



## Tópicos de Astronomia como Organizadores Prévios no Estudo de Notação Científica e Unidades de Medida \*

Astronomy Topics as Advance Organizers in the Study of Scientific Notation and Measurement Units

Marco Antonio Sanches Anastacio<sup>1</sup>  
Marcos Rincon Voelzke<sup>2</sup>

### Resumo

Muitas discussões quanto às dificuldades dos alunos no Ensino Médio (EM), relacionadas à disciplina de Física, passam, de alguma forma, pela ausência de conhecimentos básicos como a notação científica e a representação de grandezas numéricas. Essa lacuna é provocada muitas vezes por uma aprendizagem mecânica, utilizada com frequência pelos alunos em véspera de avaliações. Este estudo utilizou conceitos de Astronomia como organizadores prévios no ensino de unidades de medida e notação científica em uma turma de 80 alunos do 2º ano do EM. O trabalho foi realizado em três aulas, iniciando com uma discussão sobre a importância do uso correto das unidades de medida dentro da Física e a apresentação dos conceitos astronômicos, finalizado com uma atividade de exercícios. Os resultados do trabalho mostraram a viabilidade do uso da Astronomia como organizador prévio, fato evidenciado nas aulas seguintes, quando se trabalhou conteúdos de hidrostática, ocasião em que os estudantes utilizaram corretamente as unidades de medida e notação científica.

**Palavras-chave:** Ensino de Astronomia. Aprendizagem significativa. Ensino de Física. Organizadores prévios.

\*Submetido em 28/10/2021 - Aceito em 05/08/2022

<sup>1</sup>Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul. Professor de Física na Educação Básica e Professor Adjunto na Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Brasil – E-mail: marcosanches.prof@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Ciências Naturais, com Especialização em Astrofísica, pela Ruhr Universität Bochum. Professor Titular e Pesquisador do Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Brasil – E-mail: marcos.voelzke@cruzeirosul.edu.br.

### **Abstract**

Many discussions about the students' difficulties in High School (HS), related to the discipline of Physics, somehow go through the absence of basic knowledge such as scientific notation and the representation of numerical quantities. This gap is caused by mechanical learning, often used by students on the eve of assessments. This study used Astronomy concepts as advance organizers in measurement units and scientific notation teaching in 80 students' class from the 2nd year of HS. The work was carried out in three classes, starting with a discussion about the importance of the correct use of measurement units within Physics and the presentation of astronomical concepts, ending with an exercise activity. The results showed the viability of using Astronomy as previous organizers, a fact that was evidenced in the subsequent classes when hydrostatics contents were worked when the students correctly used the measurement units and scientific notation.

**Keywords:** Astronomy teaching. Meaningful learning. Physics teaching. Advance organizers.

## 1 INTRODUÇÃO

Não são poucas as discussões sobre o ensino de Física na Educação Básica (EB), em especial relacionadas às dificuldades encontradas quanto aos conhecimentos básicos necessários à instrumentalização dos conteúdos ao longo dos três anos que compõem a etapa do Ensino Médio (EM) (VIDAL; CUNHA; BUENO, 2021).

Nesse sentido, destaca-se a falta de domínio de algum conceito ou ferramenta necessária à compreensão do fenômeno que o professor deseja ensinar. Já no primeiro ano do EM os conceitos de notação científica e a representação de grandezas numéricas surgem como grande desafio para os alunos, que apresentam dificuldades em lidar com esse conhecimento, a despeito de terem sido trabalhados em anos anteriores dentro dos conteúdos de Matemática no Ensino Fundamental (EF).

Para Naissinger (2010) as principais dificuldades verificadas nesses estudantes não estão somente na leitura e escrita de valores muito grandes ou pequenos, mas na representação das potências, em especial as de base 10, e as propriedades envolvidas. A autora ainda aponta que, no EF, o aluno tem sua aprendizagem matemática resumida a classes que envolvem no máximo milhares, ou seja, “[...] o aluno faz representações usando uma, ou duas, casas decimais” (NAISSINGER, 2010, p. 18).

Nesse contexto, ressignificar o ensino de Física no EM passa por uma abordagem além da simples aprendizagem mecânica de fórmulas e conceitos, que são frequentemente utilizados em véspera de avaliações, mas funcionam especificamente para esses momentos.

É necessário, portanto, discutir-se sobre uma aprendizagem significativa, cujo conceito central está na interação de uma nova informação, de maneira substantiva e não literal, com aquilo que o estudante já sabe. Essa interação torna a aprendizagem mais agradável e familiar, despertando a curiosidade intelectual (AUSUBEL, 2000). Na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, aquilo que o estudante já sabe constitui-se no principal fator que influencia em sua aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Por meio da aprendizagem significativa, o conhecimento pode ser retido e lembrado por mais tempo, provocando um aumento na capacidade de aprender novos conceitos de maneira mais fácil e natural (PELIZZARI *et al.*, 2002).

Porém, para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que se tenha aquilo que Ausubel chama de subsunçor ou ideia-âncora, que são os conhecimentos previamente organizados na estrutura cognitiva do indivíduo, que funcionarão como “âncoradouro” para a nova informação a ser aprendida (MOREIRA, 2011).

De certo, no caso específico aqui tratado, ou seja, notação científica, grandezas e medidas, ainda que seja difícil identificar os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2000), é notável a existência de uma lacuna entre o que ele conhece, fruto daquilo que aprendeu em série anteriores, e o que ele precisaria saber para uma aprendizagem significativa nessa etapa da EB.

Essa lacuna pode ocorrer principalmente devido à obliteração do conhecimento prévio

devido a uma “[...] continuidade natural da assimilação (aprendizagem subordinada).” (MOREIRA, 2011, p. 119)

Nesse sentido, o ponto central do estudo aqui apresentado é a utilização dos organizadores prévios, que “[...] são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si” (MOREIRA, 2011, p. 103), para resgatar, reativar, recuperar o conhecimento que foi obliterado.

Para Ausubel (2000), os organizadores prévios são responsáveis por estabelecer uma ponte cognitiva entre o que o aluno já sabe e o novo conhecimento que lhe é apresentado (AUSUBEL, 2000). Essa ideia proposta procura manipular a estrutura cognitiva do aluno, facilitando a aprendizagem significativa, ou seja, a principal função dos organizadores prévios é servir como ponte entre o que o estudante precisa saber e aquilo que ele já sabe, permitindo que o novo material seja aprendido de forma significativa (MOREIRA, 2011).

Nessa construção dos organizadores prévios é importante, portanto, fornecer ao estudante ideias-âncora provisórias, de forma geral e inclusiva. Para tanto, considerou-se a utilização da Astronomia como fator motivador essencial, utilizando-a como organizador prévio para atingir-se o objetivo principal, ou seja, trabalhar os conceitos de notação científica e unidades de medida.

Desde muito tempo a Astronomia desperta o interesse e a fascinação das pessoas, servindo como motor para o desenvolvimento de diversas civilizações e, no curso da história, conduziu à revolução científica que culminou no fim da posição imutável e privilegiada da Terra no Universo (ANASTACIO, 2020).

Esse mesmo fascínio que outrora se mostrou tão importante para o desenvolvimento da ciência, está presente no dia a dia escolar, ainda que não formalmente (ANASTACIO; VOELZKE, 2019), e hoje reverbera em sala de aula, encantando o jovem estudante, fazendo-o questionar os mistérios do Universo. Não é raro perceber que os alunos ouvem com uma atenção especial e interesse aquilo que o professor apresenta quando o assunto tratado está relacionado de alguma forma à Astronomia (PEIXOTO; KLEINKE, 2016).

O trabalho, portanto, procurou utilizar medidas astronômicas dentro de um contexto que pudessem servir como organizadores prévios comparativos, ou seja, que consideram a familiaridade do aluno com o assunto estudado, a fim de desenvolver as âncoras cognitivas necessárias para que passassem a relacionar os novos conceitos de unidades de medida e notação científica que lhes foram apresentados.

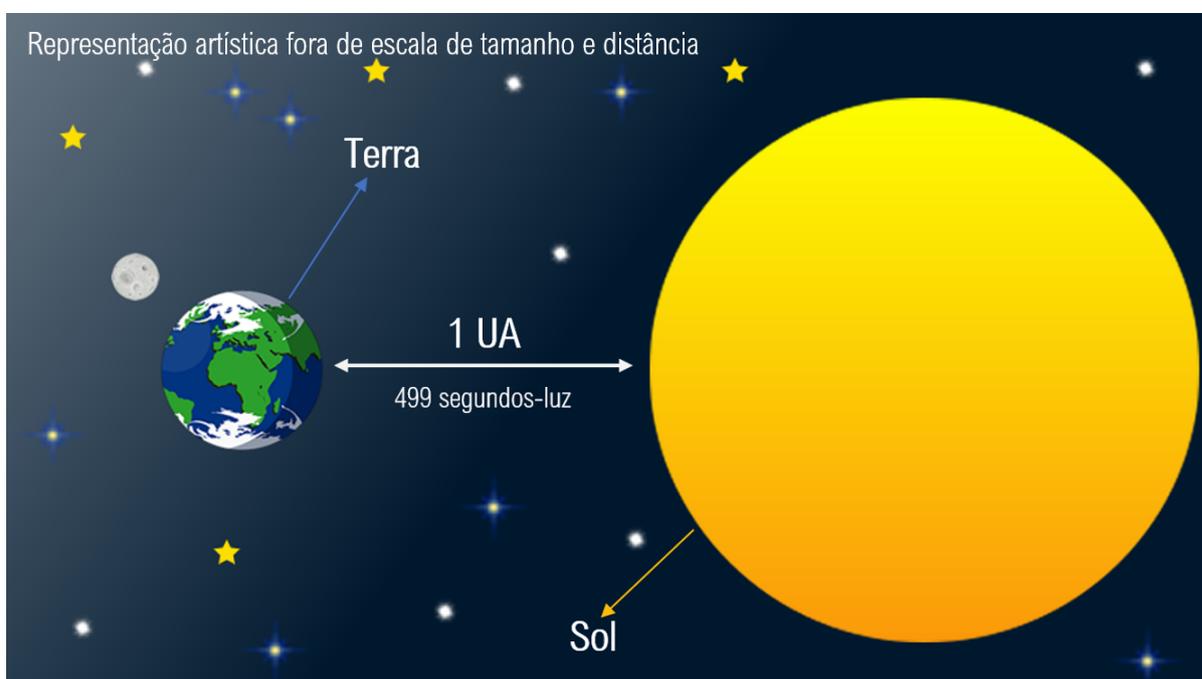
Para Moreira (2011), o uso dos organizadores prévios comparativos é adequado quando o novo material é relativamente familiar ao aluno, pois ajudará na integração dos novos conhecimentos à estrutura cognitiva, assim como distingui-los de outros já existentes, que apesar de diferentes em sua essência, podem ser facilmente confundidos.

## 2 PERCURSO METODOLÓGICO

O trabalho foi desenvolvido com 80 (oitenta) alunos do 2º ano do EM em uma escola particular na Capital Paulista com o objetivo de utilizar conceitos de Astronomia e medidas astronômicas como organizadores prévios no desenvolvimento de unidades de medida e notação científica.

A aplicação ocorreu durante as aulas de Física, com a apresentação inicial aos estudantes de conceitos como Unidade Astronômica<sup>3</sup>, ano-luz<sup>4</sup> e parsec<sup>5</sup>, destacando-se a importância da utilização correta de grandezas e unidades de medida. Como exemplo, a Figura 1 foi utilizada para ilustrar o conceito de Unidade Astronômica (UA) durante a aula.

**Figura 1 – Distância entre o Sol e a Terra**



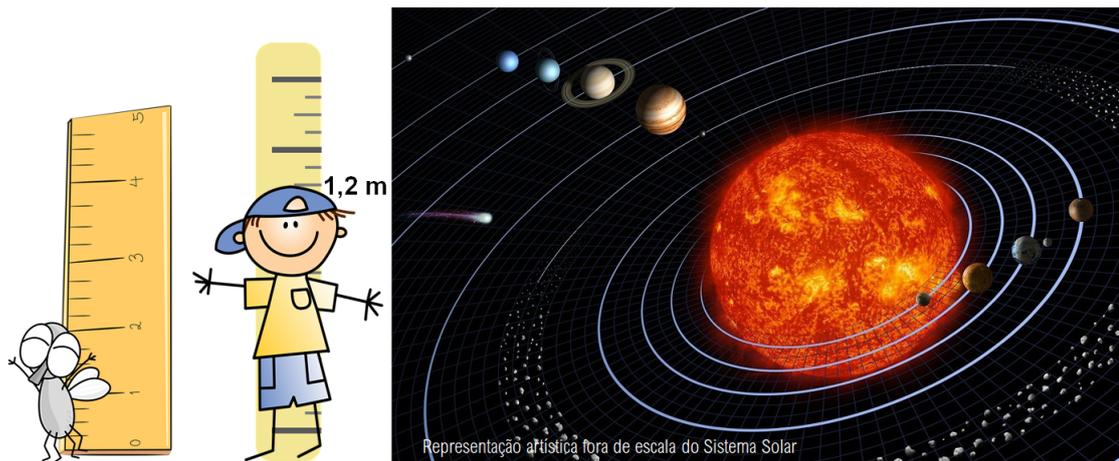
Fonte: Anastacio; Voelzke (2020).

Nessa fase, alguns exemplos serviram como motivação para provocar uma discussão sobre quais instrumentos e unidades de medida seriam mais adequados para se medir o comprimento de um inseto, o tamanho de uma criança e a distância entre estrelas e planetas. Por exemplo, na Figura 2, extraída de material de aula (ANASTACIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R., 2020), foram comparadas as ordens de grandeza, ressaltando-se a necessidade de utilizar-se da melhor unidade de medida para cada caso em particular.

<sup>3</sup>Unidade Astronômica: Unidade de distância astronômica equivalente a aproximadamente 150 milhões de quilômetros (MOURÃO, 1987)

<sup>4</sup>Ano-luz: distância percorrida pela luz, no vácuo, em um ano (FERREIRA, 2010; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2013)

<sup>5</sup>Parsec: Unidade astronômica de distância igual a 3,26 anos-luz ou 206.265 unidades astronômicas (MOURÃO, 1987)

**Figura 2 – Comparando medidas e formas de medir**

Fonte: Anastacio; Voelzke (2020).

Algumas medidas, como a distância entre a Terra e a Lua que, segundo Oliveira Filho e Saraiva (2013) é de 384.000 km, foram introdutórias para destacar não apenas a importância do correto uso da unidade de medida, mas, também, para conceituar a notação científica. Na Figura 3, algumas medidas astronômicas foram utilizadas em atividade de aula, na qual o estudante deveria expressar os valores dados em notação científica.

**Figura 3 – Atividade de conversão para notação científica**

Fonte: Anastacio; Voelzke (2020).

No total o tema foi trabalhado em três aulas, sendo que em duas delas foram tratados os conceitos e discussões sobre unidades de medida, ordem de grandeza e notação científica e, na terceira e última aula, foi aplicado um questionário composto por seis questões com cinco opções de resposta, sendo somente uma correta e quatro distratores, conforme apresentado no

Quadro 1.

**Quadro 1 – Questões do questionário**

<b>Questão 1</b>	O que é ano-luz?
<b>Questão 2</b>	Qual a definição correta para Unidade Astronômica?
<b>Questão 3</b>	A distância entre a Terra e a Estrela Alpha-Centauri é de 4,37 anos-luz. Qual a representação correta dessa distância quando convertida para unidades astronômicas e expressa em notação científica?
<b>Questão 4</b>	O raio médio da Terra é cerca de 6.370.000 m. Qual a representação correta desse número em notação científica?
<b>Questão 5</b>	Como você expressaria em quilômetros e notação científica uma distância equivalente a 10 UA?
<b>Questão 6</b>	Ano-luz é a distância percorrida pela luz no vácuo no período de 1 ano. Qual o valor correspondente a um ano-luz em quilômetros?

Fonte: Os autores (2022).

Nas aulas seguintes, começaram a ser trabalhados os conceitos de hidrostática: pressão, massa específica e densidade, pressão em um líquido e empuxo, todos conteúdos que envolvem unidades de medida e notação científica.

Ao final de um mês de trabalho, os alunos foram submetidos a uma avaliação, composta por questões dissertativas sobre os conteúdos das aulas de hidrostática. Os resultados dessa avaliação foram comparados com igual avaliação realizada no ano anterior, quando não houve utilização dos organizadores prévio, e serão discutidos a seguir.

### 3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados do questionário aplicado na última aula foram tabulados, obtendo-se o gráfico da Figura 4, que mostra o índice de acertos dos estudantes na atividade aplicada.

**Figura 4 – Gráfico de acertos por questão**

Fonte: Os autores (2022).

Em uma primeira análise é possível constatar que os principais erros apresentados pelos estudantes foram relativos às dificuldades em expressar corretamente os números em notação científica. Os conceitos de ano-luz e unidade astronômica também foram retomados após a atividade. Entretanto, uma análise individual de cada questão permitiu uma visão mais abrangente do que foi trabalhado e será apresentada a seguir.

A Questão 1 propunha avaliar o conhecimento dos alunos quanto ao conceito de ano-luz como medida de distância e 75 alunos assinalaram corretamente a resposta (93,75%), três alunos (3,75%) responderam que ano-luz é uma medida de tempo e somente dois alunos (2,50%) assinalaram que é uma medida de velocidade, como apresentado na Figura 5.

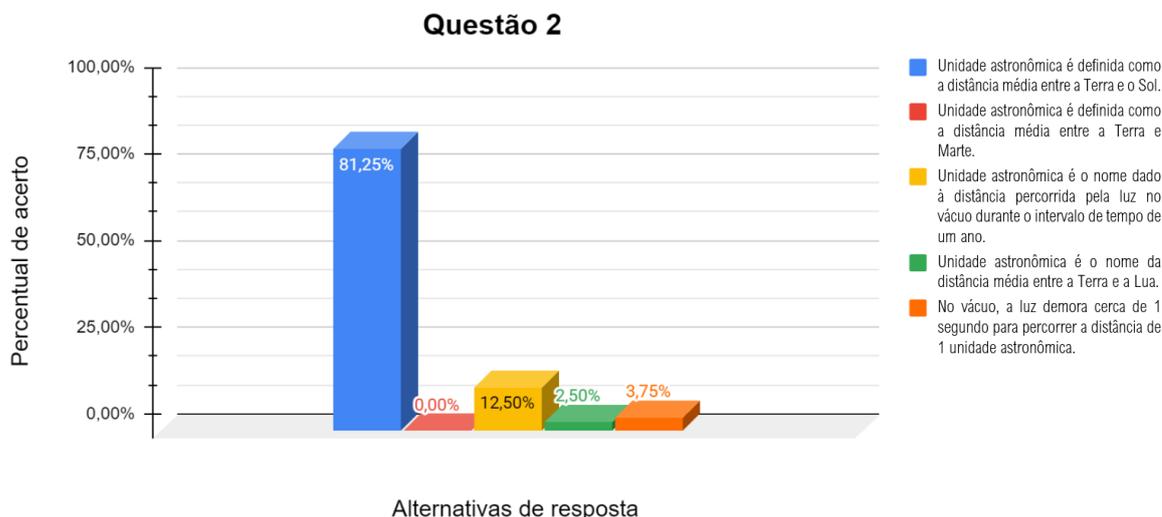
**Figura 5 – Percentual de acerto na Questão 1**

Fonte: Os autores (2022).

Na Questão 2, o conceito de Unidade Astronômica foi assinalado corretamente por 65 alunos (81,25%). Dez alunos (12,50%) assinalaram incorretamente que se trata da distância

percorrida pela luz no vácuo em um ano e outros cinco alunos (6,25%) dividiram as respostas entre as demais alternativas, como apresentado na Figura 6. Essa questão foi retomada posteriormente, com o propósito de preencher a lacuna e reforçar os conceitos associados à Unidade Astronômica e ano-luz.

**Figura 6 – Percentual de acerto na questão 2**



Fonte: Os autores (2022).

A Questão 3, cuja motivação era a distância entre a Terra e a Estrela Alpha-Centauri, envolvia os conceitos de ano-luz e notação científica. A Figura 7 mostra como se distribuíram as respostas, com 58 alunos (72,50%) assinalando a alternativa correta. Dentre os erros verificados, nota-se que três alunos (3,75%) ignoraram que a distância era fornecida em anos-luz e outros 19 alunos (23,75%) apresentaram respostas incorretas quanto ao expoente da base dez, muito provavelmente por conta de erro na conversão da distância fornecida.

**Figura 7 – Percentual de acerto na questão 3**



Fonte: Os autores (2022).

Na Questão 4, observou-se somente duas respostas incorretas (2,50%), enquanto 78

alunos (97,50%) representaram corretamente o raio da Terra em notação científica, conforme se verifica na Figura 8.

**Figura 8 – Percentual de acerto na questão 4**



Fonte: Os autores (2022).

O conceito de Unidade Astronômica, que foi abordado na Questão 5, teve índice de acerto de 77,50%, com 62 alunos assinalando a resposta esperada. A distribuição das respostas apresentada na Figura 9, permite notar que outros 10 alunos (12,50%) assinalaram um valor próximo do correto, o que revelou a necessidade de refazer os distratores nessa questão, o que permitiria uma avaliação mais apurada quanto ao conhecimento do aluno no assunto tratado. Ainda nessa questão, outros oito alunos (10%) expressaram o valor em notação científica sem a correta conversão de unidade, assinalando, respectivamente a primeira alternativa de resposta (três alunos) e a terceira (cinco alunos).

**Figura 9 – Percentual de acerto na questão 5**

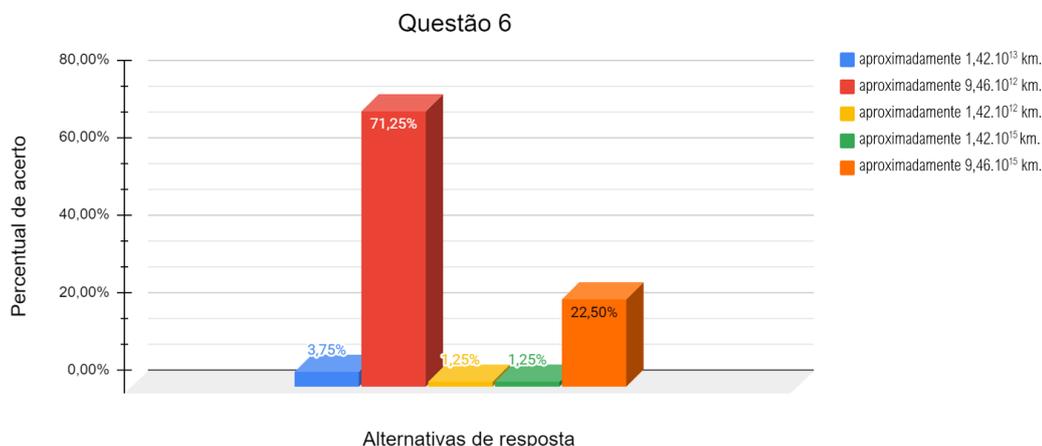


Fonte: Os autores (2022).

A última questão retomou a definição de ano-luz e a representação dessa distância em quilômetros, expressa em notação científica. Novamente o índice de acerto ficou acima do esperado, com 57 acertos (71,25%), como mostrado na Figura 10. O principal erro notado na

questão refere-se ao correto uso de múltiplos e submúltiplos, uma vez que 18 alunos (22,50%) assinalaram a resposta que representava ano-luz em metros, ignorando a necessidade da conversão para quilômetros.

**Figura 10 – Percentual de acerto na questão 6**



Fonte: Os autores (2022).

Comparativamente, a fim de se verificar o impacto do uso dos organizadores prévios na aprendizagem dos alunos do 2º ano do EM, foram comparados os resultados das avaliações do conteúdo de hidrostática, nos anos de 2019 e 2020, quando foi aplicada a atividade, obtendo-se os dados da Tabela 1.

**Tabela 1 – Comparativo das avaliações de hidrostática (2019 x 2020)**

Turmas	Percentual médio de acertos	
	2019	2020
2º ano A	66%	70%
2º ano B	64%	76%
2º ano C	62%	72%

Fonte: Os autores (2022).

Não obstante as avaliações abordarem o mesmo conteúdo e terem sido aplicadas em anos diferentes, foi possível verificar um aumento no desempenho dos alunos, representado por maior índice de acertos por questão nas turmas de 2020, quando os conceitos de Astronomia foram utilizados como organizadores prévios comparativos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel está na interação, no relacionamento consciente que o estudante faz de um novo conceito com aquilo que ele já sabe (AUSUBEL, 2000; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1983). Portanto, é importante que o

estudante possui disponível em sua estrutura cognitiva os conhecimentos prévios, chamados de subsunçores.

No entanto, o que se verifica no dia a dia da sala de aula é muitas vezes a ausência desse conhecimento prévio ou até mesmo sua obliteração, provocada por uma prática comum de aprendizagem mecânica, frequentemente utilizada pelos estudantes às vésperas de avaliações.

Nesse sentido, o estudo utilizou-se de conceitos de Astronomia que constituem um organizador prévio comparativo, que apontavam explicitamente diferenças e similaridades entre diversos tipos de medidas, suas unidades e a respectiva representação em notação científica.

Tal comparação procurou aplicar um nível de abstração mais alto, com maior generalização e inclusividade que o material utilizado na aprendizagem de hidrostática, tendo como finalidade o aumento da discriminabilidade entre esses dois conceitos trabalhados (MOREIRA, 2011), procurando, assim, preencher a lacuna entre o que o estudante já sabia e aquilo que precisava saber.

Os resultados do estudo indicaram a viabilidade do uso de conceitos de Astronomia como organizadores prévios no segundo ano do Ensino Médio, o que ficou evidenciado quando os conteúdos de hidrostática foram apresentados aos alunos e percebeu-se uma necessidade menor de intervenções do professor quanto ao uso das unidades de medida e notação científica, fato corroborado na comparação simples do desempenho na avaliação relativa a esse assunto, apresentada na Tabela 1, que mostrou um índice superior de acertos após a intervenção aplicada.

Os erros frequentemente observados no tratamento das unidades de medida e notação científica foram mínimos na construção da aprendizagem de hidrostática e, ainda que Ausubel destaque a dificuldade na identificação dos subsunçores (AUSUBEL, 2000), o estudo mostrou que o uso de materiais instrucionais (organizadores prévios) antes dos materiais de aprendizagem em si permitiu resgatar o conhecimento obliterado, permitindo ao estudante fazer o desejado relacionamento, de modo não arbitrário e não literal, com o novo conteúdo aprendido.

Nessa perspectiva, é factível extrapolar os dados obtidos para inferir sobre a viabilidade da aplicação da atividade também no primeiro ano do Ensino Médio, com os mesmos objetivos, e, partindo-se dessa premissa, um trabalho futuro poderia avaliar a existência das ideias-âncora necessárias à aprendizagem significativa dos estudantes nos anos seguintes.

Por fim, importante que se destaque que, os índices de acerto na atividade aplicada ao final da intervenção foram importantes para nortear o trabalho e avaliar se o material era aplicável dentro dos objetivos inicialmente propostos. Dessa forma, ao final da atividade, o material pôde ser reavaliado e atualizado.

## REFERÊNCIAS

- ANASTACIO, M. A. S. **Astronomia no Ensino Médio: uma proposta de curso com foco na aprendizagem significativa e uso de ambiente colaborativo como ferramenta de Tecnologia Digital**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.
- ANASTACIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R. Analysis of the previous basic's astronomy knowledge in students of the 2nd and 3rd years of high school. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 97–98, 2019.
- ANASTACIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R. **Unidades de medida e notação científica**. 2020. São Paulo. Notas de aula. 20p.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 212 p.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1983. 623 p.
- FERREIRA, A. B. H. **Aurélio: O dicionário da Língua Portuguesa**. 8. ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 180 p.
- MOURÃO, R. R. F. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987. 956 p.
- NAISSINGER, M. A. **Notação Científica: uma abordagem contextualizada**. 2010. Monografia (Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Livraria da Física, 2013. 810 p.
- PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. Expectativas de estudantes sobre a astronomia no ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 21–34, 2016.
- PELLIZZARI, A. *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. **PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.
- VIDAL, L. A.; CUNHA, C. R.; BUENO, C. N. Dificuldades no Aprendizado de Física do Ensino Médio em função da Deficiência na Matemática do Nível Fundamental. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 22, n. 5, p. 681–685, 2021.