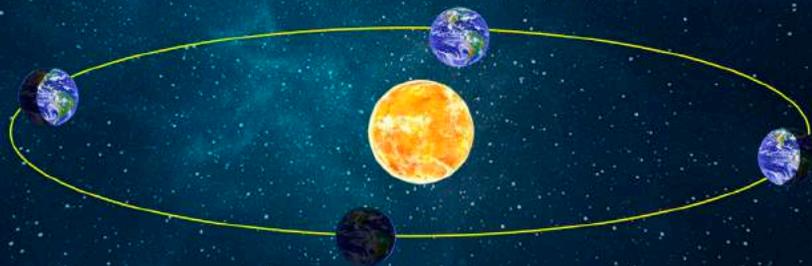


Uma proposta de ensino das estações do ano com base na diversidade representacional



.....

Daniel Trevisan Sanzovo*

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus de Jacarezinho, Colegiado de Matemática, Jacarezinho, Paraná, Brasil

Carlos Eduardo Laburú

Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil

RESUMO

O presente trabalho sugere uma ferramenta metodológica para o ensino das estações do ano, elaborada em um estudo mais amplo, em nível de doutorado. A proposta utiliza o referencial metodológico da diversidade representacional, que indica o uso coordenado e integrado entre variadas formas de representar um mesmo conceito científico, variando entre verbal, gráfica, tabular, matemática, imagética, experimentais ou maquetes, de maneira que o aprendiz possa aprofundar a compreensão e refinar o conceito científico. Aliada à proposta, mostramos sugestões de referências sobre o assunto, orientando os professores sobre onde encontrar fontes confiáveis do assunto abordado. Além disso, ao ser aplicada na formação inicial de futuros professores de ciências, resultou em uma compreensão mais profunda a respeito das estações do ano. Sua utilização é indicada para qualquer nível de ensino, variando desde o fundamental, séries iniciais, até a formação continuada de professores e pós-graduação.

Palavras-chave: ensino de astronomia; estações do ano; diversidade representacional

.....

1. Introdução

Estudos recentes apontam um aumento no interesse pela educação em astronomia, comprovado pelo crescente número de pesquisas publicadas em periódicos nacionais e internacionais desse ramo nas últimas décadas [1, 2]. Ao mesmo tempo, existem diversos problemas associados ao ensino da astronomia nas escolas.

A linha de pesquisa referente à formação de professores de ciências estuda tais dificuldades. Os professores de ciências, por serem em sua maioria pedagogos e biólogos (séries iniciais e finais do ensino fundamental, respectivamente), raramente tiveram conteúdos de astronomia em sua formação (inicial ou continuada). Além disso, grande parte dos profissionais formados desconhece, ou não tem consciência delas, as concepções alternativas usadas por eles e por seus alunos para explicar os fenômenos astronômicos [3-8].

Somando-se a esses fatores, tem-se que, apesar dos louváveis esforços das equipes de avaliação do Ministério da Educação (MEC), erros ainda estão presentes nos livros didáticos de ciências [9, 10], e eles contribuem para interpretações equivocadas dos fenômenos abordados. Por exemplo, a ilustração da órbita terrestre extremamente achatada em torno do Sol induz à concepção errônea da explicação das estações do ano devido à distância Terra-Sol, o que prejudica de maneira definitiva o aprendizado. Isso sem contar a existência de uma grande lacuna entre as contribuições de

pesquisas da área e as práticas docentes desenvolvidas nas escolas [11]. Com relação a essa temática, [12] destacam as variadas ações da comunidade da área voltadas para sua melhoria nos últimos anos, como, por exemplo, (i) obras de Rodolpho Caniato (e.g., [13, 14], gerados a partir de aplicações de oficinas para professores; (ii) ações da organização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica – OBA, em quase 20 anos de olimpíadas; (iii) estratégias alternativas e práticas aplicadas para o ensino de astronomia [15]; (iv) o lúdico aplicado à astronomia [16]. Salientamos ainda (v) a criação da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)*, lançada em 2004, que disponibiliza um espaço de divulgação de trabalhos científicos na área; (vi) a criação e execução do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), fórum nacional para debate de ideias, apresentação de trabalhos e estruturação da educação em astronomia (o primeiro foi realizado em 2011 e a partir de 2012 tornou-se bienal, estando prevista a reali-

zação de sua sexta edição em 2020), e (vii) a criação e a divulgação do site Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia [17], dentre outras. O presente trabalho visa divulgar uma proposta de ensino do conteúdo das estações do ano pelo uso da diversidade representacional, que será apresentada a seguir.

1.1. Sobre diversidade representacional

A linha de pesquisa científica da

*Autor de correspondência. E-mail: dsanzovo@uenp.edu.br.

multimodalidade representacional e dos referenciais das múltiplas representações concentra esforços para a compreensão dos significados dos conceitos científicos pelos estudantes. Tais conceitos podem ser representados utilizando-se um único modo (monomodal), como, por exemplo, o verbal textual, o verbal oral, imagens etc., assim como usando-se diversos modos combinados (multimodal).

O termo *representações multimodais* refere-se à integração de diferentes modos no discurso científico do raciocínio e de descobertas científicas. Faz alusão ao fato de que a aprendizagem com uma ou mais representações geralmente integra diversos elementos de várias modalidades, como símbolos, figuras e linguagem [18]. Radford e colaboradores compreendem multimodalidade como meios ou recursos cognitivos, físicos ou perceptivos [19] nos quais as diversas formas de representação podem ser expressas, pensadas, comunicadas ou executadas. Por sua vez, [20] entendem modalidade como diferentes maneiras de compartilhar um significado, em que “meios” são os materiais de expressão, o falar, desenhar ou modelar e “modalidades” os processos de pensamento e habilidades musculares usadas para moldar materiais “numa forma análoga a um conceito verbal” (ibid., p. 33, tradução nossa). Já o termo *múltiplas representações* designa a capacidade de se representar um mesmo conceito (ou processo) científico de diversas maneiras [18, 21].

Como não pretendemos esgotar as diferenças entre as referidas denominações, e como também o presente trabalho procura usar tanto a capacidade de se representar as estações do ano de diversas maneiras (múltiplas representações) quanto sua integração em diferentes modos no discurso científico, iremos considerá-las sinônimos, denominando *diversidade representacional* [22-24] as variadas classificações dos modos de representação.

Pesquisas afirmam que, para termos uma aprendizagem efetiva de ciências, não se pode prescindir de que os aprendizes trabalhem com uma diversidade representacional dos processos e conceitos científicos e sejam capazes de traduzi-los de uns para os outros, assim como entender seu uso coordenado e integrado na representação do conhecimento científico [25]. As diferentes classificações das formas de representação que têm sido propostas

nos últimos anos são categorizadas em figurativas (pictórica, analógica ou metafórica), descritivas (verbal, gráfica, tabular, diagramática, matemática), cinestésicas ou de gestos corporais (encenação, jogos) e que utilizam objetos tridimensionais (3D), experimentais ou maquetes [26].

Com respeito à relação entre representações e aprendizagem, a combinação das primeiras com um discurso científico integrador baseado em múltiplas representações constitui um mecanismo pedagógico de suma importância, aprimorando o processo de significação e oferecendo procedimentos variados de entendimento e interpretação [27]. Do ponto de vista pedagógico, um aluno aprende algo quando, além de mobilizar os conhecimentos dentro e fora do contexto de cada representação, é capaz de realizar mudanças entre representações [27].

1.2. O conceito científico das estações do ano

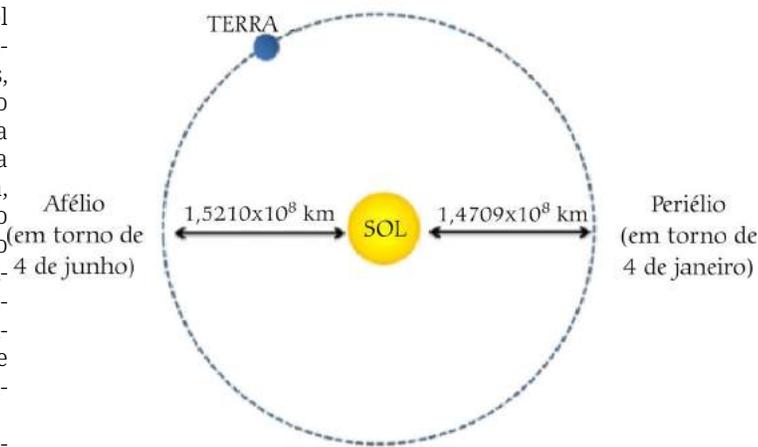
O conceito das estações do ano está presente nas diretrizes curriculares¹ e podemos citar outras importâncias a respeito do seu ensino. O estudo do referido fenômeno pode auxiliar crianças a entenderem a passagem do tempo e as mudanças periódicas, auxiliando-as na compreensão do mundo que as cerca e o meio ambiente; seu ensino pode também auxiliar um arquiteto na hora de projetar uma casa, pois, sabendo que a Terra possui um eixo de rotação inclinado, sabe que o Sol não nasce sempre no mesmo ponto ao longo de um ano no hemisfério sul e, se quiser economizar energia, deve construir sua edificação de modo que as janelas estejam direcionadas para o nordeste ou noroeste, para que a luz do Sol no inverno incida sobre elas, aquecendo o ambiente pela manhã ou pela tarde; ou ainda, o entendimento das estações do ano pode auxiliar na produção de alimentos totalmente naturais, compreendendo-se as épocas de colheita e maximizando sua produção.

A causa das estações do ano na Terra pode ser explicada cientificamente por meio de quatro conceitos fundamentais: (i) a translação (órbita anual) da Terra em torno do Sol, (ii) a inclinação de 23,5° do eixo de rotação do planeta em relação à normal ao plano de translação do nosso planeta em torno do Sol; (iii) a natureza esférica da Terra, e as (iv) consequentes alterações na intensidade da radiação do Sol que atinge a superfície do planeta, devido à inclinação e à órbita mencionadas anteriormente.

Lançando-se um olhar heliocêntrico para as estações do ano, sugere-se dar atenção especial para as Leis de Kepler. Do fato de as órbitas serem elípticas (primeira Lei de Kepler), surge a questão de que a Terra não está a uma distância fixa com relação ao Sol, apresentando um periélio (menor distância Terra-Sol) e um afélio (maior distância Terra-Sol). Tal ocorrência pode contribuir com a concepção alternativa mais difundida entre alunos, professores e futuros professores de que quando o planeta está mais próximo da estrela, é verão, e quando se encontra mais distante, é inverno [2].

Dentro dessa óptica, como se explicaria o fato de que quando é verão no hemisfério norte, é inverno no sul, e vice-versa? Variados estudos mostram essa questão estampada em livros didáticos (e.g., Refs. [8, 28-32]).

A Fig. 1 ilustra que o periélio ocorre em janeiro, quando é verão no hemisfério sul e inverno no hemisfério norte, enquanto que o afélio acontece em julho, momento em que é inverno no hemisfério sul e verão no hemisfério norte. Como a excentricidade da órbita da Terra em torno do Sol é de



(Figura fora de escala de tamanho e distância)

Figura 1 - Representação imagética do afélio e do periélio da Terra.

aproximadamente 0,017, ou seja, quase circular, resulta-se numa diferença de distâncias entre o periélio e o afélio da ordem de 3%. Como consequência desse fato, a diferença da energia recebida pela Terra nessas posições é de aproximadamente 6% [33].

Entretanto, sabe-se que o eixo de rotação da Terra é inclinado de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à normal ao plano de translação do nosso planeta em torno do Sol (ou, ainda, em outras palavras, a eclíptica² é inclinada em $23,5^\circ$ em relação ao equador celeste), apontando sempre na mesma direção (Fig. 2).

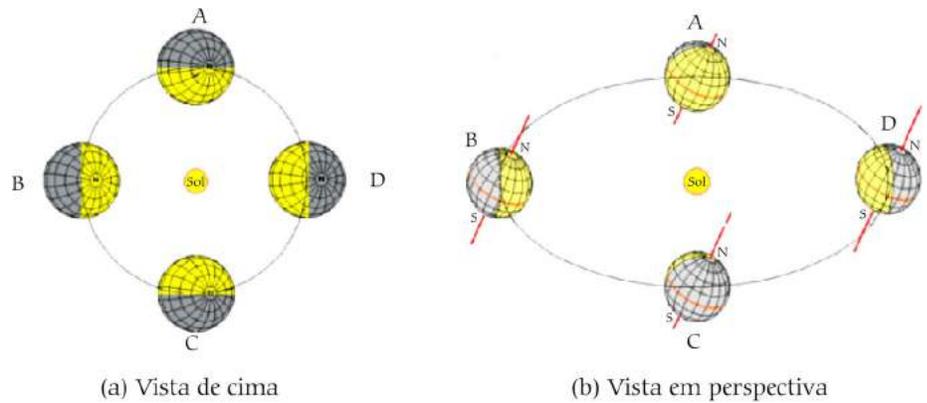
Como exemplos, tal fato ocasiona uma diferença de aproximadamente 66% e 45% na iluminação recebida durante o verão e inverno para as cidades de Porto Alegre e São Paulo, respectivamente [33, 34], sendo esse o real motivo das estações do ano, e não a variação da distância entre o planeta e a estrela.

Devido à mencionada inclinação, à medida que a Terra orbita o Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou outro, proporcionando mais horas com luz durante o dia a um hemisfério ou outro e, portanto, aquecendo mais um hemisfério ou outro. Isso implica que em junho teremos o solstício de verão para o Hemisfério Norte e de inverno para o Hemisfério Sul (Fig. 3), e em dezembro o solstício de verão para o Hemisfério Sul e de inverno para o Hemisfério Norte (Fig. 4).

No equador, todas as estações são semelhantes e todos os dias do ano o Sol fica 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo dele, e a única diferença é a máxima altura que ele atinge [34].

2. Proposta de ensino das estações do ano

A proposta básica deste trabalho é produto da tese de doutorado de um dos autores [22] e visa proporcionar ao acadêmico e/ou professor a utilização de várias representações distintas de um mesmo conceito para que o estudante aprimore e refine seu entendimento do mesmo. Para tanto, pretende-se utilizar uma diversidade que inclui verbais textuais, imagéticas e 3D. O Quadro 1 sumariza a proposta, ilustrando na primeira coluna o número de aulas sugeridas, as ações pretendidas, o modo representacional dominante e referências bibliográficas (vistas em detalhes em seção posterior)



Figuras fora de escala de tamanho e distância

Figura 2 - Representação Imagética dos reais motivos das estações do ano na Terra. Fonte: adaptado de <http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/>, acesso realizado em 6 agosto 2018.

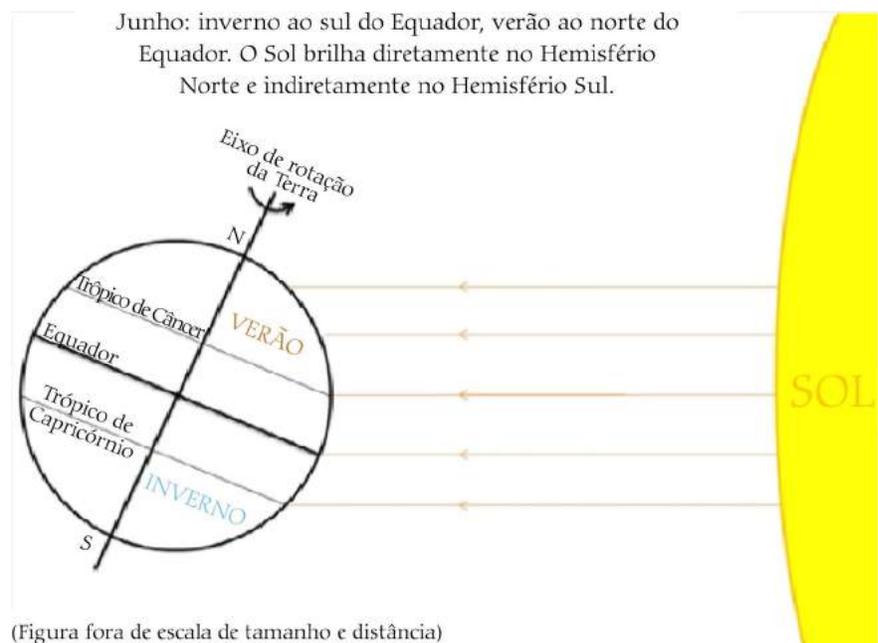


Figura 3 - Representação imagética do solstício de inverno do hemisfério sul.

para o estudo do conceito abordado.³

2.1. R1: Aulas expositivas sobre Sistema Solar e possíveis referências

A estratégia proposta inicia-se com uma abordagem expositiva, utilizando-se de representações verbal oral, textual, imagética e tabular acerca da composição do Sistema Solar e suas respectivas escalas de tamanho e distância. O objetivo primordial de R1 é deixar claro ao estudante a escala de tamanho (Fig. 5) e a distância entre o Sol e a Terra, para que depois ele possa trabalhar com isso em outras formas de representação nas práticas de R2 e R4.

Como é possível encontrar diversos

materiais de astronomia recheados de erros conceituais tanto pela internet quanto em livros e, também, como é provável que o professor não tenha tido conteúdos de astronomia em sua formação (inicial e/ou continuada), disponibilizamos algumas sugestões de *Referências Confiáveis* sobre a composição do Sistema Solar e o conceito das estações do ano:

- Na web:
 1. <http://astro.if.ufrgs.br/> (Acesso realizado em 06/08/2018): o site dos professores Kepler de Souza Oliveira Filho e Maria de Fátima Oliveira Saraiva, da UFRGS, que disponibiliza materiais

Quadro 1: Cronograma de atividades, ações e modo representacional das ações propostas.

Referência - (nº de aulas sugeridas)	Ações	Modo representacional dominante	Referências Confiáveis
R1 - (02)	Aulas expositivas - Sistema Solar: composição e escalas de tamanho e distâncias	Verbal oral, textual, imagético e tabular produzido pelo professor (slides, por exemplo)	[1-5]
R2 - (02)	Prática: Sistema Solar em escala	3D produzido pelos estudantes em grupos	[8]
R3 - (02)	Aulas expositivas: órbita da terra e as estações do ano	Verbal oral, textual, imagético e tabular produzido pelo professor	[1-3]
R4 - (02)	Prática: órbita da Terra e as estações do ano	Imagético e 3D produzido pelos estudantes em grupos	[8]

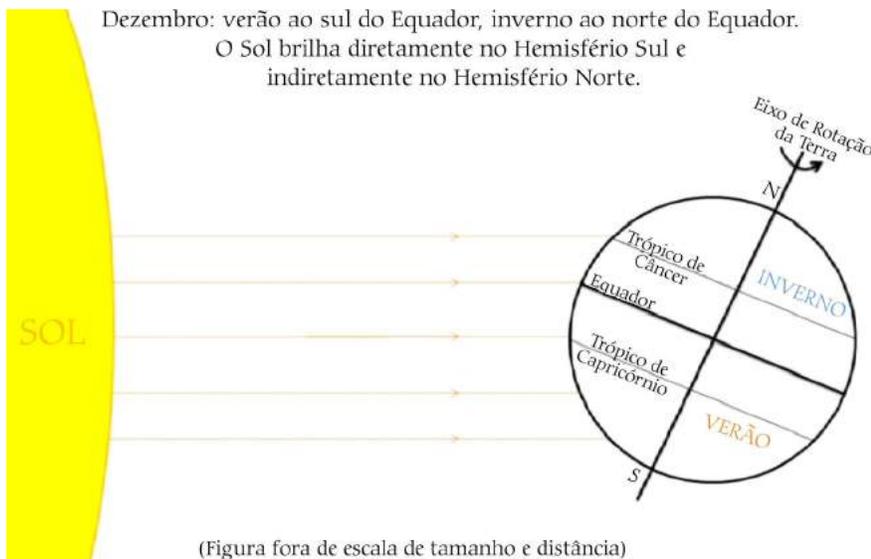


Figura 4 - Representação imagética do solstício de verão do hemisfério sul.



Figura 5 - Sol e planetas em escala aproximada de tamanho, fora de escala de distância. Fonte: adaptado de <https://www.iau.org/public/images/detail/iau0601a/>, acesso em 10 agosto 2018.

confiáveis de astronomia e astrofísica. Dentre vários tópicos, encontra-se aí a composição básica do Sistema Solar e a explicação do fenômeno das estações do

- ano.
2. <https://solarsystem.nasa.gov/> (Acesso realizado em 06/08/2018): página do Sistema Solar do site oficial da NASA. Esse site

disponibiliza informações acerca do nosso Sistema Solar, dentre outras as dimensões, massas, períodos de rotação, translação, densidade e outras informações sobre o Sol, planetas, planetas-anões e satélites naturais, dentre outros. Somente em inglês.

3. <https://app.box.com/s/wi6f5qj0niudx5pdtmyb> (Acesso realizado em 06/08/2018): Apostilas dos cursos a distância do Observatório Nacional (ON).
4. <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/didatico.html> (Acesso realizado em 06/08/2018): materiais didáticos do prof. dr. Gastão Bierrenbach Lima Neto do IAG da USP, incluindo “Tamanho relativo dos planetas e estrelas”, “Órbitas de planetas e planetas-anões no Sistema Solar” e “Sistema Terra-Lua-Sol”, dentre outros.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=zR3Igc3Rhfg> (Acesso realizado em 06/08/2018): vídeo, em inglês, da construção de um Sistema Solar em escala de tamanho e distância (título original: *To Scale: The Solar System*).
6. <https://sites.google.com/site/proflanghi/> (Acesso realizado em 10/08/2018): site do prof. Dr. Rodolfo Langhi, que disponibiliza links para textos, cursos e diversos outros materiais, informações e divulgação sobre a educação em astronomia.
7. <http://www.btdea.ufscar.br/> (Acesso realizado em 10/08/2018): site do prof. Dr. Paulo Bretones, que faz um levantamento, em conjunto com outros pesquisadores, e disponibiliza um banco de teses e dissertações sobre educação em astronomia.

- Materiais impressos e livros:
 8. D. Trevisan Sanzovo, V. Queiroz, R.H. Trevisan, in: *Ensino de*

Astronomia na Escola: Concepções, Ideias e Práticas, organizado por M.D. Longhini (Editora Átomo, Campinas, 2014), Cap. 6, p. 105-124. (Capítulo de livro que versa sobre estratégias alternativas para o ensino de astronomia)

9. J.E. Horvath, *O ABCD das Astronomia e Astrofísica* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2008) (Livro de introdução à astronomia e astrofísica)
 10. K.S. Oliveira Filho, M.F.O Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004) (Livro de introdução à astronomia e astrofísica)
 11. A.C.S. Friaça, E. Dal Pino, L. Sodré Jr, V. Jatenco-Pereira. *Astronomia: Uma Visão Geral do Universo* (EDUSP, São Paulo, 2003) (Livro de introdução à astronomia e astrofísica)
- livros infanto-juvenis:
 12. J. Romanzini, V. Queiroz, R.H. Trevisan, D. Trevisan Sanzovo, C. Lattari, A.T. Bruno, *O Sistema Solar na Aula da Professora Zulema* (EDUEL, Londrina, 2009) (Livro infanto-juvenil do grupo GEPETO; link: <https://sites.google.com/site/gepeastro/home>, acesso realizado em 10/08/2018, que versa sobre a composição básica do Sistema Solar)
 13. V. Queiroz, J. Romanzini, D. Trevisan Sanzovo, A.T. Bruno, C. Lattari, R.H. Trevisan, *O Caminho do Sol no Céu* (EDUEL, Londrina, 2012) (Livro infanto-juvenil do grupo GEPETO; link:

<https://sites.google.com/site/gepeastro/home>, acesso realizado em 10/08/2018, que versa sobre os pontos cardeais e noções básicas sobre o caminho que o Sol percorre no céu)

2.2. R2: Prática Sistema Solar em escala

Após a aula inicial expositiva acerca da composição e das escalas de tamanho e distância do Sistema Solar, sugere-se trabalhar as escalas na prática. Para tanto, os autores da Ref. [15] propõem a construção de um Sistema Solar seguindo-se sua escala de tamanho e, se o espaço físico disponível permitir, de distância. É possível a utilização de materiais acessíveis como (i) bexiga gigante (para o Sol), (ii) rolo de barbante (para servir como auxílio na medição do seu modelo de Sol), (iii) folhas sulfite, (iv) lápis, (v) borracha, (vi)

tesoura, (vii) compasso, (viii) régua, (ix) calculadora, (x) areia ou terra (um punhado), (xi) massinhas de modelar, (xii) bolas de isopor, (xiii) papel jornal, (xiv) papel alumínio, (xv) massa epóxi, dentre outros (Fig. 6).

Sugere-se adotar uma escala em que o Sol assuma uma esfera de aproximadamente 90 cm de diâmetro⁴ (representado pela bexiga gigante), que corresponde ao diâmetro solar real de 1.391.892 km [35]. Por meio de “regra de três” (ou outro método de conversão qualquer), os diâmetros dos planetas (e outros corpos) e as respectivas distâncias médias em relação ao Sol poderão ser calculadas. A Tabela 1 mostra o diâmetro médio e as distâncias médias ao Sol de alguns componentes do Sistema Solar; o diâmetro do Sol (900 mm) e dos astros (em milímetros) na escala mencionada e, também, suas distâncias médias (em km) e na escala da oficina,



Figura 6 - Sol, planetas, Lua e plutão em escala de tamanho.

Tabela 1: Diâmetros equatoriais e distâncias médias aproximadas de alguns componentes do Sistema Solar.

Astro	Diâmetro		Distâncias médias	
	real** (km)	maquete 3D (mm)	ao Sol - real** (km)	em escala - maquete (m)
Sol	1.391.892*	900,0	–	–
Mercúrio	4.879,4	3,2	57.909.227,0	37,4
Vênus	12.103,6	7,8	108.209.475,0	70,0
Terra	12.742,0	8,2	149.598.262,0	96,7
Lua	3.475,0	2,2	384.400,0***	0,2
Marte	6.779,0	4,4	227.943.824,0	147,4
Júpiter	139.822,0	90,4	778.340.821,0	503,3
Saturno	116.464,0	75,3	1.426.666.422,0	922,5
Urano	50.724,0	32,8	2.870.658.186,0	1.856,2
Netuno	49.244,0	31,8	4.498.396.441,0	2.908,7

* Referência ao diâmetro do Sol, Ref. [35].

dada em metros. O professor poderá fazer um “Sol” de outro tamanho; nesse caso, é só alterar a medida de 90 cm de nossa escala pelo valor correspondente da escolhida, fazendo-se novos cálculos.

Se houver espaço físico disponível, é possível, além da construção do Sistema Solar em escala de tamanho, colocá-los em escala de distância. Ao trabalharem com a escala sugerida, os estudantes poderão visualizar na prática que, se o Sol tivesse um diâmetro de 900 mm, a Terra apresentaria um diâmetro de 8,2 mm e estaria a 96,7 m de distância em relação à nossa estrela. Com a compreensão da composição do Sistema Solar e das escalas de tamanho e distância (R1 e R2), sugere-se agora trabalhar a configuração da órbita da Terra em torno do Sol e do eixo de rotação da Terra em termos do plano de sua translação (R3 e R4), com veremos adiante.

2.3. R3: Aulas expositivas: órbita da Terra e as estações do ano

Nessa atividade, o professor explica expositivamente a teoria envolvida de tudo o que já foi visto, incluindo-se: (i) os movimentos do planeta Terra, englobando a rotação, a translação e a precessão; (ii) o fenômeno das estações do ano pode ser visto em conjunto com a configuração do eixo de rotação do nosso planeta e sua respectiva inclinação, revisitando, com os alunos, (iii) as escalas de tamanho e de distância da Terra (e demais planetas) e do Sol.

2.4. R4: Prática: órbita da Terra e as estações do ano

Essa prática trabalha o conceito das órbitas dos planetas de forma simples, com material de baixo custo, dando ao aluno uma visualização muito clara de que elas são praticamente círculos (elipses muito pouco achatadas) — diferentemente do conceito passado por alguns livros didáticos que persistem em mostrar figuras imprecisas, passando um conceito errado —, além de trabalhar com o conceito matemático das elipses. Materiais necessários: (i) cartolina; (ii) lápis (ou caneta); (iii) tachinha (ou prego); (iv) pedaço pequeno de isopor (para suporte do prego ou tachinha); e (v) barbante.

2.4.1. Resumo das propriedades da elipse:

Define-se uma elipse (Fig. 7) como o lugar geométrico do plano cuja soma das distâncias a dois pontos fixos (chamados de focos) é constante e cujo valor é $2a$, onde a é o semieixo maior

da elipse (metade da maior distância ente dois pontos da elipse). O semieixo menor é comumente denominado b .

Já a distância focal f é definida como sendo a distância entre o centro e um dos focos da elipse. Chama-se excentricidade e (medida do achatamento da elipse) ao quociente

$$e = \frac{f}{a}$$

A excentricidade da órbita da Terra é de $e = 0,017$ (<https://solarsys.tem.nasa.gov/>, acesso realizado em 10/08/2018).

2.4.2. Cálculo da distância focal f da elipse

Deve-se calcular o valor da distância focal f da elipse que será desenhada. Para isso, deve-se adotar um valor de a . Para desenhar a órbita em uma cartolina, sugerimos valores entre 35 e 50 cm. Para o cálculo de f temos:

$$e = \frac{f}{a} \Rightarrow f = e \times a$$

Por exemplo, para a Terra ($e = 0,017$), adotando-se $a = 45$ cm, temos:

$$f = 0,017 \times 45 = 0,765 \text{ cm.}$$

2.4.3. Desenhando a elipse

Fixando-se, com cuidado, uma tachinha (ou prego) em F_1 e F_2 (Fig. 8a). Dica: pode-se colocar um pedaço pequeno de isopor por baixo da cartolina para fixar a tachinha, de modo a evitar danos materiais à carteira/mesa e possíveis acidentes. Amarre um barbante com comprimento L , equivalente

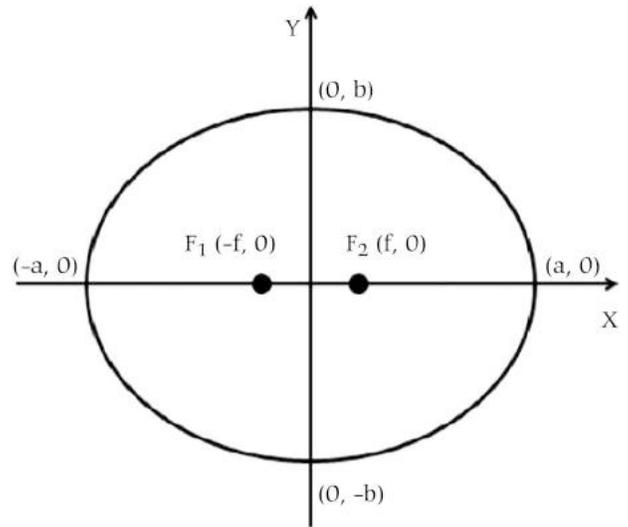


Figura 7 - Representação da elipse.

a:

$$L = 2 \times (f + a)$$

No caso do nosso exemplo (Terra, com $a = 45$ cm):

$$L = 2 \times (0,765 + 45) = 91,53 \text{ cm}$$

Amarre as duas pontas do barbante (mantendo o comprimento interno em $L = 91,53$ cm, neste caso). Coloque o barbante em volta dos pregos, estique-o com um lápis ou lapiseira e desenhe a elipse com este objeto sempre reto e o barbante esticado (detalhe ilustrado pela Fig. 8b). Sua elipse está pronta. Compare o real achatamento da órbita da Terra (quase circular) com as encontradas em seus materiais didáticos (geralmente muito achatadas).

A seguir, os alunos podem construir uma maquete, representando a posição da Terra no movimento de translação em torno do Sol, em cima da órbita desenhada, em pelo menos quatro posições: os equinócios e os solstícios. Materiais sugeridos: (i) órbita da Terra desenhada em cartolina (atividade anterior); (ii) bolinhas de isopor;

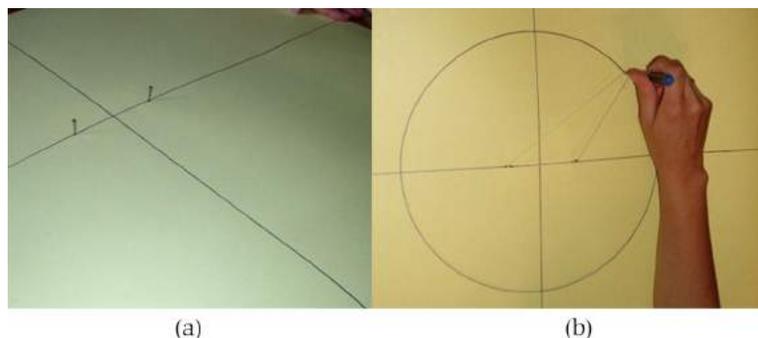


Figura 8 - (a) Preparo para desenho da elipse e (b) desenhando a elipse.

(iii) palitinhos de churrasco ou lápis (para representar o eixo de rotação da Terra); (iv) lâmpada e soquete de luz (para representar a radiação solar).

Coloque uma lâmpada incandescente, que irá representar o Sol, na posição de um dos focos. *Tome cuidado para não se queimar durante essa atividade.* Faça quatro Terras utilizando bolas de isopor e espetos de churrasco ou lápis, tomando cuidado para não se machucar. Indique nas Terras os hemisférios Norte e Sul. Construa, sob uma placa de isopor, as quatro posições mencionadas, levando-se em conta a inclinação do eixo de rotação da Terra (Fig. 9). Por fim, faça uma análise geral de todas as atividades realizadas.

3. Considerações finais

O presente trabalho sugeriu uma proposta metodológica para o ensino das estações do ano, elaborada num estudo mais amplo, em nível de doutorado. Tal sugestão utiliza o referencial metodológico da diversidade representacional, que se baseia no uso coordenado e integrado de variadas formas de representação de um mesmo conceito



Figura 9 - Maquete das estações do ano.

científico, variando entre verbal, gráfica, tabular, matemática, imagética, experimentais ou maquetes, de maneira que o aprendiz possa aprofundar a compreensão e refinar o conceito científico.

Em conjunto com a proposta, apresentam-se sugestões de referências do assunto abordado, orientando os professores sobre *onde* encontrar fontes confiáveis. Além disso, utilizam-se materiais acessíveis e de baixo custo, não sendo necessário grande investimento por parte dos envolvidos (professores, alunos, instituições de ensino).

Ao ser aplicada em pesquisa de formação inicial de professores de ciências, essa proposta metodológica resultou em uma compreensão mais profunda a respeito das estações do ano [22, 23], fazendo com que deixassem, inclusive, de explicar o fenômeno por meio do uso de “chavões” [3]. Sua utilização é indicada para qualquer nível de ensino, variando desde o fundamental, séries iniciais, até a formação continuada de professores e pós-graduação.

Agradecimentos

Carlos Eduardo Laburú agradece apoio do CNPq (Bolsista CNPq/processo 302281/2015-0).

Referências

- [1] R. Langhi, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **28**, 373 (2011).
- [2] A. Lelliott, M. Rollnick, *International Journal of Science Education* **32**, 1771 (2010).
- [3] S.M. Bisch, *Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores*. Tese de Doutorado, IF/USP, 1998.
- [4] N. Camino, *Enseñanza de las Ciencias* **13**, 81 (1995).
- [5] J. de Manoel, A. Montero, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* **3**, 91 (1995).
- [6] R. Langhi, *Um Estudo Exploratório para a Inserção da Astronomia na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*. Dissertação de Mestrado, UNESP, 2004.
- [7] C. Leite, *Os Professores de Ciências e Suas Formas de Pensar a Astronomia*. Dissertação de Mestrado, IF/USP, 2002.
- [8] E. Lima, *A Visão do Professor de Ciências Sobre as Estações do Ano*. Dissertação de Mestrado, UEL, 2006.
- [9] M.C. Batista, P.A. Fusinato, A.A. de Oliveira, *Ensino & Pesquisa* **16**, 46 (2018).
- [10] P.H.A. Sobreira, in: *Educação em Astronomia: Experiências e Contribuições para a Prática Pedagógica*, organizado por M.D. Longhini (Editora Átomo, Campinas, 2010).
- [11] S.E.M. Gonzatti, A.S. de Maman, E.F. Borragini, J.C. Kerber, W. Haetinger, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* **16**, 27 (2013).
- [12] D. Trevisan Sanzovo, C.E. Laburú, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* **22**, 35 (2016).
- [13] R. Caniato, *A Terra em que Vivemos* (Editora Átomo, Campinas, 2007).
- [14] R. Caniato, *O Céu* (Editora Átomo, Campinas, 2011).
- [15] D. Trevisan Sanzovo, V. Queiroz, R.H. Trevisan, in: *Ensino de Astronomia na Escola: Concepções, Ideias e Práticas*, organizado por M.D. Longhini (Editora Átomo, Campinas, 2014).
- [16] P.S. Bretones, *Jogos Para o Ensino de Astronomia* (Editora Átomo, Campinas, 2014), 2ª ed.
- [17] <http://www.btdea.ufscar.br/>, acesso em 6 de agosto 2019.
- [18] V. Prain, B. Waldrup, *International Journal of Science Education* **28**, 1843 (2006).
- [19] L. Radford, L. Edwards, F. Arzarello, *Educational Studies in Mathematics* **70**, 91 (2009).
- [20] E. Blown, T.G.K. Bryce, *International Journal of Science Education* **32**, 31 (2010).
- [21] R. Tytler, V. Prain, S. Peterson, *Research in Science Education* **37**, 313 (2007).
- [22] D. Trevisan Sanzovo, *Níveis Interpretantes Alcançados por Estudantes de Licenciatura em Ciências Biológicas Acerca das Estações do Ano Por Meio da Utilização da Estratégia de Diversidade Representacional: Uma Leitura Peirceana Para Sala de Aula*. Tese de Doutorado, UEL, 2017.
- [23] D. Trevisan Sanzovo, C.E. Laburú, Níveis Significantes do Significado das Estações do Ano com o Uso de Diversidade Representacional na Formação Inicial de Professores de Ciências, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **17**, 745 (2017).
- [24] D. Trevisan Sanzovo, C.E. Laburú, in: *A Produção do Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra*, organizado por I.A. Gomes (Editora

- Atena, Ponta Grossa, 2019).
- [25] C.S. Wallace, B. Hand, V. Prain, *Writing and Learning in the Science Classroom* (Kluwer Academic Publishers: Science & Technology Education Library, Holanda, 2004).
- [26] C.E. Laburú, O.H.M.D. Silva, *Investigações em Ensino de Ciências* **16**, 7 (2011a).
- [27] C.E. Laburú, O.H.M.D. Silva, *Ciência & Educação* **17**, 721 (2011b).
- [28] P. Amaral, C.E.Q.V. de Oliveira, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* **12**, 31 (2011).
- [29] N. Bizzo, *Ciência Hoje* **21**(121), 26 (1996).
- [30] J.B.G. Canalle, R.H. Trevisan, C.J.B. Lattari, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **14**, 254 (1997).
- [31] R. Langhi, R. Nardi, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **24**, 87 (2007).
- [32] R.H. Trevisan, C.J.B. Lattari, J.B.G. Canalle, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **14**, 7 (1997).
- [33] J.E. Horvath, *O ABCD da Astronomia e Astrofísica* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2008).
- [34] K.S. Oliveira Filho, M.F.O. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004).
- [35] M. Emilio, S. Couvidat, R.I. Bush, J.R. Kuhn, I.F. Scholl, *The Astrophysical Journal* **798**, 48 (2014).

Notas

¹Ressalta-se que se encontra em discussão a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de iniciativa do Governo Federal, que pode ser entendida como um conjunto de orientações com objetivo de nortear as equipes pedagógicas na elaboração dos currículos locais.

²Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, este último aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada *eclíptica* [34].

³Ressalta-se a importância da formação dos conteúdos específicos de astronomia para o docente de ciências: se o professor não teve tais conteúdos em sua formação (inicial e/ou continuada), sugere-se como um primeiro passo buscar cursos de extensão e pós-graduações na área em instituições de ensino, tais como, por exemplo, cursos de extensão do IAG USP <http://www.iag.usp.br/astrofísica/cursos-de-extensao>, curso EaD de astrofísica geral da UFSC <http://astrofísica.ufsc.br/>, cursos da USP por meio de e-aulas <http://eaulas.usp.br/portal/profession.action?profession=Astronomia>, curso de introdução à astronomia e astrofísica do INPE <http://www.inpe.br/ciaa2018/>, curso de mestrado profissional em ensino de astronomia do IAG da USP <http://www.iag.usp.br/pos/node/8155> [todos os acessos realizados em 8 agosto 2018], dentre outros.

⁴Dica: Para a determinação do diâmetro da bexiga sugere-se trabalhar na prática com sua circunferência, usando um barbante (depois uma régua) ou uma fita métrica. Com a bexiga já cheia, basta colocar o barbante circulando toda a região central da bexiga (“equador” da bexiga), medindo sua circunferência e, deste modo, obter seu diâmetro.