

UTILIZAÇÃO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL NO ENSINO DOS CONCEITOS DE PLANETAS E PLANETAS ANÕES DO POR MEIO DE UMA INTERVENÇÃO COM UM PLANETÁRIO DIGITAL

USE OF AUSUBEL'S THEORY OF MEANINGFUL LEARNING IN TEACHING THE CONCEPTS OF PLANETS AND DWARF PLANETS THROUGH AN INTERVENTION WITH A DIGITAL PLANETARIUM

Amauri José da Luz Pereira^{1,2}, Marcos Rincon Voelzke²

¹ Observatório Astronômico e Planetário do Colégio Estadual do Paraná, amaurirjp@yahoo.com.br

² Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós-Graduação: Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática mrvoelzke@hotmail.com

Resumo: *O presente relato apresenta uma síntese do trabalho de pesquisa culminado como tese de doutorado do primeiro e orientada pelo segundo autor nominados acima. Tendo como referencial a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1964) os conceitos de planetas e planetas anões do Sistema Solar foram avaliados em turmas do sexto ano do Ensino Fundamental, mediante a aplicação de questionários de pré e pós- intervenção. A intervenção aconteceu com uma única sessão com o projetor digital do Planetário do Colégio Estadual do Paraná. A metodologia da pesquisa utilizada pode ser caracterizada como uma pesquisa intervenção. Foi aplicado um questionário prévio para 54 alunos sobre o tema à luz do atual conceito estabelecido pela União Astronômica Internacional, desde 2006. Os erros e acertos dessas questões balizaram a intervenção. Passados seis meses da intervenção, o mesmo questionário foi submetido à coleta de dados quantitativos de acertos de questões objetivas, na pós-intervenção. Para análise numérica dos dados foram calculadas as percentagens de acertos dos questionários de pré e pós-intervenção e para validação quantitativa da pesquisa os acertos foram submetidos ao teste t de Student, via uma programação específica em Python. A conclusão da tese, além de abordar o atendimento da hipótese da pesquisa, apresenta as deficiências do estudo, suas implicações mais amplas e recomendações para pesquisas futuras a partir dela.*

Palavras-chave: Planetas; Planetas Anões; Sistema Solar; Planetário Digital.

Abstract: *This report presents a summary of the research work culminated in the doctoral thesis of the first author and supervised by the second author named above. Using Ausubel's Theory of Meaningful Learning (1964) as a reference, the concepts of planets and dwarf planets of the Solar System were evaluated in sixth-grade elementary school classes through the application of pre- and post-intervention questionnaires. The intervention took place in a single session with the digital projector of the Planetarium of the Paraná State School. The research methodology used can be characterized as an intervention research. A preliminary questionnaire was applied to 54 students on the topic in light of the current concept established by the International Astronomical Union since 2006. The errors and correct answers to these questions guided the intervention. Six months after the intervention, the same questionnaire was submitted to collect quantitative data on correct answers to objective questions, in the post-intervention. For numerical analysis of the data, the percentages of correct answers in the pre- and post-intervention questionnaires were calculated and for quantitative validation of the research, the correct answers were submitted to the Student's t-test, via specific programming in Python. The conclusion of the thesis, in addition to addressing the fulfillment of the research hypothesis, presents the deficiencies of the study, its broader implications and recommendations for future research based on it.*

Keywords: Planets; Dwarf Planets; Solar System; Digital Planetarium.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico dos últimos vinte anos tornou possível a descoberta de astros da ordem de tamanho de Plutão ou menores dentre os objetos transnetunianos. Tais descobertas levaram a necessidade do estabelecimento de novas formas de se interpretar e de se ensinar os conceitos de planetas e planetas anões. As resoluções 5 e 6 da XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (IAU, 2006) na cidade de Praga na República Tcheca, alteram significativamente a maneira de como o mundo deve apresentar essas definições para os estudantes: dos até então nove planetas houve a redução para oito e o acréscimo de cinco planetas anões no Sistema Solar.

Analisando um contexto pós-pandêmico, partindo do subsunção planetas em conformidade como a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1964) a Figura 01 apresenta o Mapa Conceitual da Intervenção.

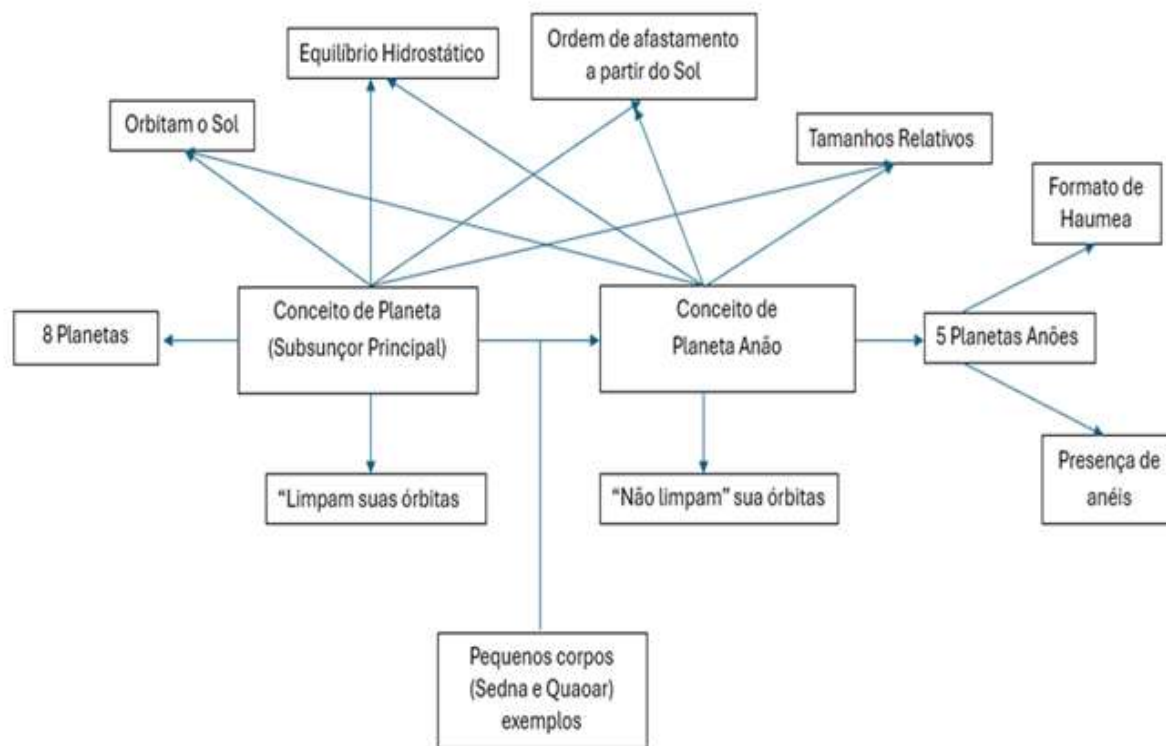


Figura 01: Mapa Conceitual da Intervenção

O questionário objetivo de múltipla escolha, com cinco alternativas (a,b,c,d,e) sendo apenas uma correta, foi elaborado com o propósito de servir de prospecção sobre o entendimento dos estudantes em relação aos planetas e planetas anões, permitindo avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o tema tanto na pré como na pós-intervenção. Os índices de acertos forneceram os dados quantitativos necessários à proposta. A análise das respostas prévias dos alunos parametrizou a intervenção da Pesquisa-Intervenção em que se constituiu a sessão do Planetário sobre a temática da pesquisa.

METODOLOGIA

A hipótese que norteou a pesquisa foi: Um planetário digital, utilizado como uma ferramenta de ensino, pode contribuir para a promoção de uma aprendizagem potencialmente significativa, Ausubel (1964) de conceitos sobre planetas e planetas anões do Sistema Solar por parte de alunos do sexto ano do Ensino Fundamental?

O questionário objetivo de múltipla escolha da pesquisa, composto por dez questões e cinco alternativas, se fundamentou nas resoluções 5 e 6 da XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (IAU, 2006) que estabeleceram os conceitos atuais para os planetas e planetas anões. Durante a introdução da intervenção ambas as resoluções foram explicadas aos estudantes. A Figura 02 registrou esse momento.



Figura 02: Introdução da sessão de planetário utilizada durante a pesquisa

A intervenção aconteceu logo após a aplicação do questionário prévio com uma única sessão com um planetário digital. Essa limitação de apenas uma encontro teve dentre seus propósitos a avaliação do quão significativo pode ser esse momento para ensinar as definições atuais de planetas e planetas anões e vem ao encontro do que acontece na maioria dos planetários brasileiros que oferecem apenas uma sessão por turma de estudantes sobre esse tema.

A Figura 03 apresenta exemplos fora de escala de planetas e planetas anões projetados durante a intervenção.

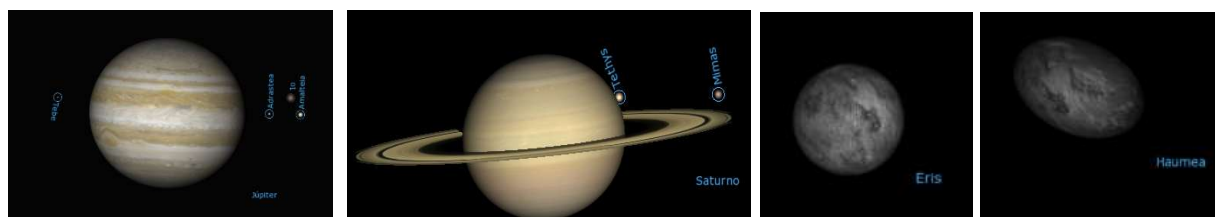


Figura 03: Exemplos de astros projetados durante a intervenção com o planetário

Para se evitar a avaliação de uma aprendizagem mecânica, o questionário de pós-intervenção só foi aplicado passados seis meses da intervenção com o planetário em consonância com o que preconiza os trabalhos de Ausubel; Novak.; Hanesian, (1980).

RESULTADOS

A Figura 04 apresenta a representação gráfica do percentual de acertos por questões no pré e pós-teste desta pesquisa.

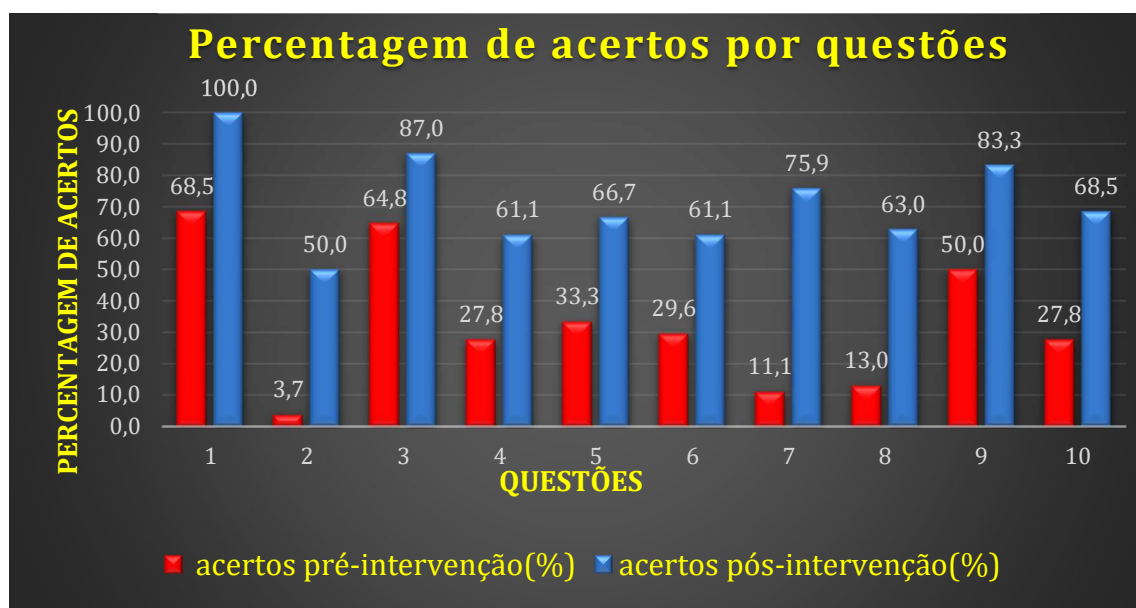


Figura 04: Percentual de acertos por questões pré e pós-intervenção

Para exemplificar a melhora significativa dos percentuais de acertos observados na Figura 04 as questões 1, 2 e 7 serão apresentadas e comentadas.

Questão 1) Sobre o número de planetas e planetas anões é correto afirmar que o Sistema Solar:

- a) é composto por nove planetas e Plutão, que foi reclassificado como planeta anão;
- b) atualmente tem oito planetas e um planeta anão, Plutão que foi assim reclassificado;
- c)** possui oito planetas e cinco planetas anões;
- d) tem nove planetas, Plutão e o planeta X;
- e) nenhuma das alternativas está correta.

A Questão 1 foi elaborada com a intenção de se averiguar, inicialmente, se os alunos sabem o número correto de planetas e planetas anões e verificar o quanto a intervenção foi útil no ensinamento desse conceito quando da aplicação do questionário pós-intervenção. Dado aos 100% de acertos ao final é possível afirmar que houve uma aprendizagem significativa desse conceito.

Questão 2) Tendo como parâmetro a palavra "planeta anão" dentro da atual definição do Sistema Solar é correto afirmar que:

- a) existe apenas um planeta anão no Sistema Solar, Plutão que foi reclassificado em 2006;
- b) o Sistema Solar atualmente possui três planetas anões: Plutão, Sedna e Quaoar;
- c) todos os planetas anões são menores que os planetas e maiores que as luas dos planetas;
- d) os planetas anões possuem esse nome por serem menores que os planetas;
- e)** nenhuma das alternativas está correta.

A intenção dessa questão foi avaliar o conhecimento prévio e, nas fases posteriores, verificar a compreensão dos alunos sobre a definição correta de planetas

anões. Apesar do índice ter melhorado, apenas a metade dos alunos respondeu corretamente essa questão na pós-intervenção.

Questão 7) Sobre os planetas anões do Sistema Solar é correto afirmar que:

- a) Todos são arredondados.
- b) Apenas um deles não tem formato arredondado.**
- c) Nenhum deles possui anéis orbitando a sua volta.
- d) Nenhum deles possui satélites naturais.
- e) Todos eles possuem satélites naturais.

A Questão 7 teve a intencionalidade de ser avaliada durante a pós-intervenção, considerando que o público-alvo da pesquisa provavelmente não havia sido apresentado a Haumea, planeta anão que não tem um formato esférico e, até o momento, o único que apresenta anéis ressaltando que durante a intervenção sua forma mereceu destaque na apresentação no planetário. O fato de Haumea não ter formato arredondado e de possuir anéis foi referenciado no trabalho de Ortiz; Camargo, Santos-Sanz, Braga-Ribas (2017), intitulado *The size, shape, density and ring of the dwarf planet Haumea from a stellar occultation*. Também foram apresentados os anéis de Haumea durante a intervenção com a sessão do planetário digital do CEP.

A correção dos questionários também forneceu a possibilidade de levantar a percentagem de notas globais e estabelecer um valor médio para os questionários de pré e pós-intervenção. A **Figura 05** apresenta essa representação.

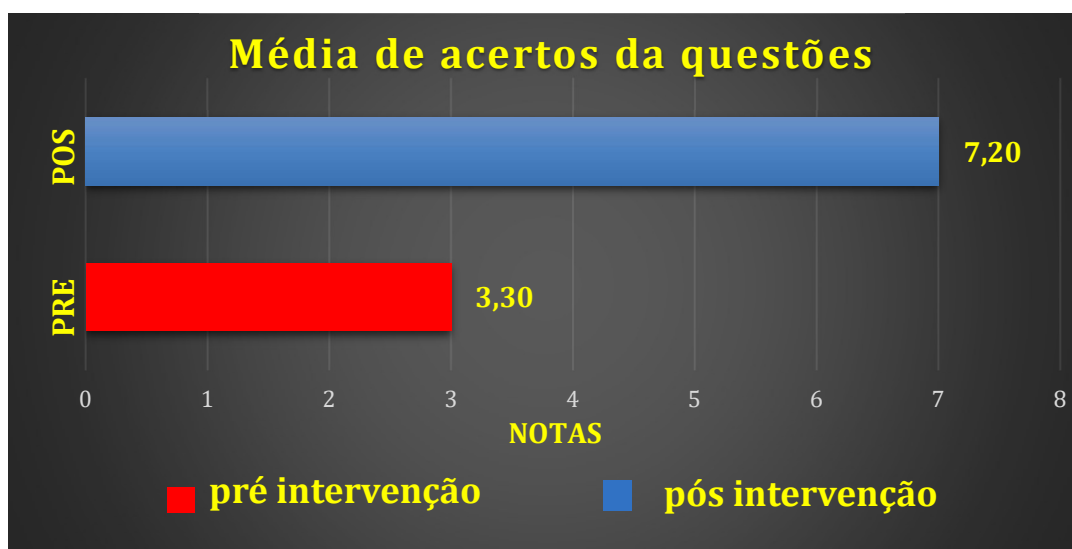


Figura 05: Média de acerto das questões.

A melhora do índice entre os questionários de pré e pós-intervenção observada na Figura 02 também pode ser vista e, nesse caso, mais evidenciada na Figura 03 vindo ao encontro do atendimento da hipótese da tese desta pesquisa.

A pesquisa, enquanto análise dos dados, é quantitativa, por isso, aos questionários de pré e pós-intervenção, foi aplicado o teste t de *Student* para amostras pareadas, adequado para comparar duas séries de dados relacionados como antes e depois de uma intervenção (Assis, Sousa e Linhares, 2020).

A Estatística t representa a medida padronizada da diferença média entre as condições. Valores maiores indicam uma diferença mais forte entre as duas séries. Valor- p : Indica a probabilidade de observar uma diferença média entre pré e pós-intervenção tão extrema (ou mais) quanto a calculada, assumindo que não haja diferença real (hipótese nula verdadeira). Se $p < 0,05$ a hipótese nula é rejeitada, concluindo que há uma diferença significativa. A interpretação final depende do valor de p obtido: se $p < 0,05$: Existe uma diferença significativa entre os grupos pré e pós-intervenção. Se $p > 0,05$: Não existe uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A Figura 06 apresenta os valores obtidos após a submissão dos dados ao código escrito pelo autor em linguagem *Python* e rodado no compilador *on-line* gratuito *Python Online Compiler* (Rossum; Drake, 2011) disponível no site: https://www.w3schools.com/python/python_compiler.asp e acessado em 27 de novembro de 2024.

```
Teste t de Student para Dados Pareados:
Média das Diferenças ( $\bar{D}$ ): 3.8889
Desvio Padrão das Diferenças ( $s_D$ ): 2.4928
Estatística t: 11.4642
Graus de Liberdade: 53
Valor-p: 0.0000
Resultado: Há uma diferença significativa entre os dados de pré e pós-intervenção.
```

Figura 06: Resultados do teste t em *Python*.

CONCLUSÕES

A significância elevada, quando da análise estatística dos dados de pré e pós-intervenção, indica que houve uma diferença real entre os dados iniciais e finais. A mesma pode ser interpretada como uma das consequências da intervenção com o planetário digital. Também o aumento da média geral de acertos das questões de 3,3 para 7,2 sinaliza positivamente para a afirmação de que houve uma aprendizagem potencialmente significativa dos conceitos abordados durante a pesquisa por parte dos alunos, indo ao encontro do que preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1964).

Os métodos quantitativos utilizados durante a pesquisa, quando da coleta numérica das respostas e análise estatística de seus resultados, se mostraram exitosos. Uma vez que de posse dos dados iniciais houve a intervenção por parte do pesquisador no sentido de oferecer aos alunos pesquisados uma aprendizagem potencialmente significativa dos conceitos de planeta e planetas anões do Sistema Solar.

Por fim, passados quase vinte anos da inserção da classe de planetas anões, observa-se que ainda há um grande desafio no Ensino de Astronomia no Brasil que perpassa pela formação inicial de professores como bem indicam os trabalhos de Langhi (2004, 2009a, 2009b, 2021); e pela disseminação das definições de planetas anões (Voelzke, Araújo, 2010) sendo necessárias futuras pesquisas nessa área de Educação em Astronomia no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, J. P.; SOUSA, R.P.; LINHARES, P.C. F. **Testes de Hipóteses Estatísticas**. Natal - RN: Edufersa, 2020.

AUSUBEL, D. P. *Some psychological aspects of the structure of knowledge*. In: ELAM, S. **Education and the structure of knowledge**. Illinois: Rand MacNally, p. 221-262, 1964.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) UNESP. Bauru. 2004.

LANGHI, R. **Astronomia no anos iniciais do ensino fundamental:repensando a formação de professores**. Tese (Universidade Estadual Paulista)UEP. Bauru, p. 372. 2009a.

LANGHI, R. Educação em astronomia e a formação continuada de professores : a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. **Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, 2009b.

LANGHI, R. *Some brief reflexions about the Astronomy Education in Brazil*. **Academia Letters**, San Francisco, 2021

IAU. INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION - **Definition of a Planet in the Solar System**. Prague - Czech Republic. 2006.*Praga Conference Center*, 2006. Disponível em:<<http://www.astronomy2006.com> >. Acesso em: 04 jun. 2025

ORTIZ, J. L.; SICARDY, SANTOS-SANZ P.;B.; BRAGA RIBAS, F. *size, shape, density and ring of the dwarf planet Haumea from a stellar occultation*. **Nature**, Washington - DC, 2017.

ROSSUM, G. V.; DRAKE JR., F. L. **Python Language Reference Manual**. Podgorica: Network Theory, 2011.

VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. Plutão: Planeta ou "Planeta Anão"? **REnCiMa**, São Paulo, 2010.