

Matemática e astronomia: uma proposta interdisciplinar voltada para a alfabetização científica

ARTIGO

Sabrina Loiola de Moraesⁱ 

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, Brasil

Débora Dantas Silvaⁱⁱ 

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, Brasil

Marcelo Bezerra de Moraesⁱⁱⁱ 

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, Brasil

Rafaela Correia Rodrigues^{iv} 

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil

Resumo

Este trabalho propôs um roteiro pedagógico interdisciplinar entre as disciplinas de geografia e matemática, juntando conceitos de astronomia – forma da Terra e movimentos da Terra em relação ao Sol – e de geometria – elipses e superfícies de revolução. O referencial teórico utilizado leva em consideração autores como Silva (2006), Honorato (2017) e Boczko (1984) para conceitos de astronomia, e Fazenda (2003; 1991), José (2008) e Trindade (2008), para estudos em interdisciplinaridade, assim como Chassot (2003), Hazen e Trefil (2009) e Sasseron e Carvalho (2011) para balizar sobre alfabetização científica. A construção do roteiro mostrou-se positiva, levando em consideração aspectos pedagógicos, base social e cultural e uma evolução gradual da aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Astronomia. Educação Matemática. Interdisciplinaridade. Ensino de Geografia.

Mathematics and astronomy: a interdisciplinary proposal focused on scientific literacy

Abstract

This paper aims to propose an interdisciplinary pedagogical script between the disciplines of geography and mathematics, combining concepts of astronomy – Earth's shape and Earth's movements in relation to the Sun – and mathematics – ellipses, spheres and spherical surfaces. The theoretical framework used takes into account authors such as Silva (2006), Honorato (2017) e Boczko (1984) for astronomy concepts, and Fazenda (2003; 1991), José (2008) and Trindade (2008), for interdisciplinary studies. Just as Chassot (2003), Hazen and Trefil (2009) and Sasseron and Carvalho (2011) to guide on scientific literacy. The

construction of the script proved to be positive, taking into account pedagogical, social and cultural aspects and the gradual evolution of students' learning.

Keywords: Astronomy. Mathematics Education. Interdisciplinary. Geography Teaching.

1 Introdução

2

Partindo da experiência docente vivenciada pelos programas de monitoria e residência pedagógica durante a graduação, inúmeras vezes somos questionados pelos alunos quanto à aplicação de conteúdos de matemática. A grande maioria dos discentes ainda vê essa disciplina como um amontoado de conteúdos que não tem correspondência entre si, ou ainda, o que é mais problemático, que não fazem sentido na vida real.

É desse local de confusão e dúvida relatadas dos alunos que surge a ideia de uma proposta pedagógica que relacione matérias base vistas em outros momentos das trajetórias dos educandos. E também que faça alusão a conteúdos de matemática com outras disciplinas – neste caso em especial a geografia – juntando-os em uma caminhada por uma aplicação astronômica. Para isso, conceitos basilares como o de interdisciplinaridade são indispensáveis, como aborda Fazenda (2008, p.34):

[...] Interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, verificamos que tal definição pode nos encaminhar da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos chaves da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino, relacionando-os.

Partindo do conceito apresentado por Fazenda, pode-se observar a importância da interdisciplinaridade, principalmente para atuar como ponte entre disciplinas e ainda como “uma atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento” (FAZENDA, 2008, p.34).

Com base nisso, pode-se pensar na disciplina de Geografia como uma excelente ferramenta para passear por conceitos atuais, pois, seguindo José (2008, p.4), “Trabalhar com temáticas atuais permite o desenvolvimento de comparações entre

realidades diferentes. Possibilita ao aluno questionar, pôr em dúvida determinadas verdades e, a partir delas, elaborar explicações”.

Aliado a isso, a interdisciplinaridade também atua como ferramenta para disciplinas clássicas, como a matemática, que, ainda segundo José (2008), tem uma linguagem diferente que primeiro necessita ser compreendida para só depois ser aplicada. Ainda nesse sentido, Fazenda complementa:

[...] ensinar matemática é, antes de mais nada, ensinar a ‘pensar matematicamente’, a fazer uma leitura matemática do mundo e de si mesmo. É uma forma de ampliar a possibilidade de comunicação e expressão, contribuindo para a interação social, se pensada interdisciplinarmente” (FAZENDA, 2003, p. 62).

Apesar de serem vistas separadamente no currículo escolar, matemática e geografia são disciplinas altamente entrelaçadas por conceitos que tangenciam tanto uma como a outra. Sendo assim, uma perspectiva interessante e potencial é realizar estudo das duas disciplinas de forma complementar, alinhando conteúdos e ressaltando pontos importantes de ambos. Mobilizando, com isso, a perspectiva da interdisciplinaridade para compreender e modificar o mundo (FAZENDA, 1991).

Com base nos conceitos de interdisciplinaridade apresentados acima, será construída uma base para a disseminação da alfabetização científica nos estudantes, que segundo Chassot (2003, p.91) pode ser considerada “[...] como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”. Ou ainda definida como um saber usar a ciência, compreender fatos científicos, entender problemas do cotidiano – tendo em vista a diferença entre saber ciência e fazer ciência (HAZEN; TREFIL, 2009).

Apesar de serem muito discutidos os conceitos de alfabetização científica ou letramento científico para denominação correta do termo, esse trabalho se referirá como alfabetização científica, tendo como base também os escritos de Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), que utilizam o termo e entendem que “Assim pensando, a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca”.

Tem-se em mente a preparação dos estudantes para o convívio social e também para a tomada de decisões acertadas em diferentes aspectos da vida, de modo alicerçado pela alfabetização científica. Segundo Bertold (2020), essa alfabetização é importante mecanismo de desenvolvimento econômico e social e sendo a escola considerada uma das mais importantes fontes desse conhecimento.

De acordo com Santos (2007, p. 475) “A preocupação crescente com a educação científica vem sendo defendida não só por educadores em ciências, mas por diferentes profissionais; seus objetivos têm tido uma grande abrangência”. E é solidificada na inquietação em despertar o conhecimento científico no corpo estudantil que este trabalho busca relacionar conceitos de astronomia e matemática, em uma proposta pedagógica focada em alcançar a compreensão sobre os conceitos do planeta em que vivemos.

A partir de tudo o exposto, este trabalho tem o intuito de elaborar uma proposta pedagógica interdisciplinar voltada para a alfabetização científica, através das relações entre matemática e geografia utilizando conceitos como elipses, esferas, superfícies esféricas e astronomia. Procurando responder meios de movimentar dois conceitos de disciplinas, originalmente estudadas separadamente, em uma proposta didática, norteada pelos conceitos da interdisciplinaridade e com o intuito de disseminar a alfabetização científica.

Leva-se também em consideração uma das competências observadas na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017, p.528) de desenvolver uma “[...] visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos”. Prevendo a formação de cidadãos críticos e reflexivos e contribuindo para a formação geral dos estudantes (BRASIL, 2017).

O referencial teórico utilizado leva em consideração autores Silva (2006), Honorato (2017) e Boczko (1984) para conceitos de astronomia, e Fazenda (2003 e 1991), José (2008) e Trindade (2008), para estudos em interdisciplinaridade. Assim como Chassot (2003) e Hazen e Trefil (2009) e Sasseron e Carvalho (2011) para balizar sobre alfabetização científica.

Este trabalho está dividido em seções, sendo estas respectivamente: (2) referencial teórico, (3) metodologia de trabalho, (4) roteiro pedagógico relacionando os conceitos de matemática e geografia e (5) considerações finais.

2 Referencial Teórico

5

Esta seção está dividida em dois tópicos principais para a elaboração da proposta pedagógica: os conceitos relacionados à alfabetização científica e interdisciplinaridade.

2.1 Alfabetização científica

Atuando como ferramenta de ajuda na construção de conceitos fundamentais para a vida em sociedade e também como meio de administrar e gerenciar informações que são adquiridas a todo o momento, a alfabetização científica – com conceitos já discutidos anteriormente – atuaria junto à escola na perspectiva de “[...] reivindicar para a escola um papel mais atuante na disseminação do conhecimento” (CHASSOT, 2003, p.90).

Em meio a uma era tecnológica e de muitas fontes de informações, é de extrema importância que os discentes tenham discernimento do que são fontes confiáveis de notícias e principalmente se sentirem capazes de pesquisar, conferir e julgar fatos e informações.

Indo ainda além, Chassot (2003) considera um analfabeto científico aquele “[...] incapaz de uma leitura do universo”. Colocando em xeque não os conteúdos abordados na escola, mas sim a maneira como são abordados, com que propósito e a capacidade dos alunos de interpretação em cima daquele que lhes foi colocado.

É nesse sentido que a alfabetização científica se faz presente, atuando também como forma de transformação social, podendo estar inserida desde as situações mais básicas do cotidiano até discussões mais aprofundadas sobre ciência (SANTOS, 2007). Desse modo, esse processo é capaz de interferir em questões pessoais e públicas,

sendo agente de mudanças e comportamentos em sociedade, pois, como explicita Santos (2007, p.480), “O letramento como prática social implica a participação ativa do indivíduo na sociedade, em uma perspectiva de igualdade social [...]”.

Estar ciente de como o planeta em que vivemos funciona e se relaciona conosco e com outros corpos celestes é também estar ciente de fenômenos que ocorrem todos os dias na sociedade. Sendo assim, buscar explicar e intercambiar os conceitos vistos nas disciplinas de sala de aula é uma forma de atuar na construção da alfabetização científica dos alunos.

Isso é possível criando percepção do por que dos acontecimentos e suas explicações, baseadas em fatos que não lhes são estranhos, bem como os relacionando como os conteúdos matemáticos já vistos. Como também atuando com práticas para a construção de um pensamento crítico, de quem não somente absorve informações sobre os fatos, mas os analisa e cria outros conhecimentos a partir do que foi visto.

2.2 Interdisciplinaridade

Atuando neste roteiro como ferramenta de lapidação de conceitos antes já vistos e também como ator principal para o objetivo de se chegar à alfabetização científica dos alunos, a interdisciplinaridade é o caminho que mapeia esse estudo.

Fazenda (2016, p.63) chama a atenção para a importância de sempre partir de um local de indagação, de questionamento frente a um tema:

[...] a postura interdisciplinar procura reindagar as certezas paradigmáticas, resultantes das teorias que configuram a atual ciência escolar, e mais, procura considerar como fundamental à construção dessa ciência, a pesquisa criteriosa sobre as ações comprometidas ocorridas em sala de aula.

Seja em um movimento de procurar questionar as amarras que norteiam cada disciplina, procurando se desvencilhar de fronteiras para abordar assuntos pertinentes, ou mesmo na prática escolar, ao questionar com os próprios alunos as origens e bases dos conceitos vistos em sala de aula e no incentivo à pesquisa de novos métodos.

Fazenda (2016) também chama a atenção para o conhecimento do(a) professor(a) responsável em uma atitude especial, se fazendo ciente de suas limitações,

competências, incompetências, possibilidades e limites de sua disciplina. Sendo assim, é importante ter profissionais capacitados e que se sintam à vontade ao trabalhar com questões interdisciplinares.

Além disso, a autora aponta ainda que a metodologia interdisciplinar “[...] alicerça-se no diálogo e na colaboração, funda-se no desejo de inovar, de criar, de ir além e exercita-se na arte de pesquisar [...]” (FAZENDA, 2016, p.69). Assim, deixa clara a importância da criatividade e vontade para dialogar entre disciplinas. E, principalmente, uma revisão dos conceitos para “perceber-se interdisciplinar” e assim trilhar os caminhos a serem percorridos com cuidado.

7

3 Metodologia

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa, levando em consideração apenas aspectos que não são representados numericamente, se preocupando na compreensão e aprendizagem dos discentes (CÓRDOVA; SILVEIRA, 2009). Tem natureza aplicada, pois se entende que a proposta pedagógica aqui apresentada pode ser utilizada em classes regulares da educação básica.

Essa proposta é direcionada particularmente para estudantes do terceiro ano do ensino médio, pois é nesse período de tempo em que são feitos os estudos sobre as elipses, tendo em vista que os estudantes já tiveram conhecimento sobre as superfícies de revolução no segundo ano. Porém é necessário destacar que o roteiro a ser explorado na próxima seção não teve aplicação com estudantes, devido às incompatibilidades entre calendário escolar e a época do ano em que se estava estabelecendo a pesquisa.

Para análise dos temas apresentados anteriormente, tomaremos como base os conceitos de Fazenda (2008, p. 37):

O conceito de interdisciplinaridade [...] encontra-se diretamente ligado ao conceito de disciplina, onde a interpenetração ocorre sem a destruição básica às ciências. Não se pode de forma alguma negar a evolução do conhecimento ignorando sua história.

Ou seja, não faremos a exclusão das disciplinas nesse roteiro, mas sim utilizaremos os conceitos de ambas para estudos aprofundados, fazendo seus entrelaçamentos. Embora sem deixar de citar que o roteiro procura explicitar os conceitos de astronomia utilizando a linguagem matemática – dando base sólida para os conteúdos estudados nessa disciplina, que muitas vezes parecem sem sentido para os alunos.

A abordagem utilizada é a interdisciplinaridade escolar, pontuando que “Na interdisciplinaridade escolar as noções, finalidades habilidades e técnicas visam favorecer, sobretudo o processo de aprendizagem respeitando os saberes dos alunos e sua integração” (FAZENDA, 2008, pg. 37). Assim, se utilizando do aluno como um pesquisador ativo para fazer buscas, procurar conceitos e desenvolver ligações entre as disciplinas.

Fazemos ainda referência aos conceitos de Sasseron e Carvalho (2011, p.66) onde esclarecem que:

[...] o pressuposto de que o ensino de Ciências pode e deve partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia-a-dia e que, portanto, apresentam estreita relação com nossa vida.

Ou seja, sendo pertinente a discussão sobre o estudo de matemática com os conceitos de astronomia, para o ensino de ciências e principalmente sua ligação com a realidade dos discentes, seguindo os preceitos de D'Ambrosio (2019, p.online) que destaca: "Falamos então de um saber/fazer matemático na busca de explicações e de maneiras de lidar com o ambiente imediato e remoto. Obviamente, esse saber/fazer matemático é contextualizado e responde a fatores naturais e sociais". Relatando também a preocupação com as particularidades dos alunos, de seus respectivos núcleos de aprendizagem familiar e de como serão as recepções ao conteúdo abordado.

Procurando também “[...] estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor [...]” (FREIRE, 1996, p.33). Assim, intenta-se lançar questionamentos bem fundamentados, como já mencionados

anteriormente ao abordar conceitos de interdisciplinaridade, e, ao mesmo tempo, estimular o pensamento crítico e a reflexão, bases da alfabetização científica.

Com base nessas definições, para relacionar o tema enfoque de elipses, esferas e superfícies esféricas, com os conceitos de astronomia, será seguido o roteiro de definições mostrado na Figura 1 abaixo:

Figura 1 – Passos abordados na descrição do roteiro

PARTE 1



PARTE 2



Fonte: Autoria Própria, 2022

Como explicitado na Figura 1, o roteiro estará dividido em duas partes:

- Parte 1: relação da forma da Terra com o elipsoide de revolução, sendo obtido através da revolução de uma elipse sobre uma reta qualquer. Incluindo também a simplificação do formato da Terra através da superfície esférica;
- Parte 2: caracterização dos movimentos de rotação e translação da terra com as circunferências e elipses e como podem ser explicados os fenômenos geográficos a partir dessa perspectiva, esmiuçando o solstício e o equinócio.

As ferramentas digitais serão de grande importância nessa proposta pedagógica, sendo utilizado o software Geogebra no seu modo clássico, por ser de fácil acesso a qualquer computador conectado à internet. O uso dessa ferramenta se deu

principalmente para que os alunos possam visualizar os conceitos aqui abordados, por se tratarem principalmente de ideias tridimensionais.

Procura-se, assim, de acordo com Trindade (2008, pg. 82), “uma desconstrução, uma ruptura com o tradicional e com o cotidiano tarefeiro escolar”, almejando uma região de fronteira entre as regiões das duas disciplinas, onde uma convive com a outra sem invadir espaços, permitindo o diálogo e compartilhamento de conhecimentos.

10

4 Resultados e Discussão

Para análise dos temas de astronomia e sua relação com conceitos matemáticos, os alunos deverão estar cientes ou introduzidos nos conteúdos de elipses, elipsoides e superfícies esféricas. Sendo assim, o(a) professor(a) poderá fazer o intercambiamento entre as disciplinas de matemática e geografia, se aproveitando dos conceitos de interdisciplinaridade apresentados acima.

4.1 Forma da terra

Valendo-se sempre da proposta interdisciplinar mencionada anteriormente, o(a) professor(a) poderá, em um primeiro momento, lançar questionamentos à turma sobre a forma do planeta em que vivemos e também de seus movimentos característicos. Até mesmo pedir para ver fotos e ilustrações, indagando aos alunos sobre seus conhecimentos prévios sobre o tema a ser abordado. Procurando, assim, investigar se os alunos tem ciência das relações (em qualquer grau) entre aspectos astronômicos e matemática.

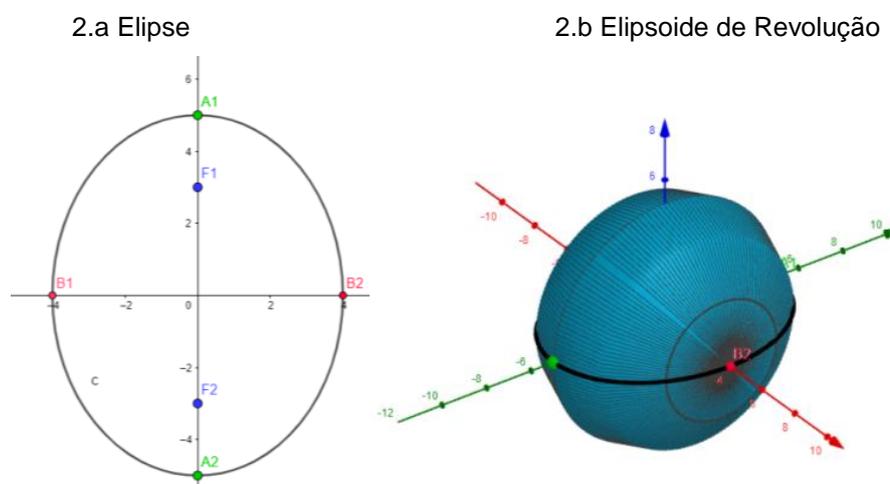
O formato da Terra tem um aspecto complicado, quando lidamos com uma aproximação ao conhecimento matemático, pois não assume os caracteres de um sólido geométrico conhecido. De acordo com Silva (2006, p. 2):

Tendo em vista não ser fácil exprimir matematicamente a forma real da Terra, procurou-se interpolar um sólido que melhor se aproximasse dela. Em 1924, a União Internacional de Geodésia e Geofísica concluiu que a Terra poderia ser convenientemente representada por um certo elipsóide de revolução, que passou a ser designado como Elipsóide Internacional de Referência (EIR).

O elipsóide de revolução abordado neste trabalho, é a revolução de uma elipse (já comentada anteriormente) em torno de uma reta qualquer, se caracterizando como uma superfície de revolução. Ou seja, o(a) professor(a) fará alusão a conceitos já conhecidos pelos alunos (elipses e superfícies de revolução) para trabalhar o formato da Terra.

Na Figura 2.a, temos a representação de uma elipse de Equação 8 e em 2.b um elipsóide de revolução, feito através da revolução da elipse sobre o eixo das abscissas (eixo x) no software Geogebra. A partir deste momento, consideraremos que todas as figuras mencionadas foram plotadas neste software.

Figura 2 – Elipse e elipsoide de revolução



Fonte: Autoria Própria, 2022

$$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{25} = 1 \tag{8}$$

Dessa forma, o(a) professor(a) poderá apontar que o formato da Terra poderá ser estimado através da revolução de uma elipse sobre uma reta qualquer, ocasionando o elipsóide de revolução (uma superfície de revolução, já comentada anteriormente). No caso do exemplo apresentado, pode-se destacar que a elipse em questão tem eixo maior paralelo ao eixo das ordenadas (eixo y) centro na origem do plano cartesiano e focos nos pontos (0,3) e (0,-3), vértices do eixo maior localizados nos pontos (0,5) e (0,-5) e vértices do eixo menor localizados nos pontos (4,0) e (-4,0).

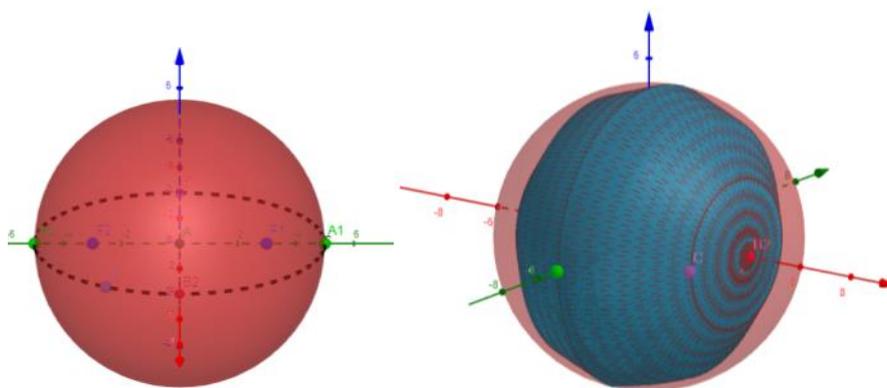
Foi escolhido o centro como origem do plano para facilitar a equação de elipse formada. É importante também destacar que a elipse está formada no plano bidimensional, enquanto que a superfície elipsóide está formada no espaço tridimensional. O elipsoide em questão tem suas interseções com os eixos x, y e z localizados nos pontos $(4,0,0)$, $(-4,0,0)$, $(0,5,0)$, $(0,-5,0)$, $(0,0,5)$ e $(0,0,-5)$, dadas justamente pelo comprimento da revolução ter valor absoluto 5 (comprimento da metade do eixo maior) e 4 (comprimento da metade do eixo menor). Para maior aprofundamento, o(a) professor(a) poderá ainda mencionar sobre a dedução de uma equação geral de elipsoide de revolução, utilizando a elipse original.

Ainda de acordo com Silva (2006), é possível admitir uma simplificação da forma da Terra para minimização dos cálculos, podendo adotar assim um formato esférico para representação. Na Figura 3.a, podemos visualizar a elipse de Equação 8 e uma superfície esférica de Equação 9, de mesmo centro e raio 5 (comprimento da metade do eixo maior da elipse). Já na Figura 3.b é ilustrada a comparação do elipsoide 2.b e a superfície esférica, dando respaldo ao que foi citado sobre a simplificação do formato da Terra para uma superfície esférica – com erros de aproximações relativamente pequenos.

Figura 3 – Superfície esférica e elipse e Elipsoide de Revolução e Superfície esférica

3.a Superfície esférica e elipse

3.b Elipsoide de Revolução e Superfície esférica



Fonte: Autoria Própria, 2022

$$x^2 + y^2 + z^2 = 25$$

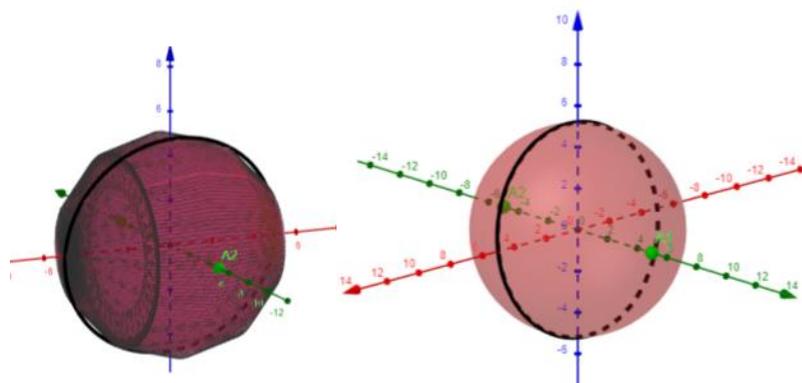
(9)

Para maior aprofundamento, o(a) professor(a) poderá ainda mencionar sobre a dedução de uma equação geral de uma superfície esférica, utilizando a revolução de uma circunferência (ou de uma semi-circunferência) original de Equação 10. Essa circunferência tem raio igual a 5 (mesmo raio da superfície esférica) que dá origem à uma superfície esférica, como ilustrado na Figura 4 abaixo:

Figura 4 – Superfície Esférica e circunferência

4.a Revolução da circunferência

4.b Superfície esférica e circunferência



Fonte: Autoria Própria, 2022

$$x^2 + y^2 = 25 \tag{10}$$

E é por consequência desse formato esférico da Terra que não é possível reproduzir fielmente as coordenadas em um mapa. Pois, como citado anteriormente, a esfera está no espaço tridimensional e os mapas no plano bidimensional.

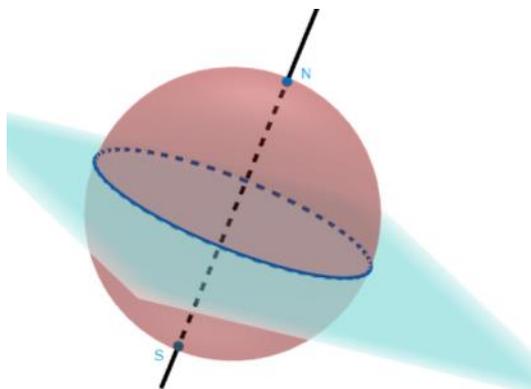
4.2 Movimentos da terra

Para o início dos estudos dos movimentos da Terra e dessa em relação ao Sol, é preciso primeiro atentar para os planos e eixos de referências utilizados.

Em concordância com Silva (2016, p.2), “A Terra possui um eixo de rotação, cujas extremidades constituem os polos verdadeiros ou geográficos, Norte (N) e Sul (S).” Secionando a esfera da Terra no meio com um plano perpendicular ao eixo de rotação, temos a divisão desta nos hemisférios Norte e Sul. Ainda de acordo com Silva (2016),

esse plano é chamado de Plano Equatorial e ao fazer a interseção desse plano com a esfera da terra, obtemos uma circunferência que representa o equador, como observado na Figura 5 abaixo:

Figura 5 – Terra com eixo de rotação e plano equatorial

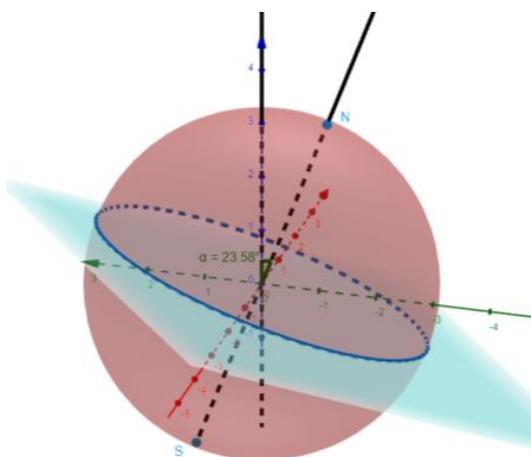


Fonte: Autoria Própria, 2022

É importante frisar que, como mostrado na Figura 6 e segundo Honorato (2017), o eixo de rotação da Terra (reta) é inclinado em relação à outra linha (reta), com um ângulo de inclinação de aproximadamente 23° .

Para fazer referência a algo já conhecido pelos alunos, o(a) professor(a) poderá comparar o posicionamento da Terra com os dos eixos do espaço tridimensional, como mostrado na Figura 6 a seguir:

Figura 6 – Esfera com centro na origem do espaço tridimensional



Fonte: Autoria Própria, 2022

Nessa Figura, a esfera é representada pela equação 11:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9 \quad (11)$$

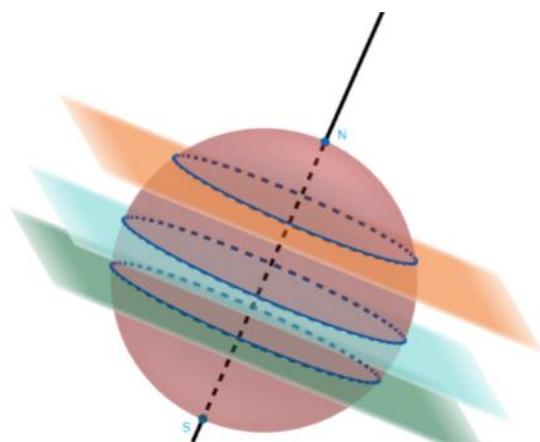
Ou seja, a esfera que representa a Terra tem raio igual a 3. É necessário apontar que os planos perpendiculares às retas, forem plotados no software utilizando a ferramenta de ponto e reta perpendicular ao plano. Sendo o ponto do plano, o centro da esfera utilizada como Terra (origem do espaço tridimensional).

Conforme explicitado, o plano formado é perpendicular ao eixo de rotação da terra e passa pela origem do espaço tridimensional. Sendo a linha que faz um ângulo de 23° com o eixo de rotação, seja a reta em cima do eixo das cotas (eixo z).

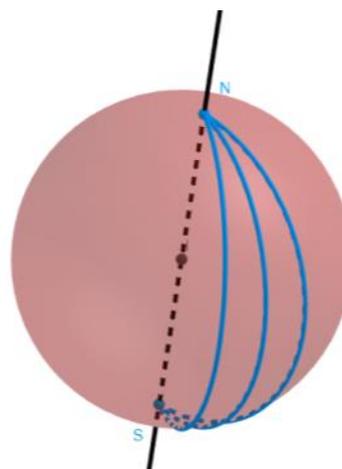
Com isso, podemos fazer alusão novamente ao plano equatorial mencionado acima e mencionar as divisões imaginárias da Terra: “Todos os planos, paralelos ao Equador Terrestre, que interceptarem a superfície terrestre definirão circunferências chamadas Paralelos Geográficos” (BOCZKO, 1984, p.52), ilustrados pela Figura 7. Assim, como “As semi-circunferências centradas no centro da Terra e passando pelos polos da Terra determinam os Meridianos Geográficos” (BOCZKO, 1984, p.52).

Figura 7 – Terra com divisões de paralelos e meridianos

7.a Esfera dividida em paralelos



7.b Esfera dividida em meridianos



Fonte: Autoria Própria, 2022

Os planos paralelos ao plano equatorial (em azul) são os planos laranja e verde. Sendo assim, o(a) professor(a) poderá chamar a atenção para o fato de que em toda secção de esfera por planos, o resultado da interseção será uma circunferência (que

formam os polos do planeta) e que as cunhas esféricas (não abordadas aqui) formam os meridianos. Neste trabalho, iremos nos deter aos movimentos de rotação e translação da Terra, explicitados nas seções abaixo.

4.2.1 Rotação

Segundo Honorato (2017, p.17) o movimento de rotação da Terra pode ser descrito como “Movimento de um corpo em torno de seu próprio eixo”. Logo, o movimento da Terra se dará em torno do eixo de rotação explicitado acima e terá duração de aproximadamente vinte e quatro horas.

O(a) professor(a) poderá chamar a atenção dos alunos para o fato de que no polo do Equador, representado pela maior circunferência na Figura 7, um ponto completaria uma volta inteira na circunferência quando o dia completasse 24 horas. Sendo assim, percorrendo o comprimento inteiro da circunferência, sendo calculado pela Equação 12 (MODERNA, 2013):

$$C = 2 * \pi * R \quad (12)$$

Equação característica do comprimento de uma circunferência, onde R representa a aproximação do raio da Terra. É interessante lembrar também que raio considerado é o maior possível, ou seja, o raio que da circunferência obtida quando o elipsóide que representa a Terra é cortado pelo plano do Equador. Isso se dá em função do formato aproximado do esferóide da Terra, em que não se terão os mesmos raios para cada interseção feita pelos planos descritos na Figura 7.

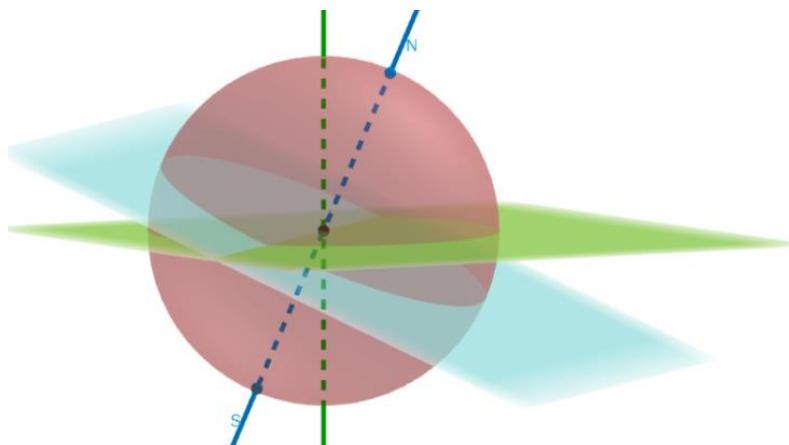
4.2.1 Translação

O movimento de translação da Terra consiste em seu deslocamento ao redor do Sol. De acordo com Silva (2006, p. 10), temos:

[...] considera-se o Sol imóvel no espaço, ocupando um dos focos da elipse que passa a constituir a órbita terrestre. Desse modo, o movimento helicoidal (tridimensional) da Terra em redor do Sol passa a se efetuar em um plano (bidimensional), que se chama plano da eclíptica [...] no qual se situam os centros dos dois astros [...]

O plano da eclíptica, mencionado anteriormente, é um plano perpendicular à linha que faz 23° com o eixo de rotação, como observado a seguir na Figura 8:

Figura 8 – Terra com plano equatorial e plano da eclíptica

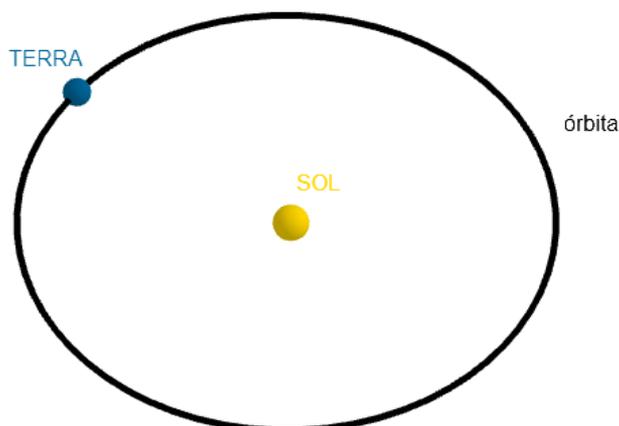


Fonte: Autoria Própria, 2022

Em azul, o plano equatorial e em verde o plano da eclíptica. Ou seja, um plano paralelo ao plano formado pelos eixos das ordenadas e das abscissas (eixos x e y), com componentes somente no eixo das cotas (eixo z). Fica a cargo de o(a) professor(a) comentar que como os vetores diretores das retas ilustradas na Figura 8 são os mesmos vetores diretores dos planos mencionados, os planos também formam um ângulo de aproximadamente 23° entre si.

Seguindo este raciocínio, podemos inferir que o movimento orbital da Terra em relação ao Sol adquire um formato de elipse (com o Sol localizado em um dos seus focos), como explicitado na Figura 9 a seguir. É necessário frisar que esse modelo de órbita é uma aproximação do movimento helicoidal mencionado por Silva, e é interessante mostrar aos alunos primeiro o verdadeiro movimento e logo depois a aproximação feita para uma órbita elíptica, ilustrada na Figura 9.

Figura 9 – Órbita terrestre com formato elíptico



Fonte: Autoria Própria, 2022

De acordo com as informações de Silva (2006), o comprimento da metade do eixo maior da elipse é de aproximadamente $149.680.000,00 \text{ Km}$ e a elipse tem excentricidade de cerca de $0,0167$ de medida. Com essas informações, é possível que o(a) professor(a) peça para os alunos calcularem o comprimento do eixo menor da elipse, como a seguir.

Já visto anteriormente, o comprimento da metade do eixo maior é de aproximadamente $a = 0,15 * 10^{-9} \text{ Km}$. Sabendo que a excentricidade pode ser calculada por (13):

$$e = \frac{c}{a} = 0,0167 \Rightarrow c \cong 0,002505 * 10^{-9} \text{ Km} \quad (13)$$

Logo, a distância do centro até um dos focos será c . Por outro lado, podemos também calcular o valor da metade do eixo menor da elipse, sabendo que:

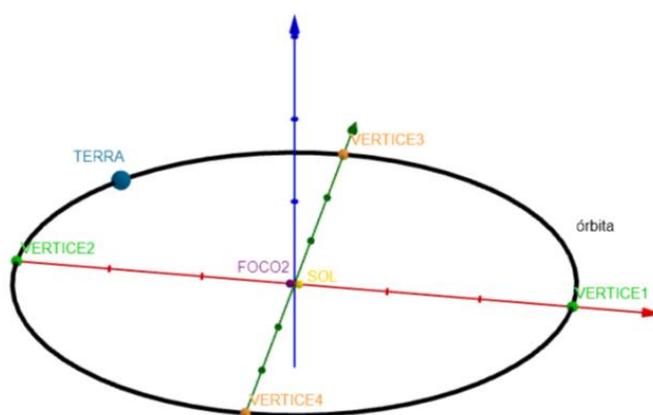
$$a^2 = b^2 + c^2 \Rightarrow b^2 = a^2 - c^2 \cong 0,02249 * 10^{-9} \text{ Km} \quad (14)$$

Na equação 14, foi utilizada a relação fundamental da elipse, mencionada na seção 4.3 desse trabalho. Para facilitação da plotagem da elipse, consideremos esta com centro na origem do espaço tridimensional e os eixos com os tamanhos observados anteriormente. A elipse observada na Figura 10 a seguir, tem Equação 15 e devido à grandeza dos números observados para os tamanhos dos eixos, foi plotada em escala $1:1000000000$.

$$\frac{x^2}{0,0225} + \frac{y^2}{0,02249} = 1 \quad (15)$$

No caso do exemplo apresentado, pode-se destacar que a elipse em questão tem eixo maior quase igual ao comprimento do eixo menor, caracterizando quase uma circunferência. Focos nos pontos $(0,002505,0,0)$ e $(-0,002505,0,0)$, destacando que na Figura 8 é apresentado apenas um dos focos, no qual está localizado o Sol, para fins de melhor visualização. Tem ainda vértices do eixo maior localizados nos pontos $(0,15,0,0)$ e $(-0,15,0,0)$ e vértices do eixo menor localizados nos pontos $(0,0,149,0)$ e $(0,-0,149,0)$, observados na Figura 10 abaixo:

Figura 10 – Órbita terrestre com formato elíptico no espaço tridimensional



Fonte: Autoria Própria, 2022

Quanto à distância entre o Sol e a Terra, é possível inferir pelas equações acima que temos a menor distância possível (periélio) e a maior possível (afélio) acontecendo quando a Terra, em sua órbita, alcança a posição de interseção com o eixos (vértices da elipse), observados anteriormente.

- Equinócios e Solstícios

Alguns fenômenos geográficos também são de grande importância para as estações do ano: os equinócios e solstícios, que marcam o início das estações do ano. Um equinócio é caracterizado como o fenômeno que divide o dia em duas partes iguais (doze horas de iluminação e doze horas de escuridão). Isso acontece, pois os raios de

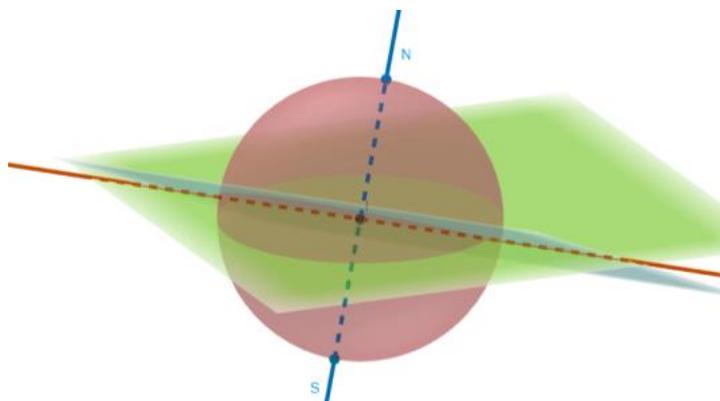
sol incidem diretamente sobre a linha do Equador, dividindo os polos da Terra igualmente com luz e escuridão (BOCZKO, 2012).

Já em relação aos solstícios, podemos inferir que:

[...] a distribuição da luminosidade ao redor do globo não é uniforme, tendo como consequência dias maiores que noites, ou vice-versa. Quando acontece um solstício de verão, temos o dia mais longo para um determinado hemisfério e, analogamente, quando há um Solstício de Inverno, tem-se a noite mais longa (BOCZKO, 2012, p. 47).

É possível também comentar fenômenos geográficos, baseado na posição da Terra na elipse do plano da eclíptica. Como mencionado anteriormente e ilustrado na Figura 7, os planos da elíptica e o plano equatorial se tocam e tem como interseção uma reta, mostrada na Figura 11.

Figura 11 – Interseção entre os planos equatorial e da eclíptica



Fonte: Autoria Própria, 2022

Se achar conveniente, o docente responsável poderá pedir para que os alunos calculem essa interseção, através do software, pedindo a interseção dos dois planos e aproveitando para comentar que toda interseção de dois planos se caracteriza geometricamente como uma reta.

Ou seja, uma reta que passa na origem do espaço tridimensional e que tem grande importância, pois é considerada, segundo Silva (2006, p.14) “chamada linha dos equinócios”. Pois, quando sobrepostos a linha e o plano da eclíptica, os equinócios ocorrem justamente nas interseções destes (ou seja, nos vértices do eixo maior – vértices 1 e 2, como ilustrado na Figura 11). Já os solstícios acontecem sempre que o

movimento da órbita da Terra atinge os vértices do eixo menor (vértices 3 e 4) da elipse orbital, como mostrado também na Figura 11.

O encerramento do roteiro poderá ser dado com as dúvidas que ainda possam surgir com os discentes e ainda procurando saber a opinião desses quanto ao conteúdo abordado e o modo como foi aplicado. Deixa-se claro que a recepção dos alunos frente ao assunto abordado é de grande valia e serve como termômetro para momentos como esse.

Fica ainda como sugestão a possibilidade de ampliação deste roteiro para abordar projeções geográficas e distorções, fazendo conexões com planos bidimensionais e espaços tridimensionais. E, ainda, ao abordar o conteúdo de translação, comentar sobre a influência da órbita elíptica sobre as estações do ano.

4.3 Viabilidade do roteiro

Como podemos observar ao longo do roteiro, as questões relacionadas à astronomia estão ligadas diretamente aos conceitos matemáticos vistos pelos alunos ao longo de toda sua educação, sendo assim de grande interesse que possam ser utilizados para além da sala de aula e das ferramentas de avaliação tradicionais. Este pode servir, como mencionado anteriormente, para explicação de fatos cotidianos, atuando como forma de organizar pensamentos e como ferramenta de consciência crítica em relação ao mundo.

Analisando todas as disposições aqui relatadas, é possível que haja a adoção do roteiro detalhado desde que possa haver antes, também, uma revisão dos conceitos de matemática e astronomia com a turma, para que os alunos relembrem e se sintam confortáveis ao visitar as definições a serem abordadas.

Além disso, é necessário utilizar os elos não somente entre as duas disciplinas, mas também dos professores responsáveis e da escola como um todo para que seja possível viabilizar instrumentos e conceitos. Há ainda de se mencionar o tempo de execução, sendo exigida uma carga horária extra de aula para que a aprendizagem seja solidificada e trabalhada com o tempo hábil necessário.

O espaço físico disponível também é um ponto a ser discutido, havendo a necessidade de um laboratório de informática para ser trabalhado o uso do software de plotagem de imagens, crucial para o entendimento de vários conceitos abstratos aqui apresentados, como planos e esferas e interseções. Igualmente é necessário o domínio da ferramenta pelo mediador(a) de turma, que, além de fazer as experiências previamente, deve auxiliar os alunos em suas próprias plotagens.

Apesar de não ter sido aplicado diretamente em sala de aula, todos os passos presentes na proposta foram pensados para o melhor desempenho possível para uma futura aplicação. Quanto à viabilidade pedagógica, foi adotado um ritmo lento, de abordagens dependentes em ordem de prioridade durante a construção da proposta. Ou seja, conceitos basilares foram apresentados previamente, para que depois fossem discutidos outros tópicos derivados destes.

As ilustrações e plotagens dos elementos foram pensadas de modo que os alunos pudessem se basear e ter autonomia para fazer as suas próprias interações. O software utilizado é de fácil acesso, de abordagem intuitiva, não sendo necessária nenhuma instalação de outros programas e tendo sua linguagem completamente em português.

5 Considerações finais

Este trabalho teve o intuito de elaborar uma proposta pedagógica interdisciplinar voltada para a alfabetização científica, através das relações entre matemática e geografia utilizando conceitos como elipses, esferas, superfícies esféricas e astronomia. Fazendo alusão aos conteúdos de elipses, esferas e também de astronomia e utilizando também o software Geogebra para auxílio da plotagem de gráficos e visualizações.

Porém, é importante levar em consideração o público a ser trabalhado no roteiro, tendo em vista que a classe discente é heterogênea e chega com bases diferentes de conhecimento – não só no que se refere a conteúdos escolares, mas também suas visões de mundo, concepções pessoais e base sócio-política-econômica. Há de se levar

em conta que alguns alunos possam estar participando de um primeiro contato com alguns conceitos e ter delicadeza em abordar os tópicos.

É papel do(a) professor(a) deixar claro que o conteúdo estudado é comum a todos os habitantes do planeta Terra, pois dialoga com fenômenos corriqueiros que não são perceptíveis aos olhos, mas influenciam diretamente a vida das pessoas. Contribuindo para uma visão mais ampla dos discentes sobre os conteúdos estudados na escola e sua relação com os eventos do cotidiano.

Incentivando assim a formação de cidadãos cientes de seu lugar no mundo, de sua postura frente a situações e fortalecendo a construção de um ser social que tem conhecimento dos eventos globais e da repercussão de suas ações. Ainda, é possível gerar impacto para a comunidade na qual está inserida, com a inserção de pessoas mais conscientes de fontes seguras de informação, com opiniões baseadas em fatos comprovados, que não serão facilmente influenciáveis por qualquer veículo de mídia.

É preciso destacar também que, para a adoção de um currículo com passagens interdisciplinares, é preciso um planejamento prévio de grande volume e detalhamento. Sendo assim, necessário que os professores disponham de tempo para esse planejamento e também para discussões com colegas de trabalho sobre uma tática interdisciplinar, além de estudar o domínio de ferramentas digitais aqui mencionadas para o auxílio da compreensão dos alunos.

Logo, faz-se necessária uma forma de reformulação de currículo para que os docentes consigam se programar e planejar movimentos com esse viés. Além disso, é notável que a interdisciplinaridade é um campo potente e imenso para o ensino, cheio de oportunidades para trabalhar disciplinas de diversas formas diferentes. Ressalta-se que este trabalho apenas apresenta uma sugestão de roteiro, não sendo um plano irredutível, com total espaço para adaptações e reestruturações. Deixando como marca indelével somente a busca de novas possibilidades, a atenção e a sensibilidade no processo de ensinar e aprender.

Referências

Rev.Pemo, Fortaleza, v. 5, e510422, 2023
DOI: <https://doi.org/10.47149/pemo.v5.10422>
<https://revistas.uece.br/index.php/revpemo>
ISSN: 2675-519X



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
Atribuição 4.0 Internacional.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, p. e250036, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/275/27563097040/html/>. Acesso em: 05 Nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 07 nov.2022.

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia**, São Paulo: Blücher, 1984.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/qZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/>. Acesso em: 08 Jul. 2022.

CÓRDOVA; F. P.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Org: ENGEL, Tatiana Gerhardt; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 1ª ed, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática – elo entre as tradições e a modernidade**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas e as condições de produção. In: **O que é interdisciplinaridade**, São Paulo: Cortez Editora, 2008, p. 21-32.

FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade: Um Projeto em Parceria**. São Paulo: Loyola, 1991.

FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas, SP: Papyrus, 2016 - (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996

Geogebra. **Geogebra Classic**. 2022. Disponível em: <https://www.geogebra.org/classic?lang=en>. Acesso em: 07 Nov. 2022.

HAZEN, Robert M.; TREFIL, James. **Science matters: Achieving scientific literacy**. New York: Anchor, 2009.

HONORATO, A. **Guia Didático de Astronomia**: introdução aos conceitos relacionados ao Sol e a Terra. Produto Educacional da Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2801/2/CT_PPGFCET_M_Honorato%2C_Angel_2017_1.pdf. Acesso em: 01 Ago. 2022.

JOSÉ, M. A. M. Interdisciplinaridade: as disciplinas e a interdisciplinaridade brasileira. In: **O que é interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez Editora, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474-492, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/>. Acesso em: 05 Set. 2022.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, p. 19, 2011. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002257551>. Acesso em: 07 Nov. 2022.

SILVA, M. A. V. **Meteorologia e climatologia**. Recife: Versão Digital 2, 2006. Disponível em: https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em: 20 Set. 2022

TRINDADE, D. F. Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências. In: **O que é interdisciplinaridade**, São Paulo: Cortez Editora, 2008, p. 71-90.

ⁱ **Sabrina Loiola de Moraes**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-808X>

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino (POS ENSINO-UERN/UFERSA/IFRN).

Aluna do mestrado acadêmico no programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO-UERN/UFERSA/IFRN) na área de atuação em educação matemática. Cursando licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Rio Grande do Norte.

Contribuição de autoria: Administração do projeto, conceituação, curadoria de Dados, escrita – primeira redação, Metodologia e Software.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2730546275154386>

E-mail: sabrinaloiola9@gmail.com

ⁱⁱ **Débora Dantas Silva**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7269-9215>

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino (POS ENSINO-UERN/UFERSA/IFRN).

Aluna do mestrado acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO-UERN/UFERSA/IFRN), graduada em Pedagogia pela Universidade do Estado Rio Grande do Norte - UERN (2021), Pós-Graduanda em Formação de Docentes: Educação Infantil, Alfabetização e Educação Especial pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante - FAVENI.

Contribuição de autoria: Administração do Projeto, escrita – revisão e edição, investigação e análise formal.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7621241249914864>

E-mail: dantasdebora034@gmail.com

iii **Marcelo Bezerra de Moraes**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4563-822X>

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Faculdade de Educação, Departamento de Educação.

Licenciado em Matemática pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (2010), mestre (2012) e doutor (2017) em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (Unesp, campus de Rio Claro). É professor adjunto do Departamento de Educação da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), do Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO - UERN/UFERSA/IFRN) e membro do Grupo de Pesquisa “História Oral e Educação Matemática”.

Contribuição de autoria: Administração do Projeto, supervisão, validação e visualização e escrita – revisão e edição.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2878861519191477>

E-mail: marcelobezerra@uern.br

iv **Rafaela Correia Rodrigues**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0190-8331>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-Graduação em Administração.

Aluna do mestrado acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Administração, graduada em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e cursa Engenharia de Produção pela UFERSA.

Contribuição de autoria: Administração do Projeto, escrita – revisão e edição, investigação e análise formal.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7007933319605265>

E-mail: rrafa9714@gmail.com

Editora responsável: Cristine Brandenburg

Especialista *ad hoc*: Vitória Chérída Costa Freire e Maria de Nazareth Moraes Soares

Como citar este artigo com mais de Três autores (ABNT):

Morais, Sabrina Loiola de et al. Matemática e astronomia: uma proposta interdisciplinar voltada para a alfabetização científica. **Rev. Pemo**, Fortaleza, v. 5, e510422, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.47149/pemo.v5.10422>

Recebido em 18 de janeiro de 2023.

Aceito em 28 de abril de 2023.

Publicado em 28 de abril de 2023.