



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

Revista Latinoamericana de Educación em Astronomía
Latin-American Journal of Astronomy Education

n. 38, 2024

ISSN 1806-7573



Editor responsável

Jorge Horvath (IAG/USP)

Comitê Editorial

Cristina Leite (IF/USP)

Sergio M. Bisch (Planetário de Vitória/UFES)

Editora Executiva

Paula Cristina Gonçalves (SME/Rio Claro)

Editores Associados

Silvia Calbo Aroca (Colégio Planeta)

Sônia E. M. Gonzatti (CETEC/UNIVATES)

Rodolfo Valentim (UNIFESP)

Michel Corci (UFTPR)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

Esta revista também é disponível no endereço: www.relea.ufscar.br

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia / Universidade Federal de São Carlos. n. 38 (2024). São Carlos 2024.

ISSN: 1806-7573

Revista em Português, Inglês e Espanhol

1. Astronomia – estudo e ensino – periódicos. I. Universidade Federal de São Carlos.

CDD – 520.07

Editorial

Com sete artigos de pesquisa completos, o número 38 da RELEA está no ar. Gostaríamos de apontar que este número de artigos é o resultado de um processo de seleção que está em vigor desde o primeiro número, mas que foi sendo aprimorado para servir aos objetivos da RELEA, agora com um número crescente de submissões estabilizado. O material enviado melhorou sua forma e conteúdo, o qual nos satisfaz particularmente já que vemos este fato como uma contribuição da Revista para a comunidade de Ensino Latino-Americana que trabalha para melhorar a Educação em Astronomia.

Mais informações sobre a Revista e instruções para os autores podem ser encontradas em: <www.relea.ufscar.br>. Os artigos podem ser escritos em português, espanhol ou inglês. Agradecemos aos Editores Associados, aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos ajudaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Jorge Ernesto Horvath (IAG/USP)

Editor Responsável

Editorial

Con siete artículos de investigación completos, el número 38 de RELEA está disponible online. Nos gustaría señalar que este número de artículos es el resultado de un proceso de selección que ha estado en marcha desde el primer número, pero que ha sido mejorado para servir a los objetivos de RELEA, ahora con un número creciente y estabilizado de envíos. El material enviado mejoró su forma y contenido, lo que nos satisface particularmente porque entendemos este hecho como un aporte de la Revista a la comunidad docente latinoamericana que trabaja para mejorar la Educación en Astronomía.

Más informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores pueden encontrarse en: <www.relea.ufscar.br>. Los artículos pueden estar escritos en portugués, español o inglés. Agradecemos a los Editores Asociados, a los autores, a los árbitros y a todos aquellos que, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa y, en particular, en la preparación de esta edición.

Jorge Ernesto Horvath (IAG/USP)

Editor Responsable

Editorial

With seven complete research articles, the issue 38 of RELEA is now online. We would like to point out that this number of articles is the result of a selection process that has been in place since the first issue, but has been improved to serve RELEA's objectives, now with a stabilized higher number of submissions. The submitted material improved its form and content, which particularly satisfies us as we see this fact as a contribution of the journal to the Latin-American Teaching community that works to improve Astronomy Education.

More informations about the Journal and instructions for authors can be found at: <www.relea.ufscar.br>. Articles can be written in Portuguese, Spanish or English. We thank the Associate Editors, the authors, the referees and all those who, directly or indirectly, helped us in the continuity of this initiative and, in particular, in the preparation of this edition.

Jorge Ernesto Horvath (IAG/USP)

Editor-in-Chief

SUMÁRIO

REVISITANDO A LEI DAS ÁREAS _____	7
A ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL CONTEXTUALIZANDO A MECÂNICA: UMA ABORDAGEM HÍBRIDA _____	27
ASTRONOMIA CULTURAL NO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DAS CONSTELAÇÕES CELESTES INDÍGENAS _____	61
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A PRODUÇÃO DE MODELOS MULTISSENSORIAIS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO INCLUSIVO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL _____	92
O DESAFIO DA INCLUSÃO DE NEURODIVERGENTES EM PLANETÁRIOS _____	126
PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROMOVER A COMPREENSÃO CONCEITUAL CIENTÍFICA DA ASTRONOMIA _____	146
ENSINO DE ASTRONOMIA PARA PROFESSORES PEDAGOGOS: UM MODELO DIDÁTICO _____	176

SUMARIO

REVISANDO LA LEY DE ÁREAS _____	7
ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA PRIMARIA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA MECÁNICA: UN ENFOQUE HÍBRIDO _____	28
ASTRONOMÍA CULTURAL EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL ESTUDIO DE LAS CONSTELACIONES CELESTIALES INDÍGENAS _____	62
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MODELOS MULTISENSORIALES DE ASTRONOMÍA PARA EL ENSEÑO INCLUSIVO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL _____	93
EL DESAFÍO DE INCLUIR A NEURODIVERGENTES EN PLANETARIOS _____	126
PROPUESTA DE SECUENCIA DIDÁCTICA PARA PROMOVER LA COMPRESIÓN CIENTÍFICA CONCEPTUAL DE LA ASTRONOMÍA _____	147
ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA PARA PROFESORES PEDAGOGOS: UN MODELO DE ENSEÑANZA _____	177

CONTENTS

REVISITING THE AREAS LAW _____	7
ASTRONOMY IN ELEMENTARY SCHOOL CONTEXTUALIZING MECHANICS: A HYBRID APPROACH _____	28
CULTURAL ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL: A DIDACTIC SEQUENCE TO APPROACH INDIGENOUS CELESTIAL CONSTELLATIONS _____	62
LITERATURE REVIEW ON THE PRODUCTION OF MULTISENSORY MODELS OF ASTRONOMY FOR INCLUSIVE TEACHING OF PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS _____	93
THE CHALLENGE OF INCLUDING NEURODIVERGENTS IN PLANETARIA _____	127
PROPOSAL FOR A DIDACTIC SEQUENCE TO PROMOTE THE SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ASTRONOMY _____	147
ASTRONOMY EDUCATION FOR TEACHERS: A TEACHING MODEL _____	177



REVISITANDO A LEI DAS ÁREAS

Paulo Bedaque¹
Rodolfo Caniato²

RESUMO: Com este trabalho os autores pretendem colaborar para o desenvolvimento do aprendizado de Física no Ensino Médio, propondo que se revise a Lei das Áreas, chamada também de Segunda Lei de Kepler, ampliando o seu campo de validade. Ao contrário do que possa parecer, até mesmo um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) obedece a Lei das Áreas e não apenas os planetas e satélites imersos em um campo gravitacional. Embora não seja um fato desconhecido, esses casos, muitas vezes, passam despercebidos aos professores do Ensino Médio.

PALAVRAS-CHAVE: Kepler, Movimento dos planetas, Lei das Áreas, Conservação do momento angular.

REVISANDO LA LEY DE ÁREAS

ABSTRACT: With this work, the authors intend to contribute to the development of Physics learning in High School, proposing to revisit the Law of Areas, also called Kepler's Second Law, expanding its field of validity. Contrary to what it may seem, even a Uniform Rectilinear Motion obeys the Law of Areas and not just planets and satellites immersed in a gravitational field. Although it is not an unknown fact, these cases often go unnoticed by high school teachers.

KEYWORDS: Kepler, angular momentum conservation, Area's Law.

REVISITING THE AREAS LAW

RESUMEN: Con este trabajo, los autores pretenden contribuir al desarrollo del aprendizaje de la Física en la Escuela Secundaria, proponiendo que se revise la Ley de Áreas, también llamada Segunda Ley de Kepler, ampliando su campo de validez. Al contrario de lo que pueda parecer, incluso un Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) obedece a la Ley de Áreas y no sólo los planetas y satélites inmersos en un campo gravitacional. Aunque no es un hecho desconocido, estos casos muchas veces pasan desapercibidos para los profesores de secundaria.

PALABRAS CLAVE: Kepler, Movimiento de los planetas, Ley de Áreas, Conservación del momento angular.

¹bedaque@ciencias.com.br

²rodolphocaniato@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em Lei das Áreas, imediatamente nos vem à lembrança a Segunda Lei de Kepler, publicada em 1609. Trata-se de uma lei que surgiu de observações muito precisas, para a época, dos movimentos planetários, em especial feitas pelo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), com quem Johannes Kepler (1571-1630) trabalhou no final da vida do primeiro. Apesar do convívio curto, de cerca de um ano, Kepler herdou o conjunto de dados precisos e preciosos acumulados por Brahe. Um pouco mais desta dupla, da relação entre eles e sobre as Leis de Kepler, podem ser encontradas em Brody e Brody (1999).

Mas o que muitas vezes passa despercebido aos professores, é que a Lei das Áreas não se aplica apenas a órbitas elípticas ou circulares, para corpos “presos” em um campo gravitacional, como é o caso dos planetas e dos satélites (artificiais ou naturais), como se costuma ensinar. Ela vale para muitas outras trajetórias e situações que não necessariamente envolvam campos gravitacionais. O presente trabalho pretende explorar este tema, incluindo modelos didáticos e experimentos que possam ser reproduzidos na escola com estudantes do Ensino Médio.

Coube, mais tarde, a Isaac Newton demonstrar as leis de Kepler, usando sua Teoria da Gravitação Universal.

As leis de Kepler não são o objeto principal deste trabalho e o mesmo ocorre com os movimentos planetários. Assume-se que tais leis sejam conhecidas dos leitores, mas para não correr o risco de um vácuo conceitual em nossa exposição, revisaremos parte delas, naquilo que interessa aos nossos propósitos.

2. LEI DAS ÁREAS DE KEPLER

A primeira Lei de Kepler afirma que as trajetórias dos planetas são elípticas e não circulares como se acreditava até então. E neste caso, o Sol ocupa um dos focos da elipse. Já a terceira lei de Kepler relaciona o período orbital dos planetas (Período Sideral) com as suas distâncias médias ao Sol. Aliás, esta última lei acabou por sugerir que a ação entre duas massas é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas e que culminou na Lei da Gravitação Universal de Newton.

Basicamente, a Lei das Áreas, conhecida como segunda Lei de Kepler, afirma que o raio vetor de um planeta, “varre” áreas iguais em tempos iguais. Por raio vetor, entendemos o vetor que parte do centro do Sol e termina no centro do planeta (fig. 1). Usando um referencial preso no centro do Sol, o raio vetor indica a posição do centro do planeta em um certo instante de sua órbita, ou seja, seu vetor posição.

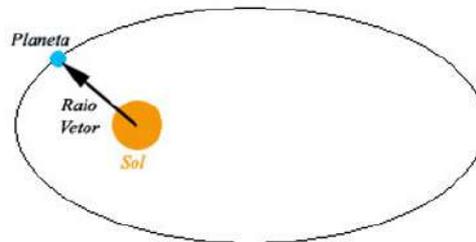


Figura 1: Raio vetor de um planeta

Fonte: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/gravitacao-as-leis-de-kepler-e-a-lei-da-gravitacao-universal.htm?next=0004H158U144N>

Na realidade, os planetas não orbitam exatamente ao redor do Sol, mas ao redor do centro de massa do sistema (CM). No caso do Sistema Terra-Sol, o CM está praticamente no centro de nossa estrela, graças às diferenças muito grandes de massas. No caso do sistema Júpiter-Sol, o CM está ligeiramente fora da superfície do Sol, tal a massa deste planeta que é maior que de todos os planetas do Sistema Solar juntos.

Com o transcorrer do tempo, entre dois instantes t_1 e t_2 , o raio vetor “varre” determinada área que chamaremos de A_{12} . Mais adiante, entre dois instantes t_3 e t_4 , também “varrerá” determinada área do plano da órbita do planeta, que chamaremos de A_{34} . A Lei das áreas nos diz que, se $\Delta t_{12} = \Delta t_{34}$, então $A_{12} = A_{34}$ (fig. 2).

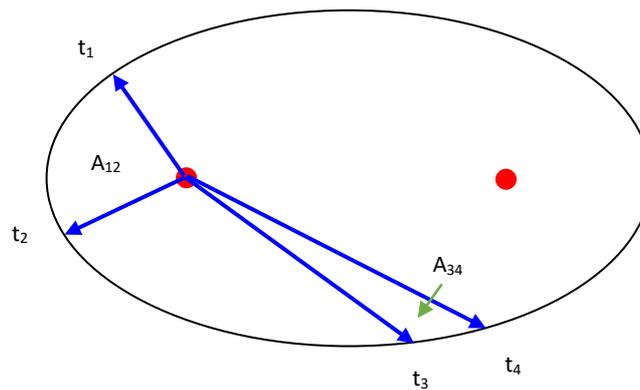


Figura 2: Se os tempos de percurso são iguais, as áreas são iguais.

Fonte: esquema feito pelos autores.

Uma primeira consequência da Lei das áreas para o movimento planetário é que decorre daí que a velocidade do planeta aumenta à medida que ele se aproxima do Sol e diminui quando ele se afasta. Considerados tempos iguais (fig. 3), as áreas das figuras MNS e QRS devem ser iguais e, numa primeira aproximação, pensando nessas figuras como “triângulos arredondados”, o de maior base deve ter menor altura.

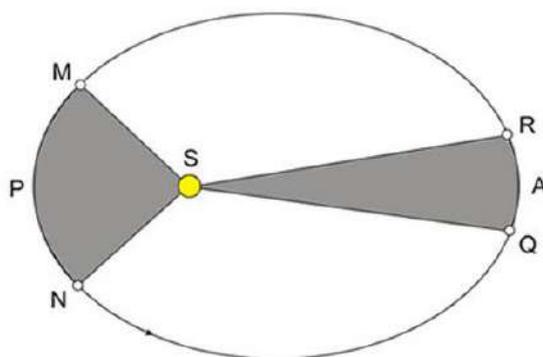


Figura 3: Percursos de um planeta próximo ao afélio e ao periélio.

Fonte: <https://www.fq.pt/astro/astronomia/leis-de-kepler>

Na Internet está disponível um simulador das Leis de Kepler, oferecido pela Universidade de Nebraska, que pode ser usado com os alunos (<http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>). Também se encontra disponível um tutorial para este simulador, oferecido pela UFRGS (<http://www.if.ufrgs.br/fiso2001/aulas/roteiro-simulacaonebrasca-leis-de-kepler.pdf>).

3. UM PRÉ-REQUISITO IMPORTANTE – CONSERVAÇÃO DO MOMENTO ANGULAR

O leitor que estiver familiarizado com este tema, pode passar ao próximo item. Porém, os autores optaram por facilitar as buscas do leitor numa possível revisão.

O chamado momento linear ou ainda quantidade de movimento linear (\vec{p}) em um certo instante, é definido, para um corpo em translação, como o produto entre sua massa e sua velocidade ($\vec{p} = m\vec{v}$). A direção e o sentido de \vec{p} são os mesmos de \vec{v} . A velocidade é medida em relação a algum referencial, portanto, a quantidade de movimento varia de acordo com este referencial.

A quantidade de movimento está ligada a uma importante lei de conservação. Em sistemas isolados, onde a resultante das forças externas é zero, a quantidade de movimento total do sistema é constante. Esta conservação se

aplica largamente em colisões de pontos materiais, elásticas ou não, nas situações em que a resultante das forças externas é nula.

Mas quando se inclui a rotação de corpos, ou mesmo o movimento curvilíneo ao redor de outros corpos, como no caso da translação dos planetas ao redor do Sol, outra grandeza física se torna importante: o momento angular (\vec{L}), que também é conhecido como momentum angular ou ainda quantidade de movimento angular. É definido como o produto vetorial entre o vetor posição e o momento linear, dado em relação a um referencial escolhido (fig. 4).

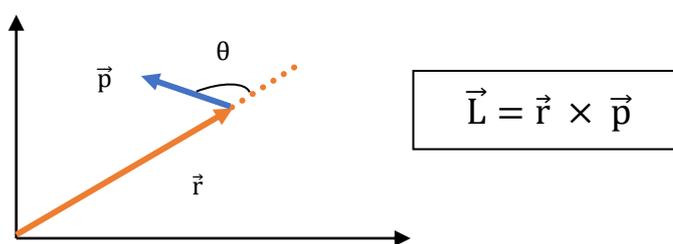


Figura 4 - Momento angular de uma partícula em um plano. Esquema feito pelos autores.

Por se tratar de um produto vetorial, a direção de \vec{L} é sempre perpendicular ao plano definido por \vec{p} e \vec{r} . Seu sentido é dado pela regra da mão direita e, no caso da fig. 4, ele está apontando para fora do plano do papel. Seu módulo é dado por $L = p.r.\text{sen}\theta = m.V.r.\text{sen}\theta$.

A variação temporal de \vec{L} será:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \frac{d\vec{p}}{dt} + \frac{d\vec{r}}{dt} \times \vec{p} \quad (\text{I})$$

Mas, a Segunda Lei de Newton da Dinâmica nos diz que a força resultante que atua no corpo é dada pela variação temporal do momento linear:

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (\text{II})$$

E sabemos que a taxa de variação de \vec{r} nada mais é que a velocidade \vec{V} da partícula.

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (\text{III})$$

Substituindo (II) e (III) e (I), temos:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}_R + \vec{V} \times \vec{p} \quad (\text{IV})$$

O produto vetorial $\vec{V} \times \vec{p} = 0$, pois \vec{V} e \vec{p} têm a mesma direção e sentidos. Assim, resta que:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}_R \quad (\text{V})$$

O lado direito da equação (V) nada mais é que a definição de torque ($\vec{\tau}$). Neste caso, o torque é associado à força resultante. Assim temos:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}_R \quad (\text{VI})$$

A expressão (VI) nos mostra que, quando o torque é nulo, a derivada temporal do momento angular é zero, o que nos leva a concluir que, nestes casos, o momento angular é constante, em módulo, direção e sentido.

$$\vec{\tau}_R = 0 \Rightarrow \vec{L} = \text{cte} \quad (\text{VII})$$

Este será o caso de todas as partículas sujeitas a uma força central, se escolhermos adequadamente o polo para o cálculo do torque. Para demonstrar isso, escolhamos este polo no centro da origem da força. Neste caso, esta última e o vetor posição terão a mesma direção e sentidos contrários, o que torna nulo o produto vetorial que define o torque (fig. 5).

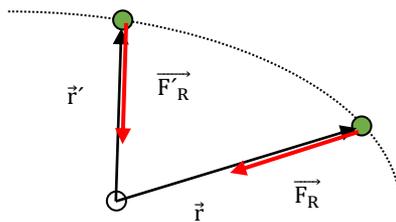


Figura 5: Partícula sujeita a força resultante central. O torque resultante será nulo em qualquer ponto da trajetória, desde que a origem do sistema de referência dos vetores posição esteja no centro das forças. Esquema feito pelos autores.

4. NEWTON E A LEI DAS ÁREAS

Quando publicou sua teoria da Gravitação Universal, Isaac Newton (1642-1727) foi estimulado por seus colegas a demonstrar as Leis de Kepler. Afinal, essas eram empíricas, com uma base muito sólida nos dados precisos de Tycho Brahe e uma teoria que explicasse os movimentos planetários e dos satélites deveria dar conta de chegar nelas. Newton mostrou que as leis de Kepler poderiam ser derivadas de sua teoria da Gravitação e ampliou seus limites. Com respeito à primeira Lei de Kepler, sobre as órbitas elípticas, Newton mostrou que as trajetórias podem ser na verdade alguma das seções cônicas (círculo, elipse, hipérbole e parábola) e não apenas uma elipse, sendo que as duas últimas representam órbitas abertas. Podemos encontrar a demonstração de Newton e outras alternativas semelhantes em French (1974), Reinhardt (1975), Smart (1977) e Neves e Argüello (1986). Porém, para não deixar um vazio que poderia prejudicar a leitura deste trabalho, optamos por apresentar a demonstração a seguir.

Para o cálculo do torque, usaremos como polo o ponto central da origem das forças gravitacionais que atuam no corpo. No caso dos planetas, este ponto seria o foco ocupado pelo Sol. Na fig. 6 o vetor \vec{r} representa o vetor posição no instante t (ponto A). Após um intervalo de tempo infinitesimal dt , o novo vetor posição será dado por \vec{r}' , apontando para o ponto B, sendo θ um ângulo externo ao triângulo OAB.

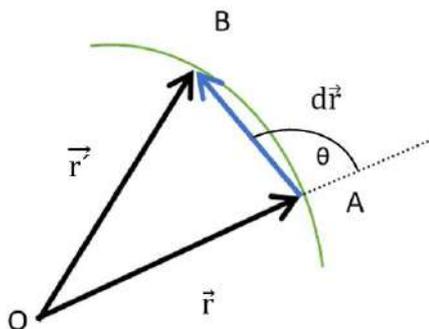


Figura 6: Mudança no vetor posição de um corpo em um intervalo de tempo infinitesimal. Esquema feito pelos autores.

Como estamos trabalhando com valores de dt , que tendem a zero, o trecho da trajetória descrita se aproxima de um segmento de reta de comprimento dr e, portanto, podemos dizer que a figura OAB é um triângulo. A área infinitesimal dA deste triângulo pode ser dada por $(\text{base} \times \text{altura})/2$, ou seja:

$$dA = \frac{1}{2} r \cdot dr \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} |\vec{r} \times d\vec{r}|$$

Mas $d\vec{r} = \vec{V}dt$. Substituindo na expressão acima, temos:

$$dA = \frac{1}{2} |\vec{r} \times \vec{V}| dt$$

Ou

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} |\vec{r} \times \vec{V}|$$

Mas $m|\vec{r} \times \vec{V}| = L$ (módulo do momento angular). Assim:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} \quad (\text{VIII})$$

Portanto, para os casos em que o momento angular é constante, a variação temporal da área também será. Em outras palavras, a área varrida pelo vetor posição é sempre a mesma quando consideramos intervalos de tempos iguais e como ponto para cálculo dos torques o centro das forças. Assim, fica evidente que a Lei das Áreas não é privilégio de planetas ou de demais corpos “presos” gravitacionalmente a outros. Mesmo para esses casos, convém lembrar que ela continua válida quando as trajetórias são abertas, como hipérbolas e parábolas.

5. LEI DAS ÁREAS NOS MOVIMENTOS EM GERAL

Alguns dos exemplos a seguir podem ser encontrados com mais detalhes em Caniato (1990).

Para quebrar a ideia de que a Lei das Áreas só se aplica a órbitas planetárias, comecemos com o MRU. Geometricamente, podemos concluir que, para qualquer ponto de referência escolhido arbitrariamente fora da linha de movimento, vale a Lei das Áreas, como veremos a seguir.

Para isso consideremos um ponto material movendo-se em MRU sobre o eixo x da fig. 7. Para intervalos de tempos iguais, o corpo sofrerá deslocamentos iguais, representados pelos vetores vermelhos da fig. 7.

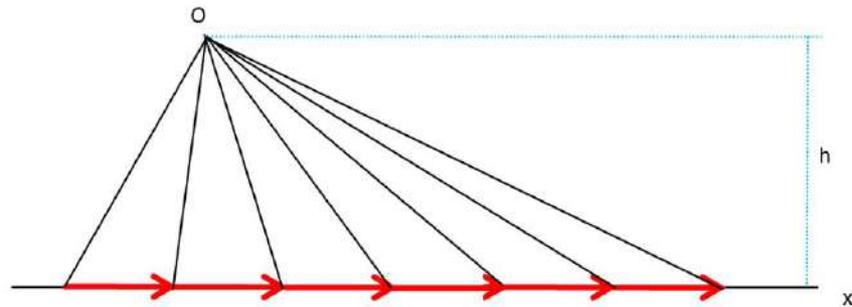


Figura 7 - partícula em MRU sobre o eixo x. Esquema feito pelos autores.

Escolhido o ponto O como polo para cálculo do torque, podemos facilmente concluir que todos os triângulos têm a mesma área, já que as bases têm o mesmo comprimento e a altura h é a mesma para todos. Portanto, vale neste caso a Lei das Áreas qualquer que seja o ponto O escolhido fora do eixo x.

Embora a geometria resolva a questão, podemos calcular o módulo do momento angular no caso do MRU e comprovar que ele é constante em todos os pontos da trajetória (fig. 8).

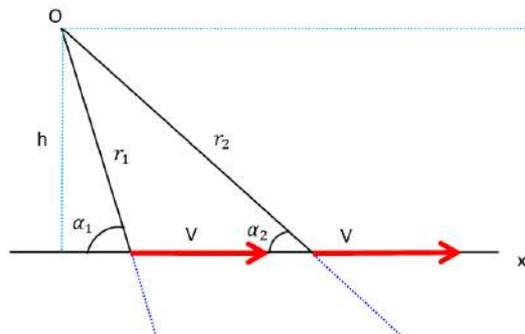


Figura 8 - Conservação do Momento Angular no MRU. Esquema feitos pelos autores.

Para o primeiro caso, temos:

$$L_1 = m \cdot v \cdot r_1 \cdot \sin(\alpha_1)$$

$$\text{Mas } \sin(\alpha_1) = \frac{h}{r_1}$$

Substituindo na equação de cima, temos:

$$L_1 = m.V.r_1.\text{sen}(\alpha_1) = m.V.r_1.\frac{h}{r_1}$$

$$L_1 = m.V.h$$

Para o segundo caso temos: $L_2 = m.V.r_2.\text{sen}(\alpha_2) = m.V.r_2.\frac{h}{r_2} = m.V.h$

Ou seja, o momento angular se conserva e, portanto, é válida a Lei das Áreas, como já era sabido.

Já vimos que Newton mostrou que, para o movimento dos corpos celestes, orbitando corpos centrais bem mais massivos, as órbitas possíveis são as seções cônicas, ou seja, circulares, elípticas, hiperbólicas ou parabólicas. Em todas elas vale a Lei das áreas se escolhermos esses corpos centrais como ponto para cálculo do torque. Nos perguntamos se, para um corpo lançado obliquamente da superfície da Terra, quando é possível desprezar a resistência do ar, se é válida a Lei das Áreas. Será que o projétil de um tiro de canhão é ponta de um vetor posição que varre áreas iguais em tempos iguais? A resposta é sim, se o ponto escolhido for o centro da Terra.

Isso ocorre porque a força gravitacional que age no projétil aponta sempre para o centro da Terra. Por ser uma força central, o torque é nulo em cada ponto da trajetória e caímos em casos já discutidos anteriormente.

O problema é normalmente estudado para pequenas velocidades de lançamento, o que resulta em deslocamentos pequenos sobre a superfície do planeta. Nesta situação, se desconsidera a curvatura da Terra e se aceita que a força gravitacional é constante em todos os pontos da trajetória, em módulo, direção e sentido. Neste caso a força gravitacional se chama peso, é sempre vertical e aponta para baixo para um observador local, postado na superfície da Terra (fig. 9).

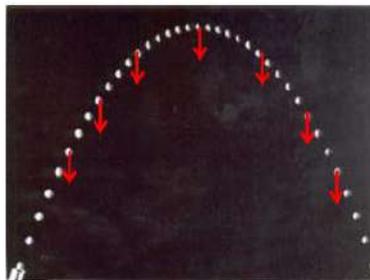


Figura 9: Foto estroboscópica de um lançamento oblíquo no vácuo. Para trechos pequenos, comparados à dimensão da Terra e em que se desconsidera a sua curvatura, a força gravitacional (peso) é vertical, para baixo e tem intensidade constante. Os apliques em vermelho, representando a força peso, foram incluídos pelos autores.

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/A-stroboscopic-photograph-of-a-projectile_fig1_253053187

O movimento horizontal será uniforme, já que nenhuma força age no corpo nesta direção. Já o movimento vertical será uniformemente variado, pois uma força constante resulta numa aceleração constante, que é a aceleração da gravidade. O resultado dessas aproximações nos leva a concluir que a trajetória do móvel, neste caso, é uma parábola. Para demonstrar este fato, basta lembrar que as funções horárias dos movimentos horizontal (eixo x) e vertical (eixo y) são:

$$x = x_0 + V_{0x}t$$

$$y = y_0 + V_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2$$

Da primeira podemos isolar o valor de t e obter:

$$t = \frac{x - x_0}{V_{0x}}$$

Substituindo esta expressão na segunda, obtemos:

$$y = y_0 + V_{0y} \left(\frac{x-x_0}{V_{0x}} \right) + \frac{1}{2}g \left(\frac{x-x_0}{V_{0x}} \right)^2 \rightarrow y = y_0 + V_{0y} \left(\frac{x-x_0}{V_{0x}} \right) + \frac{1}{2}g \left(\frac{x^2 - 2xx_0 + x_0^2}{V_{0x}^2} \right)$$

$$y = y_0 + \frac{V_{0y}}{V_{0x}}x - \frac{V_{0y}}{V_{0x}}x_0 + \frac{1}{2V_{0x}^2}gx^2 + \frac{1}{2}g \left(\frac{-2xx_0 + x_0^2}{2V_{0x}^2} \right)$$

$$y = \frac{1}{2V_{0x}^2}gx^2 + \frac{V_{0y}}{V_{0x}}x + y_0 - \frac{V_{0y}}{V_{0x}}x_0 + \frac{1}{2}g \left(\frac{-2xx_0 + x_0^2}{2V_{0x}^2} \right)$$

Se:

$$a = \frac{1}{2V_{0x}^2}g \quad b = \frac{V_{0y}}{V_{0x}} \quad c = y_0 - \frac{V_{0y}}{V_{0x}}x_0 + \frac{1}{2}g \left(\frac{-2xx_0 + x_0^2}{2V_{0x}^2} \right)$$

A função $y = f(x)$ será do tipo $y = ax^2 + bx + c$. O gráfico desta função é uma parábola e representa a trajetória do corpo, como havíamos afirmado.

Este é um contexto de aproximações que, embora justificadas para pequenas alturas e deslocamentos, não corresponde ao fato de que a força gravitacional é central, aponta sempre para o centro da Terra, sofrendo, portanto, variação constante de direção. Sua intensidade também sofre variações, já que a distância ao centro da Terra se altera a cada ponto (fig. 10).

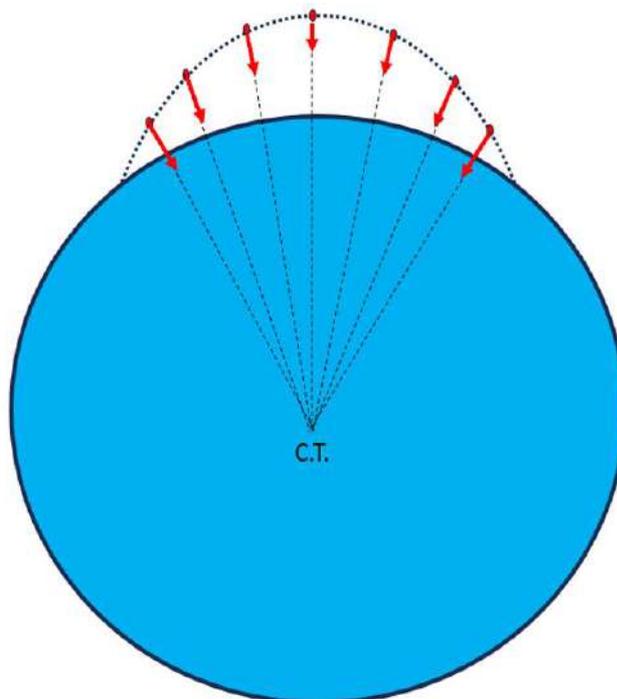


Figura 10: Lançamento oblíquo em que a curvatura da Terra é relevante. A força gravitacional é central, aponta para o centro da Terra (C.T.) com intensidade e direção que se alteram a cada ponto.

Na fig. 10 ressaltamos que os comprimentos dos vetores representam as forças de atração da Terra sobre o corpo não respeitam a proporcionalidade real e aqui aparecem apenas como ilustração.

No caso ilustrado na fig. 10 as equações usadas comumente no Ensino Médio (EM) deixam de ser válidas, pois agora a própria aceleração varia. Suas componentes horizontal e vertical também são variáveis de modo que dizer que o movimento horizontal é uniforme e o vertical é uniformemente variado, como se faz no EM, deixa de ser correto. Na realidade, sem as simplificações indicadas, a trajetória de um corpo em lançamento oblíquo no vácuo não é um arco de parábola e sim um trecho de elipse como podemos ver em French (1974).

Outro caso interessante é de um corpo de massa m , que pode girar sobre uma mesa, livre de atritos (fig. 11). Uma aproximação para isso seria um sabonete sobre uma mesa bem lisa e molhada. Ele está preso a um fio que passa por um orifício da mesa e pode ser puxado ou aliviado por um observador, alterando assim a curvatura da trajetória do corpo.

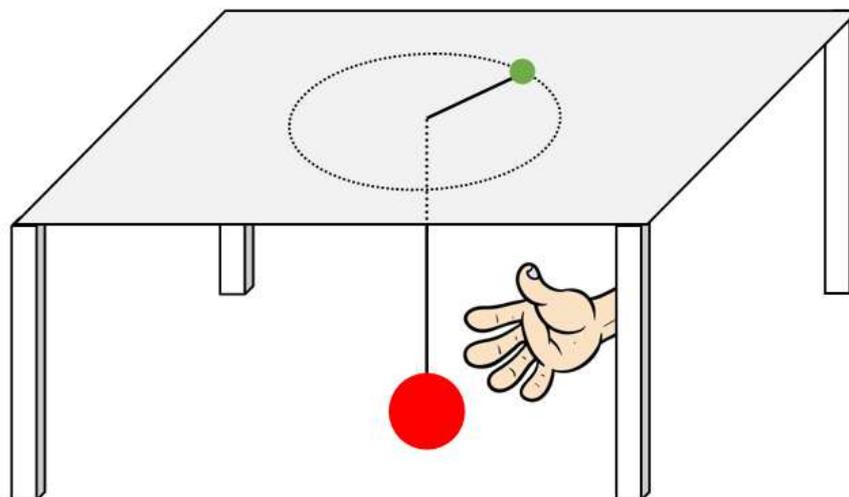


Figura 11: Corpo em movimento curvilíneo sobre uma mesa sem atrito.
Esquema construído pelos próprios autores.

Enquanto o raio de curvatura é constante, o corpo descreve um MCU (Movimento Circular Uniforme) e, evidentemente é válida a Lei das Áreas, pois se trata de um movimento sob força central, que é a tração do fio. Mas a ação do observador pode alterar, para mais ou para menos, o raio de curvatura da trajetória. E ainda assim, vale a Lei da Áreas, pois ainda neste caso, o corpo está sob ação de uma força central. A conservação do momento angular explica por que o módulo da velocidade do corpo aumenta quando o raio diminui, exatamente como a situação de uma dançarina de balé quando fecha os braços em um movimento de rotação em torno de seu próprio eixo vertical. O contrário também ocorre, ou seja, quando o raio aumenta, a velocidade diminui.

Considere a situação hipotética abaixo (fig. 12), onde o observador atuou de modo a alterar o raio da trajetória, para mais e para menos, durante um certo intervalo de tempo. Na figura, são mostradas algumas posições do corpo, em diferentes instantes do movimento.

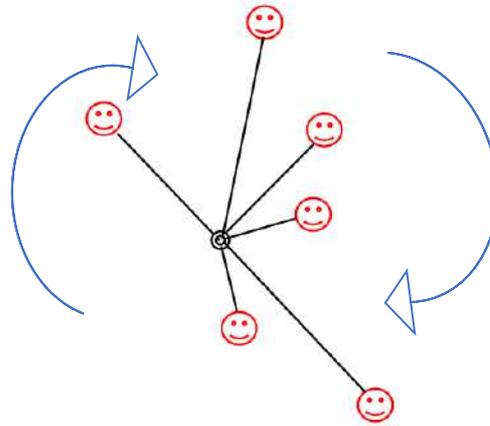


Figura 12: Corpo girando ao redor de um ponto fixo, com o raio de curvatura variando ao longo do tempo.

Certamente a Lei das Áreas é válida também neste caso já que o corpo está sempre sob ação de uma força central. A intensidade da força varia, o raio da trajetória varia, o módulo da velocidade do corpo varia, mas ainda assim, o momento angular se conserva e isto basta para que a Lei das Áreas tenha validade. Como já dissemos, esta lei não é restrita ao movimento planetário.

Semelhante a este último exemplo, a fig. 13 traz a representação de um disco que desliza sem atrito sobre uma mesa. Como se fosse uma foto estroboscópica, os pontos P_1, P_2, \dots, P_7 representam posições ocupadas pelo disco, separadas por intervalos de tempos iguais, todos de um segundo. Sem atrito, com um pequeno impulso o disco deslizaria em MRU sobre a mesa. É o que ocorre entre os pontos P_1, P_2 e P_3 . Porém, no centro da mesa, no ponto C , há um centro de forças, que pode agir sobre o disco a qualquer momento. Esta força pode mudar de intensidade e de sentido, mas terá sempre a direção do centro. Vamos assumir que as representações dos pontos P_3 em diante coincidem com os momentos em que o disco recebeu um empurrão ou um puxão instantâneos.

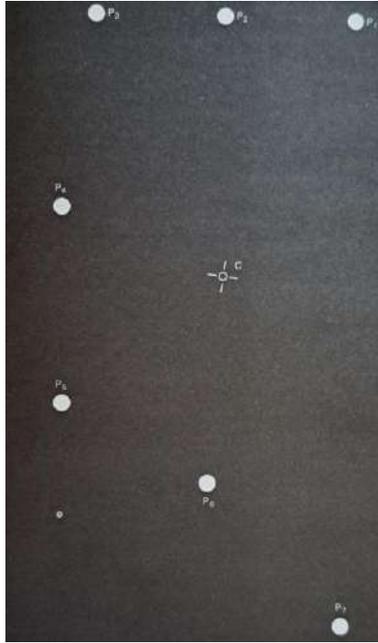


Figura 13: Os pontos representam posições separadas pelo intervalo de 1 s.
fonte: Caniato (1990) página 121 digitalizada conforme a original.

Os estudantes podem entender melhor como o fenômeno se desenrola, usando a Segunda Lei de Newton, ou seja, $\vec{F} = m\vec{a}$. Ela nos garante que a variação da velocidade, representada pela aceleração, tem a mesma direção e sentido da força (fig. 14). Isso significa a variação da velocidade $\Delta\vec{V}$ tem a mesma direção de sentido da força.

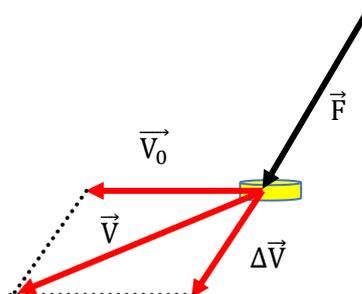


Figura 14: Força aplicada sobre um corpo que trafega com velocidade \vec{V}_0 . Esquema feito pelos próprios autores.

Na figura acima temos a representação de um corpo que trafega com velocidade \vec{V}_0 , quando recebe a ação de uma força \vec{F} . Sua nova velocidade será \vec{V} e chamaremos de $\Delta\vec{V}$ a variação da velocidade no intervalo. Esta última terá sempre a direção e o sentido da força, como nos garante a segunda lei de Newton.

Voltando à fig. 13, no instante em que o móvel está em P_3 , ele recebe um “puxão” dirigido ao ponto C e, portanto, a variação de velocidade sofrida também deverá apontar para C. É importante lembrar que o puxão não altera a componente da velocidade perpendicular a ele. Esta componente é a mesma antes do puxão, atente para este importante detalhe.

Após um segundo, em P_4 o corpo sofre novamente um puxão e, desta vez, menor que o anterior. Do mesmo modo, a variação de velocidade que ele experimenta aponta para C. Mais uma vez ressaltamos que a componente da velocidade perpendicular à força não se altera. Um segundo mais e, em P_5 , este evento se repete (figs. 14 e 15).

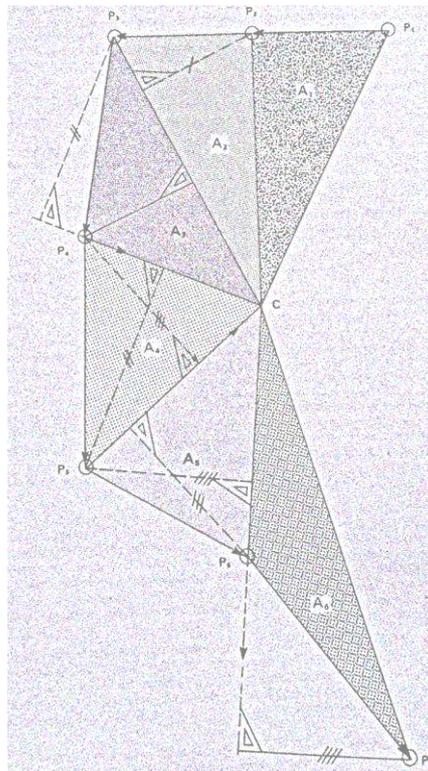


Figura 15: As áreas sombreadas mostram as áreas varridas pelo vetor posição em cada trecho.

fonte: Caniato (1990) página 124 digitalizada conforme o original.

Em P_6 o corpo recebe, não um puxão, mas um “empurrão” de modo que a variação de velocidade, ainda que tenha a direção do centro, aponta “para fora”.

Como as forças são sempre centrais ou nulas, sabemos que o momento angular se conserva e que a Lei das Áreas é válida. Mas podemos deixar isso mais evidente aos alunos, mostrando este resultado geometricamente. Vejamos como isso é possível.

Da fig. 15, as áreas A_1 e A_2 são iguais, como já vimos para o MRU. As áreas A_2 e A_3 também são iguais, pois os triângulos correspondentes têm base comum (CP_3) e alturas iguais, que são exatamente as componentes da velocidade perpendiculares ao “puxão” e que, portanto, não mudam.

Analisemos as áreas A_3 e A_4 . Elas também são iguais pois os triângulos têm uma base comum (CP_4) e alturas iguais, pelo mesmo motivo apontado no parágrafo anterior. O mesmo vale para as áreas A_4 e A_5 , que também são iguais.

Apesar de termos ido de um puxão (atração) para um empurrão (repulsão) respectivamente em P_5 e P_6 , as áreas A_5 e A_6 são iguais. Isso se dá pelos mesmos motivos: triângulos com uma base comum e mesmas alturas. Este realmente é um exemplo que foge bastante do que ocorre com os planetas, mas ainda assim vale a Lei das Áreas.

Saltando para o caso da interação entre cargas elétricas, consideremos uma carga $Q > 0$, fixa no ponto C, enquanto outra carga $q > 0$ é lançada do ponto A, com a velocidade indicada (fig. 16). Considere que a interação elétrica entre as cargas é a única força a ser considerada.

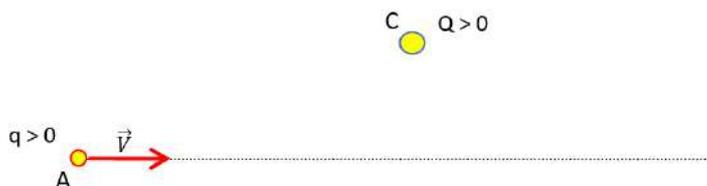


Figura 16: Carga $Q > 0$ fixa, interagindo com uma carga de prova $q > 0$.

A repulsão entre as cargas mudará a trajetória da carga q , que passa a ser curva (fig. 17).

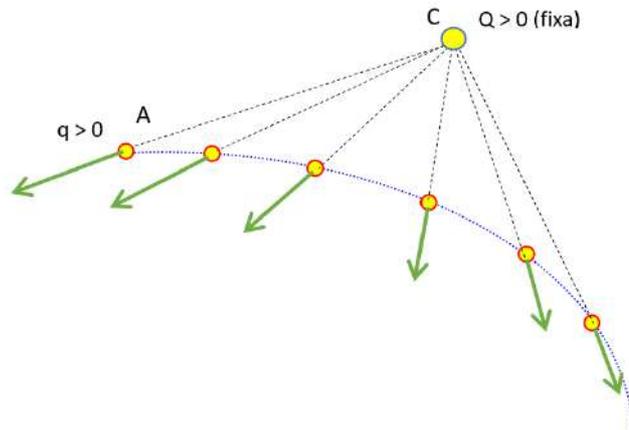


Figura 17: Em verde, os vetores que representam as forças de repulsão entre as cargas Q e q , em instantes diferentes.

As forças de repulsão são centrais quando se considera o ponto C como início dos raios vetores que indicam as posições da carga q ao longo de sua trajetória. Assim, mais uma vez, o momento angular se conserva e é válida a Lei das Áreas.

Consideremos agora duas massas, girando uma ao redor da outra, como um sistema duplo de estrelas. O giro se dá ao redor do centro de massa (CM) do sistema (fig. 18).

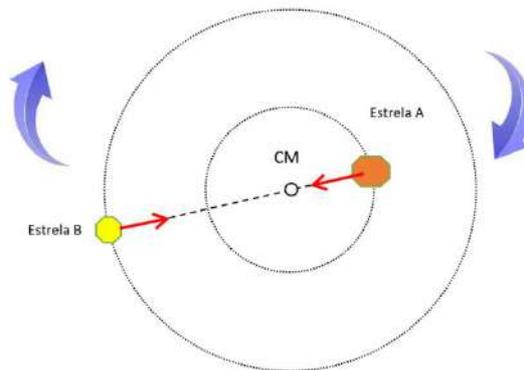


Figura 18: Sistema duplo de estrelas, que orbitam o CM do sistema.

Nesta situação, a Lei das Áreas é válida quando consideramos as medidas de posição a partir do centro de massa CM, para cada uma das estrelas. Vejamos o caso de estrelas binárias com órbitas elípticas (fig. 19).

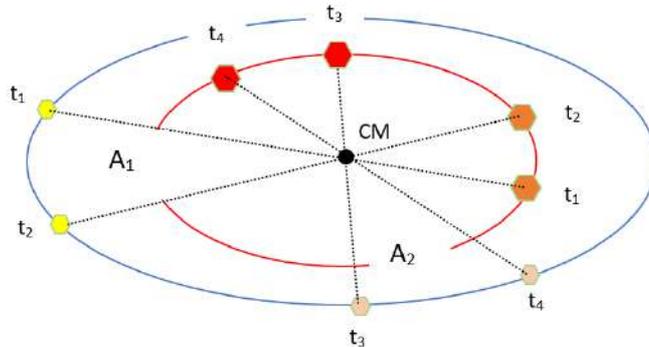


Figura 19: Estrelas binárias com órbitas elípticas, que orbitam ao redor do centro de massa CM. Esquema feito pelos autores.

No instante t_1 , as estrelas ocupam as posições indicadas na figura 19. Tempos depois, elas ocupam as posições indicadas pelo instante t_2 . A linha que une as duas passa sempre pelo CM. Consideremos que tempos depois elas ocupam as posições indicadas pelos instantes t_3 e t_4 . Se $\Delta t_{12} = \Delta t_{34}$, então $A_1 = A_2$. Isso vale para as duas estrelas. Observe que as áreas varridas são diferentes para cada estrela, no intervalo de tempo considerado. A igualdade das áreas é válida para cada astro.

Procuramos neste trabalho explorar algumas situações onde vale a Lei das Áreas, mas em muitos outros casos o professor pode encontrar sua validade. Podemos citar algumas outras situações como de uma carga elétrica lançada perpendicularmente às linhas de campo de um campo magnético uniforme ou ainda um corpo preso na ponta de uma mola, que se movimenta sobre uma mesa horizontal sem atrito com ela. Ainda que a elongação da mola se altere, e, portanto, a força dela sobre o corpo, ainda assim, a Lei das Áreas será válida. Esperamos estar abrindo caminhos para o professor do EM.

6. CONCLUSÃO

Há uma tendência do professor do Ensino Médio de limitar o estudo da Lei das Áreas ao modelo planetário. Os autores deste trabalho esperam poder contribuir para que o assunto seja tratado de modo mais amplo, mais abrangente. Ainda que haja limitações no uso de cálculos diferenciais no Ensino Médio, pode-se focar este tema do ponto de vista fenomenológico, passando à margem do cálculo superior. É fácil mostrar aos alunos que a lei das Áreas vale no MRU e dizer a eles que ela vale sempre que as forças são centrais. Os próprios estudantes podem ser incentivados a buscar outros

exemplos de movimento com força central, para os quais, evidentemente, também valem a Lei das Áreas.

Ainda que não estejamos propondo que se trabalhe no Ensino Médio com momento angular e sua conservação, isso é perfeitamente possível como se pode ver em Caniato (1990).

É nossa opinião que uma maior abertura no estudo dos fenômenos físicos contribui para o crescimento conceitual do estudante. O contrário, a restrição das leis naturais a casos muito particulares, quando poderia ser diferente, nega a possibilidade de o estudante ampliar os horizontes dos fenômenos e de ter uma formação mais abrangente.

REFERÊNCIAS

- Brody, D. E., Brody, A. R. (1999) As setes maiores descobertas científicas da história. S. Paulo, Cia das Letras.
- Caniato, R. (1990) As linguagens da Física. São Paulo, Ed. Ática.
- French, A. P. (1974) Mecânica Newtoniana – MIT Physics Course. Barcelona, Espanha, Editorial Reverté.
- Neves, M. C. D., Argüello, C. A. (1986) Astronomia de Régua e Compasso, de Kepler a Ptolomeu. Campinas: Ed. Papirus.
- Reinhardt, R. (1975) Elementos de Astronomia e Mecânica Celeste. S. Paulo, Ed. Edgard Blucher.
- Roteiro para utilização do simulador indicado - Recuperado em 1 de fevereiro de 2024, de <http://www.if.ufrgs.br/fiso2001/aulas/roteiro-simulacaonebrasca-leis-de-kepler.pdf> .
- Simulador das Leis de Kepler da Universidade de Nebraska. Recuperado em 1 de fevereiro de 2024, de <http://astro.unl.edu/naap/pos/animations/kepler.html>.



A ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL CONTEXTUALIZANDO A MECÂNICA: UMA ABORDAGEM HÍBRIDA

Luiz Otavio Buffon¹.
Alice Viviane Leles².
Robson Leone Evangelista³.

RESUMO: Na disciplina de Ciências do ensino fundamental observa-se que os conteúdos relacionados à Astronomia conseguem despertar mais a curiosidade e o interesse dos alunos do que os conteúdos de Física. Visto que a Astronomia utiliza muitos conceitos e princípios da Física, um estudo conjunto dessas duas áreas pode melhorar o interesse e o aprendizado dos alunos. Assim, nesse artigo, analisamos a construção e a aplicação de um produto educacional que utiliza a Astronomia como uma forma de contextualizar alguns conteúdos da Física, mais especificamente a Mecânica. A proposta foi fundamentada em metodologias ativas e no Ensino Híbrido, utilizando a Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e uma Rotação por Estações de trabalho, com o objetivo de proporcionar a participação dos alunos. A aplicação ocorreu no nono ano do ensino fundamental numa escola pública municipal de Vila Velha/ES. As atividades envolveram simulações computacionais, experimentos, vídeos e leitura de textos. Um jogo foi desenvolvido e aplicado com o intuito de abordar características da dinâmica do movimento dos planetas rochosos. Através da pesquisa realizada foi possível encontrar indícios do desenvolvimento de engajamento, de participação mais ativa dos alunos e de aprendizagem de alguns conceitos trabalhados.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em Astronomia; Ensino de Física; Metodologias Ativas; Mecânica; Ensino Híbrido; Rotação por Estações.

¹luizbuffon@gmail.com

²alice.leles@yahoo.com.br

³robson.leone@ifes.edu.br

ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA PRIMARIA CONTEXTUALIZACIÓN DE LA MECÁNICA: UN ENFOQUE HÍBRIDO

RESUMEN: En la asignatura de Ciencias en la escuela primaria se observa que los contenidos relacionados con la Astronomía pueden despertar la curiosidad e interés de los estudiantes más que los contenidos de Física. Dado que la Astronomía utiliza muchos conceptos y principios de la Física, un estudio conjunto de estas dos áreas puede mejorar el interés y el aprendizaje de los estudiantes. Por ello, en este artículo analizamos la construcción y aplicación de un producto educativo que utiliza la Astronomía como forma de contextualizar algunos contenidos de Física, más específicamente de Mecánica. La propuesta se basó en metodologías activas y Enseñanza Híbrida, utilizando Instrucción entre Pares y Rotación de Puestos de Trabajo, con el objetivo de brindar participación a los estudiantes. La aplicación se realizó en el noveno año de primaria de un colegio público municipal de Vila Velha/ES. Las actividades incluyeron simulaciones por computadora, experimentos, videos y lectura de textos. Se desarrolló y aplicó un juego con el objetivo de abordar la dinámica del movimiento de los planetas rocosos. A través de la investigación realizada se pudo encontrar evidencia del desarrollo del engagement, una participación más activa de los estudiantes y el aprendizaje de algunos conceptos trabajados.

PALABRAS CLAVE: Educación en Astronomía; Enseñanza de Física; Metodologías Activas; Mecánica; Enseñanza Híbrida; Rotación por Temporadas.

ASTRONOMY IN ELEMENTARY SCHOOL CONTEXTUALIZING MECHANICS: A HYBRID APPROACH

ABSTRACT: In the Science subject in elementary school, it is observed that content related to Astronomy can arouse students' curiosity and interest more than Physics content. Since Astronomy uses many concepts and principles from Physics, a joint study of these two areas can improve students' interest and learning. Therefore, in this article, we analyze the construction and application of an educational product that uses Astronomy as a way of contextualizing some Physics content, more specifically Mechanics. The proposal was based on active methodologies and Hybrid Teaching, using Peer Instruction and a Workstation Rotation, with the aim of providing student participation. The application took place in the ninth year of elementary school in a municipal public school in Vila Velha/ES. The activities involved computer simulations, experiments, videos and text reading. A game was developed and applied with the aim of addressing the dynamics of the movement of rocky planets. Through the research carried out, it was possible to find evidence of the development of engagement, more active participation of students and learning of some concepts worked on.

KEYWORDS: Astronomy Education; Teaching Physics; Active Methodologies; Mechanics; Hybrid Teaching; Rotation by Seasons.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, na disciplina de Ciências do ensino fundamental, o conteúdo de Física é ensinado de forma introdutória. Porém, alguns problemas foram observados, principalmente no que se refere à forma não contextualizada no qual eles são ensinados. A adoção do livro didático ou apostila, por parte das escolas, pode não resolver esse problema, pois, conforme Sasseron (2010, p.3):

Em muitos casos, a adoção destes materiais didáticos não se configura apenas em fonte de auxílio para a preparação das aulas: não é incomum ver casos em que o planejamento do curso segue ponto por ponto o que está prescrito no sumário destas publicações, [...]. Na maioria das vezes, estas propostas trazem uma concepção de ensino bastante tradicional e limitam-se, quase que em sua totalidade, à informação e à transmissão de conteúdos aos estudantes.

Desta forma, é importante que o professor procure desenvolver ou utilizar materiais didáticos mais contextualizados que proporcionem uma participação mais ativa dos alunos em sala (Amorim, 2009). Uma possibilidade para ensinar o conteúdo de Mecânica é contextualizá-lo através da inserção de tópicos de Astronomia que sempre despertam o interesse dos alunos. Segundo Oliveira Filho e Saraiva (2004, p. 557):

O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos. A razão para isso se torna evidente para qualquer um que contemple o céu em uma noite limpa e escura. Depois que o Sol – nossa fonte de vida – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo o seu esplendor.

A Astronomia é uma ciência antiga que desde os primórdios despertou e ainda desperta o interesse do homem quanto à compreensão do Universo (Langhi, 2009). Por um lado, ela era importante como uma forma de medir a passagem do tempo ao longo do ano e por outro sempre despertou o fascínio

do homem em descobrir o seu lugar no cosmos (Caniato, 2010; da Costa, 2002; Afonso; Nadal, 2013; Araújo, 2010; Lima, 2018). Atualmente, o ensino da Astronomia tem uma importância também ambiental, pois sensibiliza os alunos quanto à fragilidade da Terra e sua adequação à vida (Gadotti, 2008).

A escolha de associar o estudo da Mecânica com Astronomia é justificada pelo fato do estudo desta última estar presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental ao longo de todos os anos, na temática Terra e Universo (Brasil, 2017). Assim, o estudo da Astronomia contextualizando a Mecânica atende as exigências da BNCC e, ao mesmo tempo, torna o estudo da Física mais atrativo.

Diversos autores, dentre eles (Queiroz, 2008; García Barros *et al*, 1997; Langhi, 2004; Langhi; Nardi, 2005; Bretones, 1999; Puzzo *et al.*, 2005), já apontaram deficiências e dificuldades com o ensino da Astronomia, sendo uma delas a ausência de formação adequada dos professores. Dessa forma, o desenvolvimento de produtos educacionais que vinculem a Astronomia e a Física pode atenuar esse problema.

De acordo com Hansen (2006), dificilmente será possível promover um ensino contextualizado com aulas expositivas tradicionais e o aluno numa postura passiva. Segundo Moran (2015), na educação, é importante que haja combinações de elementos misturados na realização das atividades, e o chamado Ensino Híbrido, que combina atividades presenciais com atividades *online*, usando Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), surge como uma opção.

As TDICs foram disseminadas através da internet e apresentam novas possibilidades para os processos de ensino-aprendizagem (Kenski, 2007). Segundo Martins (2008, p.1):

As atuais tecnologias de comunicação e interação apresentam novas possibilidades para o indivíduo vivenciar processos criativos, estabelecendo aproximações e associações inesperadas, juntando significados anteriormente desconexos e ampliando a capacidade de interlocução por meio das diferentes linguagens que tais recursos propiciam.

Para incentivar a participação ativa dos alunos é importante propor situações que propiciem o diálogo professor-aluno e aluno-aluno. Isso pode ser

feito através de questões conceituais baseadas em textos, experimentos e outras atividades colaborativas. No caso de questões conceituais de múltipla escolha é possível utilizar o método de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) (Mazur; Somers, 1997; Araujo; Mazur, 2013).

O objetivo geral da pesquisa apresentada nesse artigo foi investigar a possibilidade de melhorias na aprendizagem dos alunos, com mais participação ativa e interesse, através de uma proposta de Ensino Híbrido, utilizando as metodologias de Rotação por Estações e Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*), para ensinar tópicos de Mecânica no contexto da Astronomia para turmas do nono ano do ensino fundamental. As atividades apresentadas nesse artigo fazem parte do produto educacional de um mestrado profissional em ensino de Física.

Na próxima seção desse artigo apresentamos os referenciais teóricos e metodológicos relacionados ao Ensino Híbrido, ao modelo de Rotação por Estações e o método de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*). Em seguida, apresentamos a metodologia de aplicação e o relato de experiência. Por fim, apresentamos os resultados e as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1 O Ensino Híbrido

O modelo tradicional de ensino nas escolas tem sido criticado há vários anos. Segundo Bacich e Moran (2015), existem diversas escolas que estão bem supridas tecnologicamente, com salas de aulas bem equipadas, com laboratórios, porém as utilizam dentro de um contexto de ensino tradicional, centrado no professor. Buscando superar essa prática tradicional é preciso apresentar atividades planejadas que possibilitem uma maior autonomia dos alunos na construção do conhecimento. Para Barbosa e Moura (2013), se as práticas de ensino apresentadas aos alunos buscam ser atividades que possibilitem o ato de ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar, isso demonstra que o professor está no caminho da aprendizagem ativa.

O Ensino Híbrido é uma metodologia ativa que tem como objetivo potencializar o ensino-aprendizagem dos alunos, tornando-os sujeitos ativos no processo. Uma vantagem dessa metodologia é captar continuamente as potencialidades dos ambientes *online* e presencial, inserindo as tecnologias

digitais no ambiente escolar (Moran, 2017). O Ensino Híbrido se destaca pela flexibilidade, mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias.

Os autores Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) enfatizam que a expressão Ensino Híbrido está vinculada ao conceito de educação híbrida, pois o processo de aprendizagem é contínuo e acontece de diversas maneiras e em diferentes espaços, sendo assim flexível e interligado. Ainda complementam que o Ensino Híbrido se caracteriza por uma articulação entre o modelo presencial e o modelo *online*, que utiliza as tecnologias digitais para possibilitar a interação entre os grupos, bem como as trocas de experiências. Temos também uma reestruturação do papel do professor como mediador e do aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem.

No Ensino Híbrido, espera-se que o processo de aprendizagem dos alunos faça sentido para eles, motivando-os a aprender e tornando-os mais autônomos. Acredita-se que este movimento, de ir ao encontro das necessidades e interesses dos estudantes e de ajudá-los a desenvolver todo o seu potencial, possa motivá-los e engajá-los de forma significativa na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências em níveis diversos (Bacich; Moran, 2015).

De acordo com Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), as propostas de Ensino Híbrido podem ser: o Modelo Rotacional, o Modelo Flex, o Modelo à la Carte e o modelo Virtual Aprimorado. O Modelo Rotacional pressupõe um revezamento nas atividades realizadas de acordo com um horário fixo ou orientação do professor. Temos três tipos de modelos rotacionais que mantêm a estrutura do ensino presencial:

- Rotação por Estações, em que os alunos são organizados em grupos, cada um realizando uma tarefa com determinado tempo seguida de revezamentos até que todos os grupos rotacionem todas as estações;
- Laboratório rotacional, onde os alunos individualmente usam o espaço da sala de aula e/ou laboratórios, começando na sala de aula tradicional e em seguida fazendo uma rotação para o computador ou laboratório de ensino, acompanhados por um professor tutor;
- Sala de aula invertida é um método de aprendizado no qual o conteúdo é apresentado para o aluno fora do ambiente escolar, a ser estudado em casa no formato *online*, e o espaço da sala de aula é utilizado para discussões, resolução de atividades, entre outras propostas.

Os demais modelos de Ensino Híbrido são do tipo disruptivo, com mudanças mais significativas em relação ao ensino presencial.

Em geral, em cada rotação temos duas ou três estações e os grupos de alunos se revezam nelas. As atividades devem ser diversificadas para cada estação, com o professor dando mais apoio àquelas que exijam mais atenção, mas sempre estimulando a autonomia dos grupos. As tarefas podem envolver discussões em grupo, atividades com roteiros, leituras de textos, atividades *online*, vídeos, trabalho individual e colaborativo, experimentos, simulações, jogos, dentre outras.

2.2 Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*)

Consiste em uma metodologia ativa de ensino desenvolvida pelo professor Eric Mazur (Mazur; Somers, 1997), que se baseia em promover a interação entre os alunos na sala de aula através de uma abordagem de conceitos, estimulando as discussões entre eles. De acordo com Araujo e Mazur (2013), a Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) se inicia com uma apresentação rápida do conteúdo em sala de aula ou uma leitura pelos alunos, de algum material disponibilizado pelo professor sobre o assunto. Em seguida, são aplicadas questões conceituais objetivas, possibilitando aos alunos discutirem e refletirem sobre elas, de forma individual. Nessa metodologia os conhecimentos prévios dos alunos têm um papel importante por ser o ponto de partida das discussões.

A Figura 1 mostra a sequência dos passos para a aplicação dessa metodologia. Após um tempo de cerca de 3 a 5 minutos, para que os alunos reflitam individualmente sobre a questão, é feita a “votação 1” para a coleta das respostas, geralmente através do aplicativo *Plickers* para *smartphones*. Caso mais de 70% dos alunos votem na resposta correta o professor pode discutir rapidamente a resposta correta e propor outra questão diferente do mesmo assunto ou iniciar um novo tópico.

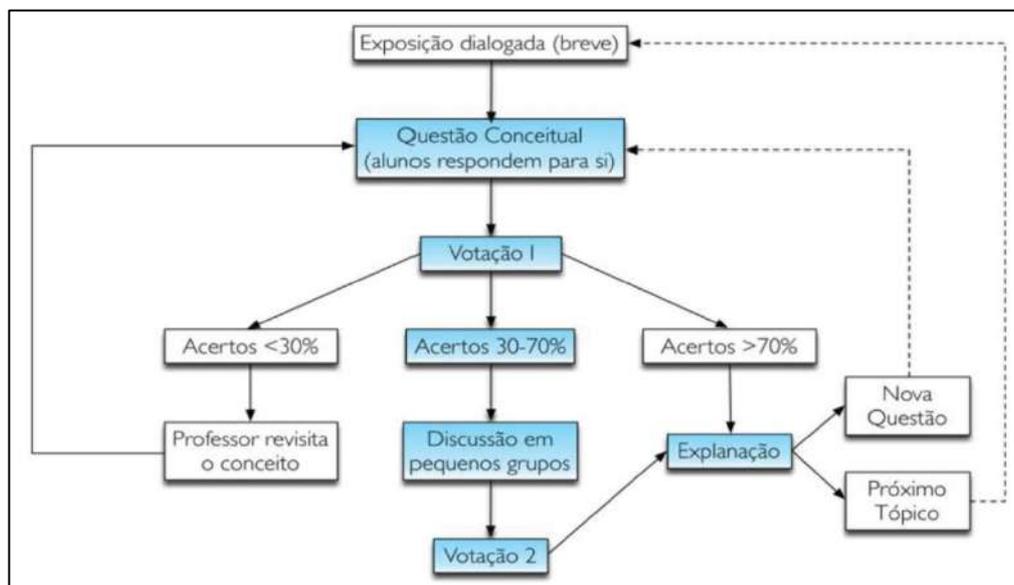


Figura 1. fluxograma do processo de implementação do método Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*).

Fonte: adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

Contudo, se o percentual de acertos ficar entre 30% e 70%, o professor pede para os alunos se agruparem em pequenos grupos de 2 a 5 pessoas, preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes e iniciarem uma discussão de cerca de 3 a 5 minutos. Espera-se que nesses grupos cada aluno defenda sua resposta e que aqueles com maior compreensão do assunto auxiliem os que tiverem menor conhecimento. Se na “votação 2”, os grupos acertarem mais de 70%, segue-se o fluxo já descrito anteriormente. Caso o percentual de acertos ainda permaneça entre 30% e 70%, o professor pode discutir a resposta e seguir o fluxo ou dar uma breve explicação, tentando deixar o assunto mais claro, e solicitar nova votação de acordo com o tempo disponível.

Por fim, nos casos que a votação individual registrar percentual de acertos abaixo de 30%, o professor reapresenta o conteúdo da matéria com mais cuidado, preferencialmente com uma abordagem diferente, e reinicia o processo.

Na Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) é necessária certa

flexibilidade por parte do professor pois resultados inesperados dos testes conceituais podem surgir. Além disso, não é possível utilizar perguntas abertas e nem saber a justificativa para as respostas dadas.

3. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A sequência didática proposta foi aplicada em uma escola pública de ensino fundamental. O Quadro 1, composto por 10 encontros, apresenta o resumo da proposta didática.

Encontros	Objetivos	Ações realizadas
1 (50 minutos) 11/10/2019	Levantamento dos conhecimentos prévios.	Aplicação do Questionário Inicial.
2 (50 minutos) 22/10/2019	Estudo sobre referencial, repouso e movimento.	Discussões de questões conceituais. Vídeo 1 da Sonda <i>Curiosity</i> ⁴ .
3 (50 minutos) 30/10/2019		
4 (100 minutos) 5/11/2019	Estudo do Sistema Solar.	Rotação por Estações. Estação 1: Texto dos Modelos de Universo; Estação 2: O Jogo dos Planetas Rochosos; Estação 3: Viajando pelo Sistema Solar.
5 (50 minutos) 11/11/2019	Estudo sobre velocidade e aceleração.	Simulador PhET Gravidade e Órbitas ⁵ .
6 (50 minutos) 19/11/2019	Estudo sobre Leis de Newton e queda Livre.	Experimento sobre quedas iguais. Discussões de questões conceituais. Apresentação do Vídeo 2 da Apollo XV ⁶ . Apresentação do Vídeo 3 de queda livre ⁷ .
7 (50 minutos) 21/11/2019		
8 (50 minutos) 25/11/2019	Estudo sobre os Movimentos da Terra.	Discussões de questões conceituais.

9 (50 minutos) 21/11/2019	Averiguação de aprendizagem e avaliação da proposta.	Aplicação do Questionário Final. Aplicação do Questionário de Opinião.
10 (50 minutos) 27/11/2019		

Quadro 1. Resumo da proposta didática composta por 10 encontros.

Fonte: Os autores.

A intervenção ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2019 e os sujeitos da pesquisa foram 30 alunos do ensino fundamental II de uma turma de nono ano. Os questionários, inicial e final, aplicados foram idênticos e são mostrados no Apêndice 1. A seguir são apresentados mais detalhes de algumas atividades realizadas nos encontros.

3.1 Encontros 2 e 3

Nesses encontros foram apresentadas explicações sobre conceitos de repouso e movimento, e referenciais.

De forma intercalada com as explicações de conteúdo, foram apresentadas aos alunos questões conceituais para serem discutidas junto com o professor. Seguem as questões (1.1) e (1.2), utilizadas para abordar o caráter relativo do movimento.

1.1 - Um ônibus está se deslocando, com passageiros sentados e imóveis em seus lugares. E do lado de fora uma pessoa sentada na beira da estrada observa o ônibus conforme a Figura 2. Responda as perguntas a seguir.

a) O ônibus está em movimento ou em repouso em relação ao homem sentado ao lado da estrada?

⁴Disponível no Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=P4boyXQuUIw> com duração de 11:19 min.

⁵Disponível em https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html.

⁶Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=HqcCpwIeiu4> com 55 segundos.

⁷Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs> com 4:41 minutos.

- b) Os passageiros do ônibus estão em movimento ou em repouso em relação ao motorista do ônibus?
- c) Os passageiros, sentados no ônibus, estão em movimento ou em repouso em relação ao homem sentado ao lado da estrada?
- d) O homem, sentado ao lado da estrada, está em movimento ou em repouso em relação ao ônibus?
- e) Um passageiro, sentado no ônibus, está em movimento ou em repouso, em relação a outro passageiro sentado na sua frente?
- f) O homem, sentado ao lado da estrada, está em movimento ou em repouso em relação ao motorista do ônibus?



Figura 2: ônibus com passageiros sentados se deslocando.

Fonte: adaptado de <https://beduka.com/blog/exercicios/fisica-exercicios/>.

1.2 - A Terra está em movimento ou em repouso em relação ao Sol? E o Sol está em movimento ou em repouso em relação à Terra?

Em seguida foram discutidos os tipos de movimentos dos objetos extensos, translação, rotação e a combinação deles, exemplificados através dos movimentos da Terra. Discutiu-se também o movimento aparente, diário e anual, do Sol, que resulta em uma mudança na posição do nascer desse astro ao longo dos meses, conforme mostrado na Figura 3.



Figura 3: variação da posição do nascer do Sol em relação à Terra ao longo dos meses.

Fonte: adaptado de http://www.if.ufrgs.br/fiso2001/aulas/aula_movsol.htm.

Para aproximar a discussão da linguagem dos alunos usou-se a tirinha da Figura 4 e solicitou-se que os alunos tentassem explicar o pensamento do personagem Garfield.

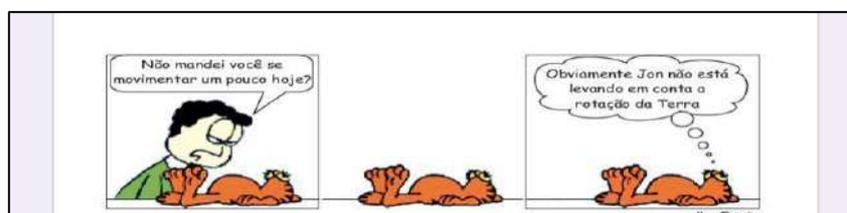


Figura 4: tirinha mostrando o pensamento do personagem Garfield.

Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/25465464>

Ainda sobre o tópico movimento relativo segue a questão (1.3) que foi trabalhada com os alunos usando o método de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*).

1.3 - Qual é a alternativa correta relacionada à tirinha da Figura 5?

a) Cascão encontra-se em movimento em relação ao skate e também em relação ao amigo Cebolinha.

- b) Cascão encontra-se em repouso em relação ao skate, mas em movimento em relação ao amigo Cebolinha.
- c) Como Cascão está no skate e o Cebolinha na Terra, podemos dizer que Cascão está em movimento e Cebolinha em repouso em relação a qualquer referencial.
- d) Cascão encontra-se em repouso em relação a Terra.



Figura 5: tirinha mostrando o Cascão andando de skate.

Fonte: <https://www.stoodi.com.br/exercicios/puc-sp/2001/questao/leia-com-atencao-a-tirada-turma-da-monica-mostrada/>

Na parte final desses encontros foram trabalhadas informações sobre sondas espaciais aproveitando o interesse que esse tema desperta nos alunos. Os alunos assistiram o vídeo 1 sobre a sonda espacial Curiosity em Marte. Além disso, diversas discussões sobre as características desse planeta foram realizadas. Por fim, foi analisada a questão (1.4) junto com os alunos, usando o método da Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*).

1.4) A sonda Curiosity, lançada pela Nasa em 2011, pousou com sucesso em 06/08/2012 e deu início às suas missões em Marte. Considerando o momento em que ela não esteja funcionando, assinale a alternativa correta.

- a) A sonda está em repouso em relação ao Sol.
- b) A sonda está em repouso em relação à Terra.
- c) A Terra está em movimento em relação à sonda.
- d) O Sol está em repouso em relação à sonda.

3.2 Encontro 4

Nesse encontro foi abordado o assunto a respeito do Sistema Solar utilizando a metodologia de Rotação por Estações, apresentada na subseção 2.1. Cada estação teve o tempo aproximado de 20 minutos. A seguir, as 3 estações são descritas de forma resumida.

3.2.1 Estação 1: Modelos de Sistemas de Mundo

Nessa estação os alunos leram um texto, que se encontra no Apêndice 3, referente a um diálogo fictício entre dois alunos, a respeito de uma aula sobre os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, tratada através de uma linguagem simples. Seguem as 4 questões respondidas pelos alunos após a leitura do texto:

2.1.1) Qual é a ideia principal do Modelo Geocêntrico?

2.1.2) Qual é a ideia principal do Modelo Heliocêntrico?

2.1.3) Quais as contribuições dos astrônomos Tycho Brahe e Johannes Kepler para o aperfeiçoamento dos modelos de Sistemas de Mundo?

2.1.4) Por que os astrônomos antigos e mesmo os da idade Moderna até Kepler consideravam as estrelas como fixas, e que suas posições relativas entre si pareciam não variar com o passar do tempo, umas em relação às outras, no céu noturno? Você acredita que elas são realmente fixas?

3.2.2 Estação 2: O Jogo dos Planetas Rochosos

Consiste num jogo de tabuleiro envolvendo os quatro planetas rochosos do Sistema Solar, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, mostrado na Figura 6.

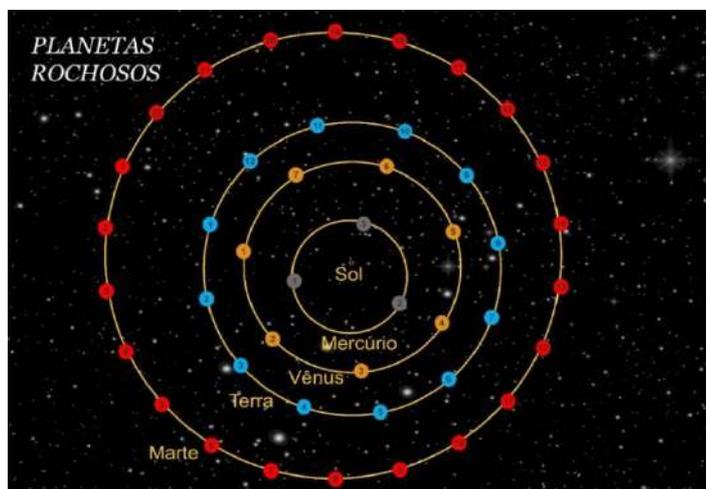


Figura 6: o tabuleiro Jogo dos Planetas Rochosos.

Fonte: os autores.

O tamanho e as excentricidades das órbitas dos quatro planetas estão aproximadamente em escala. Cada órbita foi dividida em intervalos de espaço correspondentes às distâncias aproximadas que o planeta percorre em um mês terrestre. Assim, Mercúrio com período de translação de 87,97 dias terrestres ficou com 3 intervalos marcados na cor cinza. Vênus, com período de translação de 224,7 dias terrestres, ficou com 7 intervalos marcados na cor laranja. A Terra, com período de translação de 365 dias terrestres, ficou com 12 intervalos marcados na cor azul e Marte, com período de translação de 686,98 dias terrestres, ficou com 22 intervalos marcados na cor vermelha.

Aproveitando-se o contexto do jogo passou-se pequenos textos para os alunos com informações referentes às características desses planetas, tais como: períodos de rotação em torno do eixo e de translação em torno do Sol, temperaturas média, máxima e mínima, presença ou não de satélites naturais e distâncias médias em relação ao Sol.

Usando fichas coloridas para representar cada planeta foi possível simular seus movimentos nas respectivas órbitas. O objetivo foi usar o jogo para responder as questões descritas a seguir.

2.2.1) No Jogo dos Planetas Rochosos, o intervalo para o planeta percorrer a distância entre duas bolinhas coloridas representa o tempo de um mês terrestre. Informe abaixo, em meses terrestres, a duração aproximada dos “anos dos planetas rochosos” (tempo de translação do planeta em torno do Sol).

a) Mercúrio: b) Vênus: c) Terra: d) Marte:

2.2.2) Quantas voltas no Sol cada planeta rochoso realiza durante um ano terrestre?

a) Mercúrio: b) Vênus: c) Terra: d) Marte:

2.2.3) Como seria medir a sua idade em relação aos períodos de translações dos outros planetas? Responda as perguntas abaixo:

a) Quantos anos terrestres você tem?

b) Quantas voltas Mercúrio deu no Sol durante o tempo de sua idade? Definindo um “ano mercuriano” como o tempo de translação de Mercúrio ao redor do Sol, qual é a sua idade em termos de “anos mercurianos”?

c) Repetindo o cálculo do item (b) para Vênus, qual é sua idade em termos de “anos venusianos”?

d) Repetindo o cálculo do item (b) para Marte, qual é sua idade em termos de “anos marcianos”?

2.2.4) Usando as fichas coloridas que representam os planetas, coloque-as no tabuleiro na órbita do planeta da seguinte forma: Marte (vermelha) na posição 17, Terra (azul) na posição 10, Vênus (laranja) na posição 1 e Mercúrio (cinza) na posição 3. Assinale abaixo a ordem correspondente

aos astros mais próximos da Terra nesta configuração. Se achar necessário use uma régua para avaliar as distâncias.

- a) Vênus, Marte, Mercúrio e Sol. b) Marte, Mercúrio, Sol e Vênus.
c) Mercúrio, Marte, Sol e Vênus. d) Marte, Mercúrio, Vênus e Sol.

2.2.5) Usando as fichas coloridas que representam os planetas, coloque-as no tabuleiro na órbita do planeta da seguinte forma: Marte (vermelha) na posição 3, Mercúrio (cinza) na posição 1, Vênus (laranja) na posição 5 e Terra (azul) na posição 8. Assinale abaixo a ordem correspondente aos astros mais próximos da Terra nesta configuração. Se achar necessário use uma régua para avaliar as distâncias.

- a) Vênus, Marte, Mercúrio e Sol. b) Mercúrio, Marte, Sol e Vênus.
c) Marte, Mercúrio, Vênus e Sol. d) Vênus, Sol, Mercúrio e Marte.

Nas questões (2.2.4) e (2.2.5) deve ser utilizado o método da Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*).

3.2.3 Estação 3: Viajando pelo Sistema Solar

Nessa estação foi realizada uma atividade *online* para aprofundar o conhecimento sobre alguns corpos celestes do Sistema Solar, por exemplo, asteroides, cometas, centauros, planetas, planetas-anões e satélites naturais.

Cada grupo de alunos escolheu um corpo celeste de uma lista e realizou uma pesquisa detalhada sobre o corpo escolhido. Os quatro planetas rochosos não entraram nessa lista. Para o corpo celeste escolhido, os alunos investigaram: o tipo, a sua distância média em relação ao Sol ou raio médio da órbita, o diâmetro, a duração do dia ou período de rotação em torno do eixo, a composição química principal, as possibilidades de existência de água e atmosfera, as suas temperaturas superficiais máxima e mínima, e outras informações.

3.3 Encontro 5

Nesse encontro abordou-se tópicos de Mecânica estudando-se conceitos de velocidade e aceleração, enfatizando o movimento circular para ajudar a compreender as órbitas dos corpos celestes do Sistema Solar. Com o auxílio do Simulador PhET Gravidade e Órbitas, analisou-se as interações gravitacionais entre o Sol, a Terra, a Lua e satélites artificiais, bem como as direções e sentidos dos vetores velocidade e aceleração desses corpos. Segue o

roteiro das atividades a serem realizadas com o Simulador PhET Gravidade e Órbitas, que se encontra no link:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html

3.1) Clique em Modelo, selecione a opção Sol-Terra, câmera acelerada, força da gravidade, velocidade, caminho e grade.

- a) Qual é a grandeza física representada pelo vetor azul?
- b) Ajuste a massa da Terra em 2 vezes. O que aconteceu com a órbita da Terra?
- c) Ajuste a massa do Sol em 2 vezes. O que aconteceu com a órbita da Terra?
- d) Reinicialize o simulador e “desligue” a interação gravitacional. O que aconteceu com a Terra?

3.2) Clique em Modelo, na opção Sol-Terra-Lua, câmera acelerada e caminho.

- a) Desenhe a trajetória do movimento do sistema Sol-Terra-Lua.
- b) Explique porque a trajetória da Lua é mais complexa do que a trajetória da Terra.
- c) Marque a opção velocidade e explique por que o vetor velocidade da Lua se altera.
- d) Desligue a gravidade e descreva que tipo de movimento a Terra e a Lua passam a ter. Quais as acelerações desses dois astros neste momento?
- e) Variando parâmetros é possível fazer a Lua orbitar o Sol? Explique.

3.3) Clique em Modelo, Sistema Terra-Lua, câmera acelerada, força da gravidade, velocidade, caminho e grade. Observe que a Terra faz uma força na Lua e esta faz uma força na Terra. Você poderia descrever algum fenômeno aqui na Terra que seria uma consequência da força que a Lua faz sobre a Terra. Explique.

3.4) Reinicialize, clique em ESCALAR, em sistema Sol-Terra e em caminho.

- a) Usando a Trena do simulador mostre que a órbita da Terra não é circular. Faça um desenho e coloque as dimensões medidas por você em quilômetros.
- b) Alterando a massa do Sol, veja se consegue tornar a órbita da Terra uma elipse bem mais achatada. Que implicações isso traria para nosso planeta? Você acha que essa é a explicação para termos aqui na Terra o verão e o inverno?

3.5) Reinicialize, clique em ESCALAR, em sistema Terra-Lua e em caminho.

- a) Usando a Trena do simulador mostre que a órbita da Lua não é circular. Faça um desenho e coloque as dimensões medidas por você em quilômetros.
- b) Clique em velocidade e verifique se a Terra fica em repouso enquanto a Lua a órbita. Se não, explique porque ela se movimenta.

3.6) Reinicialize o simulador no início, clique em ESCALAR, em sistema Terra-Satélite artificial e em caminho. Explique porque o satélite não cai no planeta.

3.4 Encontros 6 e 7

Nesses encontros foram feitos estudos e experimentos sobre queda livre, Leis de Newton e aceleração da gravidade. Após a realização de um experimento de queda simultânea de garrafas idênticas com massas diferentes os alunos responderam às questões:

- 4.1) Fazendo o experimento com uma garrafa vazia e uma garrafa com areia, observe qual garrafa caiu primeiro no chão? Justifique a sua resposta.
- 4.2) Quais as conclusões que você obteve após a realização do experimento?
- 4.3) Você acha que um corpo em queda mantém sua velocidade constante? Explique.
- 4.4) O tempo de queda é influenciado pela massa do corpo? Justifique.
- 4.5) A força que faz um objeto cair é o seu peso ou a força gravitacional de atração que a Terra faz nele. Assim para objetos de maior massa o peso será maior. E pela segunda lei de Newton a aceleração que surge em objetos é inversamente proporcional à sua massa. Explique porque as acelerações que atuam no objeto de peso maior e no objeto de peso menor são exatamente iguais.

Depois disso, foi solicitado que os alunos calculassem seus pesos nos diversos corpos celestes do Sistema Solar e foi reforçada a diferença entre a massa e o peso. Em seguida, foram discutidas as seguintes questões:

- 4.6) Considere a situação em que um carro colide com outro. Responda:
 - a) O que acontece com a pessoa que está usando o cinto de segurança?
 - b) Se essa pessoa não estivesse usando o cinto de segurança, o que aconteceria?
 - c) A pessoa que usa o cinto de segurança, não é lançada para frente. Por que?
 - d) A pessoa que não usa o cinto de segurança é lançada para frente. Por que?
- 4.7) O que é necessário fazer para colocar um objeto em movimento sobre uma superfície plana sem atrito, isto é, totalmente lisa? Explique sua resposta.
- 4.8) É necessário manter uma força atuando para que um objeto permaneça se deslocando com velocidade constante numa superfície plana sem atrito? Explique.
- 4.9) O que acontecerá caso uma força externa continue atuando em um objeto que já estava se deslocando numa superfície plana sem atrito. Suponha que a força externa seja horizontal e no mesmo sentido da velocidade. Explique.

4.10) O que acontecerá caso a força externa continue atuando em um objeto que já estava se deslocando numa superfície plana sem atrito. Suponha que a força externa seja horizontal e esteja no sentido oposto da velocidade. Explique.

4.11) Identifique as forças que atuam no bloco e as suas respectivas reações caso ele esteja em repouso em uma superfície plana mostrada na Figura 7.

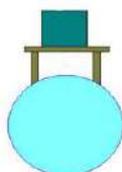


Figura 7: objeto em repouso numa superfície plana de uma mesa na Terra (fora de escala).
Fonte: os autores

Por fim, os alunos assistiram os vídeos 2 e 3 sobre a queda livre no vácuo para consolidarem o conhecimento.

3.5 Encontro 8

Nesse encontro novamente abordou-se a Astronomia e em particular os Movimentos da Terra. Seguem as questões propostas aos alunos aplicadas utilizando o método da Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*).

5.1) A Terra gira ao redor do Sol num movimento de translação com duração de um ano e ao mesmo tempo gira sobre ela mesma (rotação) dando origem ao dia e a noite. Quantas voltas completas a Terra já deu no Sol desde o dia em que você nasceu?

- a) A Terra deu um número de voltas igual à sua idade.
- b) A Terra deu um número de voltas igual ao dobro de sua idade.
- c) A Terra deu um número de voltas igual à metade de sua idade.
- d) A Terra deu um número de voltas igual ao triplo de sua idade.

5.2) Leia a citação.

“É impossível que o planeta pare de girar de modo abrupto, mas, se isso acontecesse, tudo aquilo que se encontra na superfície terrestre seria arrancado violentamente: as cidades, os oceanos e até o ar da atmosfera”, afirma Rubens Machado, do departamento de astronomia da USP. (...) TANJI, T. Revista Galileu, 09 jun. 2015. Acesso em: 10 ago. 2015 (adaptado). A explicação acima apresentada é devida à combinação entre:

- a) A força da gravidade e o movimento de translação.
- b) A inércia e a alta velocidade de rotação terrestre.
- c) O eixo rotacional e o campo magnético da Terra.

d) A massa da Terra e o alinhamento da órbita lunar.

4. RELATO DA APLICAÇÃO

Um dos objetivos dos diálogos nos encontros 2 e 3 foi identificar quais eram as concepções iniciais dos alunos a respeito do conceito de movimento e de assuntos relacionados aos movimentos da Terra e os movimentos aparentes do Sol. Nas questões abertas (1.1) e (1.2) foi dado um tempo para que os alunos tentassem responder e em seguida iniciou-se um diálogo a partir das respostas apresentadas por eles.

Nas questões (1.3) e (1.4) foi utilizado o método da Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*), com o intuito de promover uma maior interação entre os alunos e deixar a aula mais dinâmica. O vídeo 1 sobre a sonda espacial Curiosity em Marte foi importante para fornecer conhecimentos para os alunos a respeito deste planeta e da exploração espacial. Estes encontros conseguiram despertar o interesse dos alunos por relacionarem conhecimentos da Astronomia com o cotidiano, além de estimular o diálogo entre os alunos e o professor.

No encontro 4 da Rotação por Estações, realizado no laboratório de informática, os alunos foram divididos em 3 grupos com 5 duplas cada. Durante 10 minutos o professor explicou a dinâmica da atividade. Em seguida, cada grupo iniciou uma estação e a cada 20 minutos esses grupos eram trocados de estações.

As estações 1 e 3 promoveram a autonomia dos alunos e exigiram poucas intervenções do professor na realização das atividades. Na estação 2 o professor atuou como mediador conduzindo os alunos na realização das atividades do jogo mostrado na Figura 8. Isso está de acordo com a literatura pois no Ensino Híbrido é necessário propor algumas estações que não requeiram a presença constante do professor, de forma a incentivar a autonomia nos alunos.



Figura 8: alunos realizando a estação 2 do jogo dos planetas rochosos.

Fonte: os autores.

Como uma estratégia abordada na sequência didática, os encontros alternaram conceitos de Astronomia e de Física, e assim no encontro 5 abordou-se novamente os conceitos da Mecânica. Os alunos, em duplas foram direcionados para o laboratório de informática, no qual receberam um roteiro com texto explicativo sobre velocidade média e instantânea, definição e tipos de acelerações e movimento circular uniforme, juntamente com orientações e comandos a serem seguidos para responderem as seis questões propostas com a orientação do professor.

Nos encontros 6 e 7 continuou-se a abordar os conceitos da Mecânica. Os alunos, em duplas, receberam um roteiro com um texto e informações para realizar o experimento de queda livre, mostrado na Figura 9, que consistiu em utilizar duas garrafas PET, uma com metade de areia e outra vazia, penduradas com barbantes em um cabo de vassoura com dois pregos alinhados. Girando o cabo de vassoura foi possível fazer com que as garrafas caíssem ao mesmo tempo. Após a realização do experimento, leitura de textos e visualização dos vídeos 2 e 3, diversas questões foram analisadas e respondidas pelos alunos.



Figura 9: experimento de queda livre realizado pelos alunos.

Fonte: os autores.

No encontro 8 abordou-se novamente conteúdos de Astronomia, mais especificamente, os movimentos de rotação e translação da Terra e suas consequências.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na intervenção foram aplicados dois questionários idênticos, um no início e outro ao final, com o objetivo de investigar indícios de aprendizagem no processo. Ao todo 30 alunos responderam as 25 perguntas de cada questionário. As respostas de cada questão foram categorizadas em Corretas (C), quando apresentaram o conceito científico corretamente aceito, Parcialmente Corretas (PC), quando apresentaram o conceito científico aceito de forma parcial, Incorretas (I), quando não apresentaram o conceito científico e Não Respondidas (NR). O quantitativo de cada categoria encontra-se na Tabela 1 no Apêndice 2.

Em 18 questões houve aumento no número de respostas corretas. Também houve aumento de respostas parcialmente corretas em 6 questões. A comparação dos questionários inicial e final mostrou indícios de aprendizagem.

O uso da Astronomia para contextualizar a Mecânica abordada no ensino fundamental II, associada a escolha da metodologia apresentada no artigo, se deu no sentido de buscar possibilidades de aumentar o engajamento dos alunos. A utilização do Ensino Híbrido, a partir da metodologia de Rotação por Estações, com a utilização de TDICs, também pode contribuir para a inserção dos alunos no mundo mais tecnológico. Analisando o questionário de opinião aplicado ao final da intervenção pode-se perceber uma maior predisposição dos alunos em relação a execução das atividades propostas. Segue uma análise das questões do questionário de opinião respondido por 30 alunos participantes da pesquisa.

Pergunta 1: De alguma maneira a sequência didática apresentada pela professora ajudou a compreender melhor a Física referente ao conteúdo de Mecânica?

A maioria dos alunos (27) respondeu que ajudou. Segue uma resposta: “Sim, pois ela deu explicações e logo depois passou a matéria dando sequência de um jeito que poderíamos aprender de um jeito diferente”.

Pergunta 2: Os simuladores apresentados com os roteiros fizeram diferença no entendimento dos assuntos abordados?

Todos os alunos afirmaram que sim. A seguir temos uma resposta dada a essa pergunta: “Sim, as aulas práticas (entenda como aula com a utilização do simulador) me fizeram pensar mais e com a explicação da professora eu entendi melhor”.

Pergunta 3: Sobre os assuntos abordados de Astronomia, qual você achou mais interessante? Por que?

Seguem algumas respostas: “A diferença de meses e anos entre os planetas, pois achei legal ficar calculando”; “Sobre a gravidade com certeza, porque eu não sabia o quanto ela era importante e também sobre as estações do ano, é bem interessante”; “Todos, pois gosto muito de astronomia e gostei de todos os assuntos”.

Pergunta 4: O conteúdo abordado em sala através do produto educacional foi, por si só, suficiente para desenvolver seu aprendizado sobre Mecânica com a contextualização da Astronomia?

A maioria dos alunos (21) respondeu que sim. Segue uma resposta: “Bom tudo que a professora conseguiu passar eu conseguia aprender bastante, algumas coisas ainda martelo na cabeça, mas a gente aprende com o tempo”.

Pergunta 5: *Você acredita que o uso de práticas, simulações, jogos na sala de aula contribui para o desenvolvimento da sua aprendizagem?*

A maioria dos alunos (29) concordaram que sim. Segue uma resposta: “Sim com os simuladores e podendo ver na prática o que eu tinha que aprender foi mais fácil de absorver as informações”.

Pergunta 6: *Você considera que a sua participação neste projeto contribuiu para sua aprendizagem de conteúdos de Física, na disciplina de Ciências?*

A maioria dos alunos (27) respondeu que sim. Segue uma resposta: “Sim. Eu pude entender e aprender como funciona o nosso planeta, como as coisas realmente funcionam, coisas que eu nem sabia eu pude aprender nesse projeto”.

Pergunta 7: *As aulas de Ciência, que abordaram os conteúdos de Física durante a sequência didática apresentada, se tornaram mais interessantes e compreensíveis a partir do auxílio de ferramentas, como a Instrução por Pares (Peer Instruction) e os simuladores?*

A maioria dos alunos (29) concordam que sim. Segue uma resposta: “Sim, pois dava mais vontade de fazer e a gente podia praticar o que se falava e tornando mais interessante”.

Baseado nas respostas das perguntas de 1 a 7, podemos observar indícios que a contextualização do estudo de Mecânica a partir da Astronomia pode ser uma estratégia viável para despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, favorecendo a aprendizagem. A escolha da metodologia associada a abordagem do conteúdo de Astronomia parece ter despertado nos alunos a busca do conhecimento favorecendo a compreensão da relevância do conteúdo abordado.

Observando as respostas dadas às perguntas 8, 9, 10 e 11, que seguem abaixo, nota-se que os alunos se mantiveram motivados ao longo da abordagem, favorecidos pelo uso da tecnologia.

Pergunta 8: *Ao longo do desenvolvimento das atividades, você encontrou qualquer tipo de dificuldade na realização de alguma das etapas? Explique sua resposta.*

Seguem algumas respostas: “Em algumas sim, pois não sabia o exato, veio a professora e eu interagindo com muita parceria tirei algumas dúvidas”; “Na parte que tinha que justificar, eu passei a analisar mais e entender pontos que antes não sabia”.

Pergunta 9: *Como você avalia a sua motivação e participação no desenvolvimento das atividades?*

A partir das opções dadas 15 alunos afirmaram que estavam motivados desde o início e permaneceram motivados, 13 alunos afirmaram que apesar de inicialmente não estarem muito motivados foram se motivando ao longo das etapas e somente 2 alunos estavam motivados no início e aos poucos foram perdendo a motivação.

Pergunta 10: *Você gostou de utilizar o computador para aprender Física, na disciplina de Ciências?*

Todos os 30 alunos afirmaram que gostaram de usar o computador nas aulas. Seguem algumas respostas: “Penso que era uma forma mais rápida e atrativa para que o conteúdo ficasse fixado”; “Foi legal usar a internet para o projeto me sentia uma pesquisadora”; “Foi diferente”.

Pergunta 11: *Que conceito você daria para a sua participação nas atividades?*

Ao todo, 8 alunos assinalaram ótimo, 19 bom e 3 regular. Segue uma resposta: “Pois fiz todas as atividades me soltei mais para fazer perguntas e tirar minhas dúvidas”.

Nas respostas das perguntas 12 e 13, mostradas a seguir, percebe-se que a mudança para uma abordagem didática centrada no aluno favoreceu uma maior autonomia, melhorando a compreensão dos conteúdos abordados, segundo a própria avaliação realizada por eles. Isso permitiu que o professor trabalhando como mediador viesse a intervir em apenas alguns momentos relevantes para superar as dificuldades desses alunos. Esse fato contribuiu para que a metodologia proposta pelo professor fosse bem avaliada.

Pergunta 12: *Que conceito você daria para o seu entendimento durante a aplicação da sequência didática?*

O resultado foi 4 ótimos, 21 bom e 5 regular. Segue uma resposta: “Pois mesmo que me motivei e esforcei, tinha coisas que eu não entendia, mas depois tirava minhas dúvidas”.

Pergunta 13: *Que conceito você daria para o seu professor pela coordenação das atividades?*

Em relação à professora regente, 28 assinalaram ótima e 2 boa. Segue uma resposta: “Pois ela se esforçou, teve paciência e facilitou nossa aprendizagem, e aprendemos muita coisa que não sabia”.

6. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos e do questionário de opinião concluímos que o produto educacional permitiu introduzir conceitos de Mecânica e de Astronomia, de forma alternada, propiciando motivação por parte dos alunos, além de dar sentido ao conteúdo estudado, uma vez que foram consideradas também situações do cotidiano. O desenvolvimento deste material didático foi importante, pois foi possível ir além dos livros didáticos, conforme defendido Sasseron (2010).

Constatamos que no ensino fundamental abordagens conceituais baseadas na participação ativa dos alunos são mais promissoras e, para isso, foi necessário o uso de metodologias não tradicionais como o Ensino Híbrido e abordagens contextualizadas, conforme alertado por Hansen (2006) e Amorim (2009). Observamos que 27 dos 30 alunos consideraram suas participações ótimas ou boas.

O produto educacional produzido conseguiu cumprir uma exigência da BNCC, quanto à temática Terra e Universo, que contempla o ensino de Astronomia no ensino fundamental (Brasil, 2017). Além disso, como já era esperado, a Astronomia teve boa aceitação e seu ensino junto da Física favoreceu a motivação e o interesse dos alunos, conforme relatado no questionário de opinião com 28 alunos dos 30 se mantendo motivados ao longo das atividades, confirmando o fascínio das pessoas pela Astronomia.

O Ensino Híbrido permitiu o uso de tecnologias TDICs, o que concorda com Martins (2008), a respeito das novas possibilidades para o indivíduo vivenciar processos criativos e ampliando a capacidade de interlocução por meio das diferentes linguagens. Conclui-se que houve uma boa aceitação por parte dos alunos que demonstraram gostar da intervenção, das atividades experimentais, dos vídeos, do uso de computadores nas aulas, dos jogos, dos simuladores computacionais, de estudar Física no contexto da Astronomia. Na pesquisa todos os alunos aprovaram o uso de computadores e 25 deles acharam interessante o uso da Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) e simuladores.

A comparação dos questionários inicial e final mostrou indícios de aprendizagem em 18 das 25 questões propostas, além disso, 25 dos 30 alunos consideraram que houve entendimento ótimo ou bom das atividades propostas.

Como uma possibilidade futura observa-se que através do jogo dos planetas rochosos é possível estudar mais conceitos de Astronomia, por exemplo, quadraturas, conjunções e elongações nas posições dos planetas em relação à Terra e o movimento retrógrado dos planetas quando observados da Terra.

AGRADECIMENTOS E CRÉDITOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, pela oportunidade de realizar este trabalho e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- Afonso, G. B., & Nadal, C. A. (2013). Arqueoastronomia no Brasil. In: Oscar T. Matsuura. *História da Astronomia no Brasil*. Vol. 1. (Chap. 2, pp. 50-86). Recife: Cepe.
- Amorim, F. (2009). Abordagem contextualizada e interdisciplinar em projetos de ensino de Ciências visando a inclusão social: um estudo nas escolas do maciço do Morro da Cruz. Dissertação de Mestrado. UFSC. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Florianópolis – SC.

- Araújo, D. C. C. (2010). *Astronomia no Brasil: das grandes descobertas à popularização*. Trabalho de Conclusão de Curso. Licenciatura em Física. Universidade Católica de Brasília. Brasília – DF.
- Araujo, I. S., & Mazur, E. (2013). Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 30 (2), 362-384.
- Bacich, L., & Moran, J. (2015). Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. *Revista Pátio*, 17 (25), 45-47.
- Bacich, L., Tanzi Neto, A., & Trevisani, F. M. (2015). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso.
- Barbosa, E. F., & Moura, D. G. (2013). Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, 39 (2), 48-67.
- Brasil. Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Recuperado em 28 de dez. 2023, <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Bretones, P. S. (1999). *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos Cursos Superiores do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UNICAMP. Campinas – SP.
- Caniato, R. (2010). *(Re)descobrendo a astronomia* (2ª Ed.). Campinas: Ed. Átomo.
- da Costa, R. (2002). Olhando para estrelas, a fronteira imaginária final – Astronomia e Astrologia na Idade Média e a visão medieval do cosmo. *Dimensões*, (14), 481-501.
- Gadotti, M. (2008). Educar para a sustentabilidade. *Inclusão Social*, 3 (1), 75-78.
- García Barros, S., Martínez Losada, C., Mondelo Alonso, M., & Vega Marcote, P. (1997). La Astronomía en textos escolares de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, (2), 225-232.
- Hansen, M. F. (2006). *Projeto de trabalho e o ensino de ciências: uma relação entre conhecimentos e situações cotidianas*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis – SC.
- Kenski, V. M. (2007). *Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação*. Campinas: Papyrus.

- Langhi, R. (2004). Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado em Educação. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru – SP.
- Langhi, R. (2009). *Astronomia nos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. Tese de Doutorado em Educação para a Ciência. Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru – SP.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2005). Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (2), 75-91.
- Lasry, N., Mazur, E., & Watkins, J. (2008). Instrução de pares: de Harvard à faculdade de dois anos. *American journal of Physics*, v. 76, n. 11, p. 1066-1069.
- Lima, A. B. S. (2018). Astronomia no ensino de Ciências: a construção de uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de Ciências. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília. Brasília – DF.
- Martinsi, M. C. (2008). *Situando o uso da mídia em contextos educacionais*. Disponível em:
<http://midiasnaeducacaojoanirse.blogspot.com/2008/12/situando-o-uso-da-midia-em-contextos.html>. Acesso em 30 de maio de 2020.
- Mazur, E., & Somers, M. D. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Moran, J. (2015). Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: Bacich, L., Tanzi Neto, A., & Trevisani, F. M. (Org.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. (Cap. 1, p. 27-45). Porto Alegre: Penso.
- Moran, J. (2017). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: Bacich, L., & Moran, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. (Parte 1). Porto Alegre: Penso.
- Oliveira Filho, K. S., & Saraiva, M. F. O. (2004). *Astronomia e Astrofísica* (2ª

- ed.). São Paulo: Livraria da Física.
- Puzzo, D. (2005). Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre fases da lua e eclipses. Dissertação (mestrado em ensino de ciências e educação matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.
- Queiroz, W. A. (2008). *Astronomia presente nas séries iniciais do ensino fundamental das escolas municipais de Londrina*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.
- Sasseron, L. H. (2010). *Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do Ensino da Física*. Coleção Ideias em Ação – Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL

- 1) O que é um referencial ou sistema de referência? Explique para que serve.
- 2) O que é repouso e movimento? Explique, diferenciando um do outro.
- 3) Pense na seguinte situação apresentada e em seguida responda:
 - a) Imagine um ônibus em movimento em uma rodovia e você sentado no ponto de ônibus. Você está em repouso ou em movimento em relação ao ônibus? Explique porquê.
 - b) Imagine um ônibus em movimento em uma rodovia e você viajando sentado dentro do ônibus. Você está em repouso ou em movimento em relação ao motorista? Explique porquê.
 - 4) Analise as situações propostas abaixo e exponha sua resposta explicando porquê.
 - a) A Terra está em repouso ou em movimento em relação à Lua?
 - b) O Sol está em repouso ou em movimento em relação à Terra?
 - c) A Terra está em repouso ou em movimento em relação ao centro da nossa galáxia?
 - d) O Sol está em repouso ou em movimento em relação ao centro da nossa galáxia?
 - e) O Sol está em repouso ou em movimento em relação às estrelas?
- 5) Agora vamos imaginar a seguinte situação: Um extraterrestre de outra galáxia deseja visitar a Terra. Ajude esse extraterrestre a encontrar o nosso planeta. Dê o endereço da Terra no Universo.
- 6) Por que existe dia e noite?
- 7) Por que existem as estações do ano?
- 8) O Sistema Solar possui aproximadamente 4,5 bilhões de anos e é composto pelo Sol, planetas, planetas anões, luas, asteroides e outros corpos menores. Sobre o Sistema Solar, responda:
 - a) Por que os planetas do Sistema Solar não caem no Sol?
 - b) Por que os planetas do Sistema Solar não se perdem no espaço entre as estrelas?

- 9) Explique o que você entende do conceito de velocidade de um carro?
- 10) Explique o que você entende do conceito de aceleração de um carro?
- 11) Imagine que o professor de Ciências propôs um experimento para investigar a queda dos corpos. Na atividade realizada foram utilizados dois objetos: uma bola de boliche e uma bola de sinuca. Suponha que ele soltou esses objetos ao mesmo tempo a partir de uma mesma altura do solo.
- a) Qual dos dois objetos chegou primeiro no solo? Explique porquê.
- b) E se esse experimento tivesse sido realizado na superfície da Lua por um astronauta da nave Apolo 11 em 1969. Qual objeto chegaria primeiro, a bola de boliche ou a de sinuca? Explique porquê.
- 12) Para mandar uma nave para os outros planetas devemos lançá-la a partir da Terra e nesse processo muito combustível é gasto para libertá-la do campo gravitacional. Durante a viagem aos planetas distantes, ela obrigatoriamente necessita manter os seus motores sempre ligados? Explique sua resposta.
- 13) As marés são elevações do nível do mar que ocorrem diariamente na Terra. Qual (is) seriam as causas?
- 14) Em que estação do ano o Sol permanece mais tempo visível no céu?
- 15) Quais são os movimentos da Terra que você conhece? Explique-os.
- 16) Coloque em ordem decrescente de tamanho (do maior ao menor) os corpos do Sistema Solar abaixo: Terra, Marte, Júpiter, Lua, Sol e Vênus.
- 17) Quais são os astros celestes que possuem alguma influência sobre a sua vida na Terra? Explique a influência de cada um.
- 18) O que você acha que é possível ver no céu quando olhamos numa noite escura e sem nuvens?

APÊNDICE 2 - CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DAS 25 PERGUNTAS DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL (QI) E FINAL (QF).

Questão	Correta			Parcialmente Correta			Incorreta			Não Respondida		
	QI	QF	V	QI	QF	V	QI	QF	V	QI	QF	V
1	2	7	5	-	3	3	10	8	-2	18	12	-6
2	1	4	3	3	7	4	23	19	-4	3	-	-3
3a	-	-	0	-	1	1	27	29	2	3	-	-3
3b	1	6	5	9	13	4	13	10	-3	7	1	-6
4a	4	10	6	17	11	-6	8	8	0	1	1	0
4b	-	5	5	5	5	0	24	19	-5	1	1	0
4c	19	22	3	-	-	0	6	7	1	5	1	-4
4d	5	9	4	-	-	0	20	19	-1	5	2	-3
4e	6	13	7	1	-	-1	17	14	-3	6	3	-3
5	2	4	2	9	17	8	8	-	-8	11	9	-2
6	9	20	11	7	3	-4	8	6	-2	6	1	-5
7	-	11	11	-	2	2	14	15	1	16	2	-14

8a	-	-	0	1	4	3	16	23	7	13	3	-10
8b	5	9	4	1	9	8	9	3	-6	15	9	-6
9	-	-	0	-	-	0	9	16	7	21	14	-7
10	-	-	0	-	-	0	9	17	8	21	13	-8
11a	1	12	11	-	-	0	25	16	-6	4	2	-2
11b	2	24	22	-	-	0	17	3	-14	11	3	-8
12	-	13	13	12	11	-1	11	2	-9	7	4	-3
13	8	6	-2	-	-	0	12	14	2	10	10	0
14	29	28	-1	-	-	0	1	2	1	-	-	0
15	14	24	10	9	6	-3	4	-	-4	3	-	-3
16	4	1	-3	-	-	0	24	29	5	2	-	-2
17	21	26	5	-	-	0	-	-	0	9	4	-5
18	28	29	1	-	-	0	-	-	0	2	1	-1

Tabela 1: Categorização das respostas das 25 perguntas dos questionários inicial (QI) e final (QF) em Corretas (C), Parcialmente Corretas (PC), Incorretas (I) e Não Respondidas (NR). A variação (V) dessas quantidades também é apresentada.

Fonte: Os autores

Em 18 questões, 1, 2, 3b, 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 5, 6, 7, 8b, 11a, 11b, 12, 15, 17 e 18, houve aumento no número de respostas corretas, indicando possíveis indícios de aprendizagem. Também houve aumento de respostas parcialmente corretas nas questões 1, 2, 3b, 5, 7 e 8b.

APÊNDICE 3 - TEXTO: CONVERSANDO SOBRE OS SISTEMAS DE MUNDO

Miguel não foi à aula e estava sentado na porta de sua casa, então chegou Gabriel da escola e perguntou:

– E aí Miguel, beleza? – disse Gabriel.

– Tudo certo, cara e aí? – disse Miguel.

– Poxa, cara. Você não foi à aula. Tá vacilando, hein. Fica esperto. – disse Gabriel.

– Ah, hoje não deu para ir. O que eu perdi hoje na aula? – disse Miguel.

– Nossa! A aula de Ciências, hoje, foi bem legal, cara. Você perdeu, viu. A professora falou de um assunto que nunca tinha pensado, teorias do Universo! – disse Gabriel.

– Você sabia que existiam modelos de Universo diferentes do que conhecemos hoje? – disse Gabriel.

– É mesmo? Achei que era só esse com o Sol no centro. – disse Miguel.

– Ah, bora contar o que você viu hoje na escola. – disse Miguel.

– Bom, a professora até passou para gente um texto falando desses modelos – disse Gabriel.

– É esse texto aqui que fala assim, escuta só, Miguel:

“Na idade antiga, acreditava-se que o planeta Terra era o centro do Universo e os outros planetas giravam em torno dele”.

– Aí, a professora disse que:

“Cláudio Ptolomeu foi um astrônomo grego que viveu em Alexandria entre os anos de 90 a 168 depois de Cristo. Ele propôs um Modelo Geocêntrico que situava a Terra no centro do Universo e girando em torno dela estavam a Lua, Mercúrio, Vênus, o Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Existia ainda uma camada esférica de

estrelas fixas englobando todos esses astros. Esse Modelo Geocêntrico já era conhecido por muitos astrônomos gregos anteriores e o que Ptolomeu fez foi aprimorar e organizar ele".

– Miguel, esse era o Modelo Geocêntrico, a Terra no centro do Universo. E olhando daqui da Terra não parece tão absurdo que eles pensassem assim, pois tudo gira mesmo ao redor dela, que para nós está parada. E na época não existia instrumentos de observação, como telescópios e lunetas. – disse Gabriel.

– Contudo, mesmo assim, alguns gregos pensavam que o Sol era centro do Universo e defendiam o Modelo Heliocêntrico, mas acabou prevalecendo a opinião da maioria, que acreditava ser a Terra o centro, pois os fenômenos astronômicos podiam ser previstos com uma boa precisão. Um desses heliocentristas era o astrônomo e matemático Aristarco de Samos, que viveu no séc. III a.c. Ele acreditava que o Sol era muito maior que a Lua e a Terra e por isso deveria ser o centro do mundo. – disse Gabriel.

– Agora entendi, para a maioria dos antigos a Terra era o centro do Universo – disse Miguel.

– E o outro modelo? – disse Miguel.

– Foi somente em 1543 que o Modelo Heliocêntrico foi retomado, quando Nicolau Copérnico defendeu que o Sol passaria a ocupar o centro do Sistema Solar e a Terra era apenas mais um dos planetas que giravam em torno do Sol em órbitas circulares. – disse Gabriel.

– “Órbitas”, como é isso, não entendi? – disse Miguel.

– Bom, Miguel. Órbita é a trajetória que um corpo percorre ao redor de outro.

– A professora disse que o Copérnico levantou muita polêmica, pois em seu modelo a Terra deixou de ter uma posição de astro principal e central. E outra, a Igreja ficou perplexa com essa teoria. Segundo os teólogos da Igreja, a Terra era esférica e deveria ser o centro do Universo e estaria imóvel. Galileu Galilei, um tempo depois, quase foi queimado na fogueira por defender Copérnico. – disse Gabriel.

– As ideias de Copérnico foram sendo aceitas aos poucos, mas o seu Modelo Heliocêntrico de órbitas circulares também tinha algumas falhas em prever as posições de alguns planetas. Um dos astrônomos que realizou medidas precisas na época foi Tycho Brahe (1546-1601). Ele era um ótimo construtor de instrumentos e a olho nu realizou incríveis medidas, que permitiram à Johannes Kepler (1571-1630) propor alterações no modelo heliocêntrico permitindo que os astrônomos pudessem determinar o movimento dos planetas com maior precisão. Ele chegou à conclusão que os planetas descreviam órbitas elípticas e não circulares ao redor do Sol. – disse Gabriel.

– Dizem que esse Kepler pegou os dados de Tycho Brahe, depois de sua morte. – disse Gabriel.

– É mesmo? Esses cientistas, hein. Mas o que a professora disse sobre ele? – perguntou Miguel.

Ela disse que:

“Para Kepler, as órbitas circulares deveriam ser substituídas por órbitas elípticas. Isso tornava o modelo mais preciso e as previsões estavam mais de acordo com as observações das posições dos planetas. O grande feito de Kepler foi formular três famosas leis usadas até hoje para descrever o movimento dos planetas. Assim Tycho Brahe foi um grande astrônomo observacional e Kepler um grande astrônomo teórico e matemático”.

– Depois a professora, mostrou para gente essas figuras para comparar os modelos. Olha que legal Miguel as figuras que a professora mostrou na aula – disse Gabriel.

Então Gabriel mostra as Figuras 10 e 11, a seguir, entusiasmado para Miguel.

– É Miguel você perdeu a aula de hoje, ainda bem que sou seu amigo e dei até uma aula para você, não acostuma não, hein. E semana que vem vê se não falta, pois não vou te explicar de novo não. Se faltar vai perder. – disse Gabriel.

– É ruim, hein! Não vou perder, adoro esses assuntos sobre o Universo. Valeu por ter me explicado e agora sei que tinha um Modelo Geocêntrico com a Terra no centro. Hoje sabemos que o Sol não é o centro do Universo. O astro é somente uma estrela anã e que integra a Via Láctea, uma entre milhões de galáxias existente. O Universo está em contínua expansão - disse Miguel.

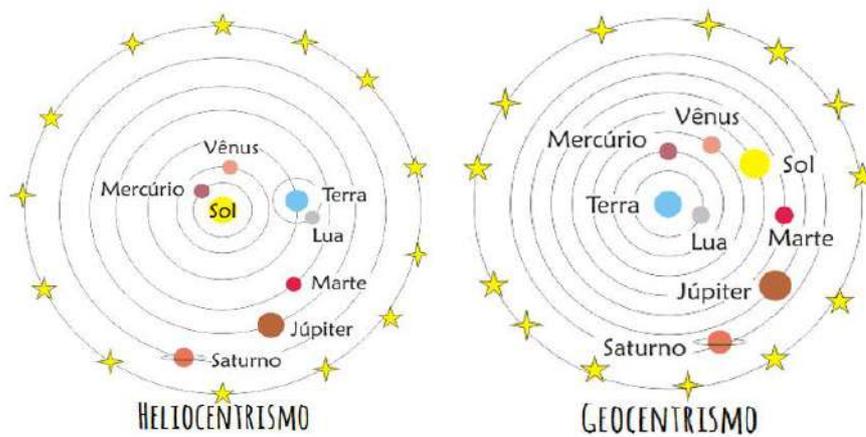


Figura 10 e 11: Modelo Heliocêntrico à esquerda e o Modelo geocêntrico à direita.
Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/fisica/geocentrismo>



ASTRONOMIA CULTURAL NO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DAS CONSTELAÇÕES CELESTES INDÍGENAS

*Kenedy Daniel Calegari Furtado¹
Hualan Patrício Pacheco²
Fernando Dall Igná³*

RESUMO: Este trabalho é o desdobramento de um projeto de pesquisa do programa de doutorado profissional em educação escolar (PPGEEPROF) e tem como objetivo a proposição de uma sequência didática para o ensino de constelações celestes indígenas no ensino básico em disciplinas que tenham transversalidade com a astronomia. A necessidade de tratar desses conhecimentos de povos originários já aparece na legislação há muitos anos, no entanto as formas de trabalhá-lo não são delimitadas por esses documentos, abrindo assim diversas possibilidades de abordagem desses conteúdos e desse conhecimento cultural. É apresentado um material didático para o ensino das quatro constelações mais abrangentes das culturas indígenas tupi-guarani (constelações do homem velho, da anta, da ema e do veado), os mitos que estão relacionadas e como obter esse material para o ensino dos conteúdos. Ao final é apresentado o resultado de uma prática docente em que utilizamos o material desenvolvido associado à sequência didática proposta, mostrando que as constelações de origem indígena despertam interesse semelhante às que foram consolidadas em 1930 pela união astronômica internacional, evidenciando assim a necessidade de valorizar a cultura dos povos originários.

PALAVRAS-CHAVE: Constelações Indígenas; Ensino de Astronomia; Astronomia Cultural.

¹Departamento de Física - PUC-Rio, Gávea - Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: kenedycalegari@aluno.puc-rio.br.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Porto Velho, Brasil. E-mail: hualan.pacheco@ifro.edu.br.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Porto Velho, Brasil. E-mail: fernando.dalligna@ifro.edu.br.

ASTRONOMÍA CULTURAL EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL ESTUDIO DE LAS CONSTELACIONES CELESTIALES INDÍGENAS

RESUMEN: Este trabajo es el desprendimiento de un proyecto de investigación del programa de doctorado profesional en educación escolar (PPGEEPROF) y tiene como objetivo la propuesta de una secuencia didáctica para la enseñanza de constelaciones celestes indígenas en la educación básica en disciplinas que tengan transversalidad con la astronomía. La necesidad de tratar de estos conocimientos de pueblos originarios ya aparece en la legislación hace muchos años, sin embargo las formas de trabajarlo no están delimitadas por estos documentos, abriendo así diversas posibilidades de abordaje de estos contenidos y también de ese conocimiento cultural. Se presenta un material didáctico para la enseñanza de las cuatro constelaciones más abarcadoras de la cultura indígena (constelaciones del hombre viejo, de la anta, de la ema y del venado), las leyendas que están relacionadas y cómo obtener ese material para la enseñanza de los contenidos. Al final se presenta el resultado de una práctica docente en la que utilizamos el material desarrollado asociado a la secuencia didáctica propuesta, mostrando que las constelaciones de origen indígena despiertan interés similar a las que fueron consolidadas en 1930 por la unión internacional de astronomía, evidenciando así la necesidad de valorar la cultura de los pueblos originarios.

PALABRAS CLAVE: Constelaciones Indígenas; Enseñanza de Astronomía; Astronomía Cultural.

CULTURAL ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL: A DIDACTIC SEQUENCE TO APPROACH INDIGENOUS CELESTIAL CONSTELLATIONS

ABSTRACT: This work is the unfolding of a research project of the professional doctorate program in school education (PPGEEPROF) and aims to propose a didactic sequence for teaching indigenous celestial constellations in basic education in subjects that have transversality with astronomy. the need to deal with this knowledge of indigenous peoples has already appeared in legislation for many years, However the ways of working with it are not delimited by these documents, thus opening different possibilities for approaching these contents and also this cultural knowledge. It also presents didactic material for teaching the four most comprehensive constellations of tupi-guarani indigenous cultures (constellations of the old man, the tapir, the emu and the deer), the myths that are related and how to obtain this material for teaching the contents. at the end, the result of a teaching practice is presented in which we used the developed material associated with the

proposed didactic sequence, showing that the constellations of indigenous origin arouse interest similar to those that were consolidated in 1930 by the international astronomical union, thus highlighting the need to value the culture of indigenous peoples.

KEYWORDS: Indigenous Constellations; Teaching of Astronomy; Cultural Astronomy.

1. INTRODUÇÃO

Em toda a sua história, o ser humano tem se empenhado em compreender os fenômenos e questões elementares que o cercam, bem como de sua própria existência, sendo essa uma característica inerente de sua natureza (BORGES & RODRIGUES, 2022). A astronomia tem como objeto de estudo os astros, suas posições e propriedades físicas e químicas, e o cosmo, sua evolução e origem, dividindo com a cosmologia o estudo de determinados objetos que estão ao longo dos bilhões e bilhões de anos-luz que compõem o Universo. Antes da invenção dos telescópios, esta ciência era realizada por meio da observação do céu a olho nu (SANTOS et al., 2020). Em verdade ao considerarmos o tempo total de construção do conhecimento da astronomia ao longo da história o fizemos por intervalo mais longo apenas com a utilização do olho humano do que com instrumentos de observação, mas desde 1609 (utilização do telescópio pioneiramente por Galileu Galilei) que os avanços têm sido significativos e além do que jamais o Homem Antigo conseguiria imaginar.

A observação celeste esteve na base do conhecimento de todas as sociedades antigas (AFONSO, 2005). Acredita-se que o homem tenha investigado os céus antes mesmo de procurar um maior conhecimento sobre os rios, os mares e a terra. (BORGES & RODRIGUES, 2022). Não diferentemente de outros povos, os indígenas brasileiros também praticavam e ainda praticam esse Conhecimento.

A visão indígena do Universo deve ser considerada no contexto dos seus valores culturais e conhecimentos ambientais, que se referem às práticas e representações mantidas e desenvolvidas por povos com longo tempo de interação com o ambiente em que vivem. O conjunto de entendimentos, interpretações e significados faz parte de uma complexidade cultural que envolve linguagem, sistemas

de nomes e classificação, maneiras de usar recursos naturais, rituais, espiritualidade e interpretações do mundo. O conhecimento indígena não-formal, em contraste com o conhecimento formal, é transmitido oralmente de geração a geração, através de mitos, músicas e rezas, sendo raramente documentado (AFONSO, 2006, p.9).

Observando o céu, os nativos determinavam o tempo das chuvas, do plantio e da colheita, a duração do dia, mês, ano e das marés. Associam as fases da Lua com a agricultura local, para o controle natural das pragas. Desenhavam no céu suas constelações. De acordo com os pajés, a terra nada mais é do que um reflexo do céu. Assim, a noção do céu auxilia na sobrevivência em sociedade e está intrinsecamente ligado à cultura indígena, tais como, em seus mitos, rituais, músicas, danças e artes. (AFONSO, 2014).

Os tupi-guarani¹ são profundos conhecedores de seu ambiente, plantas e animais, nomeando as várias espécies. Eles associam as estações do ano e as fases da Lua ao clima, à fauna e à flora da região em que vivem. Eles também sabiam que a Lua tem maior influência sobre as marés e mapearam o céu e criaram suas constelações como Anta, Veado, Ema e Homem Velho, todas relacionadas a mitos e tradições locais (AFONSO, 2006; AFONSO 2012).

No ensino de astronomia nas escolas, a abordagem da astronomia cultural tem se mostrado cada vez mais relevante em partes pela Lei nº 11.645/2008, que tornou obrigatório o ensino da história e cultura indígena nas escolas de ensino fundamental e médio. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental também incentiva o estudo da Astronomia fazendo relação com as “distintas culturas ao longo da história”.

A motivação para os estudos sobre a astronomia indígena começou quando os autores participaram da 18ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), no período de 26 a 28 de abril de 2022. Estudantes e professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Porto Velho Calama, realizaram diversas atividades na comunidade ribeirinha de Nazaré, no Baixo Madeira que fazem parte do projeto “A transversalidade

¹ Os Tupi-Guarani não se referem a apenas um povo indígena, contempla uma família de línguas indígenas da América do Sul.

da ciência e da tecnologia para a efetivação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável” (IFRO, 2022).

O contato com a cultura indígena dos Muras² (moradores dos arredores do distrito de Nazaré) possibilitou a percepção da importância do céu para eles. Foram contadas histórias sobre a lua e como os antigos usavam as estrelas para se guiar na floresta. Ao retornar, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre astronomia indígena local e verificou-se a escassez de materiais sobre esse tema. A pouca divulgação sobre o assunto, tal como é evidenciado por Bueno et al. (2019), é um indicativo de que se faz necessário o desenvolvimento de uma proposta para o ensino das constelações e da astronomia cultural no contexto da educação básica, sendo este um dos aspectos apresentados neste trabalho.

Neste trabalho apresenta-se uma sequência didática que pode ser adaptada e aplicada em diferentes contextos e níveis educacionais, visando a abordagem introdutória da cultura indígena sobre a Astronomia. A proposta permite que os alunos conheçam e compreendam os sistemas de observação e interpretação do céu de diferentes povos indígenas do Brasil, especialmente das constelações celestes Tupi-Guarani. Os estudantes que participaram da atividade ampliaram seu repertório cultural e tiveram uma visão mais ampla do conhecimento astronômico.

A sequência didática pode incentivar o respeito à diversidade, promovendo uma educação mais inclusiva e plural. A proposta também se justifica em querer valorizar a cultura e produção de conhecimento dos povos indígenas de nosso país, além de colocar em prática o que está retratado na BNCC do ensino fundamental e que vem sendo buscado desde a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997 e 1998).

² Os Muras são um grupo indígena brasileiro que ocupa uma vasta área no complexo hídrico dos rios Madeira, Amazonas e Purus.

2. ALGUMAS CONSTELAÇÕES INDÍGENAS BRASILEIRAS: CONSTELAÇÃO DA ANTA, VEADO, EMA E HOMEM VELHO

A palavra constelação tem origem no latim *constellātiō*, que por sua vez deriva do termo mais antigo *constellare*, cujo significado é agrupamento de estrelas. As constelações são conjuntos aparentes de estrelas que, quando observadas da Terra, formam figuras imaginárias (heróis mitológicos, animais e objetos). Esses padrões foram reconhecidos e nomeados por diferentes culturas ao longo da história e servem como uma forma de orientação, referência para navegação, agricultura, religião e mitologia (AFONSO, 2006; LANGHI, 2016).

Havendo inúmeras constelações, decorrentes da cultura de diversos lugares do planeta, tais como a Europa e o Oriente Médio, houve a necessidade de oficializá-las, a fim de se convencionar o mesmo “céu” para todos (LANGHI 2016). As principais constelações ocidentais registradas pelos povos antigos são aquelas que interceptam o caminho fictício que chamamos de eclíptica, por onde aparentemente se move o Sol devido ao movimento de translação do nosso planeta, essas constelações são chamadas zodiacais (AFONSO, 2006).

Ainda de acordo com Afonso (2006):

A União Astronômica Internacional (UAI) utiliza um total de 88 constelações, distribuídas nos dois hemisférios terrestres, enquanto certos grupos indígenas já nos mostraram mais de cem constelações, vistas de sua região de observação. Quando indagados sobre quantas constelações existem, os pajés³ dizem que tudo que existe no céu existe também na Terra, que nada mais seria do que uma cópia imperfeita do céu. Assim, cada animal terrestre tem seu correspondente celeste, em forma de constelação (AFONSO, 2006, p.8).

Os desenhos das constelações ocidentais (chamadas de "ocidentais" por terem sido definidas predominantemente por países ocidentais) são feitos pela união de estrelas, através de segmentos de retas imaginárias em um campo de visão do céu aparentemente próximo. Para os Tupi-Guarani, as constelações são constituídas pela união de estrelas e, também, pelas manchas claras e escuras

³ Pajé é um termo que designa os líderes espirituais de diversas culturas indígenas da América do Sul.

da Via Láctea (AFONSO,2006). Eles enxergam padrões e formas em toda a extensão da faixa esbranquiçada da Via Láctea, o que enriquece sua percepção do céu noturno. Essa visão diferenciada das constelações é uma parte importante da cultura das comunidades indígenas do Brasil.

3. TAPI'I RAPÉ (CAMINHO DA ANTA) – VIA LÁCTEA

O plano de nossa galáxia espiral, que constitui a região esbranquiçada do céu e que é identificada como a Via Láctea, é chamada de Caminho da Anta (Tapi'i rapé, em guarani) pela etnia dos indígenas Tupi-guarani (AFONSO, 2005). A narrativa dos povos desta etnia sobre esta formação celeste mostra a origem das constelações e da Via Láctea. De acordo com a astronomia atual este também é o nome que damos à galáxia onde se situa o sistema solar (NEVES, 2017).

Neves (2007), faz uma breve análise do mito dos índios Suruí⁴ sobre o caminho da anta:

Os animais estavam cuidando de suas vidas na floresta, como sempre faziam. De repente, ouviram um canto muito bonito vindo do céu. Mas, como a maioria não voava, pensaram logo em construir uma escada. Alguns animais, dentre eles a anta, lançaram suas flechas em direção ao céu, mas não conseguiam acertar uma atrás da outra para montar a escada. Então, lembraram-se do tatu, ele era considerado o melhor atirador, um craque. O tatuzinho veio e com suas flechas conseguiu fazer o caminho para o céu e todos os animais foram ver de perto o pássaro cantar. Na hora de voltar, todos procuraram o caminho, mas agoniados, entraram ao mesmo tempo. Quando a anta foi entrando, pelo peso da bicha as flechas se partiram. Alguns animais caíram na floresta e viraram caça para a gente comer. Outros ficaram no céu, presos no caminho da anta. (NEVES, 2007, p.2).

⁴ Suruí é um povo indígena brasileiro que habita a região amazônica do estado de Rondônia, próximo à divisa com o estado do Mato Grosso.

4. TAPI'I (GUARANI) - CONSTELAÇÃO DA ANTA (ANTA DO NORTE)

A espécie *Tapirus terrestris*, conhecida como anta brasileira, é considerada a maior dos mamíferos brasileiros. (BORGES; PEREIRA; FERREIRA; SANTOS, 2021). Na cultura tradicional Tupi-Guarani, a Constelação da Anta é uma das mais importantes. De acordo com Afonso (2005):

A constelação da Anta do Norte é conhecida principalmente pelas etnias de índios brasileiros que habitam na região norte do Brasil, tendo em vista que para as etnias da região sul ela fica muito próxima da linha do horizonte. Ela fica totalmente na Via Láctea, que participa muito nas definições de seu contorno, fornecendo uma imagem impressionante dessa constelação. Existem outras constelações representando uma Anta (Tapi'i, em guarani) na Via Láctea, por isso chamamos essa constelação de Anta do Norte. (AFONSO,2005, p.8).

Segundo a Astronomia Cultural Tupi-Guarani, na segunda quinzena de setembro, a Anta Tapi'i surge completamente acima do horizonte ao anoitecer, próxima ao ponto cardinal leste indicando a abertura da Primavera Austral (Colonese, 2021). A constelação da Anta Tapi'i é mostrada na Figura 1:



Figura 1. Constelação da Anta Tapi'i em que a observamos de cabeça para baixo.
Fonte: Stellarium aplicativo mobile.

Existem diversas maneiras de classificar as estrelas dentro de uma constelação, usa-se em alguns casos nomes que já estão fundamentados na história da Astronomia (Sirius, Aldebaran, Rigel e etc.), mas nem todos os astros celestes estelares são batizados, haja vista a imensidão desse número. Outra forma de classificação é aquela que leva em conta o brilho ou magnitude destas, deste modo, a estrela mais brilhante de uma constelação leva a primeira letra do alfabeto grego, α (alfa); a segunda estrela mais brilhante é a β (beta); e assim por diante, até a estrela de menor brilho visível (LANGHI, 2016).

A estrela Alpha (α) Cygni (Figura 1) representa o focinho da anta, as estrelas 55 Cygni, 59 Cygni e 62 Cygni formam a boca. Tau Cygni e 72-Cygni são as orelhas, enquanto as estrelas 74 Cygni, Sigma Cygni, Nu Cygni, 56 Cygni, 63 Cygni e Pi2 Cygni constitui a cabeça e o pescoço. (AFONSO, 2005 apud FIOCRUZ, 2021).

A parte de baixo do corpo é formada pelas estrelas Zeta Cephei, Beta Cassiopeiae (Caph) e Alfa Cassiopeiae (Schedar) (Figura 1), terminando em Zeta Cassiopeiae. As pernas da frente começam em Zeta Cephei e terminam em Alfa Cephei (Alderamin) (Figura 1) e Iota Cephei, enquanto as pernas de trás começam em Beta Cassiopeiae (Caph) e terminam em Kappa Cassiopeiae e Delta Cassiopeiae (Ruchbah). (AFONSO, 2005 al. FIOCRUZ, 2021).

A cauda é representada pelas estrelas Zeta Cassiopeiae e Mu Cassiopeiae. A parte de cima do corpo é formada pelas estrelas Zeta Cassiopeiae, Psi Andromedae e Lambda Andromedae. (AFONSO, 2005 al. FIOCRUZ, 2021).

5. GUAXU (GUARANI) - CONSTELAÇÃO DO VEADO

A constelação do Veado é mais conhecida pelas etnias indígenas do sul do Brasil, pois na região norte ela fica próxima da linha do horizonte. Além disso, é destacado que o surgimento do Veado na segunda quinzena de março, no lado leste, indica uma transição entre o calor e o frio para os índios do Sul e a chuva e a seca para os indígenas do Norte. (AFONSO,2005).

Como relata Moreira e Moreira (2015):

Nhanderu Tupã⁵ criou o veado para que viva aqui na terra, o seu poder está em seu chifre. Ele vive no campo e é um animal sagrado, por isso que ele existe em diversas partes do mundo. Nas histórias antigas é ele que carregava Nhanderu com os seus chifres. Ele tem tanto amor e humildade que o Nhanderu resolveu que ele ficasse na Terra e no Céu, como estrelas. Esta constelação fica na região do céu conhecida também na constelação ocidental por Falsa Cruz e pelo Cruzeiro do Sul, que representam sua cabeça e sua parte traseira, respectivamente. (MOREIRA e MOREIRA, 2015, p. 23).

Percebe-se, como a relação do Tupi-Guarani com os animais se constrói a partir da sua conexão com o plano divino. Os seres, enquanto auxiliares do processo de criação do mundo, estão presentes simbolicamente e materialmente no plano da cultura e astronomia. (MENDES, 2017).

A constelação do Veado foi destaque no Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST, publicado em 19 de abril de 2021, com o título: "Diversidade Entre os Povos Indígenas, a visão desses povos sobre Cosmologia e Astronomia".

Não é incomum, no dia 19 de abril⁶, depararmos-nos com crianças nas ruas das cidades com o rosto pintado, roupas de franjas e levando a palma da mão à boca para arrancar o famoso som "indígena" ôaôaôaa em evidente alusão a etnias norte-americanas. Clara demonstração de desconhecimento sobre os povos indígenas que habitam o nosso território. As informações que chegam à sociedade sobre esses povos, provenientes da mídia, desenhos, filmes e livros escolares, não raro, são displicentes e carregadas de significados errôneos e preconceituosos (Martins, 2021).

Podemos observar a constelação na Figura 2.

⁵ Nhanderu Tupã é uma figura divina conhecida como "pai do sol".
⁶ 19 de abril, "Dia dos Povos Indígenas".



Figura 2. Constelação do Veado Guaxu, (deer significa veado, traduzido para o português). Fonte: Stellarium aplicativo mobile.

A constelação do Veado é formada por estrelas de várias outras constelações definidas pela UAI, incluindo Carina, Centaurus, Crux e Vela. A estrela γ Velorum representa o focinho do veado, enquanto SAO220138, SAO220803, λ Velorum, SAO220371 e SAO220204 formam a cabeça. (AFONSO,2005).

Os chifres são formados por λ Velorum, ψ Velorum e SAO200163. As duas pernas da frente começam em SAO250683 e θ Carinae, uma terminando em β Carinae e a outra em ω Carinae. As duas pernas de trás começam em η Crucis e ζ Crucis, uma terminando em γ Muscae e a outra em δ Muscae. (AFONSO,2005).

A cauda é formada pelas estrelas δ Crucis, β Crucis e γ Crucis, e a parte traseira é composta por todas as estrelas da constelação Crux. A parte de cima do corpo começa em γ Crucis, passa por π Centauri e ϕ Velorum e termina em κ Velorum, onde começa o pescoço. (AFONSO,2005).

6. WIRANU (TENEHARA) - CONSTELAÇÃO DA EMA

Na segunda quinzena de junho, quando a constelação da Ema surge no lado leste, temos o início do inverno para os indígenas do sul do Brasil e o início da estação seca para os indígenas ao norte do país (AFONSO,2005). A maior de

todas as aves brasileiras, é considerada um mestre para as outras aves e muito importante para os Tupi-Guarani (MOREIRA, G.; MOREIRA, W., 2015).

Conta o mito Guarani que a constelação do Cruzeiro do Sul segura a cabeça da Ema, caso ela se solte, morreremos de seca e sede. As estrelas Alfa Centauro e Beta Centauro estão dentro do pescoço da Ema. Elas representam dois ovos grandes que a Ema acabou de engolir. (AFONSO, 2006).

A constelação da Ema é uma constelação do hemisfério sul do céu, localizada entre as constelações de Crux e Scorpius. É composta por estrelas de várias outras constelações definidas pela UAI, como Musca, Centaurus, Triangulum Australe, Ara, Telescopium, Lupus e Circinus. (AFONSO, 2005)

Podemos observar a constelação na Figura 3.



Figura 3. Constelação da Ema Branca com destaque para as estrelas pertencentes as constelações de Centauro, Escorpião e Cruzeiro do Sul. Fonte: Stellarium aplicativo mobile.

A Ema é representada por estrelas que formam a cabeça, o bico, os ovos que tenta devorar, as pernas e a cauda. A parte de cima do corpo da Ema é formada pelas estrelas δ Scorpii, π Scorpii e ρ Scorpii, e a parte de baixo começa em β Trianguli Australis e termina em δ Scorpii. As manchas claras e escuras da Via

Láctea dentro do corpo da Ema ajudam a visualizar a plumagem. (AFONSO,2005)

A constelação de Scorpius, excluindo suas garras e as estrelas acima de Antares, é representada por uma cobra para os índios brasileiros, sendo Antares a sua cabeça. A constelação de Scorpius é conhecida como de inverno ao sul do Trópico de Capricórnio e como de seca perto da linha do Equador. (AFONSO,2005)

Cabe ressaltar que as constelações do Veado e da Ema se apresentam próximas e parcialmente sobrepostas, onde ambas utilizam a constelação do Cruzeiro do Sul para sua composição, como mostrar a Figura 4:



Figura 4. Constelações Ema e do Veado vista da perspectiva da Terra, onde elas aparecem totalmente ao horizonte apenas quando olhamos para o polo sul geográfico em determinadas épocas do ano. Fonte: Stellarium aplicativo mobile.

7. TUIVAÉ (TUPI) – TUYA’I (GUARANI) – CONSTELAÇÃO DO HOMEM VELHO

De acordo com Afonso (2005), a constelação indígena brasileira do Homem Velho, e se encontra nas constelações ocidentais de Touro e Órion.

Em relação à constelação do Homem Velho, d’Abbeville relatou: “Tuivaé, Homem Velho, é como chamam outra

constelação formada de muitas estrelas, semelhante a um homem velho pegando um bastão”. Na segunda quinzena de dezembro, quando o Homem Velho (Tuya, em guarani) surge totalmente ao anoitecer, no lado Leste, indica o início do verão para os índios do sul do Brasil e o início da estação chuvosa para os índios do norte do Brasil. (AFONSO, 2005, p.5).

A Constelação do Homem Velho representa o mito de um indígena cuja esposa estava interessada em seu irmão. Para realizar o desejo proibido, a esposa matou o marido, cortando-lhe a perna. Os deuses lastimaram a dor do marido e o transformaram em uma constelação. (AFONSO, 2006). Podemos observar a constelação na Figura 5.



Figura 5. Constelação do Homem Velho Tuivaé (tupi) – Tuya'i (guarani). É a maior constelação Tupi-Guarani, para sua composição utiliza as constelações ocidentais de Orion e Touro. Fonte: Stellarium aplicativo mobile.

Embora não seja reconhecida pela astronomia moderna, a constelação do Homem Velho foi destaque no site da NASA (National Aeronautics and Space Administration), (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica). O registro foi publicado em 12 de janeiro de 2021 na Astronomy Picture Of Day

(APOD), ou Foto Astronômica do Dia, que é uma das seções mais acessadas do site (NASA, 2021). A Figura 6 é a reprodução desse famoso registro.

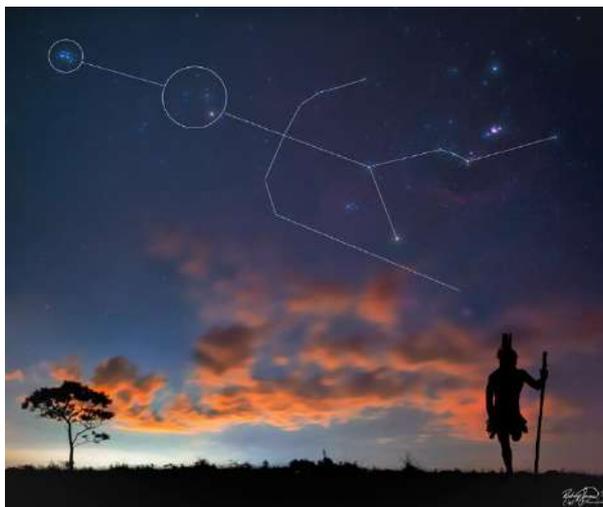


Figura 6. Imagem de Astronomia do Dia, cada dia uma imagem ou fotografia diferente do nosso fascinante universo e juntamente com uma breve explicação escrita por um astrônomo profissional. Publicado dia 12 de janeiro de 2021. Título: Uma Constelação Histórica Brasileira. Fonte: Crédito da Imagem & Direitos Autorais: Rodrigo Guerra.

A imagem astronômica apresentada no site da NASA em 12 de janeiro de 2021, juntamente com uma breve explicação escrita por um astrônomo profissional. O céu está cheio de histórias passadas entre gerações de pessoas que veem essas constelações estelares como parte fundamental de sua civilização.

A desconhecida constelação do Velho, é muito reconhecida pelos povos Tupi-Guarani nativos das regiões da América do Sul hoje conhecidas como Brasil. O folclore do céu noturno é importante por muitas razões, inclusive porque registra a herança cultural e documenta a universalidade da inteligência e imaginação humanas. (NEMIROFF, BONNEL, 2021 - **tradução nossa**).

O Homem Velho é composto por outras três constelações Tupi-Guarani, como podemos observar na Figura 7:



Figura 7. Constelação do Homem Velho por outra visão, dando destaque aos asterismos Indígenas Tupi-Guarani. Fonte: Stellarium Web.

Acima daquilo que representa a cabeça do Homem Velho fica o aglomerado das Plêiades que representa um penacho⁷ que ele tem em sua cabeça. O aglomerado de Plêiades é facilmente visualizado a olho nu e consiste em várias estrelas brilhantes, de espectro predominantemente azul. Para os nativos é conhecido como vespeiro ou Eixu e aparecia alguns dias antes das chuvas, desaparecendo no fim desse período para reaparecer em igual época no ano

⁷ Penacho é um adorno utilizado na cabeça, comumente associado a tradições e culturas indígenas e também usado em algumas cerimônias religiosas ou festivais.

subsequente, com isso os indígenas conseguiam perfeitamente contar o passar dos anos. (AFONSO,2005)

A cabeça do Homem Velho é formada pelas estrelas do aglomerado estelar Híades, que se encontram a 150 anos-luz de distância, sendo o aglomerado estelar mais próximo da Terra, na direção visual deste conjunto de estrelas está a Aldebarã, estrela alfa (mais brilhante) da constelação de Touro. Tapi'i rainhykã constitui a queixada da anta e anuncia a chegada das chuvas, para os povos pertencentes à porção norte sul-americano, ou seja, aqueles que se situam mais próximos à linha do equador (AFONSO,2005).

Cabe destacar as estrelas Mintaka, Alnilam e Alnitak, conhecidas como o cinturão de Órion (que constituem um asterismo⁸ que é muitas vezes denominado de As Três Marias e que são facilmente identificáveis no céu por estarem alinhadas e pelo brilho), que representa o joelho da perna que não foi apunhalada. Para os tupinambás essa formação estelar também representa uma linda mulher (Joykexo), símbolo da fertilidade, servindo como orientação geográfica, pois essa constelação surge e desaparece nos pontos cardeais, Joykexo além disso representa o caminho dos mortos. (AFONSO,2005)

O tronco do Homem Velho começa na Alfa Tauri e termina na estrela Bellatrix, esta estrela é a sua virilha, enquanto que a é uma Supergigante Vermelha Betelgeuse representa o lugar onde sua perna foi cortada, as três marias são o joelho da perna direita e a estrela Saiph representa o pé do velho (AFONSO, 2005). Observe que existe uma discrepância entre as figuras 5, 7 e 6. A bengala nas figuras 5 e 7 é representada no mesmo lado da perna cortada, enquanto que na figura 6 aparece no lado oposto, a forma mais indicada na grande parte das bibliografias mostra que a concepção da constelação é associada aquela presente nas duas primeiras figuras comentadas (5 e 7), enquanto a representação da figura 6 é realizada por liberdade poética.

⁸ Asterismo é um grupo de estrelas que formam um padrão reconhecível ou uma figura dentro de uma constelação.

8. A ASTRONOMIA CULTURAL NO CONTEXTO HISTÓRICO E CULTURAL

A astronomia ensinada na escola, é frequentemente associada aos gregos, árabes, babilônios, sumérios, egípcios e europeus. No entanto, muitas outras culturas e povos em todo o mundo fizeram contribuições representativas. (CORREIA; SIMÕES, 2016). É importante lembrar que a ciência é transversal e cada tradição astronômica tem sua própria perspectiva sobre o universo e nos ajuda a entender melhor a complexidade e diversidade do mundo que nos envolve.

A Astronomia Cultural é uma área que busca entender como outras culturas, do passado ou presente, se relacionam com o céu. Esse campo de estudo tem substituído o termo Etnoastronomia nos últimos anos (LIMA et. al, 2013).

A investigação do conhecimento astronômico dos povos antigos, através de vestígios arqueológicos, documentos históricos, registros etnográficos e relatos de tradições orais, é uma atividade transdisciplinar envolvendo, principalmente, pesquisadores das áreas de astronomia e antropologia. A astronomia cultural tem um grande potencial no Brasil, reflexo da amplitude e diversidade étnicas nacionais (AFONSO, 2006).

Recentemente, há um grande interesse pelos conhecimentos celestes das comunidades indígenas do Brasil. Essa procura deve-se, em parte, à Lei nº 11.645/2008, que tornou obrigatório o ensino da história e cultura indígena nas escolas de ensino fundamental e médio, tanto público quanto privado (AFONSO, 2014). A Constituição Federal de 1988 reconhece o direito das sociedades indígenas a uma educação escolar específica, intercultural e bilíngue, que leve em conta suas tradições, costumes e crenças (BRASIL, 1988).

A crescente busca pelas contribuições dos diferentes povos do mundo levou à UNESCO a proclamar uma linha de ação na "Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural".

Art 1º – A diversidade cultural, patrimônio comum da humanidade A cultura adquire formas diversas através do tempo e do espaço. Essa diversidade se manifesta na originalidade e na pluralidade de identidades que caracterizam os grupos e as sociedades que compõem a

humanidade. Fonte de intercâmbios, de inovação e de criatividade, a diversidade cultural é, para o gênero humano, tão necessária como a diversidade biológica para a natureza. Nesse sentido, constitui o patrimônio comum da humanidade e deve ser reconhecida e consolidada em benefício das gerações presentes e futuras. (UNESCO, 2001).

O objetivo da astronomia cultural é distinguir a diversidade das formas como cada povo, antigo ou moderno, percebe e interpreta os fenômenos celestes observados e os integra ao seu sistema cultural e práticas cotidianas (LIMA et. al, 2013). Para Jafelice (2015, p. 3) estudar astronomia cultural é “fazer o exercício de tentar se colocar no lugar do outro”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN - Pluralidade Cultural (BRASIL, 1997) recomendam que a temática indígena seja abordada no âmbito escolar. Inserir a temática indígena no currículo de ciências corrobora para a importância do processo educacional no desenvolvimento de novos conceitos éticos, atitudinais e comportamentais em relação a esses grupos, promovendo a problematização das representações escolares equivocadas consolidadas ao longo dos anos. (KOEPE; BORGES; LAHM, 2014, p.2).

Ao considerar a astronomia cultural como uma temática de suma importância no processo ensino e aprendizagem é possível ampliar a compreensão das diferentes culturas e seus modos de ver e interpretar o mundo, ela também pode ser usada como uma ferramenta para ensinar conceitos em outras disciplinas, como história, antropologia e geografia. Portanto, a inclusão desse tópico nos currículos escolares pode contribuir para a promoção de um ensino intercultural e enriquecedor, capaz de estimular o respeito à diversidade cultural e a valorização das diferentes formas de conhecimento.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção de uma proposta para o ensino de um conteúdo escolar que não figura no cotidiano direto dos alunos tem como necessidade principal a utilização de recursos didáticos que aproximem o discente do objeto de estudo, nesse sentido apresentamos um material didático desenvolvido para o ensino das quatro constelações celestes que são colocadas neste trabalho.

Uma sequência didática para o ensino destas constelações de origem indígena também se faz necessária, pois o docente deve orientar-se com base nesses aspectos para obter o melhor desempenho para o material didático e otimizar o processo de ensino e aprendizagem. As variações dessa sequência fazem parte do processo de liberdade docente e apresentarão resultados diversos.

Os resultados e discussões foram divididos em três partes, a primeira é referente ao material didático, bem como os recursos didáticos para o ensino de constelações indígenas, enquanto na segunda subseção observa-se a sequência didática e comentários sobre o seu desenvolvimento, por fim, na terceira parte apresentamos dados preliminares de uma atividade pedagógica que tem como objetivo atestar a eficácia da sequência didática proposta e dos materiais de ensino construídos e concebidos.

10. MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DAS CONSTELAÇÕES DE ORIGEM INDÍGENA

- Constelações tátil-visuais produzidas em impressoras 3D;
- Óculos de realidade virtual (Google Card Board);
- Carta celeste (sem as constelações) elaborada por meio do software Stellarium;
- Projetor e notebook para apresentação de material com linguagem verbal e não verbal.

As constelações tátil-visuais, produzidas através da tecnologia de impressão em 3D, conferem aos estudantes a oportunidade de manipular e explorar as formas e configurações das constelações em qualquer momento do dia. Não foi possível encontrar de forma integral as constelações Tupi-Guarani, o que demandou sua construção por meio do software gratuito Tinkercad. As quatro constelações guarani (Homem Velho, Veado, Anta e Ema) aparecem na Figura 8 e estão disponíveis para download no link inserido a legenda.



Figura 8. As constelações foram impressas em material ABS (sigla em inglês para acrilonitrila butadieno estireno) e tem diâmetro de aproximadamente 20cm podendo ter suas dimensões reduzidas ou aumentadas. A variação desses materiais e as dimensões podem ser aumentadas ou reduzidas de acordo com o interesse do docente que as utilizará. Fonte: Os Autores. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:6041620>.

Os óculos de realidade virtual proporcionam aos estudantes uma vivência imersiva e singular durante a exposição do tema. É importante mencionar que os referidos dispositivos foram doados para o Laboratório de Física do Instituto Federal de Rondônia - Campus Calama, onde a atividade foi ministrada, totalizando sete unidades. Esta também é uma alternativa para momentos em que os estudantes não têm acesso às constelações de interesse, ou ainda quando a atividade é realizada de maneira diurna.

A carta celeste, criada no software Stellarium, com a ferramenta de captura de tela do Windows 10, optamos por usar a região do céu onde está presente as constelações de Orion e Touro (Homem Velho), primeiramente foi removido a paisagem e atmosfera terrestre no aplicativo, logo após executamos o

printscreen da tela, onde obtivemos apenas as estrelas sem linhas, desenhos e etiqueta, como aparece nas imagens anteriores.

11. UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DAS CONSTELAÇÕES DE ORIGEM TUPI: O RESGATE DA CULTURA INDÍGENA

Quando refletimos sobre o ato de ensinar dentro do contexto da escola, estamos certos de que “Ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996.p.2). É imprescindível um apresto por parte do docente, de acordo com Franco (2018):

Para que todos os alunos venham se interessar de fato pelas aulas, especialmente as do componente curricular Física, é de importância capital, que a condução das aulas seja agradável e que os discentes tenham uma real propriedade daquilo que será ensinado. Dentre as várias maneiras de conduzir uma boa aula temos a Sequência Didática (FRANCO, 2018. p.153).

Entretanto, o que é sequência didática? É um conjunto sistemático e organizado de atividades pedagógicas com a finalidade de promover a aprendizagem de um conteúdo específico de maneira progressiva e coerente. Essa estruturação segue uma ordem lógica, de forma a permitir uma assimilação mais efetiva dos conhecimentos pelos alunos, bem como uma melhor sistematização e fixação destes.

Elaboramos então uma sequência didática para tratar o tema de constelações indígenas dentro de sala de aula, na tabela 1 vemos a proposição.

Tabela 1. Sequência didática proposta e utilizada na atividade pedagógica.

Passos didáticos	Ações do professor	Ações do estudante
Explicação sobre o conceito de constelação	O professor trabalhará com os alunos sobre o conceito de constelação, como foram importantes para a evolução da astronomia e	Os estudantes, por sua vez, poderão fazer perguntas sobre a origem do nome das constelações e curiosidades sobre a

Passos didáticos	Ações do professor	Ações do estudante
	especificamente sobre as constelações de Orion, Touro e Cruzeiro do Sul.	temática.
Construindo sua constelação passo I	O educador dividirá a turma em grupos de quatro alunos e fornecerá uma carta celeste sem as constelações. Os alunos deverão desenhar sua própria constelação	O grupo de alunos deverá entrar em acordo sobre qual objeto desenhar na sua carta celeste.
Construindo sua constelação passo II	O docente solicitará aos alunos que escrevam uma breve história sobre o objeto que escolheram para representar em sua constelação, bem como a motivação por trás da escolha.	Os educandos deverão apresentar diante da turma a sua constelação, além de fundamentar a sua escolha e contar uma breve história sobre o objeto que escolheram para representar.
Explicação do tema sobre constelações indígenas	Por meio de slides, materiais táteis e óculos de realidade virtual, fará uma explicação sobre a temática. Além disso, utilizará materiais visuais para trazer a imersão e estimular a participação ativa dos estudantes durante a explicação.	Os discentes se dividirão em três grupos: o primeiro grupo ficará com os materiais táteis, o segundo grupo terá acesso aos óculos de realidade virtual e o terceiro grupo ao slide. Haverá uma rotatividade dos grupos para que todos possam participar da atividade.

A atividade proposta é importante para o processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que ela possibilita a compreensão do conceito de constelação de uma forma prática e dinâmica. Segundo o estudo de Branco e Moutinho

(2015), a utilização de gincanas envolvendo experimentos físicos pode ser uma forma lúdica e eficaz de ensino de Física.

Cabe ao professor desenvolver novas práticas que permitam aos alunos um melhor aprendizado, utilizando-se de metodologias que aumentem seu interesse e façam com que eles encontrem suas próprias respostas e construam soluções para os problemas apresentados. O educador tem por objetivo, promover este desenvolvimento, favorecendo o crescimento do aluno por seus próprios meios e oferecendo condições para que isso ocorra (BRANCO e MOUTINHO, 2015, p.3).

Nesta atividade, os discentes terão a oportunidade de desenvolver a criatividade e o trabalho colaborativo. Ao construir uma constelação própria, os alunos poderão expressar visualmente um objeto e relatar uma narrativa sobre ele, fomentando suas habilidades comunicativas e expressivas. A apresentação das constelações para a turma viabilizará a disseminação do conhecimento sobre os objetos representados em cada uma delas, bem como o compartilhamento de ideias e curiosidades sobre o tema.

No que diz respeito à explicação do tema sobre as constelações indígenas, a intenção do professor é fornecer aos alunos informações e conhecimentos sobre a astronomia presentes na cultura do povo tupi-guarani. Reforçado por Afonso (2009):

Devemos ressaltar o valor pedagógico do ensino da astronomia indígena para os alunos do ensino fundamental de todo o Brasil, por se tratar de uma astronomia baseada em elementos sensoriais (como as Plêiades e a Via Láctea), e não em elementos geométricos e abstratos, e também por fazer alusão a elementos da nossa natureza (sobretudo fauna e flora) e história, promovendo auto-estima e valorização dos saberes antigos, salientando que as diferentes interpretações da mesma região do céu, feitas por diversas culturas, auxiliam na compreensão das diversidades culturais. (AFONSO, 2009, p.4).

A temática visa salvaguardar a pluralidade cultural e enfatizar a ciência em sua abrangência sociocultural. O uso de materiais táteis e óculos de realidade virtual proporciona uma experiência imersiva e distinta durante a explicação, o que pode contribuir para uma melhor compreensão do assunto. Além disso,

a alternância dos grupos garante que todos os alunos possam explorar os diferentes materiais disponíveis e aprender sobre a temática de forma ampla.

12. RESULTADOS PRELIMINARES DA ATIVIDADE DOCENTE DESENVOLVIDA

O público no qual a atividade pedagógica foi desenvolvida era pertencente aos cursos técnicos integrados em química e informática, tendo sido selecionados a partir da manifestação de interesse dos próprios estudantes em participar da atividade e conhecer os conteúdos a serem desenvolvidos. Estes discentes tinham idade que variava entre 14 e 17 anos, sendo dos períodos vespertino e matutino e totalizando 25 alunos.

A primeira parte da atividade foi a explanação do conteúdo, buscamos trazer uma contextualização moderna, para tentar manter a apresentação didática e atrativa para os alunos, fizemos analogias com coisas habituais deles. Depois discutimos em conjunto de onde veio a necessidade dos antigos em usarem as estrelas nas atividades do seu cotidiano.

Entramos nos méritos das constelações, definimos o conceito de constelação, com a definição clara, podemos adentrar em tópicos que são de maior dificuldade, como a missão Gaia, constelações Circumpolares e Zodiacais, debatemos que constelação não era apenas as estrelas, mas sim uma região no céu, falamos sobre as constelações Chinesas e astronomia cultural no geral.

Em seguida, em virtude da dinâmica da turma, foi realizada uma mostra dos materiais táteis-visuais, onde os alunos puderam manuseá-los e tirar suas dúvidas sobre as constelações. Os estudantes desenvolveram essa atividade em conjunto, ou seja, a turma inteira realizou a visualização dos materiais sem dificuldades, perguntando sobre as estrelas que compõem as constelações indígenas e outras que estavam disponíveis para a visualização.

Foi dada sequência ao conteúdo, onde foi possível falar sobre as constelações, agora com foco as constelações Tupi-guarani, foi feita uma atividade oral onde os alunos tentavam inferir sobre a história e o nome das constelações indígenas pelos materiais táteis, após a conclusão da apresentação das quatro constelações (Anta, Veado, Ema e Homem-Velho). Os estudantes utilizaram

óculos de realidade virtual, para observar como as constelações são vistas da perspectiva da Terra, todos conseguiram aproveitar amplamente a ferramenta tecnológica.

Por fim, foi solicitado que os alunos se dividissem em grupo e escolhessem algum elemento cotidiano de suas vivências em comum acordo com todos os envolvidos no grupo. Neste momento não foi definido pelo docente a quantidade de pessoas por grupo, mas sim que se dividissem por afinidade. No total, quatro grupos surgiram: o primeiro com 8 estudantes todos do segundo ano do ensino médio; outro com 6 alunos, todos do primeiro ano; e por fim dois outros grupos com sete e quatro alunos, todos do primeiro ano.

Após a separação dos grupos os estudantes receberam uma carta celeste em branco e tiveram que criar suas constelações, selecionamos duas para a realização de uma análise prévia, a Constelação do Benzeno 2V aparecem na Figura 9:

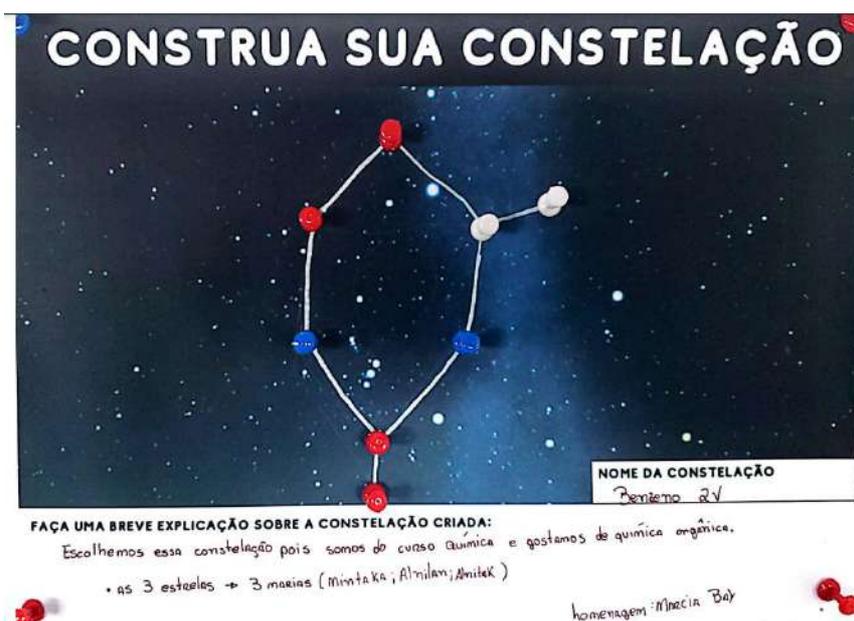


Figura 9. Constelações construídas pelos alunos Constelação Benzeno 2V com explicação do fator motivador para a identificação. Fonte: Os Autores.

No momento de socialização com a turma os estudantes justificaram a sua construção coletiva através da seguinte frase: “a nossa constelação é a do benzeno, entretanto sem o anel aromático. Escolhemos essa constelação porque nossa disciplina preferida é Química Orgânica.” Os alunos mostraram um ótimo aproveitamento da atividade, construindo sua constelação a partir de algo que faz parte do cotidiano de todos. Eles também destacaram o asterismo das Três Marias como parte de sua constelação, o que denota a compreensão de que uma constelação é uma região no céu, não apenas um conjunto de estrelas ligadas por retas.

A constelação construída pelos alunos do curso técnico em informática possui não só elementos cotidianos, mas também pertencentes à cultura pop, tendo em vista que o termo “óculus reparo” é um feitiço usado em um filme de produção hollywoodiana. A construção dos alunos aparece na Figura 10.

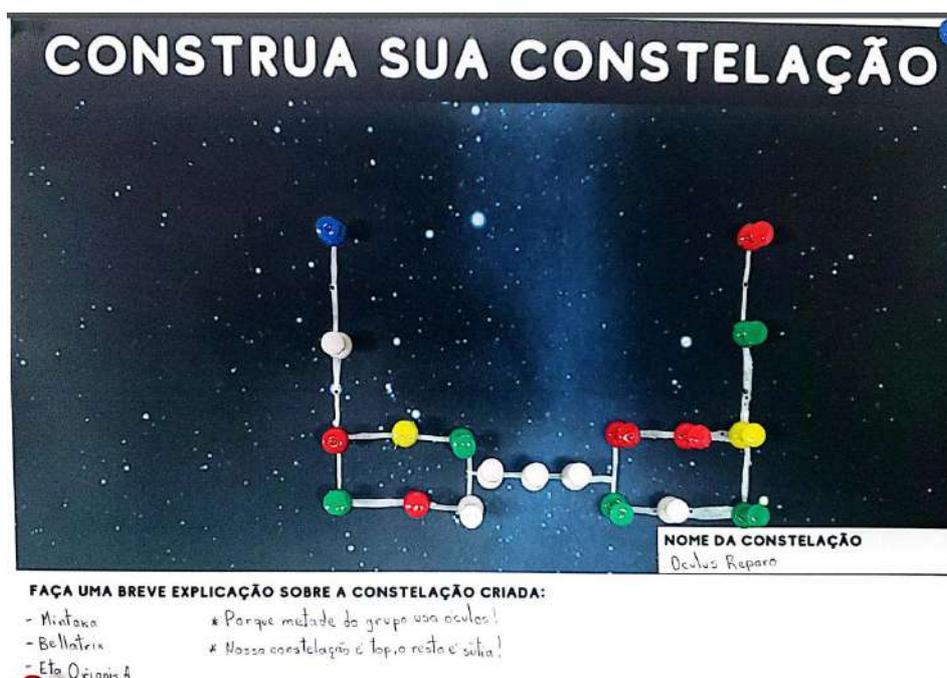


Figura 10. Constelações construídas pelos alunos Constelação “Oculus Reparo” com explicação do fator motivador para a identificação. Fonte: Os Autores.

Novamente ao socializar a concepção da constelação os alunos informaram que: “Construímos essa constelação em homenagem ao Harry Potter e aos óculos, porque os integrantes do grupo usam óculos de correção visual”. As estrelas que foram destacadas foram Mintaka, Bellatrix e Eta Orionis A, o que demonstra o domínio do aplicativo Stellarium utilizado durante a prática pedagógica.

As outras constelações tiveram também elementos de importância para os grupos, estando envoltas de contos e mitos e histórias conhecidas pelos estudantes em conjunto. Optamos por não nos alongar na análise dessas produções discentes neste trabalho por entendermos que isto não compõe o objetivo principal deste trabalho.

13. CONCLUSÕES

As pesquisas iniciais sobre a Astronomia Cultural nos permitiram obter dados, ainda que escassos sobre o atual desenvolvimento dos estudos sobre o tema. Os povos originários são detentores de um conhecimento que é deixado à margem das produções contemporâneas em astronomia, pois trabalhos sobre o ensino destes tópicos no contexto do ensino médio é quase inexistente.

Além de sanar a curiosidade dos autores sobre este conteúdo, a perspectiva do trabalho das quatro constelações de origem Tupi-Guarani no ensino médio apresenta diversas possibilidades, especificamente quando falamos sobre as origens das constelações, que são sempre objeto de muito desejo por parte dos estudantes. A perspectiva de criação, por parte dos estudantes, de suas constelações faz com que estes vivenciem na prática o trajeto descrito pelos antigos ao conceber os seus elementos estelares, indicando aqueles que fazem parte do cotidiano e das suas culturas, bem como os que são relevantes socialmente.

O material didático desenvolvido e apresentado aqui permite a visualização direta das constelações e fornece ao professor o mecanismo perfeito para a sua demonstração dentro de sala de aula de maneira coletiva. As estrelas podem ser comentadas pacientemente e a forma de concepção dos indígenas sobre as figuras formadas podem ser exploradas tanto do ponto de vista dos mitos quanto da perspectiva social que os indígenas compartilham entre si.

A sequência didática apresentada permitiu a compreensão dos alunos sobre o conceito científico de constelações como áreas do céu que englobam uma série de estrelas, mesmo aquelas que não fazem parte das linhas e curvas que formam a figura visualizada pelas diversas culturas.

Por fim, este trabalho abre caminhos para os estudos sobre as concepções dos estudantes após o desenvolvimento da prática pedagógica e sobre as atividades que são desenvolvidas ao longo da atividade apresentada. A atividade pedagógica outorgou a liberdade para empregarem sua inventividade na construção de sua própria constelação e revelaram elementos comuns de pequenos grupos de estudantes. Constatou-se ao fim que o uso de mitos relacionadas às constelações pode ajudar a tornar o conteúdo mais atraente e envolvente, além de permitir uma conexão com a cultura e tradições dos povos indígenas.

REFERÊNCIAS

- Afonso, G. B. (2005). As constelações indígenas brasileiras. *Observatórios Virtuais – Constelações Indígenas*, folheto. Recuperado de: <http://telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>.
- Afonso, G. B. (2006). Mitos e estações no céu Tupi-Guarani. *Scientific American Brasil (Edição Especial: Etnoastronomia)*, 14, 46-55.
- Afonso, G. B. (2009). Astronomia indígena. In *Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC* (pp. 1-5).
- Afonso, G. B. (2012). Saberes astronômicos dos tupinambás do Maranhão. In *Anais da 64ª Reunião Anual da SBPC*, São Luís, MA.
- Afonso, G. B. (2014). O céu dos índios do Brasil. In *Anais da 66ª Reunião Anual da SBPC*, Rio Branco, AC.
- Borges, C. L. S., & Rodrigues, C. G. (2022). Astronomia: breve história, principais conceitos e campos de atuação. *Brazilian Applied Science Review*, 6(2), 545-577.
- Borges, D., Pereira, S., Ferreira, M., & Santos, A. (2021). Anta-brasileira - *Tapirus terrestris* - Linnaeus, 1758, (*Perissodactyla*, *Taperidae*). Anatomia óssea e muscular da perna e pé. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 8(28), 28-38. Recuperado de: <https://doi.org/10.20873/uftv8-8642>.

- Branco, A., & Moutinho, P. E. C. (2015). O lúdico no ensino de física: o uso de gincana envolvendo experimentos físicos como método de ensino. *Caderno de Física da UEFS*, 13(2), 2601-2608.
- Brasil. (1998). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
- Brasil. (1997). *Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Pluralidade cultural*. Brasília: MEC/SEF.
- Bueno, M. A., Oliveira, E. A. G., Nogueira, E. M. L., & Rodrigues, M. de S. (2019). Astronomia cultural: um levantamento bibliográfico dos saberes sobre o céu de culturas indígenas. *Areté*, 12(25), Manaus – AM.
- Colonese, P. H. (Org.). (2021). *Céus astro-culturais: Anta do Norte Guarani, a Jararaca Tukano, a Coruja Maia e o Primeiro Magro Navajo* [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: Fiocruz - COC. (Coleção Culturas estelares, 4). Recuperado de: http://www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/CulturasEstelares2021vol4.pdf. ISBN 978-65-87465-49-4.
- Correa, L. F., & Simões, B. dos S. (2016). Astronomia indígena na formação de professores: uma possibilidade a partir da abordagem CTS. *Ciência e Natura*, 38(1), 475–483.
- Franco, D. L. (2018). A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. *Revista Triângulo*, 11(1), 151–162. DOI: 10.18554/rt.voio.2664. Recuperado de: <https://seer.uftm.edu.br/revistaelectronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664>.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* (30ª ed.). São Paulo: Paz e Terra.
- Jafelice, L. C. (2015). Astronomia cultural nos ensinamentos fundamental e médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 19, 57-92.
- Koeppel, C. H. B., Borges, R. M. R., & Lahm, R. A. (2014). O ensino de ciências como ferramenta pedagógica de reconstrução das representações escolares sobre os povos indígenas. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(1), 115-130.
- Langhi, R. (2016). *Aprendendo a ler o céu: Pequeno guia prático para a astronomia observacional* (2ª ed.). São Paulo: Livraria da Física. ISBN 9788578614430.

- Lima, F. P., Faulhaber Barbosa, P., D'olne Campos, M., Jafelice, L. C., & Borges, L. C. (2013). Astronomia indígena: relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares. In O. T. Matsuura (Org.), *História da astronomia no Brasil* (Vol. 1, Cap. 3, pp. 86-128). Recife: CEPE; Sectec; Rio de Janeiro: MAST/MCTI.
- Martins, O. (2021). Diversidade entre os povos indígenas: a visão desses povos sobre cosmologia e astronomia. *Chefe de Serviço de Projetos Educacionais/COEDU*. Recuperado de: <https://www.gov.br/mast/pt-br/assuntos/noticias/2021/abril/diversidade-entre-os-povos-indigenas>.
- Mendes, A. P. M. S. (2017). *Fotografia, memória e cultura Guarani: pensando e produzindo imagens com crianças e jovens da aldeia Itaty (Morro dos Cavalos) – Palhoça – SC* (Dissertação de Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Moreira, G., & Moreira, W. C. (2015). Calendário cosmológico: os símbolos e as principais constelações na visão guarani. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Educação Indígena – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Nemiroff, R., Bonnell, J., & Newman, P. (2021). Imagem astronômica do dia. Recuperado de: <https://apod.nasa.gov/apod/ap210112.html>.
- Neves, I. dos S. (2007). Tapirapé: discurso fundador da identidade tupi. *Revista do SETA*, 1. ISSN 1981-9153.
- Unesco. (2001). *Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural*. Recuperado de: UNESCO Universal Declaration on Cultural Diversity, adopted by the 31st session of the General Conference of UNESCO, Paris, 2 November 2001; 2002 (ghc.com.br).



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A PRODUÇÃO DE MODELOS MULTISSENSORIAIS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO INCLUSIVO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Vagner Diego de Araujo Freire¹
Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho²

RESUMO: Este trabalho procura compreender como a literatura na área de ensino de astronomia tem abordado a questão da inclusão. O objetivo foi realizar uma revisão bibliográfica de trabalhos que produziram ou utilizaram materiais didáticos multissensoriais voltados à inclusão de discentes com deficiência visual, publicados entre 2002 e 2024. Como perspectiva teórica, adotam-se as perspectivas de Vigotski e Camargo, com relação a compreensão sobre a pessoa com deficiências e os processos de ensino e de aprendizagem. Selecionou-se 35 trabalhos, os quais foram sintetizados e categorizados. Constatou-se uma predominância de modelos da Terra, do Sol e da Lua, bem como os tópicos de astronomia que mais apareceram foram: modelos celestes, Sistema Solar e o sistema Sol-Terra-Lua. Possivelmente, a escolha dos temas foi influenciada pelos documentos curriculares. Embora o número de publicações tenha crescido, notou-se que faltavam modelos sobre outros objetos do Sistema Solar, e para a abordagem de conceitos mais complexos, como estrelas e universo. Noções de tridimensionalidade e proporcionalidade nem sempre foram consideradas, o que pode levar ao desenvolvimento de concepções equivocadas. Os resultados também indicam que além de ampliar temáticas, é importante desenvolver mais aplicações desses modelos, bem como realizar pesquisas sobre seu potencial para a aprendizagem de conceitos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia Inclusivo, Deficiência Visual, Materiais Didáticos Multissensoriais, Revisão Bibliográfica.

¹ vagner.freire@ufpe.br

² tassiana.fgcarvalho@ufpe.br

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MODELOS MULTISENSORIALES DE ASTRONOMÍA PARA EL ENSEÑO INCLUSIVO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

RESUMEN: *Este trabajo busca comprender cómo la literatura en el área de la enseñanza de la astronomía ha abordado la cuestión de la inclusión. El objetivo fue realizar una revisión bibliográfica de trabajos que produjeron o utilizaron materiales didácticos multisensoriales orientados a la inclusión de estudiantes con discapacidad visual, publicados entre 2002 y 2024. Como perspectiva teórica, se adoptaron las perspectivas de Vigotski y Camargo, en relación a la comprensión de las personas con discapacidades y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se seleccionaron 35 trabajos, los cuales fueron sintetizados y categorizados. Se constató una predominancia de modelos de la Tierra, del Sol y de la Luna, y los temas de astronomía más frecuentes fueron: modelos celestes, Sistema Solar y el sistema Sol-Tierra-Luna. Posiblemente, la elección de los temas fue influenciada por los documentos curriculares. Aunque el número de publicaciones ha aumentado, se observó que faltaban modelos sobre otros objetos del Sistema Solar y para abordar conceptos más complejos, como las estrellas y el universo. Las nociones de tridimensionalidad y proporcionalidad no siempre fueron consideradas, lo que puede llevar al desarrollo de concepciones erróneas. Los resultados también indican que, además de ampliar los temas, es importante desarrollar más aplicaciones de estos modelos, así como realizar investigaciones sobre su potencial para el aprendizaje de conceptos.*

PALABRAS CLAVE: *enseñanza de astronomía inclusiva, discapacidad visual, materiales didácticos multisensoriales, revisión bibliográfica.*

LITERATURE REVIEW ON THE PRODUCTION OF MULTISENSORY MODELS OF ASTRONOMY FOR INCLUSIVE TEACHING OF PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS

ABSTRACT: *This study seeks to understand how the literature in the field of astronomy education has addressed the issue of inclusion. The objective was to conduct a literature review of studies that produced or used multisensory teaching*

materials aimed at the inclusion of visually impaired students, published between 2002 and 2024. As a theoretical perspective, the perspectives of Vygotsky and Camargo were adopted, regarding the understanding of persons with disabilities and teaching and learning processes. A total of 35 studies were selected, which were synthesized and categorized. It was found that there was a predominance of models of the Earth, Sun, and Moon, and the most frequent astronomy topics were celestial models, the Solar System, and the Sun-Earth-Moon system. Possibly, the choice of themes was influenced by curriculum documents. Although the number of publications has increased, it was noted that models of other Solar System objects and those for addressing more complex concepts, such as stars and the universe, were lacking. Concepts of three-dimensionality and proportionality were not always considered, which may lead to the development of misconceptions. The results also indicate that, in addition to expanding themes, it is important to further develop applications of these models, as well as conduct research on their potential for the learning of concepts.

KEYWORDS: *inclusive astronomy teaching, visual impairment, multisensory didactic materials, literature review.*

1. INTRODUÇÃO

O ensino da astronomia tem sido incorporado nos documentos e diretrizes curriculares nacionais por um período considerável. De forma gradual e cada vez mais organizada, passou a integrar o currículo dos últimos anos do ensino fundamental e do ensino médio a partir da implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1998; Brasil, 2002), o que resultou na sua inclusão nos programas educacionais de estados e municípios brasileiros. Conforme observado por Kantor (2012), em uma análise de treze referências curriculares do ensino fundamental, entre 2006 e 2011, constatou-se que todas contemplavam conteúdos relacionados à astronomia, geralmente inseridos nas disciplinas de Ciências da Natureza ou Geografia. Em relação à avaliação dos referenciais do ensino médio, foi percebido que o foco ainda estava predominantemente voltado para disciplinas como a Física, com a exploração de temas como gravitação e as leis de Kepler.

A pesquisa conduzida por Kantor (2012) indica que os currículos do ensino fundamental foram mais receptivos à inclusão dos temas de astronomia

sugeridos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Por outro lado, os currículos do ensino médio demonstraram certa relutância em incorporar novos conteúdos, preferindo manter o foco em temas previamente abordados, especialmente aqueles que têm maior conexão com a matemática e, por vezes, estão alinhados com os requisitos dos vestibulares e exames nacionais.

O mais recente documento curricular, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), apresenta uma ampla variedade de conteúdos relacionados à astronomia de forma mais coerente e integrada. Uma análise da inclusão da astronomia nesse documento, conduzida por Carvalho e Ramos (2020), revela que várias habilidades podem ser identificadas, desde os primeiros anos da escolarização, sendo sua presença reiterada em todos os anos do ensino fundamental, especialmente no eixo temático "Terra e Universo", inserido na disciplina de Ciências da Natureza. No ensino médio, a presença da astronomia também é contemplada no eixo temático "Vida, Terra e Cosmos", inserido na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

No entanto, as aulas de astronomia ainda são muito focadas no quadro ou em slides, utilizando de desenhos, representações e imagens bidimensionais, que não contemplam corretamente as escalas de tamanho e distância, a constituição dos astros, o que pode interferir no desenvolvimento de noções de espacialidade e em uma concepção adequada sobre os astros. Longhini e Mora (2010), bem como Leite (2002) falam, por exemplo, do problema que é tratar a astronomia de forma bidimensional, sem apresentar as questões da espacialidade, o que desenvolve concepções equivocadas sobre o formato da Terra, do Sistema Solar e do Universo.

Diante dessa necessidade de representação que está vinculada aos conteúdos de astronomia, o desafio torna-se ainda maior quando se trata de ensinar para crianças ou adolescentes com deficiência, especialmente a visual, em que os estudantes necessitam de meios diferentes para ter acesso às informações e aos conhecimentos, visando a sua formação para a cidadania e para o mundo. A educação inclusiva está prevista pela LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), nos artigos 58-60, que tratam sobre o ingresso de alunos que possuem qualquer deficiência em uma sala regular na instituição de ensino (Brasil, 1996).

Recursos didáticos podem ser considerados como elementos utilizados para facilitar o acesso e a compreensão dos estudantes, com relação ao conteúdo estudado. No ensino de Ciências, o caráter visual ainda é bastante explorado, já que se utiliza muito de modelos, esquemas e figuras, o que reflete um processo histórico. Segundo Camargo e Silva (2006), existe uma supervalorização social da visão, e nesta perspectiva “ver” e “entender” acabam sendo entendidos como sinônimos.

A busca pela educação inclusiva deve renunciar às práticas já cristalizadas no ensino de Ciências, como a exposição e a transmissão oral do conhecimento, em favor de diferentes recursos didáticos, especialmente os potencialmente inclusivos, além do desenvolvimento de práticas que explorem a potencialidade desses recursos em torno da inclusão. Soler (1999 apud Darim, Guridi & Amado, 2021) defende que recursos táteis visuais apareçam como uma alternativa importante para a apropriação e o desenvolvimento do conhecimento científico a partir de todos os sentidos. Camargo (2012) fala da utilização das maquetes táteis-visuais, como objetos que podem ser tocados e manipulados com a finalidade de estabelecer uma nova interface entre o conteúdo a ser informado e o receptor da informação.

Nesta mesma direção, Darim, Guridi e Amado (2021) destacam a perspectiva da didática multissensorial, que parte do princípio de que é possível a apropriação do conhecimento de todos os estudantes, independente de deficiências, especialmente as sensoriais. Segundo os autores, é importante criar mecanismos que apelem aos diversos sentidos, e não apenas à visão nos processos de ensino e aprendizagem, compreendendo os recursos e as sequências didáticas a partir da perspectiva da acessibilidade instrumental e da acessibilidade metodológica.

No ensino de astronomia, Nepomuceno e Zander (2015) demonstraram que a temática da deficiência visual é um tema em expansão, pois até a sua publicação havia apenas 5 publicações no Brasil envolvendo o tema. Andrade e Iachel (2017) destacam a existência de sites e blogs voltados para a divulgação de trabalhos, documentos para impressão 3D e banners com imagens e linguagens táteis. Além disso, destacam também o desenvolvimento de materiais por parte dos espaços de educação não-formal, que buscam atender os sentidos tátil, visual e auditivo dos participantes.

De toda forma, a existência de alguns recursos ainda esbarra na dificuldade de como utilizá-los em sala de aula. Neste sentido, as propostas de elaboração de materiais devem contemplar em primeiro lugar o custo e a acessibilidade dos materiais, e, em segundo lugar, os conhecimentos docentes necessários para a elaboração dos mesmos, segundo Andrade e Iachel (2017).

Nessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi o de fazer uma revisão bibliográfica a respeito do desenvolvimento de materiais didáticos táteis visuais, ou multissensoriais, com a finalidade de se ensinar astronomia de forma a incluir pessoas com e sem deficiência visual.

A compreensão que trataremos da deficiência neste trabalho apoia-se nos pressupostos da “Defectologia”³ de Vigotski. Compreendemos que a deficiência é muito mais social do que biológica, na medida em que o tratamento dado às pessoas com deficiência parte de um pressuposto capacitista, e acaba impondo limitações e relacionando-se a incapacidade de fazer certas coisas. Segundo Vigotski (2011), as pessoas precisam de meios, chamados de instrumentos e signos, para acessar aquilo que elas ainda não conhecem e estabelecer uma relação entre o que elas sabem e o objeto exterior. As pessoas com a ausência de um ou mais sentidos precisam de meios diferentes para acessarem as informações.

Na perspectiva da defectologia, o sentimento de menosvalia é o que explica que a criança não se percebe como deficiente, mas a deficiência fica evidente para a criança devido a diminuição de sua posição social, por meio de suas relações sociais, a maneira que ela é olhada pela sociedade, as comparações entre as crianças com e sem deficiência. “Toda a psicologia da criança anormal foi construída, em geral, pelo método da subtração das funções perdidas em relação à psicologia da criança normal” (Vigotski, 2011, p. 7).

³ Os termos da obra de Vigotski (como defectologia, defeito, normal/anormal etc.) serão preservados quando citarmos trechos de suas obras, mas compreendemos que hoje eles foram ressignificados e alguns não fazem mais sentido nos estudos sobre a inclusão de pessoas com deficiência.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Lev S. Vigotski desenvolveu teorias acerca da defectologia, a área da psicologia que trata a respeito das crianças que possuem deficiências intelectuais ou físicas. Na sua obra “Fundamentos de Defectologia”, Vigotski (2022) defende que a pessoa com deficiência não pode ser compreendida apenas pelas suas limitações, e que, na verdade, é preciso levar em consideração o ambiente e as suas interações sociais. Vigotski argumentava que a pessoa com deficiência é capaz de se desenvolver e de aprender, no entanto é necessária uma abordagem educacional específica e cuidadosa que atenda as especificidades do discente. Ele enfatiza a importância da utilização de ferramentas e tecnologias para possibilitar às pessoas com deficiência (PCD) a superação das suas limitações. A tecnologia pode ser usada para ampliar as habilidades e para fornecer meios de comunicação que lhes permitam interagir com o mundo de maneira mais eficaz.

Segundo Vigotski (2011), a sociedade se estrutura culturalmente, baseada em um tipo “normal” de pessoa, dotada de todos os órgãos de percepção sensoriais, no entanto quando nasce um ser humano que não consegue enxergar ou ouvir igual aos demais, faz-se necessário que a sociedade e o sistema de ensino criem métodos artificiais adaptados para as necessidades e organizações psicofisiológicas da criança “anormal”. Os cegos e surdos demonstram que o desenvolvimento-cultural do comportamento não está relacionado com as funções orgânicas, então, por exemplo, a fala não é obrigatoriamente relacionada ao aparelho fonador, ela pode ser executada com outro sistema de signos, podendo ser até a maneira tátil e/ou visual.

As formas culturais de comportamento são a única maneira para educação da “criança anormal”. O “grande experimento cultural” demonstrou ser possível ler com os dedos e falar com as mãos e esta forma de educação consegue promover algo muito importante: introduzir na criança, com deficiência auditiva ou visual, a fala e a escrita. Vigotski (2011) salienta que assim como os videntes leem, a criança cega também lê, mas a função cultural somente é garantida por um aparato psicofisiológico diferente. A criança surda consegue falar com a garantia de um aparato psicofisiológico completamente diferente dos ouvintes.

Vigotski (2011) afirma que, mesmo privada de qualquer instrução, a criança se inicia no caminho do desenvolvimento cultural, ou seja, no desenvolvimento psicológico natural da criança e no seu meio circundante, com a precisão de se comunicar com esse meio. O olhar tradicional da sua época defendia que o “defeito” significava uma falha ou uma limitação, e ele trabalhou no sentido de modificar este entendimento errôneo, sugerindo a ideia de que se examinasse a dinâmica do desenvolvimento da criança com deficiência a partir da posição fundamental, isto é, de que a deficiência influencia duplamente o seu desenvolvimento. Por um lado, ela influencia produzindo, de forma direta, obstáculos e dificuldades na adaptação da criança. Por outro lado, ela estimula novas maneiras para a adaptação, as quais superam as dificuldades produzidas a priori. Portanto, o desenvolvimento cultural possibilita a equilibração em relação ao “defeito”.

No entanto, ao olhar para a educação e a escola ainda é necessário superar algumas dificuldades para se ter sucesso na inclusão, e como destaca Camargo (2012) é importante salientar a importância da formação docente, voltada para incluir todos os discentes. Não é aceitável que os professores adotem uma atitude passiva e atribuam a responsabilidade, ou a culpa aos estudantes, na universidade que não o preparou, ou no fato de a escola não ter estrutura, mesmo sendo verdade na maioria dos casos. O professor não pode se dizer incapaz de educar uma pessoa com deficiência.

Outra dificuldade a ser sobrepujada é a não superação de procedimentos tradicionais de ensino-aprendizagem, que como consequência não permite ao docente planejar as atividades de forma inclusiva. Ademais, é preciso também conhecer a pessoa com deficiência e suprimir mitos, como o da compensação biológica, que diz que o tato ou a audição se super desenvolvem para substituir a visão, ou que o cego total de nascimento vive em um mundo completamente escuro.

Logo, o docente deve conhecer qual a melhor forma de comunicação e compreensão dos alunos, para que sua linguagem seja mais efetiva em relação à aprendizagem dos discentes. No que diz respeito à compreensão dos estudantes, tem-se os significados indissociáveis, cuja interpretação mental depende da percepção sensorial, elas podem ser de significado indissociável de representação visual ou de representação não visual. Mas também tem as

representações mentais de significados vinculados, no qual a interpretação não depende somente das percepções sensoriais. Ademais, os discentes podem assimilar conceitos a partir de significados sensorialmente não relacionáveis, ou seja, que não possuem nenhuma relação com as percepções sensoriais; ou por meio dos significados de relacionabilidade sensorial secundária, na qual a percepção sensorial não é pré-requisito para aprender o conceito (Camargo, 2012).

Camargo (2012) conclui que a utilização de uma linguagem adequada contribui para a inclusão, enquanto a linguagem inadequada deixa os alunos com deficiência segregados do processo de aprendizagem. Os contextos interativos demonstraram ser os mais efetivos para uma participação efetiva do discente, especialmente no caso de estudantes com deficiência visual. Ademais, foi observado que existem fenômenos que não necessitam de interpretação visual para compreendê-los e que até mesmo a utilização da representação visual, além de não auxiliar a assimilação, pode prejudicar o entendimento deste. Com relação ao ensino de Óptica, por exemplo, muitos de seus conceitos não são indissociáveis da percepção visual, portanto ela é acessível aos estudantes com deficiência visual.

Destarte, é possível conectar as ideias de Vigotski e Camargo no que diz respeito a compensação social, considerando que por meio de abordagens pedagógicas inclusivas oferecidas pelo meio social é possível superar as dificuldades encontradas pelo estudante, e promover o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos. No caso de Vigotski (2022), ele ressalta a importância de considerar o ambiente e as interações sociais para entender e ensinar a criança com deficiência, além de enfatizar o papel da tecnologia como uma ferramenta para ajudar este público a se desenvolver e a se comunicar com o mundo.

Camargo (2012), em pesquisas realizadas com futuros docentes de física, abordou quais eram os saberes docentes necessários para incluir um discente com deficiência visual nas aulas de Física, a partir da compreensão de que a inclusão não se resume apenas à presença destes alunos em sala de aula regular, mas na adaptação do currículo, da metodologia e estratégia pedagógicas e dos materiais didáticos, para que todos os discentes possam participar de maneira efetiva. Por isso, Camargo (2012) destaca os seguintes

saberes: 1) saber sobre a história visual do aluno; 2) saber identificar a estrutura semântico-sensorial dos significados físicos veiculados; 3) saber abordar os múltiplos significados de um fenômeno físico; 4) saber construir de forma sobreposta registros táteis e visuais de comportamentos/fenômenos físicos de significados vinculados às representações visuais; 5) saber destituir a estrutura empírica audiovisual interdependente; 6) saber trabalhar com linguagem matemática; 7) saber explorar as potencialidades comunicacionais das linguagens constituídas de estruturas empíricas de acesso visualmente independente; 8) saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência visual; 9) saber promover interação entre discentes com e sem deficiência visual, utilizando em tal interação os materiais de interfaces tátil-visuais.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem natureza qualitativa, embora em alguns momentos apresente também dados numéricos com relação aos aspectos analisados. Quanto ao seu objetivo, pode ser caracterizada como uma pesquisa descritivo-exploratória (Gil, 2008) porque procura contribuir para reunir as publicações da área que relacionem a astronomia com materiais didáticos táteis visuais ou multissensoriais, descrevendo as produções e explorando a temática dentro da área de Ensino de Astronomia.

Com relação aos procedimentos, esta é uma pesquisa bibliográfica, porque é desenvolvida com base em materiais já elaborados (Gil, 2008), constituído principalmente de artigos científicos, de periódicos e eventos, bem como trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações e teses.

Os levantamentos das publicações foram inicialmente realizados no período em outubro de 2022. Depois foram revisitados novamente entre agosto e setembro de 2023 e em fevereiro e março de 2024, com o objetivo de verificar se foram publicados novos trabalhos.

O critério para a seleção dos trabalhos levou em conta se estes produziram ou propuseram a elaboração de materiais didáticos para o ensino de astronomia para estudantes com deficiência visual. Primeiramente, foi utilizado como fonte de busca o Google Acadêmico, com o período específico de 2002 até 2024, utilizando as palavras-chaves: “astronomia deficiente

visual”, “ensino de astronomia para cego”, “astronomia deficiência visual”. Vale ressaltar que a palavra "deficiente" é um termo inadequado atualmente, mas este termo era comum até recentemente, então faz-se pesquisar esta palavra também, porque existia a possibilidade de ter produções que utilizaram este termo.

Foram analisados os 10 primeiros números de janelas do buscador, mas inicialmente apenas os cinco primeiros continham os artigos de interesse para esta pesquisa. Também foi procurado por trabalhos especificamente em outros mecanismos de busca, como a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), o Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), o Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA) e a Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) com as mesmas palavras-chaves e considerando o mesmo período já mencionado.

A análise dos dados segue os preceitos da Análise de Conteúdo, segundo Bardin, que a define como um conjunto de técnicas “que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem as inferências de conhecimentos relativos de condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (Bardin, 2011, p. 47). Ainda segundo Bardin (2011), as etapas que devem ser seguidas para a Análise de Conteúdo são: 1) pré-análise; 2) exploração do material, categorização ou codificação; 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação.

Na primeira etapa, de pré-análise, foram selecionados 35 trabalhos que foram lidos inteiramente e sintetizados. Assim, o início da segunda etapa contou com a organização dos resultados deste levantamento, que constam no Quadro 1, contendo as informações de cada artigo, respectivamente: o ano de publicação, os autores do trabalho, o título, os materiais produzidos, uma síntese dos resultados e o local de publicação. No caso, os materiais produzidos e a síntese dos resultados são elaborações dos autores a partir da leitura das publicações.

Para a etapa 3, de tratamento dos resultados, inferências e interpretações, inicialmente foram produzidos dois gráficos. O primeiro deles abordava o tipo de publicação; e o segundo apresenta uma distribuição de temas/conteúdos abordados nos materiais didáticos apresentados pelas

publicações, lembrando que, eventualmente, um mesmo trabalho poderia apresentar a proposição de mais de um material didático.

Foram analisados também quais foram os objetos e modelos mais representados, considerando compreender as razões que podem levar a uma necessidade de representação em maior ou menor número em alguns casos. Além disso, foram considerados se os modelos levavam em consideração o desenvolvimento de noções de espacialidade e de tridimensionalidade, como também se abarcaram aspectos importantes para a compreensão de conceitos e modelos da astronomia.

Por fim, foram considerados se as propostas foram ou não aplicadas e em qual contexto, considerando a educação formal/educação básica, educação não-formal e a formação de professores. E ainda também se analisou quais foram as pessoas que participaram dessa aplicação, e se os pesquisadores consideraram ou não a opinião de pessoas com deficiência visual na avaliação dos materiais produzidos e desenvolvidos.

4. RESULTADOS

Vale salientar que entre 2002 até 2007, apenas um trabalho foi encontrado com as palavras-chave utilizadas, mas esta publicação não descrevia seu material didático detalhadamente, e pelo fato de não conter informações em relação ao modelo multissensorial utilizado, este trabalho não foi incluído nesta análise. Também é notório a escassez de produções acadêmicas relacionadas a este assunto durante este período.

Quadro 1: Trabalhos Revisados

Ano	Autores	Título	Material Produzido	Resultados	Local
2008	Dominici, T. P., Oliveira, E., Sarraf, V., & Del Guerra, F.	Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual	A composição final do kit foi: Oito mapas celestes em relevo, catálogo com 14 constelações separadas em relevo, 2 constelações	O material foi avaliado por pessoas com deficiência visual e funcionários da Fundação Dorina Nowill. Conceitos como o infinito e o horizonte ficaram imprecisos e exigem educadores especializados para aprimorá-los. Os mapas, beneficiaram também o público vidente, revelando o	Revista Brasileira de Ensino de Física , v. 30, p. 4501.1-4501.8

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

			tridimensionais, 1 esfera celeste de 21 cm de diâmetro e 1 livro para educadores.	valor científico, histórico e cultural do céu, assim como os efeitos da poluição luminosa.	
2011	Cozendey, S., Costa, M., & Pessanha, M.	Modelo experimental para o ensino das fases da Lua aos indivíduos com e sem deficiência visual	Proposta de construção de maquete tátil-visual para explanação acerca das fases da lua.	Testes prévios revelaram que o grupo de professores, e incluindo pessoas com deficiência visual, demonstraram que a maquete é um experimento que possibilita a explicação das fases da lua para pessoas com e sem deficiência visual.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, AM.
2011	Steffani, M. H., & Zanatta, C. V.	Astronomia com Arte: Estratégias para o Ensino a Deficientes Visuais	Elaborados pelos próprios discentes. Produziram matrizes táteis da superfície da lua, e um calendário lunar. Outra atividade consistia em lançar objetos sobre uma placa de argila para simular a formação de crateras na superfície lunar.	Material feito e avaliado por pessoas com e sem deficiência visual em oficina de cerâmica, portanto de caráter inclusivo e interdisciplinar, envolvendo astronomia e arte. Os produtos possibilitaram o estudo de conceitos básicos de astronomia, permitindo às pessoas com deficiência visual perceberem as belezas e as informações acerca do universo.	I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia—Rio de Janeiro
2013	Oliveira Gonçalves, C., & Conceição Barbosa-Lima, M.	Inclusão de deficientes visuais no programa de visita escolar programada do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST)	Conteúdo para exposição do museu: uma miniatura do sistema em escala; modelos táteis para os tamanhos dos planetas, com texturas diferenciadas e cores contrastantes; Um Planeta Terra feito com massa de modelar e tinta ; Uma carta celeste anual	Visita escolar programada com docente e seus alunos com deficiência visual da educação básica com exposição do material produzido. Os modelos criados alcançaram seus objetivos, porém a durabilidade dos materiais é curta. A carta celeste anual tátil feita de materiais acessíveis foi desenvolvida, podendo substituir a observação do céu em dias chuvosos. Cursos sobre inclusão promovem ações inclusivas, necessárias em todas as atividades de divulgação científica, não	Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia , n. 15, p. 7-26

			tátil.	apenas em visitas escolares programadas.	
2014	Carvalho, C. L., & Aquino, H. A.	Construção de um planetário 3D para inclusão de deficientes visuais	Dois hemisférios celestes, norte e sul, um planetário tátil 3D. Duas semiesferas representam os hemisférios celestes com 72 constelações e mais de 500 estrelas em alto relevo contendo os nomes escritos também em braille.	Foram feitos alguns testes com pessoas com deficiência visual e percebeu-se que o planetário é de fácil interação para este público, e que ao utilizar a ferramenta de ensino, podem criar ou ter algumas abstrações mais facilmente tanto a respeito das constelações e suas estrelas quanto da abóbada celeste.	feis.unesp.br
2014	Rizzo, A. L., Bortolini, S., & Santos Rebeque, P. V.	Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo	Uma maquete tátil-visual em escala reduzida, com planetas e órbitas em alto relevo. Também com legendas em Braille. Os materiais construídos foram pintados com cores diferentes para a percepção dos estudantes com baixa visão. Uma maquete do Sistema Terra-Lua-Sol e desenhos em alto relevo das 12 constelações do zodíaco.	Alunos que fizeram as oficinas, incluindo 8 com cegueira total, 2 com baixa visão e 1 com visão normal, todos com pelo menos o Ensino Médio completo, sabiam que a Terra é menor que o Sol, mas sem compreender a proporção exata, surpreendendo-se com a descoberta. Verificou-se que os discentes costumam usar objetos familiares para comparações de tamanho e distância. Maquetes são fundamentais para ensinar conceitos normalmente representados visualmente. As disciplinas de inclusão são essenciais para preparar futuros docentes. A abordagem multissensorial beneficia a todos os alunos.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 14, n. 1, p. 191-204
2014	Siqueira, J. C. D.	Estrelarium: permitindo o acesso de deficientes visuais à astronomia	O Estrelarium consistia em uma impressão em um banner de lona onde foram colocados botões metálicos para representar as estrelas e tornar o modelo tátil, representando	O Estrelarium foi testado por discentes da educação básica com deficiência visual (e também deficiência intelectual) e demonstrou ser eficiente em quatro dimensões: localização, nomeação, ordenação e historicidade. Os resultados demonstram a necessidade de ter um educador como mediador. Modelo construído	bdm.unb.br

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

			todas as constelações do zodíaco, do Centauro, Cruzeiro do Sul e Órion.	com baixo custo.	
2014	Tristão, R. C., Frizzera, A. C. S., & Santana, B. R. O. B.	O universo ao alcance das mãos	Um livro tátil; um livro adaptado; dois painéis táteis em alto relevo e em alto contraste visual, explicando as fases da Lua; cinco placas em alto relevo representando a evolução tectônica do planeta Terra; dois globos táteis, um com os continentes da Terra em alto relevo e outro com o interior do planeta; uma caixa simulando o nascer e o pôr do Sol.	O projeto no Planetário de Vitória introduziu recursos acessíveis, como materiais táteis e audiovisuais, para escolas e a comunidade. Os participantes colaboraram na criação de uma sessão inclusiva, enquanto os profissionais do espaço aprimoraram suas habilidades no atendimento a pessoas com deficiência visual por meio de formações e debates. Os materiais produzidos foram fundamentais para tornar a astronomia acessível a pessoas com deficiência visual. Eles permitem que esses participantes compreendam conceitos astronômicos abstratos de forma tátil e auditiva.	III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – III SNEA 2014
2015	Araújo Soares, K. D., Castro, H. C., & Delou, C. M. C.	Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis	Foram abordados temas como o formato da órbita da Terra, a inclinação do eixo de rotação terrestre, as fases da Lua, eclipses solares e lunares e um jogo da memória com os principais objetos celestes do Sistema Solar.	Dez alunos do ensino médio com deficiência visual testaram um material didático e fizeram sugestões. Os alunos cegos conseguiram se adaptar bem ao jogo, mas com diferentes velocidades de resposta. Um caderno ilustrado ajudou na aprendizagem, autonomia e interação social dos alunos com deficiência visual. O caderno continha representações de astros e facilitava a compreensão de fenômenos astronômicos, sendo prático de replicar, distribuir e transportar.	Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 14, n. 3, p. 377-391
2015	Lomba, T. R., Araujo, A. S. D., Drigo	Divulgação, educação e pesquisa em	Um livro introdutório de Astronomia em Braille. E, uma	O projeto conseguiu divulgar astronomia tanto para a comunidade interna quanto para a externa da IBILCE. As	Congresso de extensão

	Filho, E., Gonçalves, J. A. A. C., Martins, R. M. R., & Pinheiro, M. C.	Astronomia	apostila estava em processo de montagem com experimentos para professores e como material auxiliar estava sendo feita uma carta celeste em alto relevo, com trilhas em alto relevo para destacar as constelações e um formato aproximado ao observado no céu.	atividades concluídas deram um resultado positivo e marcante para a continuidade do trabalho. Os estudantes que participam destas atividades aprendem além de astronomia, a pesquisar e elaborar palestras. O desenvolvimento do livro de astronomia, adaptado para pessoas com deficiência visual, e o material em desenvolvimento para dar apoio a professores do ensino básico permitirão a inclusão e aprendizagem de astronomia.	universitária da UNESP. (repositorio.unesp.br)
2015	Medeiros, C. T. D. A. X.	Alfabetização Científica com um olhar Inclusivo: estratégias didáticas para abordagem de conceitos de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental	Foi adaptado o livro “Astronomia Mirim”, de Ruth Bruno, como recurso didático tátil; Atividade cinestésico-corporal representando o movimento de rotação e translação da Terra; Maquete do Sistema Terra-Sol; Os participantes confeccionaram o Sistema Solar com massa de modelar e as fases da Lua com biscoito recheado.	A produção do livro acessível atingiu os resultados esperados. Sua confecção prova a viabilidade de produzir outros textos em braile e com ilustrações em relevo por parte dos docentes. A síntese de perguntas auxiliou a autora na condução da proposição da sugestão, estratégias e recursos didáticos de modo que favorecia a explicitação de conceitos cotidianos pelas crianças e a evolução conceitual de modo que as aproximasse de respostas aceitas pela Ciência. Os resultados alcançados demonstraram que as atividades adequadas às individualidades dos alunos dão maior garantia à participação e aprendizagem de todos.	Universidade Federal Fluminense (app.uff.br)
2015	Mendonça, A. D. S.	Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as leis de Kepler para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de	Uma maquete tátil-visual que demonstrava as leis de Kepler utilizando tampas de tupperware em formato elipsoidal representando as órbitas, bolas	A maquete foi feita com materiais acessíveis e de baixo custo, além de possuírem diferentes texturas para fácil distinção ao toque e também para possibilitar variação da velocidade da bolinha. A escala foi desconsiderada para privilegiar conceitos considerados mais relevantes no estudo das Leis de Kepler,	MNPEF – SBF - UNESP (repositorio.unesp.br)

		física	de gude para os planetas e bola de tênis para o Sol.	como áreas e velocidade. Constatou-se que alunos com deficiência visual da educação básica, entrevistados nesta pesquisa, enfrentam desafios similares aos alunos videntes, além de não existirem atividades diversificadas em seus cotidianos. O material utilizado mostrou-se eficaz na aprendizagem, oferecendo uma alternativa tátil ao conteúdo visual.	
2015	Ulloffo, N. M.	Elaboração e teste de um kit de astronomia para pessoas com deficiência visual ou videntes	Maquete das fases da lua; Maquete da escala dos planetas; Maquete das órbitas dos planetas.	Material aplicado com 25 pessoas da Associação Filantrópica de Proteção aos Cegos. A entrevista demonstrou um melhoramento nos conceitos por parte dos participantes depois da aplicação do kit. Os resultados da pesquisa têm potencial para serem aplicados na sala de aula, mas podem exigir adaptações dependendo do contexto e momento da aplicação.	UNESP (repositorio.unesp.br)
2016	Rocha, R. G. C. D.	Ensino de astronomia na perspectiva da inclusão de deficientes visuais em aulas de física do ensino médio	Blocos em formato de paralelepípedo para o ensino de Dinâmica; Bexiga com flocos de isopor colados para explicitar o modelo de expansão do universo.	As entrevistas semiestruturadas confirmaram que a deficiência visual não impede a compreensão de temas de física abstratos. As opiniões dos alunos sobre o surgimento do universo são influenciadas por suas crenças religiosas, mas a sequência didática apresentada não entra em conflito com essas crenças, explora o ponto de vista científico. A abordagem de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio foi considerada viável e acessível para alunos com e sem deficiência visual.	Universidade Federal Fluminense (app.uff.br)
2017	Laurentino, M., & Bastos, A. R. B.	Planetário acessível: construção de recursos para o ensino de astronomia para alunos	Foi idealizado utilizar isopor para representar a Terra e a Lua e barbantes para representar os raios de luz,	Este artigo não trouxe resultado, apenas divulgou que iria construir maquetes táteis para o ensino de astronomia e uma réplica do local para reconhecimento dos visitantes e que depois da	Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e

		cegos	para um modelo que representa eclipses.	aplicação destes materiais com discentes é que poderia dizer os resultados e concluir a pesquisa.	Extensão , v. 9, n. 3
2017	Moleda, E. L. M.	Adaptação do planisfério celeste para deficientes visuais	Um planisfério e cartas celeste tátil.	Foram recebidas recomendações para melhorar o material ao expô-lo aos videntes e ao aluno com cegueira. O planisfério foi criado com o objetivo de se adaptar às necessidades dos estudantes, que fosse duradouro, de qualidade, fácil de produzir e acessível.	(dSPACE.unipampa.edu.br)
2018	Frizzera, A. C. S., Sondermann, D. V. C., Caetano, A., Passos, V. R., & Lopes, G. B. K.	Baixando estrelas: uma proposta de aplicativo móvel acessível para o ensino de astronomia a pessoas com deficiência visual	O Projeto “O céu ao alcance das mãos” tinha como finalidade criar um aplicativo móvel assistivo em smartphones, para que pessoas com deficiência visual pudessem de forma gratuita acessar informações astronômicas referentes ao céu de outono da cidade do Espírito Santo.	Testado com grupo focal (duas pessoas com deficiência visual e uma com Síndrome de Irlen). Foi constatado que apps de astronomia da PlayStore não apresentavam acessibilidade. Este projeto contribuiu para que a astronomia esteja acessível a estas pessoas por meio do uso de tecnologias assistivas, além de possibilitar o auxílio de idosos, pessoas com dislexia, com déficit intelectual, déficit de atenção, entre outros. As interlocuções do grupo focal com a equipe do Observatório fizeram com que o espaço começasse a criar alternativas para atendimento deste público.	V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – V SNEA 2018 – Londrina, PR (sabastro.org.br)
2018	Lorenz-Martins, S.	Astronomia para pessoas com deficiência visual: um projeto de extensão do Observatório do Valongo-UFR	Maquete tátil de uma galáxia espiral; Maquete tátil das Plêiades; Esfera Celeste; Desenho tátil com texturas diferentes e cores contrastantes do eclipse solar; Maquete da superfície da Lua; Maquete do lado oculto da Lua.	O projeto estava em fase inicial, ainda não tinha terminado, então a pesquisa tinha apenas parciais. Portanto, o material deverá ser testado e corrigido, refeito e testado novamente. Adaptando a abordagem, a astronomia se torna acessível a todos, até mesmo as pessoas com visão que enfrentam limitações para ver os astros.	Das Questões , v. 6, n. 1 (periodicos.unb.br)

2018	Machado, M. M., Gottfried, B. P., Miranda, B. M. A., Cerentini, P. B., & Santos, A. L.	Astronomia na Escola: Despertando o Interesse pela Ciência na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul	Duas maquetes contendo a distância dos planetas no Sistema Solar; uma maquete rotatória do Sistema Solar, uma maquete contendo as fases da Lua, e uma maquete para demonstrar os eclipses solares e lunares.	Projeto de extensão que atendia professores e estudantes, da educação básica. Os objetivos do projeto foram atingidos. A maioria dos relatos evidenciou desconhecimento sobre o Sistema Solar e características dos planetas, tanto entre os alunos quanto entre os professores. Os docentes reconhecem a necessidade de despertar o interesse dos alunos pelas ciências, mas muitos não sabiam onde buscar recursos para ensinar astronomia e expressaram interesse em cursos de formação continuada na área.	Extensão em Foco , n. 16 – UFPR (revistas.ufpr.br)
2019	Almeida, M. S., Castro, J. N., Cruz, W. T., & Almeida, R. Q.	Construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual	Foi confeccionada uma maquete do Sistema Solar com os hemisférios dos planetas contendo pastilhas de Peltier para simulação da escala de temperatura dos astros.	Após a visita da Associação de Deficientes Visuais do Crato para avaliar a maquete, os pesquisadores identificaram a necessidade de melhorias na acessibilidade no local da exposição na instituição. O modelo foi bem-sucedido, permitindo que os participantes cegos compreendessem a disposição dos planetas no Sistema Solar. As avaliações foram positivas, com algumas sugestões de melhoria. A maquete provou ser um recurso didático valioso, adequado para o ensino do Sistema Solar e tópicos relacionados, sendo fácil de replicar.	Revista Brasileira de Ensino de Física , v. 42
2019	Silva, S. R., Langhi, R., & Vilaça, J.	O ensino de astronomia para alunos cegos e a inclusão nos espaços não formais	Um globo terrestre tátil, uma maquete do observatório solar indígena, uma maquete do relógio de Sol analemático e representações das constelações do cruzeiro do Sul e do escorpião.	O Polo Astronômico adaptou suas visitas pedagógicas para atender às necessidades de alunos com deficiência visual, envolvendo um processo longo de ajustes. Com a colaboração de professores especializados e treinamento de mediadores, eles desenvolveram o modelo atual de visitas guiadas para estudantes cegos, que incluíam a utilização de maquetes táteis e protótipos, com a presença de	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2019

				professores.	
2020	Aguiar, B. D. C. X. C., Andrade, A. F., Garcia, G. R., & Dal Pasqual, F.	A prototipagem na produção de material didático para pessoas com deficiência visual	Impressão 3D do sol e dos planetas do sistema solar em uma placa.	Material testado por 3 estudantes da educação básica e dois do ensino superior. Foi observado que o uso de materiais didáticos adaptáveis contribui de forma significativa no processo de ensino/aprendizagem de alunos com deficiência visual. A modelagem 3D e a prototipagem rápida são valiosas na criação de materiais didáticos táteis flexíveis e duráveis. Os materiais produzidos foram compartilhados em bibliotecas voltadas ao ensino de pessoas com deficiência visual com objetivo que o máximo de pessoas tenham acesso ao material.	Revista Brasileira de Expressão Gráfica , v. 8, n. 1
2020	Mello Motta, L. M. V.	Gabriel quer ser astrônomo	O Planetário possuía vídeos com audiodescrição, materiais táteis, um grande sol iluminado tátil, os planetas, o sistema de rotação da terra, além de objetos e animais taxidermizados e as experiências táteis e olfativas do Jardim Sensorial.	Os relatos de Gabriel e de sua mãe foram positivos em relação à visita ao espaço. Nota-se que um garoto cego que quer ser astrônomo pode contemplar o céu, as estrelas, as constelações e a lua; podendo conhecer mais sobre os planetas, sistema solar e a rotação da terra para se tornar um astrônomo futuramente. Para este percurso, o incentivo e a instrução de professores e pais, uma escola inclusiva e aprendente e também o conhecimento sobre recursos acessíveis são essenciais.	Educação e Fronteiras , v. 10, n. 28, p. 150-159 (ojs.ufgd.edu.br)
2020	Santos, A. L. D. J. D.	Astronomia acessível no Município de Feira de Santana: um olhar voltado para a pessoa com deficiência visual	Representação do Sol, Lua e Terra com massinha de modelar. Réplica do sistema solar. Grafite na parede com a cronologia do big-bang. Réplica do módulo lunar. Maquete tátil da superfície	Projeto conduzido com professores e alunos do Centro de Apoio Pedagógico ao Deficiente Visual. Os resultados da aplicação do material foram satisfatórios, com avanços significativos nos conceitos astronômicos para todos os alunos, gerando interesse pela astronomia e outras ciências, evidenciado pela criação de um grupo sobre astronomia no WhatsApp para compartilhar	Pós-Graduação em Astronomia - Mestrado Profissional (UEFS)

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

			marciana e solar.	informações. Embora o jogo tenha atingido seus objetivos principais, foi mais desafiador para alunos totalmente cegos. A visita do grupo à instituição despertou interesse deles em conhecer outros espaços de divulgação científica, além de motivar os gestores a realizar mais eventos inclusivos.	
2021	Cruz, W. T.	Ações de divulgação e popularização astronômica no Cariri cearense	Maquete tátil-visual do Sistema Solar, uma maquete de eclipse lunar, uma maquete com o movimento de translação da terra e um modelo para a percepção da escala dos tamanhos dos astros. No total foram montados oito experimentos com cenário tátil que compunham a mostra itinerante.	Projeto que teve sucesso na divulgação científica, com perfil no Instagram, transmitindo conhecimentos científicos de forma diversificada e inclusiva, abrangendo o maior número de pessoas interessadas no assunto. O autor tinha como expectativa investigar uma maneira de transformar a mostra "Astronomia ao alcance do Tato" para uma plataforma virtual, e abordar conceitos ainda não trabalhados como as ondas gravitacionais, neutrinos e objetos supermassivos.	(sistemas.juazeiro.ifce.edu.br)
2021	Figueira, M. M. T., & Bartelmebs, R. C.	Atividades multissensoriais para o ensino de Astronomia: uma possibilidade de inclusão para alunos cegos	Foi adaptado um modelo para ensinar as divisões do planeta Terra; um modelo do Sistema Solar em miniatura; uma maquete tátil-visual para poder ensinar as estações do ano com linhas para representar os feixes de luz do Sol e legendas em braile; Um modelo da Terra tátil-visual pintado de preto com um aquecedor como	Material testado com três alunos com deficiência visual congênita, do Ensino Fundamental I. Antes da oficina, os alunos tinham conhecimento limitado sobre o planeta, suas divisões continentais e os movimentos terrestres. Após a oficina, houve melhora na compreensão global, incluindo conceitos científicos e consciência sustentável. No entanto, dois alunos ainda não entenderam completamente o fenômeno do dia e da noite. Quanto às estações do ano, houve progresso, com alunos reconhecendo a influência da inclinação e a inversão nos hemisférios. A maquete tátil das estações requer	XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

			estratégia didática para se ensinar as estações do ano.	adaptações, mas tem potencial para explicar o conceito de dia e noite. A simulação com irradiador térmico e modelo concreto da Terra foi a atividade mais eficaz para ensinar sobre as estações do ano.	
2021	Nunes, R. C. A., & Dutra, C. M.	Constelações: Jogo de cartas táteis para o ensino de alunos com deficiência visual	Confecção de um jogo didático tátil.	Material feito com o objetivo de ser utilizado por alunos da educação básica com deficiência visual e foi testado com um aluno acadêmico. Os dados evidenciaram que o jogo é uma ferramenta pedagógica que pode proporcionar, juntamente com a mediação do docente, o acesso aos conhecimentos de astronomia. O jogo foi confeccionado com materiais de baixo custo e facilmente encontrados.	Research, Society and Development , v. 10, n. 5, p. e18110514691-e18110514691
2021	Nunes, R. C., & Dutra, C. M.	Oficina de astronomia inclusiva para professores do atendimento educacional especializado	Uma esfera celeste com as constelações do zodíaco táteis e legendas em Braille, uma maquete da trajetória das estrelas, e uma maquete com círculos diurnos dos astros tátil que são paralelos ao equador.	Oficina pedagógica realizada e avaliada positivamente pelos professores do Atendimento Educacional Especializado. Na qual primeiramente tiveram contato com a literatura sobre materiais adaptados inclusivos e posteriormente oficina de produção de materiais, na qual estes docentes identificaram as habilidades que cada recurso didático promovia, baseados nos artigos. Alguns docentes ficaram motivados a procurar sobre grupos de pesquisa ou pós-graduação na área.	Vivências , v. 17, n. 32, p. 213-233
2022	Jesus, D. S., & Anastácio, S. A. F.	Divulgação da astronomia para o público vidente e com deficiência visual: experiência em um espaço não formal de ensino/aprendizagem.	Maquetes de 2 Foguetes Soyuz, 1 Base de lançamento para o Foguete Soyuz, 1 Foguete Saturn 1B, 1 Foguete Saturn V, 1 Ônibus Espacial, 1 Satélite Aeolus, 8 planetas do Sistema Solar	O público infantil reagiu positivamente ao material acessível, com entusiasmo por poder tocá-lo, uma abordagem inédita em exposições. Visitantes com cegueira tiveram experiências diferentes: um visitante infantil expressou estranheza, enquanto um adulto cego se adaptou bem devido à sua familiaridade com o tema e	Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED , v. 3, n. 7, p. 1-22

			com escala de tamanho, maquete em relevo do solo lunar, 1 módulo Lunar Eagle e 1 boneco astronauta Marcos Pontes. Além de cartazes com informações sobre os astronautas.	materiais de relevo. Alunos com baixa visão aprovaram cartazes adaptados. Pessoas com deficiência auditiva mostraram interesse em vídeos de realidade virtual. Estudantes de licenciatura perceberam a importância da preparação para lidar com a diversidade de público, mas enfrentam desafios na adaptação da linguagem e na comunicação com visitantes com deficiência.	
2022	Dias, T. C. D.	MOVIMENTO APARENTE DO SOL NA PERSPECTIV A DO DESENHO UNIVERSAL PARA A APRENDIZAGEM: construção de um produto educacional para a inclusão escolar	Um modelo tridimensional do movimento aparente do Sol no céu	Produto educacional proposto balizado no Desenho Universal para a Aprendizagem, destinado a alunos do 2º ano do ensino fundamental. O material não foi testado, é um protótipo para ser recriado por professores de ciências da Educação Básica, para testá-los e podendo adaptá-los.	Universidade Federal Rural de Pernambuco
2022	Melo, A. P. S. D., & Guedes, L. F.	Astronomia tátil e audível: o ensino da astronomia para alunos com deficiência visual	Uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua, uma maquete do Sistema Solar (com audiodescrição, além do uso de braile) e um Guia Didático para o Professor	Produto educacional testado com uma aluna do 1º ano do ensino médio com deficiência visual e com um professor de geografia da rede privada. A aluna experimentou uma significativa melhoria em sua aprendizagem ao se sentir verdadeiramente incluída em uma aula prática, possibilitada pela utilização de materiais que estimulam diferentes áreas do seu cérebro. Para o professor, o acesso a materiais e recursos de fácil manuseio proporcionou a criação de aulas mais dinâmicas e envolventes.	Universidade Federal Rural de Pernambuco
2022	Oliveira, J. F. D. S. R.	A valorização do ensino da astronomia indígena na educação	Uma Esfera Celeste com constelações indígenas; Uma esfera celeste	Em um curso de formação oferecido pelo Planetário Johannes Kepler, uma das professoras relatou que construiu uma esfera celeste	Universidade de São Paulo

		brasileira	com constelações ocidentais.	tátil com constelações indígenas e uma celeste com constelações ocidentais para incluir alunos com deficiência visual. Ademais, ela pretende futuramente fazer com as constelações de outras culturas. Seu objetivo foi conhecer os materiais táteis, testar a sua finalidade e promover diversidade cultural. Esta ação fez o planetário reconhecer a necessidade de ter materiais táteis com as constelações indígenas.	
2023	Clebsch, A. B., Gonçalves, M. D., Juraszek, B., Silva, L. F., & Pinto, G. B. C.	Sistema Solar inclusivo: da gênese da produção ao contexto da utilização	Uma maquete do Sistema Solar (material tátil-visual que traz a escrita em português, Braille e LIBRAS)	Material construído em curso de formação continuada para professores de física e ciências e posteriormente refeito e exibido no projeto de extensão para estudantes da Educação Básica. Observou-se que houve aprendizagem significativa e inclusão educacional para discentes com e sem deficiência visual e auditiva, pelo fato do material ser multissensorial e plurilinguístico. A interação com o Sistema Solar Inclusivo complementa os estudos da educação formal que geralmente não tem foco nas escalas. O material demonstrou o potencial de contribuir para a construção do conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) para os professores e licenciandos em física.	Revista Insignare Scientia -RIS, 6(5), 226-247
2023	Conceição Silva, A., Marques, P. A., Bhering, E. C., de Farias, J. A., Alves, J. C., & Lorenz-Martins, S.	Da terra à lua em relevo: produção de um recurso didático adaptado para alunos com deficiência visual	Sistema Terra-Lua sem rotação da Lua e com efeito de rotação sincronizada; e Sistema Terra-Lua-Sol para as Fases da Lua.	Pesquisa de Campo conduzida no Instituto Benjamin Constant, onde alunos com deficiência visual avaliaram o recurso didático produzido. O material, "Astronomia I – Terra à Lua e seus Movimentos", recebeu avaliação positiva dos seis alunos participantes, e após essa avaliação e aprovação, foi registrado para distribuição nacional em instituições de	Cuadernos de Educación y Desarrollo, 15(11), 14237-14252

				ensino que o requisitem.	
2023	Rodrigues, F. M	ESTAÇÕES DO ANO POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INCLUSIVA: POTENCIALIDADES DE UMA MAQUETE TÁTIL-VISUAL	Maquete de Estações do Ano	O material não foi aplicado, o trabalho se caracteriza como uma sugestão de uma sequência didática que utiliza maquetes-táteis visuais balizadas pelo Desenho Universal da Aprendizagem. No entanto, os autores destacam que a sequência didática precisa ser implementada para gerar resultados e que a mediação feita pelo professor, com o material, é imprescindível, porque o material por si só não é o suficiente para gerar significados.	Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciências e Matemática, 3(1), e23003-e23003

O aumento de produções acadêmicas a partir de 2011 pode ser um reflexo da presença da astronomia nos currículos escolares, incentivada pelos PCN e presente na elaboração das propostas curriculares municipais e estaduais. Neste sentido, pode indicar que o currículo, embora possa apresentar pontos de reflexões necessárias, ao priorizar certos conteúdos, acaba levando a um aumento nos estudos e é importante para a ampliação e consolidação da área de pesquisa, bem como para as práticas pedagógicas.

Assim, consideramos relevante analisar que tipo de publicações nos levaram a produção de materiais didáticos de astronomia voltados aos estudantes com deficiência visual. Nesta análise, os trabalhos ficaram divididos entre 15 artigos de periódicos, 10 de eventos, 5 TCCs ou monografias de graduação, 5 dissertações e nenhuma tese, como pode ser conferido na Figura 1:

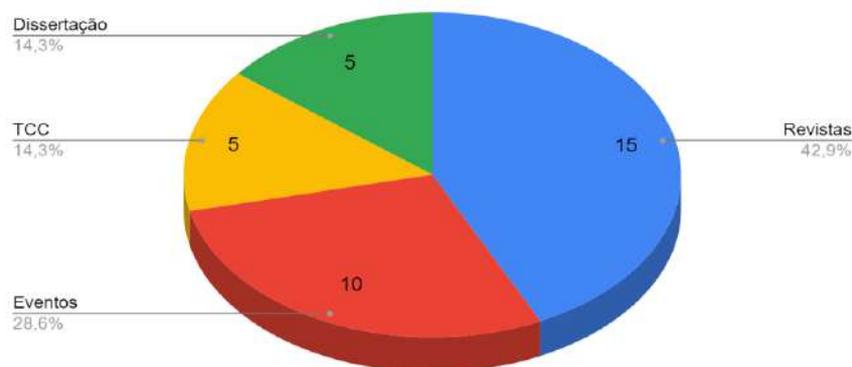


Figura 1. Gráfico distribuição dos tipos de trabalhos entre publicações em revistas, em eventos, trabalhos de conclusão de curso (TCC) e dissertações.

Com relação a esses resultados é interessante perceber que a maior parte das publicações está em revistas e em eventos. Isso pode demonstrar certa urgência de seus autores em divulgar e compartilhar com a comunidade de acadêmicos e de professores os modelos e materiais desenvolvidos, mas também podem implicar em pesquisas que talvez tenham sido desenvolvidas de maneira mais pontuais, isto é, às vezes não foram aplicadas, ou foram com um grupo pequeno. Os trabalhos de monografias, dissertações e teses, de maneira geral, acabam sendo pesquisas mais longas que conseguem se aprofundar mais nas experiências e na análise dos resultados, e ainda são carentes nesta área de estudo.

A Figura 2 propõe uma organização em relação aos temas ou conteúdos dos materiais didáticos, apresentados a partir do levantamento feito:

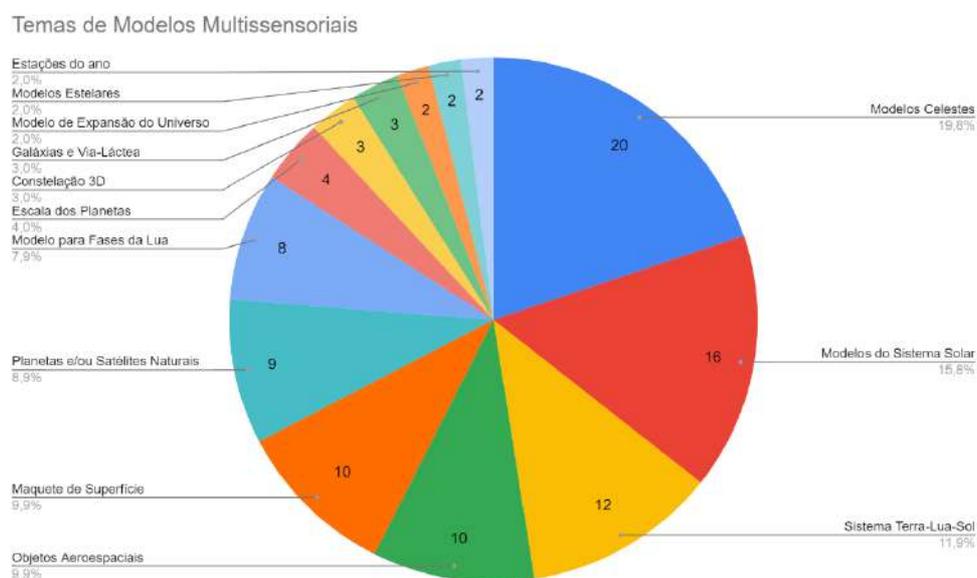


Figura 2. Temas/conteúdos dos modelos apresentados nas publicações analisadas.

Neste gráfico (Figura 2) não aparecem os modelos propostos apenas uma vez, que foram: maquete das leis de Kepler; matriz com eixo de rotação e inclinação da Terra; modelo de órbitas planetárias; maquete de translação da Terra; aplicativo acessível (que possui glossário com termos astronômicos, carta celeste, informações de objetos astronômicos e informações meteorológicas, com audiodescrição); relógio de Sol analemático; maquete de um observatório solar indígena.

Representações do céu, que são tanto de constelações ou do movimento aparente do Sol, foram os modelos mais feitos, considerados em “Modelos celestes”, no entanto, verificou-se que o planeta Terra, a Lua e o Sol foram os objetos celestes representados em maior número. Especificamente o planeta Terra foi o objeto astronômico mais representado, destacando que foi em 12 modelos do Sistema Solar, 16 modelos de sistema Terra-Lua-Sol, em 4 de escala dos planetas, em 5 de planetas Terra tátil, em duas atividades cinestésicas corporal do sistema Terra-Sol-Lua, em duas maquetes de translação da Terra, em uma representação feita com massa de modelar (pelo

próprio aluno), em uma maquete tátil das estações do ano e em algumas outras representações.

Ademais, dos 9 modelos táteis de “Planetas e/ou Satélites Naturais”, além de um destes ser de um livro tátil, cinco eram modelos táteis do planeta Terra e 3 eram modelos planetários com seus satélites, incluindo um de Saturno com seus anéis.

Dos 20 modelos celestes, dois são do movimento aparente do Sol, um modelo do nascer e pôr do Sol representado em uma caixa e um esquema tridimensional do movimento aparente do Sol no céu. Os outros 16 modelos são de constelações, incluindo planisférios, mapas e cartas celestes.

Os objetos aeroespaciais tiveram 10 representações multissensoriais elaboradas, no entanto essas 10 representações fazem parte do mesmo trabalho (Jesus, D. S. & Anastácio, S. A. F., 2022).

Os tópicos de modelos científicos mais abordados foram Sistema Solar e Sistema Terra-Lua-Sol (incluindo esquemas para eclipse solar e lunar), empatados com 16 e 12 modelos, respectivamente. Em seguida, tem-se 8 modelos de fases da Lua, 2 modelos de expansão do Universo e 2 esquemas para explicar as estações do ano.

Foram feitos três jogos inclusivos, e dois deles eram sobre os astros do Sistema Solar, portanto se caracterizam em “Modelos do Sistema Solar”, e um era um jogo de cartas táteis sobre constelações, dessa forma, se caracteriza como “Modelos Celestes”.

Foram elaborados 4 livros táteis, no trabalho de “O Universo ao alcance das mãos” (Tristão, Frizzera & Santana, 2014), e desses foram adaptados dois livros, para pessoas com cegueira e para pessoas com baixa visão, a partir da obra “Viagem ao Céu”, de Monteiro Lobato. Pela análise do artigo e de um vídeo citado nele, constata-se que a obra possui uma imagem que se caracteriza em “Modelo para Fases da Lua” e uma imagem que se caracteriza como “Modelos Celestes”.

Em outro trabalho, foi criado um livro tátil intitulado como “Astronomia na ponta dos dedos” (Lomba, Araujo, Drigo Filho, Gonçalves, Martins & Pinheiro, 2015) que aborda temas diversos e gerais da astronomia. Vale destacar que, este é um raro trabalho que abordou aspectos da história da

astronomia, além de ineditamente abordar outros astros do Sistema Solar, como os Asteroides. Pelos Temas abordados, pode-se caracterizá-los em 1 “Modelos do Sistema Solar”, 1 “Planetas e/ou Satélites Naturais” e 1 “Galáxias e Via-Láctea”.

O último livro foi adaptado da obra “Astronomia Mirim”, de Ruth Bruno, e pela análise da imagem da dissertação (Medeiros, 2015), verifica-se que a adaptação exibe os Astros do Sistema Solar, dessa forma, o livro foi classificado em “Modelos do Sistema Solar”. Inclusive, cabe destacar também que este foi o único trabalho a propor uma atividade cinestésico-corporal, representando o movimento de rotação e translação da Terra, promovendo outras dimensões multissensoriais.

Quatro modelos foram feitos para comparar as escalas dos planetas, demonstrando que tiveram alguns modelos que se preocuparam em abordar a astronomia levando em conta as escalas, dimensões, distâncias e tridimensionalidade. Além disso, observou-se que a maioria das representações de constelações eram bidimensionais, os 20 modelos ficaram classificadas em “Modelos Celestes”, no entanto, foram elaborados apenas três modelos tridimensionais, que foram classificados como “Constelação 3D”.

Destas produções, onze se caracterizam por terem sido propostas ou aplicadas na educação básica formal, quinze na educação não-formal, três em formações de professores, três em ambientes virtuais e três não foram aplicadas e não possuem resultados.

Ademais, dos trabalhos analisados, dezoito foram testados com discentes com deficiência visual, sete com professores, nove com especialistas e com o público de espaços não formais de Educação e três com usuários de softwares educacionais.

5. CONCLUSÕES

A educação em astronomia tem ampliado as suas possibilidades, seja aumentando e solidificando a sua presença nos currículos da educação básica, seja com relação a uma melhoria em seus materiais didáticos, embora, em ambos os casos, ainda são necessárias análises, críticas e aperfeiçoamentos. Especificamente neste trabalho percebemos um aumento das produções de

materiais multissensoriais, visando ensinar astronomia de maneira inclusiva, para pessoas com deficiência visual.

Acredita-se que o Quadro 1, além de ter servido para as análises aqui apresentadas, também servirá para que sejam feitas análises futuras e para a facilitação de outros trabalhos para toda a comunidade científica. No entanto, é de referir-se que, mesmo que se tenha analisado 35 trabalhos científicos encontrados entre o período de 2008 a 2024, é possível que algum deles tenha escapado desta análise, não tenha sido encontrado e, por isso, não tenha sido analisado.

A análise mostrou uma recorrência de produções de modelos táteis-visuais, isto é, maquetes, reproduções de superfícies ou de corpos celestes. Outros recursos sensoriais, ou mesmo materiais que se propusessem ao uso de outros sentidos apareceram, mas ainda de maneira tímida. A maior parte dos astros representados nos materiais didáticos foram: planeta Terra, a Lua, o Sol, e o Sistema Solar, possivelmente porque estes temas estão presentes nos currículos de ensino desde os PCN, e agora na BNCC.

Os tópicos de astronomia que apareceram nestas produções foram: modelos celestes (planisférios e cartas celestes), Sistema Solar e o sistema Sol-Terra-Lua. Com relação a esses tópicos, os conteúdos mais trabalhados foram os planetas, as fases da Lua, eclipses, constelações e observações do céu diurno e noturno. Além de outros tópicos científicos, por exemplo da geografia, como a evolução tectônica da Terra, trópicos e meridianos, e a estrutura interior do planeta. Todos estes tópicos também estão presentes, direta ou indiretamente, nos PCN e na BNCC.

Consideramos que possivelmente a presença da astronomia nos documentos curriculares nacionais deve ter alguma influência no aumento das produções de materiais didáticos de astronomia para estudantes com deficiência visual, especialmente considerando o aumento da produção a partir de 2011, quando o PCN se consolidava e dava origem às propostas curriculares municipais e estaduais.

É importante destacar que embora a astronomia trate de temas complexos, que às vezes necessitam de certa abstração para compreensão sobre a composição, dimensão de corpos celestes ou as distâncias entre eles, já

é comum o uso de algumas analogias, com o objetivo facilitar a compreensão das pessoas. Em especial, a utilização dos materiais multissensoriais, como objetos que podem ser tocados, sentidos e manipulados, mostram-se potentes para estabelecer uma nova interface entre o conteúdo a ser informado e o receptor da informação.

A análise também mostrou a iniciativa de espaços não-formais de educação, como museus de ciências e planetários, em produzir modelos e materiais didáticos multissensoriais, além de testar a utilização de materiais com grupos de pessoas com deficiência ou ainda de professores em formação ou que atuam no Atendimento Educacional Especializado (AEE). Conforme já mencionado em produções anteriores, como por Langhi e Nardi (2009), os espaços de educação não-formal tem um papel relevante para o ensino de astronomia, inclusive contribuindo com a educação formal.

Algo que merece atenção é que nos modelos analisados houve uma predominância de representações bidimensionais em modelos celestes, incluindo cartas, mapas, esferas e planisférios celestes (20 modelos), enquanto as constelações foram representadas de forma tridimensional apenas três vezes, considerando sua profundidade, sem mencionar se estavam na proporção. Vale salientar ainda que, quando o cinturão de asteroide era representado, os objetos eram dispostos muito próximos, podendo gerar uma concepção errônea de como o cinturão é de fato. Desta forma, se observa que o problema apontado por Longhini e Mora (2010) e Leite (2002) também ocorre nas representações de materiais multissensoriais.

Conclui-se que mesmo se utilizando de materiais táteis-visuais, ou materiais pedagógicos adaptados, estando de acordo com as perspectivas de Vigotski e Camargo, já mencionadas neste trabalho, faz-se necessário se atentar às noções de espacialidade e de tridimensionalidade, para que concepções errôneas não sejam desenvolvidas também pelos estudantes com deficiência visual.

Observou-se também uma escassez de modelos propostos que abordavam outros objetos astronômicos do Sistema Solar, como por exemplo, os cometas, asteroides ou meteoros, ou de temáticas mais complexas, como gravitação, Leis de Kepler ou ainda modelos cosmológicos, que tratem, por exemplo, do início e da expansão do Universo.

Os resultados da análise demonstraram grande potencial para inclusão de pessoas com deficiência visual no ensino de astronomia. Os resultados das produções indicam que os materiais e atividades propostas contribuem significativamente para a aprendizagem de conceitos astronômicos por pessoas com deficiência visual, tanto em conteúdos básicos quanto em temas mais abstratos. Também demonstram que os modelos podem promover a aprendizagem de pessoas sem deficiência visual. As iniciativas despertaram interesse pela astronomia em diversos públicos, incluindo alunos, professores e a comunidade em geral, promovendo o ensino e a divulgação científica de forma acessível e inclusiva.

A revisão da literatura mostrou importantes aspectos a serem considerados, e a importância do alinhamento entre o material proposto, as publicações na área e os referenciais teóricos. É necessário compreender que apenas os recursos didáticos não são suficientes para promover a inclusão, por isso a necessidade do alinhamento com as perspectivas teóricas e a sua concretização por meio das sequências e propostas didáticas, a partir da perspectiva da acessibilidade instrumental e da acessibilidade metodológica.

REFERÊNCIAS

- Andrade, D. P. D., & Iachel, G. (2017). A elaboração de recursos didáticos para o ensino de astronomia para deficientes visuais. *XI Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências – XI ENPEC*, Florianópolis.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Brasil. Ministério da Educação e Cultura. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Versão final. (Brasília).
- Brasil. (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei número 58-60 (Brasília).
- Brasil. Ministério da Educação e dos Desportos - SEMTEC. (2002). *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ – Ensino Médio)*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília.
- Brasil. Ministério da Educação e dos Desportos - SEMTEC. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília.
- Camargo, E. P. D., & Silva, D. D. (2006). O ensino de física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um

- evento sonoro-posição de encontro de dois móveis. *Ciência & Educação*, 12, 155-169.
- Camargo, E. P. D. (2012). *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física*. São Paulo: Editora UNESP.
- Carvalho, T. F. G., & Ramos, J. E. F. (2020). A BNCC e o ensino da astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores. *Revista currículo e docência*, 2(2), 23.
- Darim, L. P., Guridi, V. M., & Amado, B. C. (2021). A multissensorialidade nos recursos didáticos planejados para o ensino de Ciências orientado a estudantes com deficiência visual: uma revisão da literatura. *Revista Educação Especial*, 34, 1-28.
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Jesus, D. S., & Anastácio, S. A. F. (2022). Divulgação da astronomia para o público vidente e com deficiência visual: experiência em um espaço não formal de ensino/aprendizagem. *Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED*, 3(7), 1-22.
- Kantor, C. A. (2012). *Educação em Astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural* (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Langhi, R. & Nardi, R. (2009). Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(4), 4402 1-11.
- Leite, C. (2002). *Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia*. (Dissertação de Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Lomba, T. R., Araujo, A. S. D., Drigo Filho, E., Gonçalves, J. A. A. C., Martins, R. M. R., & Pinheiro, M. C. (2015). Divulgação, Educação e Pesquisa em Astronomia. *8º Congresso de Extensão Universitária da UNESP*, São José do Rio Preto-SP.
- Longhini, M. D. & Mora, I. M. (2010). Uma investigação sobre o conhecimento de astronomia de professores em serviço e em formação. *Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica*. Campinas: Átomo, 87-115.
- Medeiros, C.T.A.X (2015). *Alfabetização Científica com um olhar Inclusivo: estratégias didáticas para abordagem de conceitos de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza). Universidade Federal Fluminense, Niterói.

- Nepomuceno, T. A. R. & Zander, L. D. (2015). Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental. *Benjamin Constant*, 1(58).
- Tristão, R.C., Frizzera, A.C.S. & Santana, B.R.B. (2014) O Universo ao alcance das mãos. *III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – III SNEA*, 2014 – Curitiba, PR.
- Vigotski, L. S. (2022). *Obras Completas – Tomo Cinco: Fundamentos de Defectologia*. Tradução do Programa de Ações Relativas às Pessoas com Necessidades Especiais (PEE). Edunioeste, Cascavel.
- Vigotski, L. S. (2011). A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. *Educação e Pesquisa*, 37, 863-869.



O DESAFIO DA INCLUSÃO de NEURODIVERGENTES EM PLANETÁRIOS

Alessandro Damásio Trani Gomes¹

RESUMO: A inclusão de pessoas neurodivergentes em atividades de divulgação científica é um desafio para a área de pesquisa em Educação em Ciências. Este trabalho apresenta o relato de experiência de uma ação extensionista destinada à inclusão desse público. Foram realizadas duas sessões de cúpula no planetário da instituição as quais foram adaptadas para que 32 neurodivergentes pudessem se sentir acolhidos. Após as sessões, os participantes foram convidados a responder a perguntas sobre o que gostaram e aprenderam, sendo incentivados a fazer um desenho sobre o que viram na sessão de cúpula. Os resultados indicam que os neurodivergentes gostaram das sessões e que conseguiram demonstrar, por meio da verbalização e dos desenhos, o que gostaram e/ou o que aprenderam. São discutidas as implicações educacionais da atividade, os desdobramentos e as propostas de novas possibilidades de pesquisa na área.

PALAVRAS-CHAVE: Planetário. Educação não formal. Inclusão. Neurodiversidade. Extensão.

EL DESAFÍO DE INCLUIR A NEURODIVERGENTES EN PLANETARIOS

RESUMEN: La inclusión de personas neurodivergentes en actividades de divulgación científica es un desafío para el área de investigación en Educación en Ciencias. Este trabajo presenta el relato de experiencia de una acción extensionista destinada a la inclusión de este público. Se realizaron dos sesiones de cúpula en el planetario de la institución, que fueron adaptadas para que 32 neurodivergentes pudieran sentirse acogidos. Después de las sesiones, se invitó a los participantes a responder preguntas

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil. E-mail: alessandrogomes@ufsj.edu.br

sobre lo que les gustó y lo que aprendieron, y se les animó a hacer un dibujo sobre lo que vieron en la sesión de cúpula. Los resultados indican que los neurodivergentes disfrutaron de las sesiones y que lograron demostrar, mediante la verbalización y los dibujos, lo que les gustó y/o lo que aprendieron. Se discuten las implicaciones educativas de la actividad, los resultados, y se proponen nuevas posibilidades de investigación en el área.

PALABRAS CLAVE: Planetario. Educación no formal. Inclusión. Neurodiversidad. Extensión universitaria.

THE CHALLENGE OF INCLUDING NEURODIVERGENTS IN PLANETARIA

ABSTRACT: The inclusion of neurodivergent individuals in science outreach activities poses a challenge for research in Science Education. This paper presents an experiential report on an extension action aimed at including this audience. Two dome sessions were held at the institution's planetarium, which were adapted to ensure that 32 neurodivergent participants felt welcomed. After the sessions, participants were invited to answer questions about what they enjoyed and learned, in addition to being encouraged to create a drawing of what they saw during the dome session. The results indicate that the neurodivergent participants enjoyed the sessions and were able to express, through verbalization and drawings, what they liked and/or learned. The educational implications of the activity are discussed, as well as the outcomes, and further research possibilities in the field are proposed.

KEYWORDS: Planetarium. Non-formal learning. Inclusion. Neurodiversity. University extension.

1. INTRODUÇÃO

A área de Educação em Ciências tem enfatizado a crescente importância de que as pessoas sejam alfabetizadas cientificamente, assim capacitadas a tomar decisões conscientes e críticas sobre assuntos relacionados à ciência e à tecnologia (Sasseron & Carvalho, 2011). A divulgação científica, como processos comunicacionais, exerce um papel cultural fundamental na disseminação de informações, valores e atitudes relacionados a uma ampla gama de questões científicas e tecnológicas, contribuindo para a democratização do conhecimento científico.

Porém, o relatório executivo sobre a percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil, realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2019), mostra que apesar de a sociedade brasileira manter uma visão positiva

sobre a ciência e a tecnologia, a visitação a espaços de difusão científico-cultural está aquém do esperado. Grande parte dos brasileiros (cerca de 70%) não visita locais tais como jardim zoológico, jardim botânico, parques ambientais, museus, centros de ciência e tecnologia e, especialmente, planetários.

Os planetários digitais são espaços de educação não formal dedicados à divulgação científica em astronomia, constituindo-se em espaços imersivos adequados para a comunicação da cultura científica, a troca e o compartilhamento de conhecimentos, contribuindo para a percepção do papel da ciência no desenvolvimento científico, tecnológico e social.

O Estatuto da Pessoa com Deficiência, em seu artigo 8º, assegura que é dever de todos (Estado, sociedade e família) assegurar à pessoa com deficiência a efetivação dos direitos referentes, entre outras coisas, à educação, à acessibilidade, à cultura, à informação, à comunicação, aos avanços científicos e tecnológicos, à dignidade e ao respeito (Brasil, 2020). Portanto, além de se constituir em uma demanda crescente, é dever de quem trabalha com divulgação científica garantir que todos tenham acesso às valorosas vivências científicas proporcionadas pela educação não formal.

Contudo, a realidade da inclusão de neurodivergentes em espaços não formais de educação como zoológicos, jardins botânicos, museus, centros de ciências e planetários ainda é precária. Pesquisas apontam a escassez de locais adequados para o desenvolvimento de atividades educacionais e científico-culturais com neurodivergentes (Gomes, 2015; Halpern, 2019).

Este trabalho tem como objetivo discutir a inclusão de pessoas neurodivergentes em planetários e apresentar o relato de experiência de uma ação extensionista destinada à inclusão de um grupo de 32 neurodivergentes em duas sessões de cúpula realizadas no planetário da UFSJ.

Este trabalho contribui para a concretização de um dos objetivos de desenvolvimento sustentável, integrantes da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, que visa “assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (UNESCO, 2017, p. 6).

2. A INCLUSÃO DE NEURODIVERGENTES EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO

Segundo o Estatuto da Pessoa com Deficiência, em seu artigo 2º, uma pessoa com deficiência é

aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (Brasil, 2020).

O termo neurodiversidade foi utilizado pela primeira vez pela socióloga australiana Judy Singer na década de 1990, sendo ela própria uma pessoa com Síndrome de Asperger, resignificando o debate sobre o tema e os direitos de pessoas, sobretudo, no âmbito do Transtorno do Espectro Autista (TEA). Para os adeptos do conceito, o TEA não se trata de uma doença ou uma deficiência, mas é parte essencial e constitutiva daqueles que o possuem (Ortega, 2009).

Neurodiversidade é, portanto, um conceito que se refere à ideia de que as diferenças neurológicas, como TEA, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtorno desintegrativo da infância, transtorno generalizado do desenvolvimento não especificado, transtorno bipolar, dislexia, Síndrome de Tourette, transtorno de ansiedade generalizada e outras condições neurológicas, são uma parte natural da diversidade humana. Em vez de ver essas diferenças como desvios ou deficiências, a neurodiversidade defende que estas devem ser aceitas e respeitadas como uma variante genuína da condição humana (Ortega, 2009).

Dessa forma,

a diversidade neurológica humana não deve ser estigmatizada nem estigmatizante. Deve, sim, ser entendida como algo que ocorre naturalmente em todos os seres humanos e que reflete a riqueza da pluralidade humana e do nosso potencial de modificação. Hoje as neurociências nos auxiliam a compreender a habilidade de transformação e melhoria do funcionamento do cérebro humano e sua admirável capacidade de aprendizagem (Marques, 2021, p. 14).

De acordo com uma pesquisa recente, uma em cada 36 crianças estadunidenses com idade de oito anos foi diagnosticada como sendo neurodivergente (Maenner et al., 2023). Esse resultado demonstra a necessidade de pautarmos a questão da inclusão desse público em espaços não formais de educação para que os neurodivergentes tenham acesso a bens culturais e científicos, o que lhes é garantido por lei.

Os espaços não formais de educação se referem a ambientes e situações de aprendizagem que ocorrem fora do contexto tradicional de sala de aula e que não seguem uma estrutura educacional formal. Ao contrário do ensino formal, que ocorre em instituições educacionais normativas, como escolas e universidades, os espaços não formais de educação são mais flexíveis e, por isso, possuem maior potencial de inovação.

A educação não formal apresenta características distintas que a diferenciam do modelo tradicional de ensino formal. Sua flexibilidade é evidente na ausência de estruturas rígidas e horários fixos, permitindo uma abordagem adaptável às necessidades individuais dos participantes. Essa forma de aprendizagem ocorre em uma variedade de ambientes, tais como museus, bibliotecas e comunidades, destacando-se pela diversidade de contextos. A ênfase na prática e na experiência direta proporciona uma abordagem mais dinâmica, permitindo que os aprendizes explorem, experimentem e desenvolvam habilidades de forma pessoal e concreta. A participação voluntária é uma característica marcante, sendo uma escolha motivada pelos interesses pessoais dos envolvidos. Além disso, a educação não formal se destaca pelo foco no desenvolvimento de habilidades práticas relevantes para a vida cotidiana e pelo reconhecimento da aprendizagem como um processo contínuo ao longo da vida. A interatividade e a participação ativa do público, juntamente com a adaptação a contextos locais, enriquecem ainda mais essa abordagem educacional, que busca atender às diversas necessidades da comunidade (Jacobucci, 2008; Gohn, 2006).

Com suas características particulares, a educação não formal contribui para capacitar o indivíduo para a cidadania, ao

[...] abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais. Seus objetivos não são dados a priori, eles se constroem no processo interativo, gerando um processo educativo. Um modo de educar surge como resultado do processo voltado para os

interesses e as necessidades que dele participa. A construção de relações sociais baseadas em princípios de igualdade e justiça social, quando presentes num dado grupo social, fortalece o exercício da cidadania. A transmissão de informação e formação política e sociocultural é uma meta na educação não formal. Ela prepara os cidadãos, educa o ser humano para a civilidade, em oposição à barbárie, ao egoísmo, individualismo etc. (Gohn, 2006, p. 29-30).

Os planetários digitais são espaços de educação não formal dedicados à divulgação científica em astronomia, constituindo-se em espaços imersivos adequados para a comunicação da cultura científica, a troca e o compartilhamento de conhecimentos, contribuindo assim para a percepção do papel da ciência no desenvolvimento científico, tecnológico e social.

Tais espaços, “para serem acessíveis, precisam que seus serviços estejam adequados para serem alcançados, acionados, utilizados e vivenciados por qualquer pessoa, independentemente de sua condição física ou comunicacional” (Sarraf, 2008, p. 38).

No mesmo sentido, Salasar (2019, p.13) afirma que:

Trabalhar com inclusão em ambientes culturais vai além de assegurar que os direitos à cultura sejam garantidos e efetivados; é ampliar espaços de fruição para os mais diversos públicos. E quando se fala em fruição, não é somente estar naquele espaço cultural, mas sim poder expressar-se, participar e produzir novos conhecimentos. Dentro deste contexto, acessibilidade e inclusão são dois conceitos fundamentais, distintos, mas que não podem ser dissociados.

Rocha e colaboradores (2021, p. 106) afirmam que a acessibilidade física das estruturas e exposições é, atualmente, uma das preocupações predominantes nesses espaços. Porém, a acessibilidade para os neurodivergentes vai além dos aspectos de infraestrutura do espaço, envolvendo, sobretudo, aspectos atitudinais e comunicacionais “que estão fortemente relacionados com o acolhimento, a participação e a permanência”.

Nenhum recurso técnico voltado para a satisfação de exigências de acessibilidade efetivamente logrará êxito se desacompanhado de uma acessibilidade comunicacional e

atitudinal previamente desenvolvidas, que permitam orientar o manejo desses mesmos recursos, viabilizando uma implantação efetiva e, por conseguinte, eficaz (Tojal, 2015, p. 191).

As dificuldades de se produzir/adaptar materiais com o intuito de ampliar a relação de pessoas neurodivergentes com o conhecimento científico são enormes. Leite e Dainez (2022), por exemplo, trazem dados expressivos sobre o reduzido número de publicações sobre recursos didáticos que envolvam os estudantes com deficiência intelectual e com transtorno do espectro autista na área das ciências naturais.

Em uma pesquisa realizada com 370 mediadores de 73 centros e museus de ciência brasileiros, Carlétti e Massarani (2015) demonstram que cerca de 60% deles declararam que se sentem inseguros para atender pessoas com deficiência. Já no trabalho de Rocha e colaboradores (2021), dos 298 mediadores, apenas um quarto (75) do total de respondentes afirmaram que se sentem preparados para atender pessoas com deficiência.

Abreu et al. (2019) pesquisam a acessibilidade em planetários e observatórios astronômicos de 15 instituições nacionais. Os autores concluem que apesar de avanços na acessibilidade física em planetários e observatórios astronômicos brasileiros, ainda há uma significativa falta de ações nas áreas de acessibilidade atitudinal e comunicacional.

Marranghello e colaboradores (2018) destacam que a acessibilidade e a inclusão de pessoas com deficiência continuam sendo desafios prementes em planetários, considerando as especificidades desses locais. Felizmente, esses espaços têm progressivamente adotado medidas, desenvolvido estratégias e instituído programas e políticas voltados à inclusão e ao atendimento do público com deficiência, demonstrando um compromisso crescente com a acessibilidade e inclusão (Abreu et al., 2019). Algumas ações veem sendo desenvolvidas para a inclusão de pessoas neurodivergentes em planetários, como no Planetário de Buenos Aires (Cacace & Pereyra, 2022), no Royal Observatory Greenwich (Avery, 2018) e no Eugene Science Center (Schwartzman & Knowles, 2022) e no *Frontiers of Flight Museum* (Fletcher et al., 2022).

3. O PROGRAMA DE EXTENSÃO

A extensão universitária representa a relação direta entre a universidade e a comunidade, sendo compreendida como um processo interdisciplinar educativo, cultural, científico e político, que, de forma integrada ao ensino e à pesquisa, promove uma interação bidirecional, dialógica e transformadora entre a universidade e os demais setores da sociedade (FORPROEX, 2012).

Para Santos (2010, p. 13),

há de se afirmar que ensino-pesquisa-extensão apresentam-se hoje, no âmbito das universidades brasileiras, como uma de suas maiores virtudes e expressão de compromisso social, uma vez que o exercício de tais funções é requerido como dado de excelência na Educação Superior, fundamentalmente voltada para a formação acadêmica e profissional de docentes e discentes, à luz da apropriação e produção do conhecimento científico.

A extensão se configura, portanto, como o compromisso social da universidade, destacando-se como uma ferramenta essencial para o fortalecimento dos laços entre o conhecimento acadêmico e as demandas sociais, contribuindo para o desenvolvimento mútuo e a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva.

Fundamentados no princípio da extensão como um processo educativo, projetos de extensão universitária, alinhados à concepção acadêmica, buscam estabelecer uma conexão intrínseca entre diversos domínios do conhecimento e a realidade social. Ao promoverem essa integração, visam não apenas gerar conhecimento, mas também enriquecer a formação humana e contribuir para a transformação social. Assim, as atividades de extensão, percebidas como estímulos para a reflexão e a crítica, desempenham um papel vital ao deslocarem a informação de um espaço prioritário, nutrindo o processo de criação de conhecimento e favorecendo um ambiente propício para o desenvolvimento humano e social.

O programa de extensão “Planetário da UFSJ” vem sendo desenvolvido desde 2016. O objetivo geral do programa é promover a divulgação científica por meio da astronomia e da interdisciplinaridade, com ações específicas baseadas em um planetário, o qual conta com domo não inflável, dotado de uma estrutura de alumínio em formato geodésico, com 6 metros de diâmetro e 4,2

metros de altura. O planetário promove sessões quinzenais abertas ao público em geral e atende, via agendamento, escolas das redes pública e privada da região. A operação do planetário é feita por meio de um sistema digital com projetor único, adequado para a projeção hemisférica no interior em cúpulas.

O público participante do programa de extensão, até o final de julho de 2024, foi de 14.200 pessoas, sendo realizadas 717 sessões de cúpula. Destas, 527 sessões se destinaram às escolas da educação básica, públicas e particulares. Cerca de 11.075 alunos de 36 escolas da região puderam participar das atividades desenvolvidas. Também foram realizadas 149 sessões regulares, abertas à comunidade, que contaram com cerca de 2.400 visitantes e, ainda, outras 41 sessões para 725 pessoas, destinadas a alunos e a programas internos da UFSJ.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O desafio de incluir pessoas neurodivergentes em sessões de cúpula de planetário foi assumido por uma equipe que conta com duas bolsistas de extensão, um bolsista BDCTI – nível VI, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), além do coordenador do programa.

As ações da equipe foram coordenadas por uma profissional, também neurodivergente, assistente terapêutico em Análise do Comportamento Aplicada (ABA) e especializada em inclusão escolar, que desenvolve ações para promover a inclusão social e cultural de um grupo de crianças, jovens e adultos neurodivergentes, incluindo visitas a museus, galerias de artes, restaurantes, parques etc. Tal esforço vai ao encontro das ideias de Vigotski (2011) ao afirmar que “o desenvolvimento cultural é a principal esfera em que é possível compensar a deficiência. Onde não é possível avançar no desenvolvimento orgânico, abre-se um caminho sem limites para o desenvolvimento cultural” (p. 869).

A atividade desenvolvida teve como inspiração a abordagem do Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), que busca criar ambientes de aprendizagem flexíveis e inclusivos para atender às especificidades de todos os alunos. Segundo Levey (2023), o DUA é alicerçado em três grandes princípios fundamentais:

- Múltiplas formas de representação: fornecer informações e conteúdo de várias maneiras para atender a diferentes estilos e preferências de aprendizagem;
- Múltiplas formas de engajamento: reconhecer e acomodar os diversos interesses e motivações dos alunos, o que envolve a criação de atividades e experiências de aprendizagem que sejam envolventes e explorem os interesses, pontos fortes e desafios de diferentes alunos;
- Múltiplas formas de ação e expressão: permitir que os alunos possam demonstrar de várias maneiras sua compreensão e domínio do conteúdo.

Prais e Rosa (2017, p.145) defendem que

a organização da atividade de ensino subsidiado pelos princípios orientadores do DUA planifica as atividades, os objetivos, os recursos e as estratégias pedagógicas, as intenções e as práticas condizentes com o movimento da educação inclusiva, ou seja, visa a assegurar o direito de todos à educação, por meio de um ensino organizado para satisfazer às necessidades de aprendizagem dos alunos.

Pessoas neurodivergentes frequentemente enfrentam dificuldades em interações sociais, como manter contato visual, comunicar-se eficientemente e participar de atividades em grupo. Muitas apresentam uma aparente indiferença afetiva e falta de empatia emocional, o que pode ser mal interpretado. Além disso, costumam necessitar de rotinas bem estabelecidas, pois mudanças inesperadas podem causar desconforto.

É comum também o desenvolvimento de hiperfocos, interesses intensos em determinados assuntos. (Guedes, Coelho Neto & Blanco, 2020; Shaw & Oliveira, 2022). Essas pessoas podem apresentar características como hipersensibilidade ou hipossensibilidade auditiva, tátil ou visual, além de comportamentos repetitivos ou estereotipados, que são frequentemente mal compreendidos (Favacho & Santos, 2023). As manifestações do TEA e de outros transtornos variam amplamente, justificando sua classificação como espectro, com graus variados de severidade.

Como forma de lidar com a neurodiversidade, Marques (2021) afirma que as neurociências sugerem diversas práticas educativas, além de recomendarem o uso de múltiplas estratégias, estímulos sensoriais, acolhimento, emoção e afeto, de forma a auxiliar a compreensão dos conteúdos e facilitar a aprendizagem.

Considerando essas especificidades do público visitante, as adaptações realizadas para o seu acolhimento estão relacionadas no Quadro 1. A primeira ação se consistiu na filmagem do espaço e na apresentação prévia ao grupo participante. Atividades antecipatórias desempenham um papel crucial no apoio a pessoas neurodivergentes, ajudando a criar um ambiente mais previsível e menos estressante. Para esses indivíduos, mudanças súbitas ou eventos inesperados podem ser extremamente desestabilizadores, provocando ansiedade e até comportamentos disruptivos.

Sessões regulares	Sessões adaptadas
Sons altos fazem parte do show.	Um ambiente mais agradável é criado graças à moderação dos sons.
Durante a apresentação, a planetarista utiliza microfone.	A planetarista não utiliza microfone durante a apresentação.
Alguns efeitos visuais e sonoros são produzidos para impactar e surpreender o público.	Os efeitos visuais e sonoros são mais suaves e todos antecipados.
Duração de aproximadamente uma hora e 30 minutos.	Duração de aproximadamente uma hora.
Ambiente completamente escuro.	Ambiente bem escuro, mas com a porta deixando entrar alguma claridade por baixo.
As pessoas devem permanecer deitadas ou sentadas durante a sessão.	As pessoas podem se movimentar da forma que desejam.

Quadro 1. As adaptações realizadas para as sessões com o grupo de neurodivergentes. Fonte: inspirado em Cacace e Pereyra (2022).

O volume do som foi reduzido e a planetarista não utilizou microfone (ainda assim, dois participantes utilizaram abafadores de som). O tempo de sessão foi reduzido e os participantes tiveram a liberdade de se movimentar da forma que desejassem durante todo o tempo.

Antes e durante a sessão, houve descrições prévias dos eventos que ocorreriam. Ao se incorporar atividades antecipatórias, como a preparação para transições, explicações claras sobre o que esperar, é possível reduzir significativamente o estresse e melhorar a capacidade de adaptação de pessoas neurodivergentes. Essas atividades não só promovem um senso de segurança e controle, mas também facilitam uma participação mais ativa em diversas situações, especialmente em ambientes novos e ainda desconhecidos. Em um contexto educacional ou terapêutico, a implementação de práticas

antecipatórias pode transformar a experiência de aprendizagem, permitindo que os neurodivergentes se concentrem melhor nas atividades e interajam de maneira mais positiva com o mundo ao seu redor.

Participaram da atividade 45 pessoas, sendo 32 neurodivergentes, três assistentes terapêuticos e dez acompanhantes. O grupo de neurodivergentes era bastante heterogêneo, composto de 14 crianças entre quatro e 12 anos, seis jovens entre 12 e 20 anos e 12 adultos entre 21 e 35 anos, em sua maioria autistas de níveis 1 e 2. O grupo foi dividido em dois e foram realizadas duas sessões de cúpula, uma para cada grupo, em dias diferentes. Ressalta-se que a pesquisa foi devidamente autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Unidades Educacionais de São João del-Rei (CAAE: 61419222.9.0000.5151).

As sessões de cúpula foram conduzidas pelas bolsistas de extensão, que as iniciaram com perguntas disparadoras, incentivando a participação do público, para que se estabelecesse uma abordagem dialógica e problematizadora.

Respeitar a leitura de mundo do educando significa toma-la como ponto de partida para a compreensão do papel da curiosidade, de modo geral, e da humana, de modo especial, como um dos impulsos fundantes da produção do conhecimento. E preciso que, ao respeitar a leitura do mundo do educando para ir mais além dela, o educador deixe claro que a curiosidade fundamental a inteligibilidade do mundo e histórica e se dá na história, se aperfeiçoa, muda qualitativamente, se faz metodicamente rigorosa. E a curiosidade assim metodicamente rigorizada faz achados cada vez mais exatos. No fundo, o educador que respeita a leitura de mundo do educando, reconhece a historicidade do saber, o caráter histórico da curiosidade, desta forma, recusando a arrogância cientificista, assume a humildade crítica, própria da posição verdadeiramente científica (Freire, 1996, p. 46).

Segundo Santos et al. (2016, p. 208), “a dialogicidade se estabelece entre os sujeitos envolvidos sobre a realidade que os mediatizam. Com o processo educativo dialógico e problematizador está subjacente a ideia de transformação para uma sociedade mais humanizada”, mais inclusiva, que compreenda as diferenças e ofereça oportunidades de aprendizagem a todos.

Foi feita uma apresentação interativa sobre os movimentos aparentes do Sol e da Lua, simulações de anoitecer e amanhecer, a identificação dos planetas visíveis da Terra a olho desarmado e de algumas constelações mais tradicionais. Em seguida, foi feita a exibição de um filme no qual são apresentados os astros do Sistema Solar e um pouco sobre a composição e características físicas do Sol, dos planetas e de alguns satélites naturais. Ao final, simula-se uma “carona” em um cometa para retornar à Terra, possibilitando uma visão mais detalhada do nosso planeta visto do espaço.

Após a sessão, os participantes foram convidados a fazerem um desenho sobre o que aprenderam e/ou o que mais gostaram. O desenho, como instrumento de pesquisa para a identificação de concepções dos participantes, sobretudo crianças, tem recebido muita atenção como objeto de estudo. Os desenhos são considerados ferramentas de pesquisa bastante fáceis de serem aplicados e são bem recebidos pelo público em geral (Katz, 2017).

Enquanto os neurodivergentes desenhavam, o bolsista BDCTI fazia-lhes três perguntas: (i) Você gostou da visita ao planetário? (ii) O que você mais gostou? (iii) O que você aprendeu hoje? Apesar de parecer trivial, pesquisas indicam que pessoas neurodivergentes, sobretudo crianças, têm dificuldades para reter informações na memória de trabalho e de curto prazo (Puccini, Puccini & Chang, 2013), o que pode resultar em dificuldades para responder às perguntas e se lembrar de detalhes para o desenho.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, os neurodivergentes gostaram bastante da sessão. Tanto os adultos quanto os jovens e as crianças se encantaram quando o Sol se pôs e o céu escureceu. O momento foi marcado por expressões de admiração como “uau!”, “nossa!”, “que lindo!”, seguidas de palmas, em uma das sessões. As crianças, mais empolgadas, ficaram de pé muitas vezes e tentavam estender as mãos para tocar as estrelas. Quando foram apresentadas as constelações do zodíaco, o público mostrou familiaridade com os nomes e interesse pelo tema. A visão dos planetas também provocou reações de surpresa e fascínio, tornando-se uma das partes que mais atraiu a atenção dos participantes.

Todos os 32 neurodivergentes responderam que gostaram da visita ao planetário, com respostas como “achei muito legal” ou “gostei muito”. Isso

indica que as adaptações feitas foram satisfatórias para receber esse público especial.

Sobre o que mais gostaram, os participantes responderam que gostaram do filme exibido, dos planetas, inclusive dos planetas anões, das constelações e de aprender mais detalhes sobre os astros do Sistema Solar. As respostas abaixo ilustram um pouco do universo das respostas obtidas:

“De ver o céu e estrelado” (4 anos).

“Ver que a Terra gira em torno do sol e ver as estações” (10 anos).

“Poder se aproximar dos planetas, galáxias e poder colocar o céu no momento que a gente quiser” (29 anos).

“Achei muito interessante ver as estrelas com os desenhos das constelações, porque a gente acha que são só as 12, mas na verdade existem muitas outras, juntamente com a interação com quem apresenta” (30 anos).

“Ver os detalhes de cada planetas, a posição e detalhes das galáxias e ver essas coisas que normalmente a gente não consegue ver, perceber que somos muito pequenos em relação ao universo também é muito interessante” (35 anos).

“Gostei de tudo, mas assim que escurece e aparece os planetas” (33 anos).

“A apresentação de cada planeta e as luas que eles possuem” (13 anos).

Ao responderem à terceira pergunta, acerca do que aprenderam, as respostas foram bem variadas. De forma geral, os participantes responderam sobre características dos planetas e seus satélites naturais; sobre a existência de planetas anões; que os nomes dos planetas estão relacionados a deuses da mitologia greco-romana; sobre as constelações e seus formatos. As falas abaixo ilustram algumas das respostas:

“Apreendi como foram criadas as constelações e como os nossos antepassados se orientavam por elas” (35 anos).

“O motivo dos planetas serem redondos e a formação dos anéis de Saturno” (29 anos).

“Aprendi muitas coisas e que existem mais planetas anões”
(13 anos).

“Aprendi sobre os planetas, que o sol também é uma estrela”
(6 anos).

“Saber que plutão tem 5 luas” (14 anos).

“Aprendi que vários planetas tem várias luas e que existem
várias galáxias” (7 anos).

“Saber que marte tem gelo nos polos foi bem novo pra mim”
(35 anos).

Os desenhos feitos pelos participantes variaram de acordo com a idade, foco da atenção, grau de neurodiversidade etc. Alguns exemplos estão representados na Figura 1.

Em (a), tem-se o desenho do Sistema Solar de uma menina de 8 anos. Ela representou os astros com cores adequadas, na ordem correta e com Sol bem maior que os demais. Além disso, ela desenhou corações, indicando, talvez, um apreço pelo conteúdo e/ou atividade realizada. Por sua vez, em (b), tem-se o desenho do planeta anão Haumea, feito por um adulto de 31 anos que se surpreendeu ao saber que esse astro não era esférico como os demais. Já em (c), tem-se também a representação do Sistema Solar, feita por um adolescente de 14 anos, com cores adequadas para os corpos celestes e anéis também em Urano. Por fim, em (d), outro adulto desenhou Marte, evidenciando a presença de gelo em seu polo.

O fato de os participantes terem conseguido expressar o que gostaram e/ou aprenderam nas sessões de cúpula indica que o cuidado na preparação do ambiente para o acolhimento do público e o desenvolvimento da sessão foram adequados. Mais relevante do que apenas evidenciar indícios de aprendizagem entre os participantes com a atividade realizada, foi proporcionar-lhes um contato enriquecedor com o conhecimento científico. De maneira envolvente, imersiva e inclusiva, buscou-se despertar neles a curiosidade por temas científicos e astronômicos. A divulgação científica desempenha um papel crucial para esse público, ao oferecer informações acessíveis, permitindo que as pessoas neurodivergentes também se beneficiem do fascinante universo da ciência.

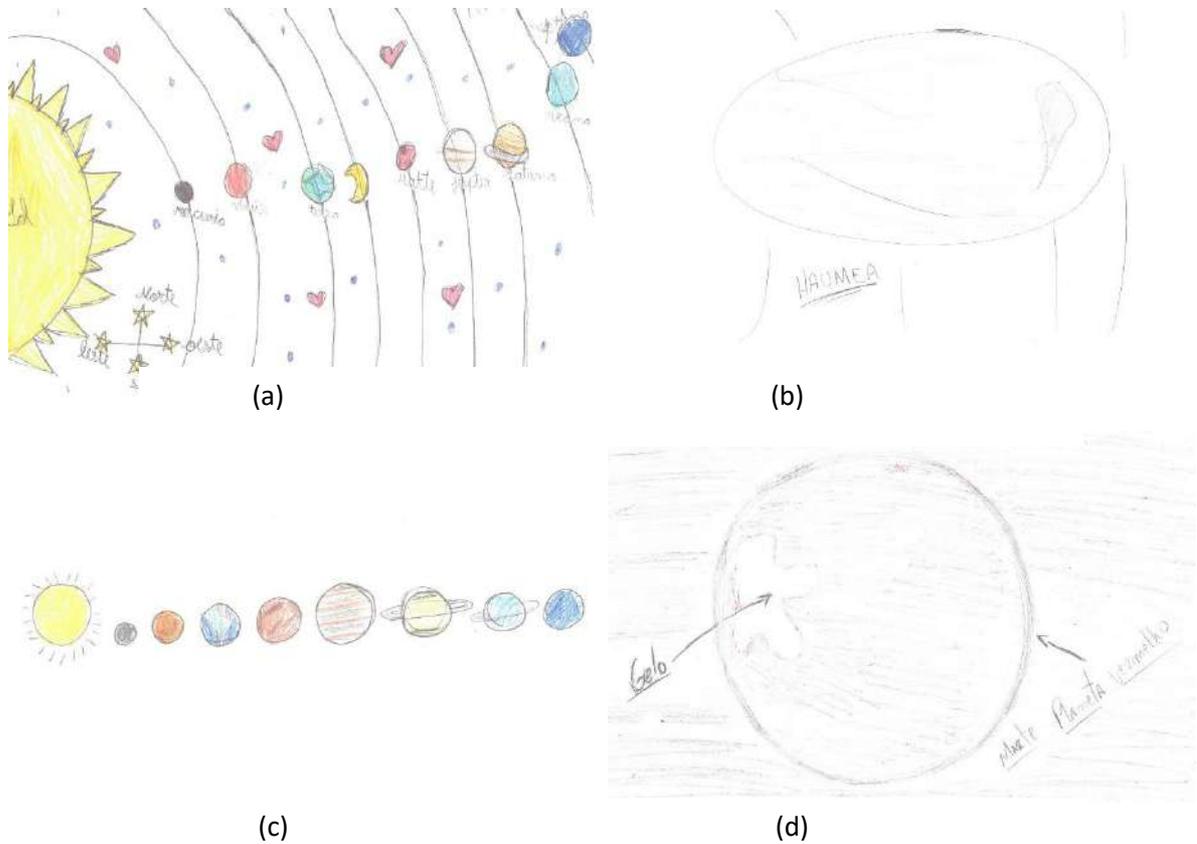


Figura 1. Exemplos de desenhos realizados pelos participantes.
Fonte: dados de pesquisa (2024).

6. CONCLUSÕES

O desafio significativo da extensão universitária reside em repensar a interconexão entre ensino, pesquisa e as demandas sociais, visando estabelecer as contribuições efetivas para o aprofundamento da cidadania e a transformação da sociedade. A missão dos projetos de extensão vai além da simples existência, evidenciando a importância crucial de sua atuação na

construção de uma relação sólida entre as universidades e a sociedade em que estão inseridas.

Não podemos esperar que uma inclusão efetiva nos diversos espaços educacionais ocorra apenas após o aporte financeiro para a garantia da acessibilidade física (o que não deixa de ser importante). Iniciar ou contribuir para a inclusão é uma obrigação de todos os envolvidos com a divulgação científica que ocorre nesses espaços. A dedicação, a sensibilidade e a atitude de todos que lidam com pessoas neurodivergentes são determinantes para a satisfação e uma experiência prazerosa durante as visitas (Martins, 2013).

O desenvolvimento das sessões de cúpula e das atividades de pesquisa estiveram de acordo com os princípios do DUA. O planetário propicia múltiplas formas de representação dos fenômenos celestes, envolvendo som e imagem, criando um ambiente envolvente e imersivo. Durante as sessões de cúpula, os participantes puderam expressar múltiplas formas de engajamento, ao serem instigados a perguntar e a manifestar as opiniões sobre os temas apresentados. Finalmente, foram proporcionadas aos participantes condições para que manifestassem múltiplas formas de ação e expressão. Durante as sessões, o público pôde aplaudir, ficar em pé, deitar-se no chão e agir livremente no espaço. Os participantes também puderam, por meio de desenhos e fala, manifestar o que gostaram e aprenderam no planetário.

Os resultados obtidos por meio das atividades descritas neste relato de experiência são animadores e nos incentivam a procurar formas mais eficientes de inclusão. A equipe está trabalhando com a tradução e edição dos filmes disponíveis no planetário para LIBRAS, a edição dos filmes para melhor adaptá-los à idade e às condições dos visitantes, à produção de novos vídeos e à tradução para o português de vídeos disponíveis em sites especializados. Pesquisas estão sendo elaboradas para acompanhar grupos de neurodivergentes em observações astronômicas a olho desarmado e por meio de instrumentos (lunetas, binóculos e telescópios), bem como o impacto, sobre esse público, da associação entre sessões de cúpula e observações astronômicas.

A divulgação científica que incorpora acessibilidade, inclusão, diversidade e equidade não apenas torna as ciências mais acessíveis a todos, mas também amplifica seu impacto, promovendo uma sociedade mais justa e informada,

ajudando assim a construir uma comunidade científica mais representativa e inclusiva.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFSJ, pela concessão das bolsas de extensão, e à FAPEMIG, pelo apoio financeiro no desenvolvimento do projeto (APQ--03318-22).

REFERÊNCIAS

- Avery, E. (2018). Autism spectrum disorder and the planetarium, in: *Communicating astronomy with the public conference*, Ed. Agata, H. et al., Fukuoka, 234.
- Brasil. *Estatuto da pessoa com deficiência*. Coordenação de Edições Técnicas, Brasil, 2020.
- Cacace, G., & Pereyra, A. (2022) Astronomy without borders: Planetario Accesible. *Revista Mexicana de Astronomia y Astrofisica Serie de Conferencias (RMxAC)*, 54, 39.
- Carlétti, C., & Massarani, L. (2015) Mediadores de centros e museus de ciência: um estudo sobre quem são estes atores-chave na mediação entre a ciência e o público no Brasil. *Journal of Science Communication*, 14, 1.
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Percepção pública da C&T no Brasil – 2019*. Resumo executivo. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasil, 2019.
- Favacho, D. G. A., & Santos, N. C. (2023). Ensino-Aprendizagem em Ciências de Alunos com Transtorno do Espectro Autista. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e40432-7.
- Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. *Política Nacional de Extensão*. FORPROEX, Brasil, 2012.
- Fletcher, T. S., Chen, A., Pizarro, E. O., Norris, A., Tripp, M., & Tran, J. (2022) Sensory spaces on wheels: Meeting neurodiverse community members where they are. *OT Practice*, 27, 24.
- Freire, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra, Brasil, 1996.
- Gohn, M. D. G. (2006) Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação*, 14, 27.

- Gomes, P. et al. (2015) Autism in Brazil: a systematic review of family challenges and coping strategies. *Jornal de pediatria*, 91, 111.
- Guedes, D. F., Neto, J. C., & Blanco, M. B. (2020). Percurso investigativo de um curso de capacitação para professores com o uso de recurso tecnológico na alfabetização de alunos com Transtorno do Espectro Autista. *Revista Educação Especial*, 36, 1.
- Halpern, A. A. *Manual de Orientação: Transtorno do Espectro do Autismo*. Sociedade Brasileira de Pediatria, Brasil, 2019.
- Jacobucci, D. F. C. (2008) Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. *Revista em extensão*, 7, 55.
- Katz, P. (Ed.) *Drawing for science education: An international perspective*. Sense Publishers, Holanda, 2017.
- Leite, G. V. M. C., & Dainez, D. (2022). Ensino de Ciências da Natureza e recursos didático-pedagógicos no contexto da educação inclusiva: um estudo bibliográfico. *Revista Educação Especial*, 35, 1.
- Levey, S. (2023) Universal design for learning. *Journal of Education*, 203, 479.
- Maenner, M. J. et al. (2023) Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 sites, United States, 2020. *MMWR Surveillance Summaries*, 72, 1.
- Manning, J. et al. (2021) Perceptions of families of individuals with autism spectrum disorder during the COVID-19 crisis. *Journal of autism and developmental disorders*, 51, 2920.
- Marques, S. (2021) Reflexões sobre os fundamentos epistemológicos da educação na perspectiva da inclusão: do extermínio à compreensão da neurodiversidade. *Revista Educativa-Revista de Educação*, 24, 1.
- Martins, P. R. (2013) A inclusão social tem influência nas práticas museais? O acesso dos públicos com deficiência. *MIDAS. Museus e estudos interdisciplinares*, 2, 1.
- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. *Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem*. UNESCO, França, 2017.
- Ortega, F. (2009) Deficiência, autismo e neurodiversidade. *Ciência & saúde coletiva*, 14, 67.
- Prais, J. L. S., & da Rosa, V. F. (2017) Revisão Sistemática sobre Desenho Universal para a Aprendizagem entre 2010 e 2015 no Brasil. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 18, 414.
- Puccini, A. M., Puccini, M., & Chang, A. (2013) Acquiring educational access

- for neurodiverse learners through multisensory design principles, in: *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, Ed. Sawhney, New York, 455.
- Rocha, J. N. et al. (2021) Acessibilidade em museus de ciência: a perspectiva de mediadores brasileiros. *Interfaces Científicas-Humanas e Sociais*, 9, 103.
- Salasar, D. N. Um museu para todos: manual para programa de acessibilidade. UFPel, Brasil, 2019.
- Sarraf, V. P. Reabilitação do museu: políticas de inclusão cultural por meio da acessibilidade. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- Sasseron, L. H., & de Carvalho, A. M. P. (2011) Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16, 59.
- Santos, A. H., Machado, S. M. F., & Sobral, M. N. (2016). Temas Geradores no Ensino de Química: Concepções de educadores e educandos de duas escolas da Rede Estadual de Ensino Básico de Sergipe. *Revista Teias*, 17, 206.
- Santos, M. P. (2010) Contributos da extensão universitária brasileira à formação acadêmica docente e discente no século XXI: um debate necessário. *Revista Conexão UEPG*, 6, 10.
- Schwartzman, R., & Knowles, C. (2022) Expanding accessibility: Sensory sensitive programming for museums. *Curator: The Museum Journal*, 65, 95.
- Shaw, G. S. L., & Oliveira, L. M. (2022) Oficinas interdisciplinares remotas: o ensino de Ciências para pessoas com Transtorno do Espectro Autista e a busca pela inclusão. *Revista Contexto e Educação*, 37, 164.
- Tojal, A. P. (2015) Política de acessibilidade comunicacional em museus: para quê e para quem? *Museologia & Interdisciplinaridade*, 4, 190.
- Vigotski, L. (2011). A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. *Educação e Pesquisa*, 37, 863.



PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROMOVER A COMPREENSÃO CONCEITUAL CIENTÍFICA DA ASTRONOMIA

Caroline Reis Bueno ¹
Alcides Goya ²

RESUMO: Este artigo descreve uma pesquisa envolvendo o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) inspirada em um dos Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, denominado Compreensão Básica dos Termos (Sasseron & Carvalho, 2011). Essa sequência foi criada para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, com o objetivo de aprimorar a Compreensão Conceitual Científica na área de Astronomia. A SD foi baseada em seis temas, organizados segundo a Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Os materiais foram selecionados a partir de pesquisas realizadas em artigos, sites e vídeos, produzidos e ministrados por profissionais da área. Após a aplicação da SD, a pesquisa qualitativa foi realizada a partir das respostas de dez estudantes a um questionário com 24 questões, subdivididas nos seis temas. O mesmo questionário foi aplicado antes e depois da SD. As respostas transcritas foram fragmentadas e categorizadas em cinco níveis de Compreensão Conceitual Científica, inspirados no trabalho de Adadan et al. (2010). A partir dos níveis definidos, foi realizada uma análise quantitativa. Os dados mostraram que os dez estudantes obtiveram um avanço em todos os temas após a SD. Porém, o tema 4, as distâncias do sistema solar, foi o que apresentou o menor desempenho. Isso ocorreu devido à dificuldade dos estudantes de lidar com números muito grandes, que precisaram ser representados em notação científica com potências de dez. Esses resultados dão indícios de que a SD, como proposta neste trabalho, pode ser um recurso valioso para professores que queiram promover uma Compreensão Conceitual Científica adequada sobre Astronomia para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia; Sequência Didática; Compreensão Científica.

¹ Escola Estadual Francisco Inácio de Oliveira, Tomazina-Pr, Brasil. E-mail: caroltmz@hotmail.com

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina- Pr, Brasil E-mail: goya@utfpr.edu.br

PROPUESTA DE SECUENCIA DIDÁCTICA PARA PROMOVER LA COMPRENSIÓN CIENTÍFICA CONCEPTUAL DE LA ASTRONOMÍA

RESUMEN: Este artículo describe una investigación que involucró el desarrollo de una Secuencia Didáctica (DS) inspirada en uno de los Ejes Estructurantes de la Alfabetización Científica, denominado Comprensión Básica de Términos (Sasseron & Carvalho, 2011). Esta secuencia fue creada para estudiantes del 9º año de Educación Primaria, con el objetivo de mejorar la Comprensión Científica Conceptual en el área de Astronomía. La DS se basó en seis temas, organizados según la Base Curricular Nacional Común (BNCC). Los materiales fueron seleccionados con base en investigaciones realizadas en artículos, sitios web y videos, producidos e impartidos por profesionales del área. Luego de aplicar DS, se realizó una investigación cualitativa a partir de las respuestas de diez estudiantes a un cuestionario con 24 preguntas, subdivididas en seis temas. Se aplicó el mismo cuestionario antes y después de la DS. Las respuestas transcritas se fragmentaron y categorizaron en cinco niveles de comprensión conceptual científica, inspirados en el trabajo de Adadan et al. (2010). A partir de los niveles definidos se realizó un análisis cuantitativo. Los datos mostraron que los diez estudiantes progresaron en todos los temas después de DS. Sin embargo, el tema 4, distancias al sistema solar, fue el que presentó menor rendimiento. Esto se debió a la dificultad de los estudiantes para manejar números muy grandes, que debían representarse en notación científica con potencias de diez. Estos resultados proporcionan evidencia de que la DS, tal como se propone en este trabajo, puede ser un recurso valioso para los docentes que quieran promover una adecuada comprensión científica conceptual de la astronomía en los estudiantes de 9º año de Educación Primaria.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de Astronomía; Secuencia Didáctica; Comprensión científica.

PROPOSAL FOR A DIDACTIC SEQUENCE TO PROMOTE THE SCIENTIFIC CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ASTRONOMY

ABSTRACT: This article describes research that involved the development of a Didactic Sequence (SD) inspired by one of the Structuring Axes of Scientific Literacy, called Basic Understanding of Terms (Sasseron & Carvalho, 2011). This sequence was created for students in the 9th year of Elementary School, with the aim of improving Scientific Conceptual Understanding in the area of Astronomy. DS was based on six themes, organized according to the Common National Curricular Base (BNCC). The materials were selected based on research carried out in articles, websites and videos, produced and taught by professionals in the field. After applying DS, qualitative research was carried out based on the responses of ten

students to a questionnaire with 24 questions, subdivided into six themes. The same questionnaire was applied before and after DS. The transcribed responses were fragmented and categorized into five levels of Scientific Conceptual Understanding, inspired by the work of Adadan et al. (2010). Based on the defined levels, a quantitative analysis was carried out. The data showed that the ten students made progress in all topics after DS. However, theme 4, distances from the solar system, was the one that presented the lowest performance. This was due to the students' difficulty in dealing with very large numbers, which needed to be represented in scientific notation with powers of ten. These results provide evidence that DS, as proposed in this work, can be a valuable resource for teachers who want to promote an adequate Scientific Conceptual Understanding of Astronomy for students in the 9th year of Elementary School.

KEYWORDS: Teaching Astronomy; Didactic Sequence; Scientific Understanding.

1. INTRODUÇÃO

A Astronomia passou a ser um dos eixos temáticos propostos para todos os níveis da Educação Básica (Brasil, 2018). Alguns pesquisadores apontam que, para abordar esse tema de forma adequada, é preciso que haja mudanças no currículo de formação de professores (Carvalho & Ramos, 2020), na qualidade dos livros didáticos e na prática pedagógica dos professores em sala de aula (Batista & Nascimento, 2018). Outros evidenciam que os professores se sentem inseguros e que os livros didáticos são insuficientes, podendo apresentar imagens e conceitos errados (Langhi & Nardi, 2005; Langhi & Nardi, 2007; Langhi et al. 2018; Sobreira & Ribeiro, 2023).

Diante desse cenário, este trabalho buscou desenvolver um material didático pedagógico que favorecesse uma compreensão científica adequada sobre Astronomia para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. A partir dos seis temas da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), elaborou-se uma Sequência Didática (SD) que visou desenvolver a “compreensão básica de termos”, conhecido como primeiro Eixo Estruturante da Alfabetização Científica (Sasseron & Carvalho, 2011; Sasseron, 2015), e seguir os “três momentos pedagógicos (3MP)” (Delizoicov et al. 2011).

Após a aplicação da SD, a pesquisa qualitativa foi realizada a partir das respostas de dez estudantes a um questionário com 24 questões, subdivididas nos seis temas da BNCC. O mesmo questionário foi aplicado antes e depois da SD. As respostas foram submetidas à “análise de conteúdo” (Bardin, 2011). Realizou-se a inferência a partir de categorias a priori que pudessem descrever

o conhecimento científico em harmonia com as categorias publicadas por outros pesquisadores (Adadan et al. 2010; Camargo Filho, 2014; Figueiredo, 2016).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os principais referenciais teóricos que embasaram a elaboração da Sequência Didática e o desenvolvimento da pesquisa. A seção está dividida em duas partes: na primeira, aborda-se a prática investigativa, a alfabetização científica e os três momentos pedagógicos; na segunda, destacam-se as categorias da compreensão científica dos estudantes utilizadas na análise de dados.

2.1 A prática investigativa, a alfabetização científica e os três momentos pedagógicos

Baseados em John Dewey, considerado o precursor do ensino por investigação (Barrow, 2006), muitos educadores defendem que a prática investigativa é fundamental na educação científica, que a experiência e a aprendizagem são inseparáveis e o professor deve propor desafios, instigar o aprendiz e orientar o processo de ensino (Zômpero & Laburú, 2011). Para Carvalho (2013), o professor deve criar um ambiente investigativo nas salas de aula de ciências, possibilitando que os estudantes ampliem a cultura científica e se apropriem da linguagem argumentativa das ciências. Nessa abordagem investigativa, o professor deve usar metodologias baseadas na problematização de questões motivadoras e desafiantes, proporcionar um momento de reflexão, discussão, explicação, relato, bem como momentos de práticas com ferramentas relacionadas ao assunto abordado (Carvalho, 2018).

Diante das diferentes teorias sobre as habilidades necessárias à aprendizagem do conhecimento científico, Sasseron e Carvalho (2011) as agrupam em três blocos, chamando-os de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica: "compreensão básica dos termos", "compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática" e o "entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente". Para organizar o ensino de modo a considerar os três eixos, Sasseron e Carvalho (2011) sugerem o desenvolvimento de atividades investigativas, com base em problemas a serem resolvidos e organizados como Sequências de Ensino

Investigativas (SEI). Uma SEI é um conjunto de atividades sequenciadas envolvendo problemas a serem resolvidos, estruturadas a partir de um tema, com atividades de sistematização de conhecimentos e contextualizadas a partir do conhecimento do estudante (Carvalho, 2018). Uma SEI deve apresentar relações entre os aspectos da ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, bem como entre os aspectos do fazer e pensar científico (Carvalho, 2013).

Num contexto mais abrangente, seguindo a perspectiva freireana, educadores alinhados com a perspectiva crítico-social dos conteúdos, fizeram um trabalho amplo e profundo envolvendo milhares de estudantes da América Latina (Delizoicov, 2008). No que se refere ao presente trabalho é significativo destacar o que ficou conhecido como os “três momentos pedagógicos (3MP)”: “problematização inicial”, “organização do conhecimento” e “aplicação do conhecimento”. No primeiro momento, “problematização inicial”, apresentam-se situações reais que os estudantes conhecem e presenciam nas quais podem ser introduzidos os conhecimentos científicos que serão abordados. O papel do professor dirige-se mais a fomentar a discussão das respostas dos estudantes do que dar explicações, pois o ponto culminante é ajudá-los a adquirir novos conhecimentos. No segundo momento, “organização do conhecimento”, os estudantes, sob a orientação do professor, estudam e procuram alcançar os conhecimentos específicos sobre as situações que estão sendo problematizadas. E finalmente, no terceiro momento, “aplicação do conhecimento”, tem como meta capacitar o estudante para empregar os conhecimentos com o suporte dado pela Ciência (Delizoicov et al. 2011; Muenchen & Delizoicov, 2014).

Inspirados nesses três referenciais acima resumidos, a primeira parte do presente trabalho propõe um ensino de Astronomia por meio de uma Sequência Didática (SD), também pelo fato da SD condizer com o caráter investigativo de ensino. Essa SD procurou balizar-se principalmente num dos Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica (Sasseron & Carvalho, 2011) e nos “três momentos pedagógicos (3MP)” (Delizoicov, 2008, p. 55, Silva et al. 2021).

2.2 A Compreensão Conceitual Científica e as suas Categorias

As pesquisas mostram que os estudantes chegam à sala de aula com uma base prévia de concepção conceitual arraigada e que a resistência às mudanças é uma das principais causas de dificuldades na aquisição do conhecimento

científico (Arruda & Villani, 1994). Nessa perspectiva, os estudantes constroem teorias específicas a partir de suas experiências cotidianas ou por meio de instrução para explicar um fenômeno particular. Essas teorias específicas são muitas vezes limitadas por algumas pressuposições arraigadas dentro da teoria da estrutura que geralmente impedem a construção de uma compreensão científica (Posner et al. 1982; Vosniadou, 1994). Nesse contexto, acredita-se que o problema central da educação científica seja justamente o de promover uma mudança conceitual no estudante, ou seja, de conseguir desenvolver condições para que ele possa abandonar suas concepções, ou pelo menos limite o seu uso e adote como instrumento de interpretação do mundo as concepções aceitas pela comunidade científica.

Um estudo fundamentado na teoria da mudança conceitual, denominado "natureza particulada da matéria" (PNM - "Particulate Nature of Matter"), acabou por tornar viável e melhor esclarecer o processo de aprendizagem das concepções aceitas pela comunidade científica. Ao estabelecer critérios para analisar as respostas dos estudantes que apresentaram conhecimento científico sobre "a natureza e propriedade da matéria" e concentrar-se no percurso conceitual de cada aprendiz, o PNM abriu uma nova forma no processo de categorização (Adadan, et al. 2009; Adadan et al. 2010). Essas categorias de compreensão conceitual sobre "a natureza e propriedade da matéria" foram consideradas em um "continuum" desde os Fragmentos Alternativos até a Compreensão Científica. Cada categoria ficou composta por um subconjunto de entendimentos classificados como científicos ou alternativos. A categoria de Compreensão Científica incluiu todos os critérios de Compreensão Conceitual Científica. Na seguinte escala inferior, a categoria Fragmentos Científicos incluiu critérios de Compreensão Conceitual Científica, mas nem todos, sem incluir Fragmentos Alternativos. A categoria de Compreensão Científica com Fragmentos Alternativos incluiu critérios de Compreensão Conceitual Científica, com critérios alternativos. A categoria Alternativa com Fragmentos Científicos incluiu critérios alternativos com pelo menos dois critérios de Compreensão Conceitual Científica. E, por último, a categoria Fragmentos Alternativos incluiu um subconjunto de critérios alternativos em conflito com o de Compreensão Conceitual Científica. Num trabalho posterior, Camargo Filho (2014) atribuiu para cada categoria um valor numérico, abrindo a possibilidade para uma análise quantitativa.

O Quadro 1 mostra as 5 categorias de Compreensão Conceitual Científica sobre a natureza e propriedade da matéria, com os respectivos critérios adaptados de

Adadan et al. (2010, p. 1012) e os valores numéricos (N) atribuídos por Camargo Filho (2014, p. 62). Esses valores variam de "0", para o nível mínimo de Fragmentos Alternativos, a "4", para o nível máximo de Conhecimento Científico.

CATEGORIAS	N	CRITÉRIOS
Compreensão Científica	4	Inclui todos os critérios de Compreensão Conceitual Científica.
Fragmentos Científicos	3	Inclui critérios de Compreensão Conceitual Científica, mas nem todos.
Científica com Fragmentos Alternativos	2	Inclui critérios de Compreensão Conceitual Científica com critérios alternativos.
Alternativa com Fragmentos Científicos	1	Inclui critérios alternativos com pelo menos dois critérios de Compreensão Conceitual Científica.
Fragmentos Alternativos	0	Inclui um subconjunto de critérios alternativos que estão em conflito com o de Compreensão Conceitual Científica.

Quadro 1: Categorias e Critérios de Compreensão Conceitual Científica. Fonte: adaptado de Adadan (2010, p. 1012) e Camargo Filho (2014, p. 62).

Providas dessas categorias *a priori* em relação à compreensão conceitual dos estudantes, a segunda parte do presente trabalho analisou as respostas de dez estudantes a um questionário com temas fundamentais de Astronomia (Apêndice A). As respostas foram coletadas antes e após a aplicação da Sequência Didática (SD).

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados o processo pelo qual foi elaborada e aplicada a Sequência Didática (SD), bem como foi desenvolvida a metodologia de pesquisa, especialmente a terceira etapa da "análise de conteúdo" denominada "tratamento dos resultados" (Bardin, 2011). Em função da pandemia Covid-19,

os estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública no interior do Paraná passaram um ano (2020) e sete meses (2021) sem aulas presenciais. Após esse período pandêmico, a SD foi aplicada na modalidade presencial, no segundo semestre de 2021.

3.1 Desenvolvimento e Aplicação da Sequência Didática

A Sequência Didática (SD), como comentado anteriormente, foi inspirada nos três eixos estruturantes da alfabetização científica (Sasseron & Carvalho, 2011) e nos três momentos pedagógicos (3MP) (Delizoicov et al. 2011). A seleção dos conteúdos ficou apoiada na Base Nacional Comum Curricular de Ciências (BNCC), na qual a Astronomia se apresenta como um dos eixos temáticos a serem trabalhados em todos os anos da Educação Básica (Brasil, 2018). Os conteúdos que pautaram a construção da SD foram resultados de pesquisas envolvendo publicações científicas, livros didáticos disponíveis nas escolas, fotografias recentes de estações espaciais e satélites, bem como vídeos pertinentes aos conteúdos abordados nos temas fundamentais da Astronomia.

As atividades foram realizadas durante seis semanas, um tema por semana, conforme mostrado no Quadro 2. Em cada semana, a professora de ciências dispunha de três aulas, totalizando dezoito aulas.

Semanas	Temas
1	1. A Terra é redonda
2	2. A influência do Sol no clima na Terra
3	3. Dinâmica climática na Terra
4	4. As distâncias do Sistema Solar
5	5. As estrelas e a nossa galáxia
6	6. A evolução do universo

Quadro 2- Temas desenvolvidos na SD durante 6 semanas. Fonte: os autores.

Tendo em vista a pesquisa, foi elaborado um questionário com 24 perguntas (apêndice A). Ele foi dividido conforme os seis temas principais (Quadro 2), aproximadamente quatro perguntas por tópico. Essas questões também foram

elaboradas a partir das pesquisas realizadas em artigos científicos, material didático disponibilizado pela escola, análise de vídeos do Youtube, conforme mostrado no apêndice B. O mesmo questionário foi aplicado antes e depois da SD.

É preciso ressaltar ainda que essa SD, pelo fato de ser inspirada nas atividades investigativas e nos três momentos pedagógicos, tal como pode ser encontrada no repositório da Instituição (Bueno, 2022a), procurou incentivar os estudantes a lerem e a pesquisarem várias fontes de informações adequadas sobre cada tema desenvolvido.

3.2 *Metodologia de Pesquisa*

As respostas às perguntas do questionário aplicado foram submetidas à uma técnica metodológica para examinar e interpretar conteúdos de comunicação de maneira sistemática e objetiva denominada Análise de Conteúdo (Bardin, 2011). As duas primeiras etapas desta metodologia, “pré-análise” e a “exploração do material”, foram realizadas de maneira simples, pois o que cada estudante escreveu foi transcrito e fragmentado de maneira mais natural possível, respeitando a ordem das perguntas. Os textos fragmentados resultaram em 24 unidades por estudante, tanto para as respostas coletadas antes da aplicação da SD, denominadas Ua1, Ua2, Ua3, ..., Ua24, como para as respostas coletadas depois da aplicação da SD, denominadas Ud1, Ud2, Ud3, ..., Ud24. Entretanto, a terceira etapa “tratamento dos resultados” resultou num trabalho mais laborioso, especialmente no processo de categorização e na análise de dados.

Conforme Bardin (2011, p. 44), “a intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção, inferência esta que recorre a indicadores”. Diante disso, no tratamento das respostas dos estudantes obtidas a partir do questionário aplicado antes e depois da apresentação da SD, realizou-se a inferência a partir de categorias a priori, ou seja, investigou-se a presença (ou ausência) de palavras transcritas que pudessem descrever o conhecimento científico conforme as categorias pré-estabelecidas em função das pesquisas bibliográficas realizadas (Adadan et al. 2010; Camargo Filho, 2014; Figueiredo, 2016).

Em relação aos seis temas básicos da Astronomia, para cada tema foi estabelecido sete critérios que os autores do presente trabalho consideraram como de Compreensão Científica Alta para o nível de estudantes do 9º ano do

ensino fundamental. Para estabelecer os sete critérios a serem considerados para a categorização das respostas transcritas, além da exploração e análise de artigos científicos (Leite, 2015; Oliveira et al. 2018) e conteúdo em livros didáticos de Astronomia (Damineli et al., 2010; Kepler & Saraiva, 2014, Cypriano & Damineli, 2019), foram considerados vários vídeos encontrados na internet, tais como “Terra plana não! cinco provas simples de que ela é redonda”, “Estações do ano (vídeo aula de Geografia)”, “Parte 6 - Ciclos de Milankovitch, Feedbacks Climáticos e mais um mico dos negacionistas”, conferências de João Evangelista Steiner etc.

Os sete critérios adotados em relação ao tema 1 “A Terra é redonda” são apresentados no Quadro 3. Apesar de serem relativamente simples quando comparados com os adotados nos outros cinco temas, alguns desses critérios do Quadro 3 exigem um conhecimento e raciocínio mais elaborado por parte dos estudantes do 9º ano do ensino fundamental, mesmo nos tópicos que eles já tenham estudado em anos anteriores. Os sete critérios adotados em relação aos outros cinco temas (apêndice C) são resultados também de um trabalho de pesquisa e espera-se que possam ser utilizados por outros professores.

Tema	Critérios
A Terra é redonda	<ol style="list-style-type: none"> 1) A observação de um barco, que quanto mais se afasta da praia fica menor, até “desaparecer”, mostrando que a Terra é redonda; 2) Durante o eclipse lunar, a sombra da Terra é curva durante todo o fenômeno; 3) Experiência de Erastóstenes: ao meio-dia a inclinação dos raios solares depende da latitude do observador; 4) O fato de certas constelações e nebulosas só poderem ser vistas no hemisfério sul e outras só no hemisfério norte. Exemplo clássico são as Nuvens de Magalhães; 5) Fotografias, filmes e vídeos tirados pelos astronautas ou aparelhos; 6) Passageiros de um jato supersônico (acima de 10 km) tem uma visão do horizonte curvo; e 7) Impossibilidade de ver a luz direta de cidades próximas, é preciso subir em prédios, torres ou montanhas altas.

Quadro 3: Sete critérios em relação ao tema 1. Fonte: os autores.

Em relação ao processo de categorização, as categorias *a priori* mostradas anteriormente no Quadro 1, após passarem por uma reformulação na

nomenclatura em função dos novos critérios adotados para atender a análise das respostas dos estudantes, ficaram na forma apresentada no Quadro 4. Essa nova nomenclatura com os mesmos cinco níveis categóricos (0 a 4) foram utilizados para classificar as respostas dos estudantes em relação aos seis temas: "A Terra é redonda", "A influência do Sol no planeta Terra", "Dinâmica climática do planeta Terra", "As distâncias do Sistema Solar", "As estrelas e a nossa galáxia" e "A evolução do universo.

Categorias	Nível categórico (N)	Crítérios utilizados para as categorias
Compreensão Científica Alta	4	Responde adequadamente citando pelo menos a quatro itens dos 7 critérios
Compreensão Científica Média	3	Responde adequadamente citando pelo menos a três itens dos 7 critérios
Compreensão Científica Baixa	2	Responde adequadamente citando pelo menos a dois itens dos 7 critérios
Resposta de Senso Comum	1	Responde razoavelmente a pelo menos um dos critérios
Resposta Não Elucidativa	0	Não responde, responde que não sabe ou em conflito com alguns dos critérios.

Quadro 4: Categorias aplicadas às respostas do questionário. Fonte: os autores.

A categoria de Compreensão Científica Alta, o estudante consegue incluir pelo menos quatro itens dos sete critérios de Compreensão Conceitual Científica adotado para cada tema. Na escala inferior seguinte, a categoria Compreensão Científica Média, o estudante inclui pelo menos três dos sete critérios. A categoria de Compreensão Científica Baixa o estudante consegue citar pelo menos dois itens dos sete critérios. A categoria Resposta de Senso Comum, o estudante responde a pelo menos um dos critérios. E, por último, a categoria Resposta Não Elucidativa, o estudante não responde, responde que não sabe ou em conflito com alguns dos critérios.

Provido dessa nova nomenclatura das categorias em relação à Compreensão

Conceitual Científica dos estudantes e dos sete critérios adotados em cada um dos seis temas, seguiu-se a análise das respostas dos estudantes, coletadas antes e depois da aplicação da SD.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os resultados e análises das respostas obtidas por meio do questionário aplicado a dez estudantes, antes e depois da aplicação da SD (apêndice A). Inicialmente descreve-se como foi realizada a análise das respostas dos estudantes e, posteriormente, são apresentados os resultados e análises gerais.

4.1 *Análise das respostas dos estudantes*

Após a fragmentação do conteúdo, todas as respostas foram classificadas conforme as categorias e critérios resumidos no Quadro 4. Para não se estender demasiadamente, a seguir são mostrados apenas alguns exemplos de como foram atribuídas as categorias em relação aos dois primeiros temas: "A Terra é redonda" e "A influência do Sol no clima da Terra". Uma vez classificadas as respostas em níveis numéricos ("0" a "4"), são naturalmente apresentadas, por meio de gráficos, as comparações entre o antes e depois da aplicação da SD.

4.1.1 Exemplos de respostas classificadas nas cinco categorias em relação ao tema 1

Em relação ao tema 1, "A Terra é redonda", foram feitas três perguntas do questionário (apêndice A): 1) Você acha que o Planeta Terra é redondo ou plano? Justifique a sua resposta. 2) Se você estudante precisasse explicar para alguém que acredita que a Terra é plana, quais argumentos você usaria para provar que ela é redonda? 3) Dê pelo menos dois argumentos científicos simples que indicam que a Terra possui uma forma esférica. O Quadro 5 mostra exemplos de respostas classificadas em cada nível categórico, de 0 a 4, conforme os níveis estabelecidos no Quadro 4.

(N)	Exemplos de respostas para cada nível categórico
4	<i>E9: Redondo. Fernão de Magalhães foi o primeiro na História a circunvagiar o globo (Ud1). Durante o eclipse da lua a Terra fica entre o Sol e a Lua, a sombra da Terra é projetada na Lua e é possível observar a curvatura da Terra. Apesar de o horizonte parecer plano, fotos aéreas podem ser tiradas em voos em grandes altitudes, mostrando claramente a curvatura da Terra. Imagens de satélites em órbita da Terra também mostram que o planeta é uma esfera (Ud2). As constelações que observamos aqui não podem ser observadas no hemisfério norte. E tem o experimento de Erastóstenes que mostra que ao meio dia a inclinação dos raios do sol são de acordo com latitude de quem olha (Ud3).</i>
3	<i>E1: "Redondo. Vi fotografias tiradas pelos astronautas, imagens de satélites, imagens em vários filmes que assisti, mostrando que é redondo etc. (Ud1). A observação de um barco, que quanto mais se afasta da praia fica menor, até "desaparecer", mostrando que a Terra é redonda (Ud2). Durante o eclipse lunar, a sombra da Terra na face do Sol faz curva durante todo o fenômeno (Ud3)".</i>
2	<i>E3: "Redondo. Existem provas do formato esférico da Terra como experimentos físicos, fotos de satélite e viagens espaciais (Ud1). Enquanto em algumas partes do mundo é dia, em outras parte é noite, porque a Terra por ser redonda girar em torno de seu próprio eixo (Ud2). Se a Terra fosse plana, a gente ia ver o Sol ainda que fosse de noite (Ud3) ".</i>
1	<i>E2: "Redonda pois já ficou comprovado por fotos tiradas por satélite (Ua1). Fotos e a rotação indica que o planeta é redondo (Ua2). Tem muitas fotos e vídeos (Ua3) ".</i>
0	<i>E6: "Redonda, porque eu vi na 'Discovery' e em pesquisas (Ua1). Eu já estudei sobre isso mais não lembro (Ua2). Os argumentos eu não sei (Ua3) ".</i>

Quadro 5 – Exemplos de respostas em relação ao tema 1 Fonte: os autores.

Analisando as respostas mostradas no Quadro 5, percebe-se imediatamente a diferença entre a qualidade das respostas antes (unidade de análise antes - Ua) e depois (unidade de análise depois - Ud) da aplicação da SD. Destaca-se o estudante E9 que após a aplicação da SD citou cinco critérios, quando pelo Quadro 4 se exigia apenas quatro critérios para se alcançar o nível de Compreensão Científica Alta. É muito satisfatório um profissional de ensino poder comparar com a resposta do mesmo estudante E9, antes da aplicação da

SD: “ Eu acho que é redondo (Ua1). É um círculo (Ua2). Nos documentários sempre mostra essas provas (Ua3)”. A diferença é marcante, antes estava no nível inferior “0”, “Resposta Não Elucidativa” e depois, subiu para o nível máximo “4”, Compreensão Científica Alta.

Todas as respostas em relação ao tema 1, antes da apresentação da SD, ficaram nos níveis inferiores “0” ou “1” enquanto todas as respostas, após a aplicação da SD, alcançaram níveis superiores “2”, “3” e “4”, tal como é mostrado na figura 1.

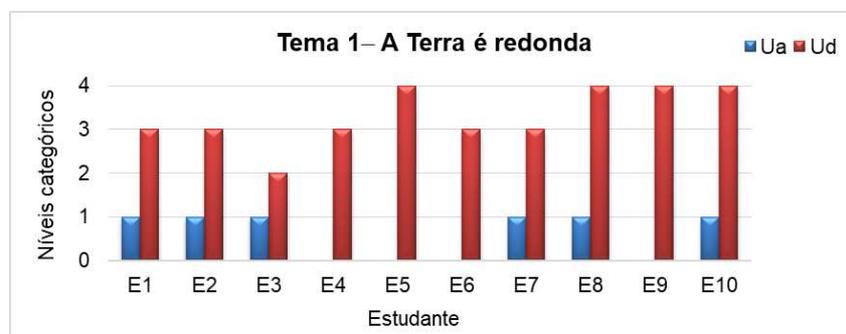


Figura 1: Níveis categóricos, antes (Ua) e depois(Ud), em relação ao tema 1. Fonte: os autores.

Como mostra a figura 1, a diferença entre o antes e depois da aplicação da SD fica bem explícita e, além do estudante E9, outros três (E5, E8 e E10) também conseguiram alcançar o nível de Compreensão Científica Alta. Do ponto de vista quantitativo, antes da aplicação da SD os estudantes ficaram com uma média abaixo de um (0,6) enquanto, depois da SD, esses mesmos ficaram com uma média acima de três (3,3), ou seja, os dez estudantes tiveram um ganho de 2,7 em relação ao tema 1 “A Terra é redonda”.

4.1.2 Exemplos de respostas classificadas nas cinco categorias em relação ao tema 2

Em relação ao tema 2, “A influência do Sol no clima da Terra”, os estudantes responderam a 4 perguntas do questionário (apêndice A): 4) Cite algumas consequências da combinação do movimento de translação com a inclinação do eixo de rotação da Terra. 5) Por que o Sol emite tanta luz? 6) Além da luz

visível, o que mais o Sol emite? 7) Como se explica a existência de vida na Terra se o Sol emite energia invisível suficiente para matar os seres vivos? O Quadro 6 mostra exemplos de respostas classificadas em cada nível categórico, de 0 a 4, conforme os níveis estabelecidos no Quadro 4.

(N)	Exemplos de respostas para cada nível categórico
4	<i>E2: A combinação desses dois movimentos junto ao eixo da inclinação da Terra produz as estações do ano e os dias e noites (Ud4). Emite por causa da fusão dos átomos de Hidrogênio que criam átomos de Hélio (Ud5). Radiação infravermelha: responsável pela produção de calor e a luz visível, que é toda a luz que enxergamos a olho nu (Ud6). É por causa da atmosfera da Terra que funciona como um verdadeiro filtro, deixa passar somente as radiações que são adequadas para a existência da vida na sua superfície e tem um efeito estufa natural para manter o planeta numa temperatura média adequada para a sobrevivência dos principais seres vivos. Por exemplo, o ozônio (O3) filtra a radiação ultravioleta, a água (H2O) e o gás carbônico (CO2) propiciam a formação do efeito estufa natural (Ud7).</i>
3	<i>E5: " A Terra dá uma volta em torno do eixo imaginário fazendo o dia e a noite e também dá uma volta no Sol que faz as estações do ano e demora um ano (Ud4). A professora passou um, vídeo que aprendi que é por causa da fusão nuclear do hidrogênio no centro do Sol (Ud5). Energia. Raios solares, radioatividade, raios ultravioletas, infravermelho (Ud6). É por causa dos gases do efeito estufa que existem na atmosfera que impedem essa energia de chegar na Terra (Ud7)".</i>
2	<i>E7: " É o que faz com que seja inverno de um lado da Terra e verão do outro que é a Translação o que leva um ano completo para acontecer (Ud4). Por causa das explosões nucleares em seu interior (Ud5). Radiação e energia (Ud6). Aprendi que é a atmosfera com os gases do efeito estufa que não deixa a energia muito forte do Sol chegar na Terra (Ud7).</i>
1	<i>E4: " A translação: as estações do ano Inclinação: e a rotação (Ua4). Porque ele é uma estrela e é necessário muita energia (Ua5). O calor (Ua6). Existe</i>

	<i>por causa da atmosfera que impede e filtra (Ua7)</i> ”.
0	<i>E5: “ A inclinação é o dia, e a translação está ligado com as estações (Ua4). Por que o Sol é forte e é necessário (Ua5). O calor(Ua6). Por que a gente está meio longe e a atmosfera ajuda (Ua7)”.</i>

Quadro 6 – Exemplos de respostas em relação ao tema 2. Fonte: os autores

Analisando as respostas em relação ao tema 2, “A influência do Sol no clima da Terra”, mostradas no Quadro 6, nota-se novamente a diferença entre o antes e depois da aplicação da SD. É interessante observar a resposta em si dada pelo estudante E2 após a aplicação da SD, pois ele atingiu o nível de Compreensão Científica Alta numa qualidade redacional acima do que se espera de um estudante do 9º ano de ensino fundamental. E mais admirável é comparar com a resposta do mesmo estudante E2, antes da aplicação da SD em relação às mesmas quatro perguntas: “Translação estações do ano rotação dia e noite (Ua4). Porque é uma estrela (Ua5). Calor (Ua6). Temos uma distância do Sol (Ua7)”. Nota-se que houve uma evolução na compreensão científica em todas as perguntas, especialmente no papel da atmosfera que funciona como um filtro e efeito estufa natural.

Todas as respostas em relação ao tema 2, antes da apresentação da SD, ficaram nos níveis inferiores “0” ou “1” enquanto todas as respostas, após a aplicação da SD, alcançaram níveis superiores “2”, “3” e “4”, tal como é mostrado na figura 2.

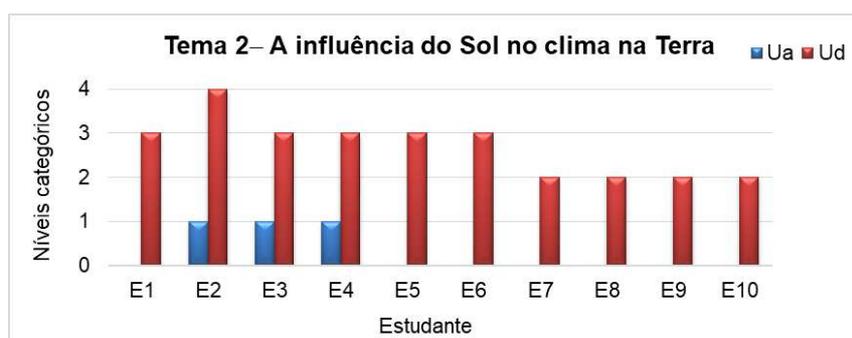


Figura 2: Níveis comparativos, antes e depois, em relação ao tema 2. Fonte: os autores

Como mostra a figura 2, a diferença entre o antes e depois da aplicação da SD também ficou bem explícita e, nesse tema 2, apenas o estudante E2 alcançou o nível de Compreensão Científica Alta. Outra distinção observável entre as figuras 1 e 2 são em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes, pois apenas três estudantes (E2, E3 e E4) responderam a pelo menos um dos critérios do tema 2, antes da aplicação da SD. Em relação ao tema 1, seis estudantes (E1, E2, E3, E7, E8 e E10) tinham respondido a pelo menos um dos critérios. Do ponto de vista quantitativo, antes da aplicação da SD os estudantes ficaram com uma média bem abaixo de um (0,3) enquanto, depois da SD, esses mesmos ficaram com uma média abaixo de três (2,7), ou seja, os dez estudantes tiveram um ganho de 2,4 em relação ao tema 2 “A influência do Sol no clima da Terra”.

4.2 Resultados e análise gerais em relação aos seis temas

Na seção anterior mostrou-se apenas como foram categorizadas e analisadas as repostas dos alunos em relação aos dois primeiros temas: “A Terra é redonda” e “A influência do Sol no clima da Terra. Esse mesmo processo foi realizado também nos outros quatro temas: “Dinâmica climática na Terra”, “As distâncias do Sistema Solar”, “As estrelas e a nossa galáxia” e “A evolução do universo”.

Uma vez que, conforme o Quadro 4, para cada categoria foi atribuído um número, foi possível apresentar um resumo numérico de todos os resultados alcançados numa única Tabela. Nesta Tabela 1, além dos níveis que cada aluno alcançou em cada um dos seis temas, foi possível apresentar o ganho (g), ou seja, a diferença de nível entre o antes e depois da aplicação da Sequência Didática (SD). E para completar a Tabela, tanto nas colunas como nas linhas, são apresentadas as médias que resumem quantitativamente o efeito da aplicação desta SD.

	Tema 1			Tema 2			Tema 3			Tema 4			Tema 5			Tema 6			Média		
	Ua	Ud	g																		
E1	1	3	2	0	3	3	0	4	4	0	2	2	0	4	4	0	3	3	0,2	3,2	3,0
E2	1	3	2	1	4	3	0	2	2	0	3	3	0	3	3	0	4	4	0,3	3,2	2,8
E3	1	2	1	1	3	2	0	3	3	0	2	2	0	3	3	0	3	3	0,3	2,7	2,3
E4	0	3	3	1	3	2	0	4	4	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0,2	2,5	2,3
E5	0	4	4	0	3	3	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	3	3	0,0	2,7	2,7
E6	0	3	3	0	3	3	0	2	2	0	1	1	0	3	3	0	2	2	0,0	2,3	2,3
E7	1	3	2	0	2	2	1	2	1	0	1	1	0	3	3	0	2	2	0,3	2,2	1,8
E8	1	4	3	0	2	2	1	3	2	0	1	1	0	3	3	0	2	2	0,3	2,5	2,2
E9	0	4	4	0	2	2	0	2	2	0	2	2	1	3	2	0	2	2	0,2	2,5	2,3
E10	1	4	3	0	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	0,8	3,0	2,2
M	0,6	3,3	2,7	0,3	2,7	2,4	0,3	2,7	2,4	0,1	1,8	1,7	0,2	2,9	2,7	0,1	2,6	2,5	0,3	2,7	2,4

E: estudante; M: média; Ua: unidade de análise antes da SD; d: Unidade de análise depois da SD; g: ganho

Tabela 1: Resumo numérico dos níveis nos seis temas. Fonte: os autores

Cada estudante, em cada um dos seis temas, evoluiu positivamente quando se compara entre o antes e depois da aplicação da SD. Em relação ao nível de conhecimentos prévios desses estudantes, observa-se pelas médias apresentadas antes da apresentação da SD, que eles ficaram com a média (0,3) nos seis temas, sendo que a melhor média (0,6) ocorreu no tema 1 "A Terra é redonda" e a pior média (0,1) ocorreu no tema 4 "As distâncias do Sistema Solar". Em relação ao nível de conhecimento após a SD, eles alcançaram a média (2,7) nos seis temas, sendo que a melhor média (2,9) ocorreu no tema 1 "A Terra é redonda" e a pior média (1,8) ocorreu no tema 4 "As distâncias do Sistema Solar". Esse resultado confirma a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes, muito conhecido pelos pesquisadores da área de ensino.

Para deixar mais clara a gradação e diferenças entre os seis temas desenvolvidos, a figura 3 apresenta as médias dos dez estudantes em cada um dos seis temas, antes e depois da aplicação da SD.

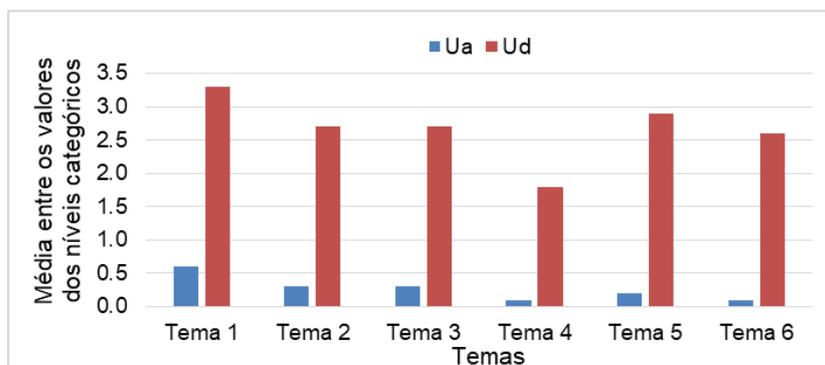


Figura 3: Desempenho médio dos dez estudantes por tema. Fonte: os autores

A figura 3 explicita bem o baixo nível de conhecimento prévio sobre Astronomia desses estudantes (média 0,3), especialmente quando se trata de fazer contas (regra de três e potências de dez), abordado no tema 4 (média 0,3) e confirma ilustrativamente o ganho na compreensão científica dos conceitos básicos de Astronomia ocasionado pela aplicação dessa Sequência Didática.

Como complemento final desta pesquisa, as observações anotadas da professora regente durante a aplicação da SD mostraram que o envolvimento dos alunos foi muito satisfatório, apesar de ter acontecido na retomada das aulas presenciais após a pandemia da Covid-19.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou investigar o nível de Compreensão Conceitual Científica em Astronomia de dez estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, empregando a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin. A análise foi conduzida a partir das respostas coletadas antes e após a aplicação da Sequência Didática (SD). Os níveis alcançados pelos estudantes, estabelecidos segundo as categorias apresentadas no Quadro 4 e nos critérios adotados, estes últimos descritos no Quadro 3 e no apêndice C, indicam que todos os estudantes envolvidos evoluíram em todos os seis temas.

Esses resultados dão indícios de que a SD, elaborada e aplicada durante a pandemia, em estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, contribuiu

efetivamente no desenvolvimento da Compreensão Conceitual Científica desses estudantes. Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que o ganho (g), ou seja, a diferença de nível entre o antes e depois da aplicação da Sequência Didática (SD), foi positivo em todos os seis temas. O tema 1, “a terra é redonda” foi o que apresentou maior facilidade de aprendizagem. Isso pode ser explicado, em parte, pelo fato de ser um tema bem abordado nos livros didáticos e em vários meios de comunicação.

Outro resultado que não pode ser analisado no presente trabalho, mas que ficou evidente para a professora regente durante a aplicação, foi o grande envolvimento dos estudantes, proporcionado justamente pela SD, possivelmente pela abertura e incentivo para que os alunos pudessem ir além do que foi apresentado em sala de aula, tal como pode ser visto no repositório da Instituição (Bueno, 2022b). A professora regente fez uso de metodologias baseadas na “problematização inicial” de questões motivadoras e desafiantes; proporcionou um momento de “organização do conhecimento”, reflexão e discussão; bem como “aplicação do conhecimento” por meio de práticas com ferramentas relacionadas ao assunto abordado (Delizoicov, 2008; Carvalho, 2018).

No entanto, os resultados também mostraram que os estudantes enfrentaram maior dificuldade com o tema 4, “as distâncias do sistema solar”. Isso se deveu ao desafio de lidar com números grandes e regra de três, que precisaram ser escritos em potência de dez. Mesmo assim, os resultados indicaram que esses dez estudantes progrediram também nesse tema.

Os resultados positivos em relação ao desempenho e ao envolvimento dos estudantes mostraram que essa Sequência Didática pode ser um recurso valioso para os professores do 9º ano do Ensino Fundamental que queiram promover uma “Compreensão Conceitual Científica” adequada sobre os temas fundamentais de Astronomia, inclusive em relação às “distâncias astronômicas”.

REFERÊNCIAS

Adadan, E.; Trundle, K. C.; Irving, K. E. (2010). Exploring Grade 11 Students' Conceptual Pathways of the Particulate Nature of Matter in the Context of Multirepresentational Instruction. *Journal of Research in Science*

- Teaching*. v. 47, n. 8, p. 1004–1035.
- Adadan, E.; Irving, K. E.; Trundle, K. C. (2009). Impacts of Multi-representational Instruction on High School Students' Conceptual Understandings of the Particulate Nature of Matter. *International Journal of Science Education*. Vol. 31, No. 13, 1 September, pp. 1743–1775.
- Arruda, S. de M.; Villani, A. (1998). Mudança conceito no ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis*, v. 11, n. 2, p.88-99.
- Batista, R.S.; Nascimento, C.P. (2018). Astronomia no currículo dos cursos de Geografia: Uma análise a partir da formação docente e dos livros didáticos utilizados no DF. *Revista Projeção e Docência*, v 9, nº1, p 58-73.
- Bardin, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.
- Barrow, L.H.(2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education* , v 17, 265-278.
- Brasil (2018). Ministério da Educação e Cultura – MEC. Base nacional comum curricular: educação é a base. Brasília. Acessado em 21 set 2023, de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf .
- Bueno, C. R.(2022a). *Sequência Didática com Temas Fundamentais de Astronomia*. Produto Educacional do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência Humanas, Sociais e da Natureza – PPGEN da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Acessado em 10 maio 2024 de https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/30366/2/promocao_visaocientificaastronomia_produto.pdf
- Bueno, C. R. *Promoção de uma Visão Científica sobre a Astronomia por meio de uma Sequência Didática*. Dissertação de Mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciência Humanas, Sociais e da Natureza – PPGEN da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022b. Acessado em 10 maio 2024 de https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/30366/1/promocao_visaocientificaastronomia.pdf
- Camargo Filho, P. S. *Estratégia de ensino multirepresentacional aplicada para o desenvolvimento do conceito de medição*. Tese do Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. Acessado em 21 set 2023, de <https://pos.uel.br/pecem/wp->

- content/uploads/2021/08/CAMARGO-FIIHO-Paulo-Sergio-de.pdf .
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. Editora: Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.18, n.3, 765-794.
- Carvalho, T. F. G.; Ramos, J. E. F. (2020). A BNCC e o ensino da astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores. *Currículo & Docência*. Vol. 02, N.º 02. Acessado em 21 set., 2023, de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/CD/article/view/249561/37714> .
- Cypriano, E. F.; Damineli Neto A. *Paisagens Cósmicas: da Terra ao Big Bang*, 2. ed. São Paulo: IAGUSP, 2019. v. 4.000. 44p.
- Damineli, A.; Steiner, J. E. ; Ferraz de Mello, S. ; de Souza Oliveira, K. ; Barbuy, B. ; Vilas Boas, J.W. ; JANOT-PACHECO, E. . *Fascínio do Universo*. 1. ed. São Paulo: Odysseus, 2010. v. 45000. 116p.
- Delizoicov, D. (2008). La Educación em Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.2, p. 37-62.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- Figueiredo, M. C.. *Aplicação de um jogo digital e análise de conceitos da teoria cinética dos gases*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016. Acessado em 21 set., 2023, de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138177> .
- Kepler, S.O.; Saraiva, M.F.O.. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre, 2014. Acessado em 21 set., 2023, de <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>.
- Langhi, R.; Nardi, R. (2005). Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 2, p. 75-92.
- Langhi, R.; Nardi, R. (2007). Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1: p. 87-111.
- Leite, J.C. (2015). Do mistério das eras do gelo às mudanças climáticas abruptas. *Scientia Studia*, v.13, n.4, p.811-39.
- Muenchen, C.; Delizoicov, D. (2014). Os três momentos pedagógicos e o

- contexto de produção do livro "Física". *Ciência & Educação* (Bauru), v 20, n.3, p.617-638.
- Oliveira, M.J.; Carneiro, C.D.R.; Vecchia, F.A.S.; Baptista, G.M.M. (2018). Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. *Revista Terrae Didatica*, v. 13, p. 149-184.
- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W.; Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Langhi, R.; Oliveira, F.A.; Vilaça, J. (2018). Formação reflexiva de professores em Astronomia: indicadores que contribuem no processo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.35, n.2, p. 461-467.
- Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77.
- Sasseron, L.H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 49-67.
- Silva, V. P.; Ribeiro, E. E. C. I.; Guimarães, M. H. U.; Passos, M. M. (2021). Sequência didática para o ensino de Astronomia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 38, n. 2, p. 1135-1165.
- Sobreira, P.H.A.; Ribeiro, J.P.M.R. (2023). Erros conceituais de astronomia em livros didáticos de ciências da natureza e suas tecnologias – PNLD 2021. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 35, p. 77-126.
- Vosniadou, S.(1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45– 69.
- Zômpero, A. F.; Laburú, C. E.(2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*. Belo Horizonte. v.13, n.03, p.67-80.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES E APÓS A SD

- 1– Você acha que o Planeta Terra é redondo ou plano? Justifique a sua resposta.
- 2– Se você estudante precisasse explicar para alguém que acredita que a Terra é plana, quais argumentos você usaria para provar que ela é redonda?
- 3– Dê pelo menos dois argumentos científicos simples que indicam que a Terra possui uma forma esférica.
- 4– Cite algumas consequências da combinação do movimento de translação com a inclinação do eixo de rotação da Terra
- 5– Por que o Sol emite tanta luz?
- 6– Além da luz visível, o que mais o Sol emite?
- 7– Como se explica a existência de vida na Terra se o Sol emite energia invisível suficiente para matar os seres vivos?
- 8– Além da Rotação e Translação que outros movimentos do planeta Terra são importantes no estudo do clima do planeta?
- 9– Qual o papel do fitoplâncton na variação do clima da Terra?
- 10– O aumento do CO₂ na atmosfera causa aumento da temperatura ou o aumento da temperatura é que causa o aumento do CO₂?
- 11– O efeito estufa na atmosfera da Terra traz algum benefício ou só traz prejuízos para os seres vivos?
- 12– O que é e quanto vale em quilômetros uma unidade astronômica (UA)?
- 13– O que é e quanto vale em quilômetros um ano Luz?
- 14– O que se entende por uma representação em escala, dê um exemplo?
- 15– Por que a maioria dos livros didáticos não conseguem apresentar o sistema solar em sua verdadeira escala?
- 16– O que são as estrelas? De onde vem tanta energia?
- 17– Como e quando foram formados os átomos de hidrogênio, átomos mais observados no Universo?
- 18– Como e onde foram formados os átomos essenciais a vida, como oxigênio e carbono?
- 19– Como os cientistas explicam a formação de átomos mais pesados como o ouro e urânio?
- 20– Descreva aproximadamente como são formadas as anãs brancas, as estrelas de nêutrons e os buracos negros estelares.
- 21– Como é possível saber o formato da galáxia sem nunca termos saído de dentro dela?
- 22– Como e quanto tempo atrás surgiram o Universo e o nosso Sistema Solar?
- 23– Cite pelo menos uma razão científica para se acreditar que existe um buraco negro no centro da nossa galáxia.
- 24– Por que os cientistas falam da existência da matéria escura se eles não conseguem observar?

APÊNDICE B – QUADRO RESUMO DA SD

Tema	Atividades
A Terra é redonda	Aplicação do questionário (apêndice A). Distribuição de perguntas específicas, levantamento de hipóteses e elaboração do plano de trabalho em equipe.
	A professora acompanha o trabalho das equipes, permitindo troca de ideias entre os grupos, escreve na lousa, incentiva os estudantes e grava os comentários se possível.
	Apresentação dos vídeos: 1. Cinco provas simples de que ela é redonda. (https://bit.ly/2BLG1u); 2. E Terra (https://bit.ly/30Fv4dI).
	Apresentação dos resultados: cada grupo apresenta os resultados alcançados para os outros grupos.
A influência do Sol no planeta Terra	Distribuição de perguntas específicas, levantamento de hipóteses e elaboração do plano de trabalho em equipe.
	A professora acompanha o trabalho das equipes, permitindo troca de ideias entre os grupos, escreve na lousa, incentiva os estudantes e grava os comentários se possível.
	2 vídeos: 1- Estações do ano: https://bit.ly/3fUhfEX ; 2- Sol: https://www.youtube.com/watch?v=8_-b9bRUKk
	Apresentação e socialização dos resultados entre as equipes.
Dinâmica climática do planeta Terra	Distribuição de perguntas específicas, levantamento de hipóteses e elaboração do plano de trabalho em equipe.
	A professora acompanha o trabalho das equipes, permitindo troca de ideias entre os grupos, escreve na lousa, incentiva os estudantes e grava os comentários se possível.
	Exibição dos vídeos: 1. Ciclos de Milankovitch, Feedbacks Climáticos. (https://bit.ly/2ZReYyv); 2. Efeito Estufa (https://bit.ly/32YPeIE).
	Apresentação dos resultados: cada grupo apresenta os resultados alcançados para os outros grupos.
As distâncias	Distribuição de perguntas específicas, levantamento de hipóteses e elaboração do plano de trabalho em equipe.
	A professora acompanha o trabalho das equipes, permitindo troca de ideias entre os grupos, escreve na lousa, incentiva os estudantes e grava

do	os comentários se possível.
Sistema Solar	Vídeos: 1. Distância dos planetas (https://bit.ly/3jVSBzZ); 2. O Sistema Solar em Escala (https://bit.ly/3hRfd2B); 3. Ano Luz. (https://bit.ly/3cy1CdP).
	Serão feitos exercícios com regra de três e potência de dez. Apresentação e socialização dos resultados entre as equipes.
As estrelas e a nossa galáxia	Distribuição de perguntas específicas, levantamento de hipóteses e elaboração do plano de trabalho em equipe.
	A professora acompanha o trabalho das equipes, permitindo troca de ideias entre os grupos, escreve na lousa, incentiva os estudantes e grava os comentários se possível.
	Vídeos: 1. Estrelas. (https://bit.ly/3jweaag); 2. De poeira estelar a supernovas: O ciclo da vida das estrelas. (https://bit.ly/2WHhrtt); 3. Distâncias (https://bit.ly/2CDLZW7); 4. Universo (https://bit.ly/3hvFDHh); 5. Via Láctea (https://bit.ly/3oBNyvQ).
	Serão feitos exercícios com regra de três e potência de dez. Apresentação e socialização dos resultados entre as equipes.
A evolução do universo	Distribuição de perguntas específicas, levantamento de hipóteses e elaboração do plano de trabalho em equipe.
	A professora acompanha o trabalho das equipes, permitindo troca de ideias entre os grupos, escreve na lousa, incentiva os estudantes e grava os comentários se possível.
	Big Bang:(https://www.youtube.com/watch?v=7GkJyrcb-64).
	Apresentação dos resultados: cada grupo apresenta os resultados alcançados para os outros grupos.
	Reaplicação do questionário da primeira aula

APÊNDICE C – CRITÉRIOS ADOTADOS PARA OS TEMAS 2 A 6

Sete critérios em relação ao tema 2

Tema	Critérios
A influência do Sol no Planeta Terra	1) A combinação da inclinação do eixo de rotação da Terra, em relação ao plano da sua órbita, com o movimento de translação da Terra em torno do Sol explica a existência das 4 estações (verão, inverno, primavera e outono); 2) A inclinação do eixo de rotação da terra fica praticamente constante durante o movimento de translação em torno do Sol;

	<p>3) O Sol emite tanta luz devido às reações de fusão nuclear (átomos de Hidrogênio que se fundem em átomos de Hélio) que ocorrem no seu núcleo superaquecido, cerca de 15 milhões de graus Celsius;</p> <p>4) A energia gerada é muito alta porque na fusão de 4 átomos de Hidrogênio em um átomo de Hélio, uma parte da massa é convertida em energia, segundo a famosa equação de Einstein ($E = mc^2$);</p> <p>5) O Sol emite além da luz visível outras radiações que atingem a Terra: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X, raios gama, raios cósmicos etc.;</p> <p>6) A atmosfera da Terra funciona como um verdadeiro filtro, deixa passar somente as radiações que são adequadas para a existência da vida na sua superfície, por exemplo, o ozônio (O₃) filtra a radiação ultravioleta;</p> <p>7) A atmosfera também propicia um efeito estufa natural para manter o planeta numa temperatura média adequada para a sobrevivência dos principais seres vivos, por exemplo, a água (H₂O) e o gás carbônico (CO₂) propiciam a formação do efeito estufa natural.</p>
--	---

Sete critérios em relação ao tema 3

Tema	Critérios
Dinâmica climática do planeta Terra	<p>1) O aumento na obliquidade, variação da inclinação do eixo da Terra com período de 41.000 anos, é uma das explicações mais aceitas para se dar o gatilho do aquecimento global natural, pois faz com que o verão seja mais quente e o inverno mais frio;</p> <p>2) Além da variação na obliquidade, os cientistas levam em consideração a precessão do eixo da Terra (comparável ao movimento de um pião com período de quase 26.000 anos) e a variação da excentricidade (alongamento da órbita da Terra em torno do Sol, com dois períodos: 100.000 e 400.000 anos) como os três principais movimentos naturais da Terra que explicam a ocorrência das eras glaciais e interglaciais;</p> <p>3) O fitoplâncton marinho é considerado como o verdadeiro pulmão do mundo, pois libera para a atmosfera mais de 50% de todo o oxigênio da Terra, transformando o CO₂ em O₂ e fixando o Carbono;</p> <p>4) O fitoplâncton marinho amplifica as glaciações, pois quando o nível dos oceanos diminui, há maior abundância de Ferro e conseqüentemente um aumento de fitoplâncton, ocasionando uma diminuição do CO₂ e esfriando o planeta mais ainda pela</p>

	<p>diminuição do efeito estufa;</p> <p>5) O efeito estufa ocorre naturalmente, pois parte da radiação que chega à superfície é transformada em radiação infravermelho e fica retida pela atmosfera em decorrência da presença de gases que impedem a devolução ao espaço. Esses gases (H₂O, CO₂ e CH₄) funcionam como o vidro do carro, permitindo a entrada da radiação solar e dificultando que toda ela saia do carro;</p> <p>6) O efeito estufa natural torna a Terra habitável com temperatura média global, próxima à superfície, em torno de 14°C. Caso não existissem naturalmente esses gases, a temperatura média do planeta seria muito baixa, da ordem de 18°C negativos, pois haveria muita perda de energia para o espaço sideral;</p> <p>7) O aumento do CO₂ na atmosfera causa o aumento da temperatura e o aumento da temperatura também causa o aumento do CO₂. Ambos ocorrem na natureza. Atualmente, devido ao aumento de emissões de CO₂ na atmosfera, os cientistas acreditam que esse seja o fator principal do aumento da temperatura média no planeta, conhecido como “aquecimento global”.</p>
--	--

Sete critérios em relação ao tema 4

Tema	Critérios
As distâncias do Sistema Solar	<p>1) A distância média entre a Terra e o Sol é conhecido como uma unidade astronômica - UA (1 UA = 1,50 x 10⁸ km);</p> <p>2) A distância que a luz percorre no vácuo em um ano, é conhecido como um ano-luz (1 ano-luz = 9,46 x 10¹² km);</p> <p>3) Uma representação em escala permite oferecer uma impressão visual da proporção entre o mapa e a realidade;</p> <p>4) Numa escala de 1: 1.000.000.000.000 (ou 1: 1,0 x 10¹²) a distância da Terra ao Sol (1 UA = 1,50 x 10⁸ km) equivaleria no mapa a 15 cm e um ano-luz (9,46 x 10¹² km) equivaleria aproximadamente a 9,5 km;</p> <p>5) A maioria dos livros didáticos não conseguem apresentar o sistema solar em sua verdadeira escala, pois os planetas ficariam invisíveis devido às grandes distâncias dos planetas;</p> <p>6) Se você representar o Sol no tamanho de uma bola de tênis, o planeta Terra teria que ser representado por pingo de tinta de 1 mm de diâmetro;</p> <p>7) Se você quiser representar proporcionalmente o diâmetro médio da órbita de Netuno numa folha de 30 cm, precisaríamos usar uma escala da ordem de 1: 3,0 x 10¹². Nessa escala até o Sol ficaria invisível, pois teria que ser representado por um diâmetro</p>

	de apenas 0,46 micrômetros.
--	-----------------------------

Sete critérios em relação ao tema 5

Tema	Critérios
As estrelas e a nossa galáxia	<ol style="list-style-type: none"> 1) As estrelas são corpos celestes que possuem uma temperatura de milhões de graus no seu núcleo, propiciando a produção enorme de energia a partir da fusão nuclear. No caso de uma estrela pequena como o Sol, a energia gerada é a partir da fusão de 4 átomos de Hidrogênio em um átomo de Hélio; 2) Nas estrelas maiores, há fusão de elementos mais pesados e consequentemente com maior produção de energia; 3) Segundo a teoria do Big Bang (grande explosão), os átomos menores, principalmente o hidrogênio e o hélio, foram formados cerca de 13,7 bilhões de anos atrás, quando o Universo tinha apenas alguns minutos de existência; 4) O oxigênio e o Carbono, juntamente com outros elementos pesados, foram formados pelas fusões nucleares de átomos menores ocorridas nos núcleos das primeiras estrelas, cuja formação ocorreu milhões de anos após a grande explosão (Big Bang); 5) A formação de todos os átomos mais pesados do que o Ferro (por exemplo o ouro e o urânio) exige uma quantidade absurda de pressão e temperatura, por isso os cientistas acreditam que isso só pode ter ocorrido em explosões de estrelas gigantes, conhecidas como "supernovas"; 6) As estrelas anãs brancas, as estrelas de nêutrons e os buracos negros estelares são três tipos diferentes de objetos compactos previstos para o final da vida "normal" das estrelas, após esgotarem os seus respectivos combustíveis nucleares; 7) O Sol, após queimar o seu combustível de hidrogênio, se transformará em uma gigante vermelha e depois restará apenas um núcleo denso e quente de hélio, conhecido como estrela anã branca. Já as estrelas maiores, após esgotarem os seus combustíveis acabam explodindo (supernovas); e além dos gases que são espalhados pelo espaço, sobram um núcleo absurdamente denso composto principalmente de nêutrons (estrelas de nêutrons) ou mesmo os próprios nêutrons podem acabar se colapsando em objetos mais densos ainda a tal ponto que a própria luz não consegue mais sair, ou seja, viram os chamados buracos negros estelares.

Sete critérios em relação ao tema 6

Tema	Critérios
A evolução do universo	<ol style="list-style-type: none"> 1) Conhecemos o formato da nossa galáxia ao medirmos as distâncias e as velocidades dos diversos astros que compõem a nossa galáxia: estrelas, nuvens de gás e poeira, aglomerados de estrelas etc.; 2) Segundo a teoria do <i>Big Bang</i>, o Universo surgiu a partir de uma explosão de radiação há cerca de 13,7 bilhões de anos cuja causa ainda é desconhecida pela ciência; 3) O nosso Sistema Solar foi formado há cerca de 4,5 bilhões de anos e acredita-se que as forças gravitacionais atuaram numa nuvem de matéria que eram restos de explosões de estrelas gigantes mais antigas, conhecidas como supernovas; 4) Faz muitos anos que os cientistas achavam que havia um buraco negro no centro da nossa galáxia, pois já tinham observados que era muito comum as galáxias possuírem um buraco negro no seu centro; 5) Em 2020 três cientistas ganharam o prêmio Nobel de Física justamente por terem previstos a existência de um buraco negro no centro da nossa galáxia. Eles mediram várias órbitas de objetos próximos ao núcleo da nossa galáxia e conseguiram demonstrar que a melhor explicação científica para justificar o movimento deles é justamente a existência de um buraco negro supermassivo de aproximadamente 4 milhões de massas solares; 6) Os cientistas conseguem identificar a existência da matéria escura ao observarem e calcularem os movimentos de objetos brilhantes próximos. Esses objetos não poderiam apresentar esses movimentos se não houvesse matéria invisível (escura) na região; 7) Nos últimos 30 anos, os astrônomos observaram que o Universo como um todo está em uma expansão acelerada e a explicação mais aceita até agora é que a causa principal dessa aceleração é a existência de uma energia desconhecida que os astrônomos chamaram de energia escura.



ENSINO DE ASTRONOMIA PARA PROFESSORES PEDAGOGOS: UM MODELO DIDÁTICO

Carlos Mometti¹

RESUMO: Trabalhos recentes acerca do ensino da Astronomia, considerando o contexto brasileiro, têm apontado problemas que impossibilitam sua aprendizagem por parte dos alunos. Dentre aqueles destaca-se, sobremaneira, a área da formação de professores e suas reais dificuldades em desenvolver o ensino da Astronomia para crianças. Diante deste cenário busca-se com o presente artigo apresentar uma proposta de modelo para a formação continuada de professores pedagogos, direcionado para o ensino da Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Para tanto, parte-se de uma breve discussão acerca da formação dos pedagogos no Brasil no que se refere ao Ensino de Ciências para, em seguida, discorrer acerca dos pressupostos teórico-metodológicos que permitiram a construção do referido modelo, o qual resultou de dados obtidos da pesquisa *Astronomia para Crianças*, realizada em uma instituição de ensino em São Paulo, Brasil. Como aproximações, o presente trabalho leva a uma proposta de desenvolvimento de formação básica para o ensino da Astronomia direcionada para professores pedagogos, bem como a possibilidade do ensino de conceitos basilares para crianças dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências, Formação de Professores, Astronomia, Pedagogos.

¹ Doutor em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo e Concordia University. Pesquisador associado do EDILab, Gina Cody School of Engineering and Computer Science, Montreal, Québec, Canadá. E-mail: carlosmometti@usp.br.
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6699-7139>.

ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA PARA PROFESORES PEDAGOGOS: UN MODELO DE ENSEÑANZA

Resumen: Trabajos recientes sobre la enseñanza de la Astronomía, considerando el contexto brasileño, han resaltado problemas que imposibilitan el aprendizaje de los estudiantes. Entre ellos destaca el área de la formación docente y sus dificultades reales para desarrollar la enseñanza de la Astronomía a los niños. Ante este escenario, este artículo busca presentar una propuesta modelo para la formación continua de docentes pedagógicos, orientada a la enseñanza de la Astronomía en los Años Iniciales de la Escuela Primaria. Para ello, comenzamos con una breve discusión sobre la formación de pedagogos en Brasil en la Enseñanza de las Ciencias y luego discutimos los supuestos teórico-metodológicos que permitieron la construcción del modelo anterior, que resultó de los datos obtenidos de la encuesta Astronomía para Niños, realizada en una institución educativa en São Paulo, Brasil. Como aproximaciones, el presente trabajo conduce a una propuesta para el desarrollo de una formación básica para la enseñanza de la Astronomía dirigida a docentes pedagógicos, así como la posibilidad de enseñar conceptos básicos a niños de Educación Primaria.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias, Formación del Profesorado, Pedagogos, Astronomía.

ASTRONOMY EDUCATION FOR TEACHERS: A TEACHING MODEL

Abstract: Recent work on teaching Astronomy, considering the Brazilian context, has highlighted problems that make it impossible for students to learn. Among those, the area of teacher training and its real difficulties in developing the teaching of Astronomy for children stands out. Given this scenario, this article seeks to present a model proposal for the continued training of pedagogical teachers, aimed at teaching Astronomy in Primary Education. To this end, we start with a brief discussion about the training of pedagogues in Brazil about Science Teaching and then discuss the theoretical-methodological assumptions that allowed the construction of the model above, which resulted from data obtained from the Astronomy for Children survey, carried out at an educational institution in São Paulo, Brazil. As approximations, the present work leads to a proposal for the development of basic training for the teaching of Astronomy aimed at pedagogical teachers, as well as the possibility of teaching basic concepts to children in Primary Education.

KEYWORDS: Science Teaching, Teacher Training, Pedagogues, Astronomy.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Astronomia vem ganhando cada vez mais espaço nas discussões educacionais no Brasil, conforme trabalhos de Batista (2018), Pacheco (2020) e Silva (2023), principalmente, no que diz respeito a área de Ensino de Ciências. Dessa forma, nos últimos dois decênios, especialmente, observam-se alguns importantes avanços no que tange à divulgação de materiais direcionados para o ensino de temas de Astronomia nos primeiros anos da educação básica.

Todavia, conforme destacam Pacheco e Zanella (2019, p.127), em seu levantamento bibliográfico realizado sobre as pesquisas envolvendo o ensino de Astronomia nos primeiros anos da educação básica no Brasil "(...) o principal desafio para o ensino de Astronomia é a formação do professor". Formação esta que depende, essencialmente, do currículo estabelecido pela instituição de nível superior, bem como do projeto político-pedagógico dos cursos de licenciatura. Assim, há um conjunto de elementos que contribuem para o desafio citado por Pacheco e Zanella (2019).

Nesse sentido, concordamos com os autores uma vez que a partir das novas orientações curriculares e do encaminhamento da produção de material didático com os conteúdos astronômicos, supre-se um dos pontos necessários para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem: o campo do conhecimento. Já no que tange à transformação e passagem desse conhecimento *sui generis* em uma forma de conhecimento acessível para os estudantes – transposição didática de acordo com a perspectiva de Chevallard (1991) – cabe, num primeiro momento, a formação do professor pensar modos e formas de fazê-los.

Isso significa que os currículos dos cursos de licenciatura em Ciências e Pedagogia precisam considerar a existência de novos conteúdos direcionados para o ensino da Astronomia na Educação Básica, pensando em estratégias e escolhas metodológicas diversificadas para seu ensino. Desse modo, e ainda segundo o estudo de Pacheco e Zanella (2019), “ensinar” apenas os conceitos astronômicos para os já professores e, também, “futuros” professores não seria, de todo, uma escolha positiva no que tange à formação docente. Mas, também, deve-se pensar no “como” tais conteúdos serão propostos aos

professores e as metodologias por meio das quais serão ensinados. Assim, escolhemos como contexto de estudo os aspectos metodológicos relativos aos conteúdos de Astronomia sugeridos aos professores formados em Pedagogia e que atuam nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Desse modo, o presente artigo possui por escopo apresentar e discutir um modelo proposto para a formação continuada de pedagogos, direcionado para o ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Como contexto de construção e proposição do referido modelo, partiu-se de uma pesquisa realizada com professores pedagogos atuantes em uma instituição de ensino na cidade de São Paulo durante o período de três anos.

Para tanto, o presente texto organiza-se em três partes, sendo a primeira destinada para a apresentação dos aportes teóricos que embasaram o estudo em pauta, na segunda destacam-se o design metodológico bem como seus desdobramentos de análise, os quais colaboraram para a criação do modelo proposto e, finalmente, a última parte que se destina à discussão do modelo didático-pedagógico voltado para o ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental a partir do contexto aqui considerado.

2. APORTES TEÓRICOS

Desenvolver conteúdos científicos nos primeiros anos da educação básica requer dos professores não apenas um conjunto de conhecimentos específicos do tema que se pretende trabalhar, mas uma reunião de procedimentos que sejam direcionados para um público específico, ou seja, as alunas e os alunos serão contemplados.

Dessa forma, *ensinar* Ciências na educação básica requer atenção especial, segundo apontam Langhi e Nardi (2005). Dentre os aspectos importantes para tal empresa, destacam-se: (i) desenvolvimento de conteúdos que estejam alinhados e presentes no cotidiano dos estudantes, (ii) temas que não trabalhem unicamente numa perspectiva técnica e matemática e, (iii) aplicabilidade e direcionamento para as habilidades psicológicas da “autonomia” e “desenvoltura social”.

Assim, no que se refere ao primeiro aspecto podemos encontrar

estudos como de Teixeira (2011), que discute acerca das origens do chamado movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), o qual ganhou maior destaque na virada do século XX para o XXI, especialmente, após o surgimento da internet e seu conseqüente *boom* para o setor das comunicações, bem como sua popularização.

Ademais, cabe destacar a distinção entre “presença dos conteúdos no cotidiano” e “contextualização”. Pois, contextualizar é tratar de um tema partindo da vivência e/ou experiência, num sentido de “fora” para “dentro”. Por outro lado, ter ou não a presença de conteúdos sem “ligação epistemológica” com o contexto do aluno não promove a construção da sua significação, como bem nos sinaliza os estudos de Ausubel (2000). Assim, a *confusão* entre contextualização e a pura presença de conteúdos caracteriza-se como um obstáculo metodológico para o docente.

No que se refere ao segundo aspecto supracitado, temas que não trabalhem unicamente numa perspectiva técnica e matemática, destaca-se um dos discursos que cada vez mais ganha força e adeptos, decorrente do movimento construtivista, a partir da década de 1980' que é o de “aprender ciências por meio intuitivo” (Krasilchik, 1986). Nesse sentido, encontramos como base ideológica do discurso que “para aprender ciências é preciso utilizar fórmulas e conceitos das áreas ditas duras” a perspectiva do que é “verdade” e do que é “validade” para a comunidade científica. Essa discussão, atualmente, migrou para o que tem sido nomeado, no meio acadêmico, de geração da *pós-verdade*².

Finalmente, o terceiro aspecto traz em seu cerne duas bases ideológicas, as quais são: “conhecimento como *commons*” e “desenvolvimento pessoal como habilidade necessária para a vivência no novo século”. A primeira, decorrente do pensamento histórico-materialista, é um dos objetivos principais dos sistemas educacionais brasileiros, haja vista que a própria

²Para aprofundar-se neste novo debate no que se refere ao Ensino de Ciências conferir o volume especial *Ciências e Educação Científica em tempos de pós-verdade*, publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física em 2020 disponibilizado em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/3108>.

legislação educacional, por meio da Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (Brasil, 1996) destaca em seu artigo primeiro, parágrafo segundo que "a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e a prática social". Segundo Machado (2015) a ideia de *commons* implica na valoração do conhecimento e sua posterior monetarização, somado no capital produzido por uma nação, isto é, no seu PIB.

Outrossim, no que tange ao "desenvolvimento pessoal como habilidade necessária para a vivência no novo século", nota-se que decorre da compreensão de um conhecimento como *commons*, pois um sujeito dependente de outros integrantes de seu grupo social, ou seja, sem a devida autonomia no que diz respeito à competência, não conseguirá atingir bons resultados no processo produtivo e, por conseguinte, não contribuirá para o "desenvolvimento" da coletividade. Esse discurso figura no chamado "aluno empreendedor", conforme prevê o currículo do Estado de São Paulo publicado no ano de 2020 (São Paulo, 2020).

Outro ponto importante, e que se soma ao já citado anteriormente acerca dos conteúdos de Ciências, trata das discussões acerca da produção de um documento norteador para os currículos brasileiros, a chamada Base Nacional, já prevista na constituição de 1988 e apenas colocada em prática a partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996 (Lei 9.394/1996) ainda no segundo mandato do ex-presidente Fernando Henrique Cardoso.

Assim, a publicação dos chamados Parâmetros Curriculares Nacionais em 1997, seguido das Diretrizes Nacionais Curriculares da Educação Básica em 7 de Abril de 1998 permitiu, quase dez anos mais tarde, a elaboração de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a partir de 2015 no segundo mandato da ex-presidenta Dilma Rousseff.

A despeito desse documento, e mesmo diante de inúmeras críticas e modificações "às escuras"³, a BNCC traz para todas as redes de ensino do país

³Assumimos a liberdade para utilizar este termo, pois as discussões acerca da BNCC no Brasil ultrapassaram o aspecto educacional e tornaram-se, majoritariamente, uma questão política-ideológica. Nesse sentido, e a partir do *impeachment* ocorrido em

os conteúdos mínimos que devem ser trabalhados e desenvolvidos, considerando como perspectiva pedagógica os conceitos de *habilidades* e *competências*. Além desse documento de extrema importância para repensarmos aspectos curriculares concernentes aos conteúdos científicos ensinados na Educação Básica, temos 2 de julho de 2019 a publicação da Resolução nº1 do Conselho Nacional de Educação, a qual trata “altera o Art. 22 da Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada” (Brasil, 2019a, n/p).

Ademais, em 20 de dezembro de 2019 também a publicação da Resolução CNE/CP nº2, a qual define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica e, além disso, institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica, conhecida na área educacional por BNC-Formação.

Tal documento, construído também a partir das noções de competências, divide a formação docente em três eixos norteadores, os quais são: I. Conhecimento profissional; II. Prática profissional; III. Engajamento profissional. No que se refere ao primeiro eixo norteador, o documento considera:

§ 1º As competências específicas da dimensão do conhecimento profissional são as seguintes: I - dominar os objetos de conhecimento e saber como ensiná-los; II - demonstrar conhecimento sobre os estudantes e como eles aprendem; III - reconhecer os contextos de vida dos estudantes; e IV - conhecer a estrutura e a governança dos sistemas educacionais (Brasil, 2019b, p.2).

2016, os projetos da pasta da Educação deixaram de ser prioridade e passaram a ser consideradas como questões não prioritárias. Para aprofundamento sobre essa discussão recomenda-se o trabalho de Peroni, V. M. V., Caetano, M. R., & Arelaro, L. R. G. (2019). BNCC: disputa pela qualidade ou submissão da educação? *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação*, 35(1), 035–056. <https://doi.org/10.21573/vol1n12019.93094>.

Neste sentido, nota-se que o item I da citação acima trata, essencialmente, das metodologias utilizadas no trabalho pedagógico docente. Já no que se refere aos conteúdos, dizer que se distribuem em competências e habilidades como indicado na BNCC (Brasil, 2017) significa que, sob a égide do que Perrenoud (1999) define, deve-se trabalhar pedagogicamente e de modo integrado os conceitos de uma determinada área do saber a fim de promover no educando possibilidades para o desenvolvimento de uma determinada atitude que considere o que aprendeu em seus estudos, bem como aplicações no seu cotidiano. Então, pode-se dizer que um dado conjunto de habilidades constituem uma competência.

Outrossim, a BNCC (Brasil, 2017) organiza-se, no que se refere ao Ensino Fundamental, nas áreas do conhecimento dada por Linguagens (Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Arte e Educação Física), Matemática, Ciências da Natureza (Ciências), Ciências Humanas (História e Geografia) e Ensino Religioso⁴. Cada uma dessas áreas distribui-se em: unidades temáticas (UT), objetos do conhecimento (OC) e as correspondentes habilidades (H). Todavia, a estrutura inicial da BNCC (Brasil, 2017) parte das competências gerais e, num segundo momento, das competências específicas.

No que se refere à UT, trata-se de um conjunto de conhecimentos que devem ser trabalhados por meio do desenvolvimento das habilidades. Considerando o ensino de Astronomia, seus conteúdos estão distribuídos na área de Ciências da Natureza (Ciências), na unidade temática “Terra e Universo”. O quadro 1 a seguir apresenta a distribuição de conteúdos de Astronomia, por OC para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental previsto na BNCC (Brasil, 2017).

⁴ Inserida no documento como parte opcional para as instituições.

Objeto do conhecimento (OC)	Ano
Escalas de tempo	1°
Movimento aparente do Sol no céu O Sol como fonte de luz e calor	2°
Características da Terra Observação do céu	3°
Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura	4°
Constelação e mapas celestes Movimento de rotação da Terra Periodicidade das fases da Lua Instrumentos ópticos	5°

Quadro 1. Objetos do conhecimento previstos na unidade temática Terra e Universo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Fonte: elaboração própria.

Dessa forma, o aspecto concernente à “interdisciplinaridade” para trabalhar os diversos conteúdos e suas possibilidades pedagógicas com outras áreas do saber está previsto no documento da BNCC, pois a partir de uma OC pode-se “decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem” (Brasil, 2017, n.p).

Todavia, cabe destacar que no documento citado a interpretação do que se entende por “interdisciplinar” não é apresentada, fato este que pode levar a uma confusão metodológica por parte dos elaboradores de currículo, conteudistas de materiais didáticos e gestores educacionais.

Considerando que o docente atuante nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental possui apenas a formação em Pedagogia, isto é, que sua formação é “polivalente” e adentra nos conteúdos básicos de um modo não aprofundado, o ensino das diferentes áreas do saber acaba por manifestar algumas deficiências, como destacam Langhi e Nardi (2005), Gonzatti, De Mamam, Borragini, Kerler e Hoetinger (2013) e Bartelmelos e Moraes (2011).

Nesse sentido, o professor pedagogo não especialista e, a depender de sua formação inicial, muitas vezes sem contato nenhum com conhecimentos de Astronomia recorre ao que Tardif (2012) enfatiza sobre os “saberes da experiência” e os “saberes de conteúdo”. Isso significa que ensinará os conteúdos previstos no Quadro 1 a partir daquilo que viu enquanto aluno ou baseando-se no sumário do seu material didático.

Desse modo, nota-se que será apenas no quinto ano do Ensino Fundamental que a criança terá maior contato com a Astronomia considerando a quantidade de conteúdos previstos, fato que leva a uma potencial demora para seu estudo e um primeiro contato por parte do aluno, mesmo que introdutório. Cabe ressaltar, ainda, que no 5º ano o aluno já se encontra com uma idade média de 10 anos e já conta com experiência adquirida do mundo em que vive. Assim, questões que envolvem o universo científico deixarão de ser consideradas, uma vez que os conhecimentos necessários ainda estarão por vir.

Além do mais, questões⁵ como "por que o céu é azul?", "por que existe o dia e a noite?", "por que tudo cai para baixo?" entre outras, já surgem e não acompanham o previsto pelo Quadro 1 mencionado, mas poderiam ser aproveitadas pelo docente a qualquer momento ao longo do seu trabalho pedagógico, respeitando o desenvolvimento cognitivo da criança e sua fase escolar.

Em um estudo realizado no Estado do Paraná, Brasil, os autores Batista, Fusinato e Ramos (2016) buscaram compreender como os conteúdos de Astronomia se apresentavam nos currículos do curso de Pedagogia das instituições de ensino superior daquela região. Constataram que a prevalência das disciplinas se dá no âmbito das áreas eminentemente pedagógicas, com forte direcionamento para práticas que objetivem a compreensão e desenvolvimento crítico.

⁵Questões originalmente extraídas de um grupo de crianças com faixa etária de 7 a 8 anos de uma escola do município de São Paulo, durante projeto desenvolvido no ano de 2020 sobre Astronomia.

Já no que tange às demais disciplinas, como a Astronomia, Ciências e até mesmo a Matemática, o déficit no aprofundamento da formação do pedagogo faz-se notório. Nesse sentido, os autores citam que:

"[...] a atuação tanto do pedagogo como do profissional formado em nível médio é cerceada de limites, quando identificamos que sua formação é completamente voltada para os fundamentos da educação e para os métodos e técnicas de ensino, com pouca ênfase nos conteúdos das disciplinas do currículo dos anos iniciais" (Batista *et al*, 2016, p.228).

Do mesmo modo, Morett e Souza (2010), em um estudo desenvolvido no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, identificaram que os professores formados nas áreas científicas, participantes da pesquisa, conheciam poucos conteúdos a elas relacionados e, geralmente, citavam o que viam ou liam nos materiais didáticos. Tal fato coteja com Langhi e Nardi (2005) acerca da presença de conceitos errôneos presentes nos diversos recursos didáticos que chegam até os professores mediante projetos de distribuição nacional, como o Programa Nacional de Livros e Material Didático (PNLD), existente no Brasil há mais de duas décadas.

Outrossim, uma vez que o professor atuante nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental possui uma formação carente de conteúdos voltados para o ensino de Astronomia, investir em cursos de formação continuada caracterizar-se-ia uma tentativa de minimizar o abismo existente entre aquilo que deve ser ensinado e aquilo que realmente o professor domina para, posteriormente, ensinar.

Na sequência, e indo ao encontro dessa real necessidade de formação para os professores que atuam no nível primário, Langhi e Nardi (2005, p.77) destacam que "uma deficiente preparação do professor neste campo [a Astronomia, grifo nosso] e nas demais áreas da Ciência normalmente lhe traz dificuldades no momento de sua atuação em sala de aula".

Contudo, qual seria a "formação necessária" para o professor pedagogo ensinar Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental? Como contribuir, de modo eficiente, para o trabalho pedagógico do professor pedagogo, e que concilie com o aproveitamento da curiosidade das crianças

dos primeiros anos? Como tornar os conteúdos de Astronomia mais atrativos sem perder de vista a formalidade de seus conceitos? Tais questionamentos constituem-se como objeto de pesquisa atual do campo do ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, no Brasil.

Com efeito, aprofundar as discussões voltadas para a formação de professores leva-nos para questões envolvendo metodologias de ensino. Isso significa que para além de dominar os conteúdos necessários para o ensino de determinada disciplina, o docente deve fazer escolhas metodológicas que sejam adequadas ao conjunto de conhecimentos selecionados para uma determinada sequência de aulas.

Assim, no que se refere à metodologia de ensino concordamos com Gonzatti *et al* (2013, p.32) quando afirmam que "[...] uma das formas de seleção de conteúdos é a escolha daqueles tradicionalmente trabalhados ao longo do tempo, porém é possível inferir que a segurança e o domínio do conteúdo pelo professor é um balizador na organização dos mesmos".

Com as palavras “tradicionalmente trabalhados” os autores aludem aos conteúdos incorporados pelos professores ao longo de sua experiência, de tal forma que levando à área da Astronomia podemos dizer que o que é ensinado diz respeito àquilo que foi aprendido ao longo da experiência. Novamente, justifica-se a necessidade de trabalhar cursos de formação continuada que busquem o aprimoramento do docente, bem como o compartilhamento de conhecimentos *sui generis* acerca dos conteúdos astronômicos.

3. APORTES METODOLÓGICOS

Com o desenvolvimento cada vez mais rápido das tecnologias e sua constante aplicação na vida cotidiana, a Educação Científica passou a ser não apenas necessária, como também emergente para a sociedade (Fourez, 1994). Tal fato justifica-se, sobretudo, pela relação entre humano e máquina que passou a ocupar os nichos sociais, principalmente, no campo da produtividade e convivência. Haja visto que, duas décadas depois do chamado *boom* da internet, praticamente todas as relações sociais construíram-se na *digitalidade* e nos pensamentos originados pelas redes.

Isto posto, faz-se necessário investir no diálogo dos conhecimentos gerados na universidade, por meio da pesquisa, com aqueles levados até os alunos, por meio do processo de ensino-aprendizagem. Pois, mesmo diante de um mundo completamente digitalizado, nota-se uma distinção entre o conhecimento *sui generis* que origina e permite a criação aumentando a capacidade produtiva da tecnologia e aquele conhecimento *tácito*, direcionado apenas para a utilização dos aparatos tecnológicos.

Dessa forma, uma *ponte pedagógica* deve ser estabelecida, ou seja, é uma das tarefas dos centros de pesquisa e produção de conhecimento possibilitar a compreensão, o entendimento, a construção e a interpretação do que se produz na universidade e centros de investigação por todos os indivíduos da sociedade (Chevallard, 1991). Além disso, as estruturas dessa ponte devem ser sólidas para que, assim, o professor possa construir suas bases na sala de aula, com os alunos, de modo a desconstruir o que enfatizam Gonzatti *et al* (2013, p.45) de que "há um distanciamento entre as contribuições da pesquisa e da prática docente desenvolvida nas escolas".

Desta maneira, e diante da necessidade exposta acerca da formação docente, foi proposto o projeto de pesquisa intitulado "Astronomia para Crianças", desenvolvido durante o período de 2019 a 2023 numa instituição de educação básica do município de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. A referida instituição localiza-se na região Oeste de São Paulo e conta com 380 alunos matriculados. Oferece as etapas dos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Além disso, possui em seu quadro do magistério vinte e três professores, distribuídos em doze pedagogos na etapa do Ensino Fundamental Anos Iniciais e onze especialistas nos Anos Finais e Ensino Médio.

Tal projeto teve por objetivo investigar a formação do *pensamento científico* dos professores pedagogos, e a posterior aplicabilidade no ensino no que diz respeito aos conceitos elementares da Astronomia. Tais conceitos foram limitados aos seguintes: 1. planeta Terra e sua localização no espaço; 2. Sistema Solar e os planetas constituintes; 3. O Sol; 4. Estrelas e constelações.

Complementarmente, a pesquisa contou com as seguintes metas específicas: (i) desenvolver atividades de formação docente direcionada para o

ensino da Astronomia, (ii) desenvolver materiais didático-pedagógicos de apoio ao professor para o ensino da Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, (iii) promover um estudo com os professores participantes de conceitos básicos da Astronomia e (iv) levar os conceitos elementares da Astronomia para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental por meio de intervenções diretas, tais como oficinas, feiras, olimpíadas e minicursos.

Assim, para o desenvolvimento do referido projeto foram selecionados quatro professores pedagogos. Tal seleção deu-se a partir de um questionário de interesse enviado aos doze professores pedagogos da instituição um mês antes do início da construção das fontes de informação da pesquisa. Além deles, foram selecionadas quatro turmas dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental para a implementação dos materiais didático-pedagógicos produzidos, as quais foram: 4º e 5º anos do período da manhã, 4º e 5º anos do período da tarde. Os quatro professores citados caracterizaram-se como os sujeitos da pesquisa e participaram até a finalização da implementação dos materiais produzidos para as turmas supracitadas.

Acerca do desenvolvimento da pesquisa, esta se deu em três momentos, sendo o primeiro destinado para a formação com os professores participantes sobre os conceitos elementares de Astronomia citados anteriormente, o segundo voltado à elaboração de sequências didáticas para implementação nas turmas e, finalmente, o terceiro caracterizado pela coleta de informação e posterior transformação em dados de análise.

Deste modo, no que tange à coleta de informação, esta se deu por meio dos seguintes processos: 1. Entrevista semiestruturada com os professores participantes do projeto (Qu; Dumay, 2011); 2. Anotação no diário de campo pelo pesquisador responsável; 3. Tabulação das respostas das atividades realizadas pelos alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Todas as informações coletadas foram fundamentais para a discussão do objetivo citado anteriormente e, posterior desenvolvimento da proposta de modelo de formação continuada objeto deste artigo.

Não só, salienta-se que os três momentos mencionados do projeto foram desenvolvidos ao longo dos anos de 2020 e 2021, pois o ano de 2019 foi utilizado, basicamente, para um estudo em maior profundidade junto com os

professores participantes e preparação da escola no que se refere à logística organizacional, número de aulas que seriam disponibilizadas para a aplicação das sequências didáticas e as atividades que os alunos iriam desenvolver. Desse modo, para qualquer intervenção que se faça em uma instituição escolar deve-se considerar interferências culturais e possíveis mudanças no que diz respeito à sua dinamicidade (Sewell Jr., 2005).

Além disso, durante o período no qual a presente pesquisa fora realizada o mundo passava por um isolamento social compulsório devido à pandemia da Covid-19. Assim, todas as atividades de ensino e pesquisa foram obrigatoriamente realizadas de modo não presencial, por meio de redes virtuais de aprendizagem e plataformas de encontros síncronos. Todos os momentos de formação com os professores pedagogos sobre os materiais didático-pedagógicos e suas respectivas aplicações com os alunos das turmas selecionadas foram desenvolvidos de modo não presencial, fato este que fez das gravações destes momentos nossa quarta fonte de informação. Toda a pesquisa respeitou os dispostos pelas resoluções nº 466 de 12 de Dezembro de 2012 e nº 510 de 07 de Abril de 2016, ambas do Conselho Nacional de Saúde / MS / Brasil. E, também, pela Lei nº 13.709 de 14 de Agosto de 2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais).

Outrossim, para a proposição do modelo didático foram considerados os seguintes pontos: (i) aspectos essenciais para a definição de uma metodologia de ensino segundo Astolfi e Develay (2012) e Mometti (2022); (ii) diferenciação entre tempo didático e tempo cronológico docente; (iii) distribuição das fases em momentos de formação específicos.

O primeiro ponto refere-se aos aspectos epistemológico, didático, psicológico e operacional considerados por Astolfi e Develay (2012) e Mometti (2022) para se caracterizar e definir uma metodologia de ensino. Dessa forma, faz-se importante destacar a diferença que há entre um recurso e um método quando o contexto da discussão é a prática pedagógica.

Já o segundo ponto, por sua vez, trata sobre a diferença entre o tempo que o professor possui disponível em sala de aula – e efetivo! – para desenvolver suas atividades de docência e aquele tempo inicialmente disponibilizado pelo seu horário de trabalho, conforme destacado por Chopin

(2007). No sentido em que a autora traz sobre tempo didático enquadram-se, especificamente, um tipo de recurso dado por sequências didáticas.

Além do mais, quando se trata do tempo didático como aspecto metodológico consideram-se as necessidades específicas de cada grupo de alunos no que tange à “organização da sala de aula”. Isso significa que não apenas o conjunto de sequências didáticas como recurso pedagógico deve ser pensado para o desenvolvimento da aula, como também o modo por meio do qual os alunos irão desenvolver sua aprendizagem. A organização é um ponto fundamental na definição de qualquer modelo didático de formação.

Finalmente, o terceiro ponto refere-se à operacionalização que o agente formador deverá realizar durante o processo de formação continuada proposta pelo modelo, uma vez que assumimos como formação “o lugar de vida e morada do/a professor/a, em que sua existência profissional seja, permanentemente, acompanhada por processos formativos, sejam eles de início, meio ou fim de carreira” (Coimbra, 2020, p.3).

Assim sendo, operacionalizar os momentos de formação destinados ao professor significa organizar os processos através dos quais aquele desenvolverá um conjunto de conhecimentos que serão voltados para sua prática pedagógica.

A partir dos três pontos anteriormente citados foi elaborado um modelo didático para o desenvolvimento de uma formação continuada com professores pedagogos. Todavia, cabe destacar que tal modelo não prevê o formato da formação, isto é, não sugere se deve ser em módulos, presencial e/ou a distância. Tal fato justifica-se por se tratar de um modelo flexível e que depende, sobretudo, dos recursos disponíveis dos formadores. O que não impede ser desenvolvido em formato híbrido, totalmente presencial ou a distância, por exemplo.

4. PROPOSTA DE MODELO DIDÁTICO PARA A FORMAÇÃO DOCENTE NO ENSINO DE ASTRONOMIA

Conforme mencionado, o desenvolvimento do projeto de pesquisa citado seguiu três fases, sendo a segunda delas voltada para a formação de

professores. Dessa forma, a Figura 1 a seguir sintetiza a proposta do modelo de formação continuada sugerido após estas ações de intervenção na instituição escolar considerada.

Todavia, cabe ressaltar que não faz parte do escopo deste trabalho expor uma análise da aplicação do modelo sugerido, mas sim compartilhar sua elaboração, bem como os pressupostos teórico-metodológicos que permitiram sua elaboração. Dessa maneira, assumindo como contexto-chave o ensino da Astronomia para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, parte-se das quatro dimensões metodológicas necessárias para a definição de uma metodologia de ensino de acordo com Astolfi e Develay (2012) e Mometti (2022) para, num segundo momento, serem apresentadas as três fases constituintes da referida proposta.

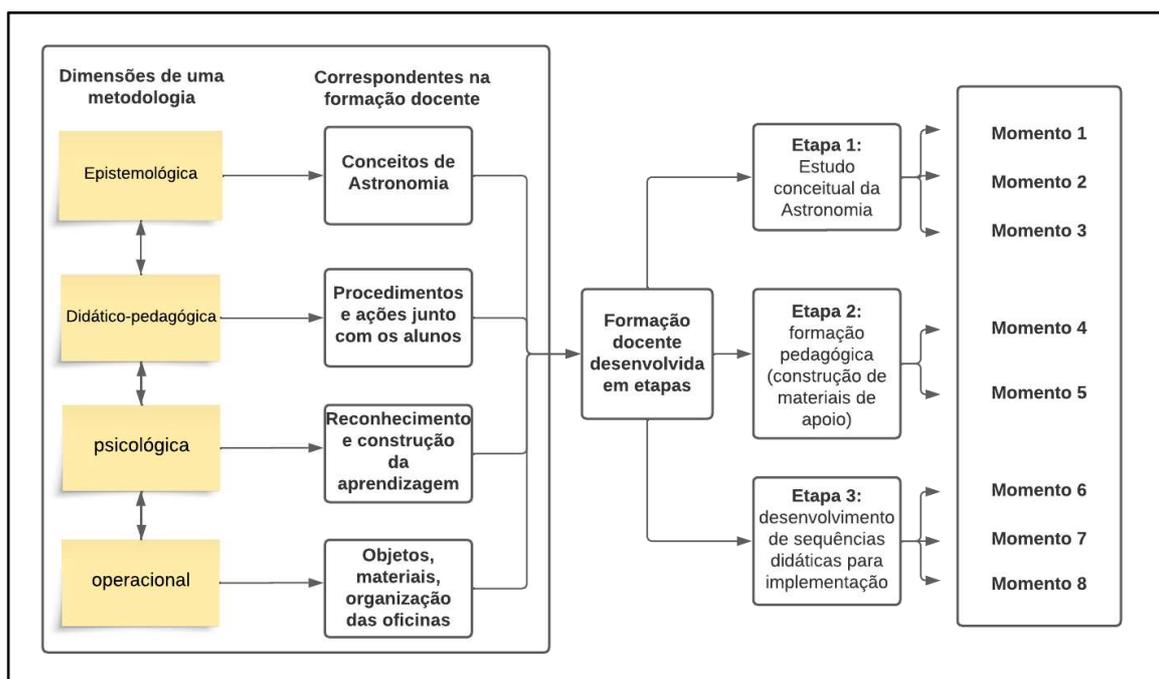


Figura 1. Proposta para o modelo de formação continuada de professores pedagogos. Fonte: elaboração do autor.

Como pode ser observado na Figura 1, o modelo didático foi construído assumindo como pressuposto teórico as concepções necessárias para que um determinado conjunto de procedimentos seja considerado como uma metodologia. Tais pressupostos são definidos como “dimensões metodológicas”.

Assim, de acordo com Astolfi e Develay (2012) e Mometti (2022), uma metodologia de ensino deve conter, juntos e combinados, necessariamente, as seguintes dimensões: (i) epistemológica, (ii) didático-pedagógica, (iii) psicológica e (iv) operacional.

Dessa forma, segundo os autores, o aspecto epistemológico refere-se ao conjunto de conteúdos conceituais sob os quais aquele conhecimento está construído. Aqui encontram-se os conhecimentos *sui generis* que dão origem a tudo que será ensinado nas diferentes etapas do ensino.

No que se refere ao aspecto didático, por sua vez, destacam-se as ações do docente em sala de aula, o que nomeamos por *durée pedagógica*⁶, baseando-se no que Giddens (2013) trata como *durée sociológica*. O aspecto psicológico traz o envolvimento entre os sujeitos do processo, nesse caso as modificações ontológicas decorridas nos indivíduos mediante sua participação no processo de ensino/aprendizagem. Aqui temos, predominantemente, os conteúdos atitudinais e as transformações culturais decorrentes de toda prática social (Stets; Turner, 2005).

Ademais, ao se tratar das transformações culturais em um determinado grupo social leva-se em consideração o que Stets e Turner (2005) aludem como aspectos sociológicos emocionais. Isso significa que todo agrupamento social terá um símbolo coletivo para o qual promover sua forma de “culto”, que no presente trabalho confunde-se como “culto pedagógico” e com integrantes

⁶ A *durée pedagógica* caracteriza todas as ações que o docente executa para desenvolver um determinado conteúdo em sala de aula, tais como mover-se para demonstrar algo na lousa, escrever na lousa, ler um texto, produzir um experimento, levantar a voz para chamar a atenção dos alunos etc. Seguindo a abordagem teórica de Giddens (2013), a *durée* é responsável pelo *agency* do indivíduo dentro da estrutura, sendo responsável por modificá-la como, também, sofrer influências.

específicos. Tal asserção sugere que o processo de ensino e aprendizagem reproduz práticas fundamentadas em uma sociologia específica para um agrupamento específico.

Já o aspecto operacional, por sua vez, refere-se a logística necessária para o professor desenvolver sua aula, tais como a preparação dos materiais didáticos que irá utilizar, os objetos de aprendizagem para os alunos, os recursos, espaço físico no qual desenvolver-se-á o momento de aprendizagem, organização e disposição dos alunos na sala etc.

A logística do processo de formação também se relaciona, sobremaneira, com o tempo didático disponibilizado. Isso significa que a partir do estabelecimento das ações necessárias que serão desenvolvidas em sala de aula, pensa-se em quais serão os recursos e qual espaço poderá alocar tais necessidades.

Outrossim, uma vez definido o que se entende por *metodologia de ensino* nas perspectivas citadas, parte-se para a modelagem no que se refere à formação docente de professores pedagogos. Desse modo, no que tange à dimensão *epistemológica*, consideramo-lo como o conjunto de conceitos inerentes ao tema tratado, ou seja, a Astronomia. Neste modelo em específico, o aspecto epistemológico é desenvolvido na fase 1 apresentada pela Figura 1 acima. Os conceitos sugeridos para serem trabalhados são: 1. planeta Terra e sua localização no espaço; 2. Sistema Solar e os planetas constituintes; 3. O Sol; 4. Estrelas e constelações.

Com o primeiro conceito sugere-se ao professor um conhecimento de localização do planeta Terra em uma porção de um espaço maior, ou seja, a Terra não é o único corpo celeste existente no Universo. Tal fato coteja com estudos de Timur, Yalçinkaya-Önder, Timur e Özeş (2020) que tratam as perspectivas docentes acerca dos temas e fenômenos astronômicos. O segundo conceito expande o primeiro e leva para o professor conhecimentos aprofundados dos planetas que formam o sistema, principalmente, explicando para aquele por que razão um determinado conjunto de planetas é considerado como um sistema.

Neste ponto, por exemplo, todos os professores que participaram do segundo momento do projeto de pesquisa mencionado anteriormente não

sabiam que o Sistema Solar é apenas um dos outros muitos que existem no Universo conhecido. Além disso, manifestaram que ensinar conceitos da Astronomia sem saber o mínimo necessário causa insegurança e um mau planejamento da aula. Por tal razão seguir apenas os manuais e livros didáticos com os conhecimentos astronômicos mínimos não seria adequado para promover o seu ensino nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Já no que tange aos terceiro e quarto conceitos, Sol, estrelas e constelações, observa-se uma expansão dos conhecimentos de base anteriormente citados, partindo da localização da Terra e dos demais planetas constituintes do Sistema Solar para o próprio Sol e as estrelas que tanto deixam os alunos e alunas curiosos durante os momentos de discussão. Aqui cabe um destaque que tem sido objeto de questionamento no campo do Ensino de Ciências, como a interdisciplinaridade entre conceitos das disciplinas de Ciências Naturais (Fourez, 1994).

Desse modo, quando nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental os alunos aprendem sobre as plantas, seu crescimento e elementos necessários para sua sobrevivência, o Sol entra como elemento central na discussão, uma vez que sem sua energia propagada na forma de ondas eletromagnéticas não haveria a possibilidade de realização da fotossíntese. Assim, o Sol passa a ser visto como integrante do planeta Terra e não como um Astro que pertence a uma posição no Universo e que alimenta energeticamente todo o Sistema. Uma possível escolha didática, neste quesito, seria de trabalhar interdisciplinarmente o Sol como um elemento astronômico que contribui para o desenvolvimento da vida no planeta Terra.

Seguindo, a dimensão *didática* pode ser identificada no modelo em pauta como as ações que foram pensadas e, posteriormente, implementadas durante a fase 2, i.e, formação pedagógica e construção de materiais de apoio. Nesta fase os professores são convidados a transformarem os conceitos astronômicos elementares trabalhados anteriormente em procedimentos de ação pedagógica. Essa tarefa caracteriza o que Chevallard (1991) define por transposição didática e que ampliamos para uma transposição didático-pedagógica.

Assim, são pensados em formato de itens os tópicos: 1. Objetivo e

intenção do tema/conceito trabalhado; 2. Disposição/organização da turma; 3. Materiais de referência e consulta; 4. Recursos digitais e não digitais necessários; 5. Aferição do processo. Desta maneira, o formato e/ou padrão necessário para a apresentação do planejado pode se dar em sequências didáticas ou atividades investigativas. Sugere-se que se atente à etapa de desenvolvimento cognitivo em que se encontram as crianças.

Na dimensão *psicológica* considera-se os modos por meio dos quais as crianças envolvidas no processo tomarão contato com os conceitos astronômicos selecionados, bem como os objetos de aprendizagem que foram pensados durante a etapa anterior. Esta dimensão perpassa as fases 2 e 3 do modelo apresentado pela figura 1. Um ponto importante a ser destacado diz respeito a como as crianças lidarão com os conhecimentos de base da Astronomia e quais questões emergem de sua curiosidade natural.

Assim, ao tomarem contato, e.g., com o conhecimento acerca da localização da Terra e seu posicionamento em relação a Lua, questionarão coisas do tipo: “por que a Lua não cai na Terra? Por que a Lua aparece de diferentes formas quando a olhamos em diferentes dias da semana? Qual é o papel da Lua para a Terra e vice-versa?”. Tais questões manifestam a curiosidade e, se trabalhadas de um modo pedagogicamente adequado farão com que os alunos se interessem mais pela Astronomia.

De acordo com Haviland, Prins, Walrath e McBride (2007) a capacidade humana de transformar conhecimento em cultura parte, sobretudo, da curiosidade de tudo aquilo que lhe incomoda em seu meio natural. Isso significa que se levarmos para a Educação essa discussão podemos pensar que a curiosidade terá um papel incentivador na busca por novas descobertas e entendimento do mundo que seria, basicamente, um dos objetivos do ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Já a dimensão *operacional* pode ser identificada na fase 3 do modelo apresentado pela figura 1, trazendo à luz do debate sobre a formação docente os recursos que realmente são necessários e, de certa forma, importantes para que o trabalho pedagógico com a Astronomia seja desenvolvido. Nesse ponto, ademais, faz-se importante ressaltar a necessidade de se realizar a *anamnese* do contexto no qual um projeto de intervenção pedagógica será aplicado, pois

conhecer a realidade em que se pretende intervir é o ponto inicial para o sucesso da empreitada.

Nesse sentido, ao desenvolver a *anamnese* sugere-se ao professor que no primeiro contato dos alunos com os conceitos de Astronomia peça que representem, à sua maneira, o que percebem na natureza acerca do Sol, Lua, chuva, estrelas, dia, noite etc. Tais representações dão, num primeiro momento, pistas do que o aluno percebe e como o faz, pois geralmente esse contato que as crianças dos primeiros anos possui com temas da Astronomia dá-se por via dos desenhos animados e vídeos da internet.

Porquanto, ainda tratando acerca do aspecto operacional e da disponibilização de recursos para o processo de ensino/aprendizagem, podemos citar alguns exemplos do que, no ensino de Astronomia está presente nos materiais didáticos quando se trata dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, e que não são identificados como Astronomia, mas sim por outros nomes. Tais exemplos são: construção de lunetas simples de Galileu, estudo de objetos ópticos dando destaque para a observação, cartilhas explicativas com imagens nítidas e em alta resolução de objetos celestes, além de objetos digitais e simulações computacionais.

A construção da luneta por Galileu e a posterior divulgação do livro *Siderius Nuncius* (Mensageiro das estrelas) em 1610 trouxe para a comunidade científica as primeiras formas de representação da Lua, suas fases e alguma discussão acerca das influências para o planeta Terra. Galileu é considerado por muitos no Ocidente como o “pai” da Astronomia, por ter sido o primeiro a apontar uma luneta para o céu, embora sua invenção tenha tido como motivação a navegação marítima e a participação florentina nas guerras. Segundo Rossi (2007, p.16) “para ter fé àquilo que se vê com a luneta é necessário acreditar que o instrumento não serve para deformar, mas para potenciar a visão”.

Além disso, deve ser destacado durante o desenvolvimento dos conceitos elementares de Astronomia sua participação na Agricultura antiga e no desenvolvimento das construções, como os monumentos egípcios. Geralmente, o papel da Astronomia reduz-se a uma mera exemplificação de conhecimento paralelo, como se apenas seus resultados fossem importantes e

não os modos por meio dos quais tais resultados são obtidos (Rossi, 2007).

Em síntese, o modelo proposto baseia-se, sobretudo, nos aspectos necessários para que haja uma metodologia de formação de professores pedagogos direcionada para o ensino da Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, dos quais extraem-se três fases indicadas por: (1) formação conceitual de Astronomia, (2) formação pedagógica e (3) desenvolvimento e implementação.

Quanto à distribuição do tempo empregado à formação dos quatro professores participantes da pesquisa, este foi distribuído em oito momentos, os quais estão descritos no quadro 2 a seguir. Em cada um dos momentos da formação há, necessariamente, a realização de uma discussão seguida de *feedback*. Cabe destacar que o tempo que cada um dos momentos demandará está condicionado a demanda de cada equipe de professores participantes, bem como ao *modus operandi* de cada agente formador.

Fase	Momento	Atividade a ser desenvolvida na formação
1	1	Levantamento dos conceitos, ideias e noções de Astronomia já existentes nos professores.
	2	Organização do que foi levantado no momento anterior, dentro do quadro de conceitos astronômicos elementares.
	3	Apresentação dos conceitos astronômicos: 1. planeta Terra e sua localização no espaço; 2. Sistema Solar e os planetas constituintes; 3. O Sol; 4. Estrelas e constelações, seguida de discussão coletiva.
2	4	Apresentação do quadro de conceitos astronômicos existentes na BNCC e distribuídos por ano/faixa etária.
	5	Organização dos conceitos numa linha sequencial e espiralada, para planejamento didático e apresentação dos conteúdos aos alunos.
3	6	Elaboração coletiva do planejamento didático de uma sequência de aulas considerando os conceitos selecionados e estudados nas etapas anteriores, bem como a etapa de desenvolvimento psicomotor da criança.
	7	Desenvolvimento de uma sequência didática considerando: nível/etapa, conceitos abordados, recursos pedagógicos necessários, organização da sala, tempo de realização e aferição do processo.
	8	Momento destinado para avaliação do processo, discussão

		dos pontos que precisam de atenção, das possibilidades e limitações que a sequência pensada poderá trazer ao longo de seu desenvolvimento, bem como registro para posterior comparação/análise.
--	--	---

Quadro 2. Fases e momentos previstos no modelo de formação dos professores pedagogos. Fonte: elaboração do autor.

O Quadro 2 apresentado anteriormente traz, de modo sistemático, todos os momentos distribuídos por fases sugeridos para o desenvolvimento do modelo de formação dos professores pedagogos. Cabe destacar que se trata de um modelo resultante de uma pesquisa realizada com professores pedagogos, o qual passou por testes e demonstrou eficiência no que se refere ao trabalho com crianças dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

5. CONCLUSÕES

Com o presente artigo buscou-se apresentar e discutir, de modo sistemático, uma proposta de modelo para formação de professores pedagogos voltado para o ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Desse modo, partiu-se de uma breve discussão e apresentação acerca da formação de professores no que diz respeito à Astronomia, bem como da justificativa de sua relevância para a área de Ensino de Ciências, em especial.

Assim, operou para a realização desse trabalho nossa tese de que trabalhar com a formação docente, seja ela inicial e/ou continuada, reflete-se no desenvolvimento metodológico acerca de um dado conjunto de procedimentos. Isso significa que além de intencionalidade no processo de ensino, o professor necessita de um conjunto de técnicas para promover atividades para a aprendizagem de seus alunos.

Nesse sentido, a partir das considerações realizadas por Astolfi e Develay (2012) e Mometti (2022) uma metodologia de ensino deve possuir quatro dimensões de modo que consiga mobilizar os conteúdos necessários para a efetivação do ensino e, assim, privilegiar um tema ou área do conhecimento em específico. No trabalho em pauta o tema foi o de Astronomia

para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. As dimensões supramencionadas são (i) epistemológica, (ii) didático-pedagógica, (iii) psicológica e (iv) operacional.

Dessa forma, como uma primeira aproximação conclui-se que o modelo de formação apresentado pela Figura 1 representa um conjunto de momentos que possibilitam o desenvolvimento do ensino da Astronomia, inicialmente, para os professores pedagogos para, posteriormente, serem aplicados aos alunos. Isso significa que antes de se pensar especificamente na aprendizagem dos conceitos de Astronomia nos Anos Iniciais, deve-se pensar em como tais conceitos são compreendidos e interpretados pelos professores.

Num segundo momento, e a partir do apresentado pelo Quadro 2, verifica-se que o referido modelo de formação para professores pedagogos é constituído por três fases, as quais são: 1. Formação conceitual sobre Astronomia (basilar); 2. Formação pedagógica (construção de materiais de apoio e planejamento pedagógico); 3. Desenvolvimento e implementação. Cada uma das fases possui um tempo didático específico, conforme discutido, o qual dependerá tanto da equipe de professores participantes quanto da equipe de agentes formadores.

Ademais, como também destaca o Quadro 2, cada uma das fases está organizada em momentos de formação, os quais totalizam oito. Cada um deles contém uma atividade específica a ser realizada, levando-se em consideração o nível para o qual o presente modelo fora pensado.

Todavia, cabe destacar que o modelo de formação é resultante de uma pesquisa realizada com professores pedagogos e destina-se, basicamente, para o desenvolvimento do ensino de Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Tal fato não impede que aquele possa ser expandido e adaptado para os Anos Finais do Ensino Fundamental como, também, para o Ensino Médio, respeitando-se o nível de desenvolvimento dos alunos envolvidos bem como a compreensão dos conceitos que serão trabalhados.

Finalmente, por se tratar de um modelo ressalta-se que o mesmo pode sofrer modificações e atualizações, uma vez que depende, principalmente, da disponibilidade dos professores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem e dos gestores educacionais em inserir os conteúdos de

Astronomia na matriz curricular das crianças.

Assim sendo, esperamos que o presente trabalho contribua de forma significativa para futuras intervenções dos professores pedagogos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental no que tange ao ensino da Astronomia, além de apontar novos caminhos para investigação na área de formação de professores que ensinam Ciências neste nível de ensino.

REFERÊNCIAS

- Astolfi, J. P., & Devalley, M. (2012). *A didática das ciências*. Campinas: Papirus.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordresht: Kluwer Academic Publishers.
- Bartelmebs, R. C. & Moraes, R. (2011). Teoria e prática do ensino de astronomia nos anos iniciais: mediação das aprendizagens por meio de perguntas. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*. Vol. 1, n. 1. jan./jun. 2011.
- Batista, M. C., Fusinato, P. A. & Ramos, F. P. (2016). A formação de professores dos anos iniciais para o ensino de Astronomia no Estado do Paraná. *Revista Ensino & Pesquisa*, v.14, n.02, jul/dez 2016, p. 214-231. ISSN 2359-4381.
- Batista, M. C., Fusinato, P. A., & Oliveira, A. A. de. (2018). Astronomia nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental I. *Ensino & Pesquisa*, 16(3). <https://doi.org/10.33871/23594381.2018.16.3.1996>.
- Brasil. (1996). Ministério da Educação e Cultura. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm.
- Brasil. (2017). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.
- Brasil. (2019). Ministério da Educação. *Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno, nº1, de 2 de julho de 2019*. Brasília. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=77781%E2%80%9D>. Acesso em: 01 jun. 2024.

Brasil. (2019). Ministério da Educação. *Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno, nº 2, de 20 de dezembro de 2019*. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=77781%E2%80%9D>. Acesso em: 01 jun. 2024.

Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La pensée Sauvage Éditions.

Chopin, M. P. (2007). *Le temps didactique dans l'enseignement des mathématiques. Approche des modes de régulation des hétérogénéités didactiques*. 2007. 337f. These (Docteur dans Sciences de L'Éducation) - Université Victor-Segalen-Bordeaux II.

Coimbra, C. L. (2020). Os Modelos de Formação de Professores/as da Educação Básica: quem formamos? *Educação e Realidade*, 45(1), e91731. Epub 12 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-623691731>.

Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck Université.

Giddens, A. (2013). *A constituição da sociedade*. São Paulo: Martins Fontes.

Gonzatti, S. E. M., De Maman, A. S., Borragini, E. F., Kerber, J. C., & Haetinger, W. (2013). Ensino de astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (16), 27-43. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2013.16.027>.

Haviland, W. A.; Prins, H. E. L.; Walrath, D.; e McBride, B. (2007). *The essence of Anthropology*. Belmont: Thomson.

Krasilchik, M. (1986). *Professor e o currículo das ciências* (Tese Livre Docência). Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/O00720413>.

Langhi, R., & Nardi, R. (2005). Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. *Revista*

- Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (2), 75–91.
<https://doi.org/10.37156/RELEA/2005.02.075>.
- Machado, N. J. (2015). O Conhecimento como um valor: as ideias de A-Crescimento e de Commons. *Revista Contabilidade & Finanças*, 26(67), 7-10. <https://doi.org/10.1590/rcf.v26i67.98094>.
- Mometti, C. (2022). Trilha Metodológica Maker-Science: proposição de uma metodologia para o Ensino de Ciências. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 5, n. 4, p. 420-435, 21 dez. 2022.
<https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n4.12884>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- Morett, S. da S., & Souza, M. de O. (2021). Desenvolvimento de recursos pedagógicos para inserir o ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (9), 33–45.
<https://doi.org/10.37156/RELEA/2010.09.033>.
- Pacheco, M. H., & Zanella, M. S. (2020). Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (28), 113–132. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2019.28.113>.
- Perrenoud, P. (1999). *Construir as competências desde a escola*. 1 ed. Porto Alegre: ArtMed.
- Qu, S.Q.; Dumay, J. (2011). The qualitative research interview. *Qualitative Research in Accounting & Management*, Vol. 8 No. 3, pp. 238-264. <https://doi.org/10.1108/1176609111162070>.
- Rodrigues, F. M., & Briccia, V. (2020). O ensino de astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (28), 95–111.
<https://doi.org/10.37156/RELEA/2019.28.095>.
- Rossi, P. (2007). *La nascita della scienza moderna in Europa*. 5 ed. Bari: Editori Laterza.
- São Paulo. (2020). *Currículo Paulista*. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo: São Paulo. Disponível em:
<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>.

- Sewell Jr., W. H. (2005). *Logics of History: social theory and social transformation*. Chicago: Chicago University Press.
- Silva, L. A. S. (2023). *A didatização do ensino de astronomia dentro da perspectiva transdisciplinar: um caminho para a sustentabilidade planetária*. Master's Dissertation, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, University of São Paulo, São Paulo.
doi:10.11606/D.14.2023.tde-28072023-135100. Retrieved 2023-11-28, from www.teses.usp.br.
- Stets, J. E., e Turner, J. A. (2005). *The sociology of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Teixeira, P. M. M. (2011). Educação científica e movimento c.t.s. no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4114>.
- Tardif, M. (2012). *Saberes docentes e a formação profissional*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Timur, S., Yalçınkaya-Önder, E., Timur, B., & Özeş, B. (2020). Astronomy Education for Preschool Children: Exploring the Sky. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 12(4), 383–389. Retrieved from <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/1072>.