema Solar, se constituiu em uma estratégia eficaz para contornar as dificuldades impostas pela pandemia.

A Aprendizagem Significativa e o Sistema Solar em Escala

A compreensão de conceitos astronômicos no ensino de ciências enfrenta desafios significativos devido à abstração de temas como dimensões e distâncias no Sistema Solar e Universo. Esses temas frequentemente ultrapassam a experiência cotidiana dos alunos,

dificultando sua associação com o conhecimento prévio e, conseqüentemente, a construção de significados mais profundos. Mas, ao mesmo tempo, seu estudo também “auxilia e contribui, entre outras coisas, para a superação do raciocínio causal linear e simples introduzindo o tratamento mais complexo do conhecimento científico na escola” (Gonçalves; Compiani, 2023, p. 11-12). Nesse contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (2003), oferece um aporte teórico essencial para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que promovam a relação entre os conceitos abstratos e experiências concretas (Neto; Cabral; Soares, 2024).

A Teoria da Aprendizagem Significativa destaca a importância de apresentar novos conteúdos de maneira que se conectem ao conhecimento prévio dos alunos, facilitando a reorganização de suas estruturas cognitivas. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é capaz de relacionar as informações recém-adquiridas com aquilo que já conhece, gerando uma compreensão mais profunda e duradoura. Esse processo não é automático; ele exige mediação pedagógica adequada e estratégias que envolvam o aluno ativamente na construção do saber.

Nesse sentido, o uso de representações físicas, como a construção de um modelo do Sistema Solar em escala, é um exemplo de como tornar conceitos astronômicos mais concretos e acessíveis. Modelos físicos em escala permitem que os alunos visualizem as relações entre as dimensões dos corpos celestes e as distâncias entre eles, facilitando a construção de conexões cognitivas relevantes. A utilização de espaços físicos familiares, como o pátio da escola, como cenário para essas representações, também ajuda a contextualizar os conceitos, conectando-os a experiências do cotidiano dos alunos (Moreira, 1979). Afinal,

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo (Moreira, p. 276, 1979).

Além disso, como observa Menezes, Werlang e Silva (2023), a aprendizagem significativa crítica enfatiza o princípio da percepção e representação do mundo, defendendo que os alunos devem ser apresentados a informações por meio de múltiplas representações, além de análises, descrições e interações que lhes permitam construir saberes.

Assim, o sistema solar em escala pode ser considerado um material potencialmente significativo, dependendo de como ele é utilizado no contexto educacional. De acordo com a

definição de Moreira (1979), para que o material seja potencialmente significativo, ele deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária e não literal.

O sistema solar em escala, quando apresentado com elementos que permitam conectar o conhecimento prévio dos alunos (como noções de proporção, distância ou objetos familiares que representem os planetas) e promovam a construção de significados, pode atender a esses critérios. Por exemplo, ao relacionar as distâncias dos planetas a um espaço real, como o pátio da escola ou o centro da cidade, facilita-se a compreensão das vastas escalas espaciais de forma mais tangível e compreensível.

A Aprendizagem Significativa mediada pelos Três Momentos Pedagógicos

Os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002) são uma abordagem metodológica que estrutura o ensino de maneira a também favorecer a aprendizagem significativa. Essa abordagem organiza a prática pedagógica em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do saber. Cada uma dessas etapas pode ser articulada com princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, promovendo a integração do conhecimento prévio dos alunos com novos conteúdos e incentivando a sua aplicação em contextos reais.

Na etapa de problematização inicial, busca-se engajar os alunos por meio de questões que despertem sua curiosidade e promovam a ativação de seus conhecimentos prévios, ou os chamados *subsunçores* por Ausubel. Em atividades relacionadas ao Sistema Solar, esse momento pode incluir questionamentos que desafiem percepções intuitivas ou conceitos cotidianos, como a relação entre distâncias e tamanhos dos planetas. Segundo Ausubel (2003), esse processo de provocação inicial é crucial para gerar o que ele chama de "conflito cognitivo", que motiva os alunos a reorganizarem seus esquemas mentais.

O segundo momento — organização do conhecimento —, é caracterizado pela estruturação dos novos conteúdos em conexão com os conhecimentos prévios. Essa organização ocorre de forma hierárquica e progressiva, permitindo que o aluno construa relações significativas entre os conceitos apresentados. No contexto do Sistema Solar em escala, a representação física das distâncias e dimensões dos corpos celestes promove essa organização ao apresentar os dados de forma concreta e visual. De acordo com Moreira (2000),

a utilização de representações concretas é especialmente eficaz para auxiliar alunos no desenvolvimento de conceitos abstratos, como os astronômicos.

Por fim, o terceiro momento — aplicação do conhecimento — proporciona aos alunos a oportunidade de consolidar e transferir o conhecimento adquirido para novos contextos. Essa etapa enfatiza a reflexão sobre as informações trabalhadas e sua relevância para a compreensão do mundo. Em atividades de modelagem do Sistema Solar, a aplicação do saber pode incluir discussões sobre as limitações das representações em escala, comparações com outros sistemas ou mesmo o desenvolvimento de soluções para problemas relacionados à compreensão de escalas astronômicas.

Quando integrados, os Três Momentos Pedagógicos e a Teoria da Aprendizagem Significativa criam um ambiente de ensino que valoriza a interação ativa entre os alunos, os professores e os materiais didáticos. Essa combinação promove a construção de conhecimentos mais profundos e duradouros, além de estimular habilidades como o pensamento crítico e a resolução de problemas. Para Moreira (2000), uma prática pedagógica significativa deve ir além da transmissão de conteúdo, integrando os saberes formais às experiências vividas pelos alunos, o que torna a aprendizagem relevante e aplicável em suas vidas.

Assim, o uso de atividades como o Sistema Solar em escala, mediado pelos Três Momentos Pedagógicos, não apenas torna os conceitos astronômicos mais tangíveis, mas também atende às demandas curriculares e pedagógicas contemporâneas. Essa abordagem possibilita que os alunos não apenas memorizem dados, mas construam compreensões profundas e significativas sobre o universo, promovendo uma forma de aprendizagem que é ao mesmo tempo ativa, reflexiva e integrada à sua realidade.

Contexto e elaboração da atividade

Devido à pandemia do vírus SARS-CoV-2, que teve início em Wuhan, China, em dezembro de 2019, o Brasil se viu obrigado a implementar políticas de distanciamento social para conter a disseminação da COVID-19. No estado do Rio Grande do Sul, uma das primeiras medidas foi a suspensão das aulas presenciais em todo o Sistema Estadual de Ensino, conforme o Decreto n.º 55.118 de 16/03/2020 (Brasil, 2020a), inicialmente por 15 dias e passível de prorrogação.

Posteriormente, o Decreto n.º 55.241 de 10/05/2020 (Brasil, 2020b) introduziu o sistema de distanciamento controlado no Rio Grande do Sul, com o objetivo de coordenar a flexibilização das atividades econômicas de acordo com os números da pandemia. Esse decreto, em seu artigo terceiro, determinou a suspensão das aulas presenciais em todo o território do estado. Em resposta a essa situação, a Secretaria Estadual de Educação implementou o Regime Especial de Atividades Escolares Remotas, abrangendo o Ensino Fundamental e Médio, com o propósito de garantir o cumprimento do calendário escolar e a continuidade do ano letivo de 2020.

Foi em meio a este cenário que os residentes do Programa Residência Pedagógica (PRP) do núcleo de Física e Química do curso de Ciências da Natureza - Licenciatura (campus Uruguaiana), deram início às suas atividades, em meio às incertezas provenientes do momento de distanciamento social decorrente da pandemia de COVID-19 no ano de 2020. Devido a pandemia e a consequente suspensão das aulas presenciais, os residentes não puderam atuar presencialmente na escola, em contato direto com os alunos em um primeiro momento. Apenas a partir do mês de novembro com a publicação do Decreto Nº 56.171, de 29 de outubro de 2021, que determinou o retorno obrigatório às aulas presenciais na educação Básica, foi que os residentes tiveram a oportunidade de experimentar a realidade da sala de aula de forma presencial. Foi em meio a este cenário conturbado de readaptação ao ensino presencial que os residentes exerceram o período de Regência de Classe do PRP e – divididos em suas duplas ou trios – ficaram responsáveis por assumir os planejamentos e ministrar aulas nas turmas de responsabilidade de seus preceptores.

Vale ressaltar que, desde o retorno das aulas presenciais na Escola Cabo Luiz Quevedo, adotaram-se diversas medidas profiláticas para prevenir a propagação do vírus SARS-CoV-2, responsável pela COVID-19. O uso frequente de álcool em gel era incentivado, e o compartilhamento de materiais de qualquer natureza estava proibido, incluindo jogos de tabuleiro, lapbooks e materiais escolares.

Para evitar aglomerações nas salas de aula pequenas e com pouca ventilação, as turmas foram divididas em dois grupos, A e B, que compareciam à escola em semanas alternadas. Os residentes também foram divididos em grupos de até três membros, atuando em diferentes dias da semana. Cada dupla/trio de residentes ministrava aulas para cada uma das três turmas de 9º ano em um dia específico da semana, seguindo um sistema de escalonamento.

Metodologia

Neste trabalho, investiga-se, de forma exploratória, as potencialidades de uma dinâmica do Sistema Solar em escala, fundamentada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nos Três Momentos Pedagógicos, por meio de um relato de experiência. A intervenção pedagógica foi desenvolvida em duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Cabo Luiz Quevedo, localizada em Uruguaiana-RS, durante o período de readaptação ao ensino presencial no cenário pós-pandemia de COVID-19.

A atividade ocorreu em novembro de 2021, após a publicação do Decreto nº 56.171, de 29 de outubro de 2021, que determinou o retorno obrigatório das aulas presenciais na Educação Básica no Rio Grande do Sul. O contexto escolar foi marcado por medidas profiláticas rigorosas contra a disseminação do vírus SARS-CoV-2, incluindo o uso obrigatório de álcool em gel, proibição do compartilhamento de materiais e divisão das turmas em dois grupos, A e B, que frequentavam a escola em semanas alternadas.

Os participantes da intervenção foram aproximadamente 50 alunos distribuídos em duas turmas do 9º ano. Estes estavam em um processo de readaptação ao ambiente escolar presencial, após um longo período de ensino remoto. A atividade foi conduzida por residentes do Programa Residência Pedagógica (PRP) do curso de Ciências da Natureza - Licenciatura, vinculados ao núcleo de Física e Química.

A proposta pedagógica baseou-se no modelo dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002), estruturada em:

Problematização inicial: Aula expositiva-dialogada com slides sobre o Sistema Solar, realizada na sala de informática da escola. Este momento incluiu o uso de imagens comparativas e perguntas instigadoras para provocar reflexões sobre as distâncias e tamanhos dos planetas de modo a identificar e ativar os subsunçores dos alunos.

Organização do conhecimento: Na sala de aula, os alunos foram guiados no cálculo das distâncias planetárias em uma escala onde 1 Unidade Astronômica (UA) correspondia a 1 metro. O cálculo foi realizado no quadro de giz com base em dados científicos adaptados.

Aplicação do conhecimento: No pátio da escola, os alunos marcaram as posições dos planetas e assumiram os papéis de corpos celestes, visualizando concretamente as distâncias relativas.

Os dados foram coletados por meio de observações realizadas durante as aulas, registros fotográficos e anotações das interações e perguntas feitas pelos alunos. O impacto da intervenção foi analisado com base nos comentários dos alunos durante a atividade prática e na roda de conversa ao final. Este método qualitativo permitiu identificar as concepções prévias dos alunos e como estas foram alteradas pela dinâmica.

A atividade foi projetada com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem potencialmente significativa (Moreira, 1979; 2000; 2012), ao utilizar materiais concretos e escalas físicas que pudessem ser incorporados à estrutura cognitiva dos alunos de maneira não arbitrária e não literal. A concretização das distâncias astronômicas no pátio da escola foi essencial para que os alunos superassem concepções errôneas e confrontassem suas ideias prévias com a realidade científica.

Resultados e discussão

A proposta pedagógica desenvolvida baseou-se nos Três Momentos Pedagógicos conforme sugerido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Esse modelo prevê uma estruturação do ensino em três fases: 1) problematização inicial, 2) organização do conhecimento, e 3) aplicação do conhecimento. A estratégia utilizada foi uma atividade prática de construção de um Sistema Solar em escala, realizada no pátio da escola, onde os alunos assumiram o papel de planetas e do Sol, visualizando as distâncias e tamanhos de forma concreta. A escala adotada foi de 1 Unidade Astronômica (UA) equivalente a 1 metro, o que permitiu representar as distâncias planetárias de maneira compatível com o espaço disponível. A seguir, descrevemos como os 3 momentos foram aplicados na prática com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Problematização Inicial: A atividade foi iniciada com uma aula expositiva-dialogada na sala de informática, onde os alunos foram introduzidos ao conteúdo sobre a composição do Sistema Solar através de slides com imagens e informações, destacando seus planetas e principais características, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Aula na sala de informática



Fonte: Acervo da autora (2020).

Durante essa etapa, os alunos participaram ativamente, fazendo perguntas e levantando hipóteses sobre diversas características do Sistema Solar e temas como “por que o homem não voltou à Lua”. Esse momento inicial desempenhou um papel crucial ao conectar os novos conteúdos às ideias prévias dos estudantes, elemento essencial para a aprendizagem significativa. A interação dialogada e a troca de ideias criaram um ambiente de conflito cognitivo, essencial para a modificação das estruturas mentais preexistentes dos alunos, conforme destacado por Ausubel. Dessa forma, os alunos foram incentivados a ancorar as novas informações em conceitos já conhecidos, como as imagens comuns do Sistema Solar, mas reestruturando-as à luz das discrepâncias apresentadas.

Nesse momento, apresentamos uma imagem dos diâmetros relativos dos planetas (Figura 1) para estimular uma discussão sobre as distâncias entre eles e o Sol, estabelecendo uma discrepância inicial entre a percepção comum e a realidade astronômica. Aqui, os alunos foram provocados a refletir: como seria possível representar essas vastas distâncias em um espaço cotidiano, como o da escola?

Organização do Conhecimento: Com base na problematização, o segundo momento consistiu em organizar o conhecimento sobre a escala do Sistema Solar. Utilizando o quadro de giz, explicamos como converter as distâncias reais dos planetas para uma escala mais acessível. Explicamos que para calcular as distâncias dos planetas até o Sol em uma escala onde a distância da Terra ao Sol seja de 1 metro, podemos usar a seguinte fórmula:

$$= \frac{\text{Distância real do planeta até o Sol (em metros)}}{\text{Distância média Terra – Sol (em metros)}}$$

A distância média Terra-Sol é aproximadamente 149,6 milhões de quilômetros, o que é igual a 1 metro na nossa escala. Usando essa fórmula, exemplificamos no quadro de giz como podemos calcular as distâncias dos 8 planetas até o Sol e obtivemos os valores da quarta coluna do Quadro 1. Após, explicamos que esses valores coincidiam com os valores em Unidades Astronômicas, de forma que

$$\text{Distância Escala (em metros)} = \text{Distância Real (em UA)}$$

Por fim, fomos capazes de compor os valores que estão são demonstrados no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Valores adotados para a escala.

Objetos	Distância média do Sol Real (Km)	Distância média do Sol Real (UA)	Distância ao Sol (m)
Sol	-	-	-
Mercúrio	57.910.000	0,39	0,39
Vênus	108.200.000	0,72	0,72
Terra	149.600.000	1	1
Marte	227.940.000	1,52	1,5
Júpiter	778.330.000	5,20	5,20
Saturno	1.429.400.000	9,53	9,60
Urano	2.870.990.000	19,10	19,22
Netuno	4.504.300.000	30	30,06
Proxima Centauri	4.040.000.000.000	268 521,61	268 000

Fonte: Elaborado pelos autores (2021), com dados adaptados de Silva, 2020.

Aplicação do Conhecimento: O terceiro e último momento foi a aplicação prática do conhecimento organizado. No pátio da escola, os alunos marcaram as posições dos planetas usando uma trena e giz, posicionando-se nas respectivas distâncias até Netuno, de acordo com a escala previamente definida conforme a Figura 2.

Figura 2 – Realização da atividade no pátio da escola.



Fonte: Acervo da autora (2021).

Essa representação espacial serviu para reforçar a magnitude das distâncias astronômicas, algo que dificilmente seria alcançado apenas com o uso das imagens nos slides e livros. Além disso, essa fase da atividade contribuiu para a fixação dos conceitos, conforme os alunos começaram a visualizar e estruturar mentalmente as distâncias relativas entre os corpos celestes. A progressão gradual da atividade — do posicionamento do Sol e da Terra à inclusão dos demais planetas — organizou os conceitos de forma cumulativa, reforçando as conexões entre as ideias apresentadas na aula inicial e a experiência prática. Como destaca Moreira (2000), o processo de aprendizagem significativa depende da organização lógica e hierárquica dos conteúdos, o que foi facilitado pelo modelo físico e pela dinâmica colaborativa da atividade.

A conclusão da dinâmica foi feita em uma roda de discussão (Figura 3), onde os alunos expuseram seu espanto quanto à magnitude das distâncias astronômicas e ainda exploramos o tamanho de estrelas gigantes, supergigantes e a localização das sondas Voyager 1 e 2.

Figura 3 – Roda de conversa da atividade Escala do Sistema Solar



Fonte: Acervo da autora (2021).

Os estudantes se mostraram muito interessados e participativos, fazendo diversas perguntas como qual seria o tamanho dos planetas nessa nossa escala, onde estaria o cinturão de asteroides, entre outros. A dinâmica se mostrou muito útil em despertar o interesse e a curiosidade, promovendo debates muito interessantes iniciados pelos próprios alunos.

Ao final da dinâmica, foi possível perceber que a construção do Sistema Solar em escala não só despertou o interesse dos alunos, como também lhes ofereceu uma oportunidade de confrontar suas concepções prévias com a realidade das distâncias e tamanhos astronômicos. Esse confronto direto, reforçado pela discussão em grupo na roda de conversa, exemplifica o papel da aplicação prática no processo de aprendizagem significativa, onde o aluno não apenas recebe a informação, mas a relaciona com sua própria experiência de maneira significativa e duradoura.

Durante o primeiro momento da atividade, ao observar as imagens dos planetas em escala de tamanho, muitos alunos já demonstraram surpresa ao verem o quão pequenos os planetas rochosos eram em comparação com os gigantes gasosos.

No entanto, o impacto mais evidente ocorreu no segundo momento, quando os alunos foram posicionados nas marcações no pátio. A reação à escala foi imediata: a surpresa de ver que todos os planetas rochosos estavam a menos de 1 metro do Sol, enquanto Netuno ficava a uma distância considerável de 30 metros, gerou discussões instigantes. Muitos alunos mencionaram que nunca haviam percebido a imensidão das distâncias no Sistema Solar e que

a representação comum nos slides e livros, com os planetas lado a lado, não refletia essa realidade.

A roda de discussão que seguiu a atividade no último momento proporcionou uma oportunidade para explorar concepções mais profundas dos alunos. Durante a roda, questionamos os alunos sobre onde eles achavam que estaria a estrela mais próxima do Sol (Próxima Centauri) dentro da nossa escala. O palpite mais arriscado que recebemos foi no centro da cidade (5 Km de distância da escola), o que nos mostra como eles ainda subestimam a vastidão do cosmos. Ao explicar que, na nossa escala, a estrela estaria na cidade de Santana do Livramento, a 230 km de distância, os alunos ficaram espantados, o que evidencia o valor de trabalhar com escalas físicas e concretas para enfrentar essas noções tão abstratas.

Ao fim da dinâmica, os alunos, ao discutirem entre si e com os residentes, foram capazes de superar concepções errôneas sobre as distâncias planetárias. O choque com a realidade das distâncias no Sistema Solar e a participação ativa na construção do modelo foram elementos que criaram essa conexão significativa.

Considerações Finais

A pandemia da COVID-19 impôs uma suspensão das atividades escolares em nível nacional, desencadeando transformações profundas nos métodos de ensino e desafiando professores e alunos a se adaptarem a essa nova realidade. O retorno às aulas presenciais no período subsequente apresentou-se como um grande desafio, exigindo um esforço significativo de criatividade e adaptação por parte de todos os envolvidos.

Entretanto, a implementação da dinâmica do Sistema Solar em escala revelou-se como um alívio em meio à carga psicológica que o Ensino Remoto Emergencial e o Ensino Híbrido vinham impondo aos alunos e professores. As aulas, que muitas vezes se resumiam a videochamadas cansativas e frequentemente monótonas, ganharam um novo fôlego com a atividade proposta, os alunos demonstraram um genuíno interesse pela proposta e pelas aulas que incluíam apresentações de slides e discussões interativas. Recebemos diversos elogios pessoalmente dos próprios alunos, e sua participação ativa foi notável ao longo de todo o processo.

Ainda que o artigo não tenha coletado dados quantitativos ou questionários qualitativos formais, as reações observadas durante a atividade indicam um forte impacto na compreensão dos alunos sobre o Sistema Solar. O envolvimento ativo, o espanto diante das escalas e a

participação na roda de discussão foram sinais de que a atividade alcançou os objetivos propostos por nós, promovendo engajamento e despertando a curiosidade dos alunos.

Esse relato não só aponta a efetividade dessa abordagem prática, mas também sugere que a replicação desse tipo de atividade pode ser um caminho para promover aprendizagens significativas em temas abstratos, especialmente no período pós-pandêmico, onde a necessidade de práticas interativas e colaborativas se tornou ainda mais evidente.

A articulação dos Três Momentos Pedagógicos com a Teoria da Aprendizagem Significativa permitiu que a atividade “Sistema Solar em Escala” fosse desenvolvida de forma a maximizar seu impacto pedagógico. A problematização inicial ativou os conhecimentos prévios dos alunos e despertou sua curiosidade, enquanto a organização do conhecimento estruturou os novos conceitos de maneira lógica e concreta. Por fim, a aplicação do saber consolidou o aprendizado, mostrando sua relevância para o entendimento do universo e promovendo uma reflexão crítica sobre as representações astronômicas.

Assim, essa abordagem integrada demonstrou-se eficaz na superação das dificuldades associadas à abstração dos conceitos astronômicos, proporcionando uma experiência de aprendizado que não apenas facilitou a compreensão dos conteúdos, mas também promoveu o engajamento e a interação ativa dos alunos. Ao alinhar os princípios da Aprendizagem Significativa e os Três Momentos Pedagógicos, a prática reafirma seu potencial como uma ferramenta inovadora e transformadora no ensino de ciências.

Assim, a implementação bem-sucedida dessa abordagem pedagógica não apenas contribuiu para uma aprendizagem significativa da Astronomia, mas também ofereceu uma experiência educacional enriquecedora, promovendo a participação ativa dos alunos e proporcionando um alívio em um período desafiador de adaptações constantes.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental - Ciências**. Brasília: MEC/SEF, (1998).

BRASIL. Rio Grande do Sul. Decreto nº 55.118, de 16 de março de 2020. Estabelece medidas complementares de prevenção ao contágio pelo COVID-19 (novo Coronavírus) no âmbito do Estado. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2020a.

BRASIL. Rio Grande do Sul. Decreto nº 55.241, de 10 de maio de 2020. Determina a aplicação das medidas sanitárias segmentadas de que trata o art. 19 do Decreto nº 55.240, de 10 de maio de 2020, que institui o Sistema de Distanciamento Controlado para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo novo Coronavírus (COVID-19) no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul, reitera a declaração de estado de calamidade pública em todo o território estadual e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2020b.

BRASIL. Rio Grande do Sul. Decreto nº 56.171, de 29 de outubro de 2021. Estabelece as normas aplicáveis às instituições e aos estabelecimentos de ensino situados no território do Estado do Rio Grande do Sul, conforme as medidas de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo novo coronavírus (COVID-19) de que trata o Decreto nº 55.882, de 15 de maio de 2021, que institui o sistema de avisos, alertas e ações. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2021.

CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel; PESSOA DE CARVALHO, Anna Maria; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DUQUE, Cleiciane Antunes et al. O sistema solar em escala: uma proposta pedagógica crítica para o ensino de ciências. In: III Congresso Nacional de Educação, Natal, 2016. **Anais [...]**. Campina Grande, Realize Eventos Científicos & Editora, 2016.

GOMES, Érica Cupertino; FRANCO, Xaieny Luiza de Souza Oliveira; ROCHA, Alexsandro Silvestre da. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino da física**. Araguaína, TO: EDUFT, 2020.

GONÇALVES, Paula Cristina da Silva ; COMPIANI, Maurício. A Educação em Astronomia e as diversas dimensões de escala: Micro, macro, horizontal e vertical. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 35, 2023.

MENEZES, Ionara da Luz; WERLANG, Rafael Brum; SILVA, André Luís Silva da. EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR: ANÁLISE DA ABORDAGEM EM LIVROS DIDÁTICOS. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 7, n. 2, p. 296-317, 2023. Disponível em: <https://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1348/1106>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. A teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização de conteúdo de Física. **Revista Brasileira de Física**, v. 9, n. 1, p. 275-292, 1979. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/bjp/download/v09/v09a19.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora UNB, 2000.

MOREIRA, Marco Antônio. O que é afinal Aprendizagem Significativa?. **Currículum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha. n.25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAll>. Acesso em: 15 dez. 2024.

NETO, Edgar Machado Bezerra; CABRAL, Marlúcia Barros Lopes; SOARES, Michelly Cristiny. Discord: Fomentando a Aprendizagem Significativa na Era Digital. **Revista Ensino em Debate**, Fortaleza, v. 2, p. e2024006, 2024. DOI: 10.21439/2965-6753.v2.e2024006. Disponível em: <https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/19>. Acesso em: 15 dez. 2024.

OLIVEIRA, Rodolfo Fortunato de. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise de livros didáticos do sistema municipal de ensino de Bauru**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências. Bauru, p.132. 2020.

SILVA, Edna Maria Esteves da. **Planetário UFSC**, 2022. Disponível em: <https://planetario.ufsc.br/o-sistema-solar/>. Acesso em: 10 out. 2023.

SOBREIRA, Paulo Henrique Azevedo. Estado da arte de pesquisas sobre erros conceituais de astronomia em livros didáticos de ciências e de geografia no Brasil (1986-2016). In: **VI SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**, 2022, Bauru, SP. Anais [...]. Bauru, SP: VI SNEA, 2022.

SOBREIRA, Paulo Henrique Azevedo; RIBEIRO, José Pedro Machado. Erros conceituais de Astronomia em livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias-PNLD 2021. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 35, 2023.

SOUZA, Gustavo Fontoura; AZEVEDO FILHO, Janilson Simões de. Considerações sobre a disponibilidade dos tópicos de Astronomia em livros didáticos de Física do PNLD 2018. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 66-83, 2021.

SILVA, Francielle Pereira da; ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia; GOYA, Alcides. Representação das dimensões astronômicas em livros didáticos de ciências no âmbito do Ensino Fundamental II. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 30, p. 7-19, 2020. Disponível em: <https://shorturl.at/QkX6H>. Acesso em: 21 nov. 2023.

Submetido em 29 de setembro de 2025.

Aceito em 26 de novembro de 2025.

Publicado em 04 de abril de 2025.