
Um estudo das ideias de professores acerca da forma da terra e sobre a transição das ideias dos estudantes desde a terra plana ao globo terrestre⁺*

João Batista Harres¹

Universidade Federal do Rio Grande
Santo Antônio da Patrulha – RS

Roberta Chiesa Bartelmebs¹

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Jairo Luis de Britto Carvalho¹

Mestrando em Ciências Exatas – Universidade Federal do Rio Grande
Santo Antônio da Patrulha – RS

Luis Pereira¹

Mestrando em Educação em Ciências, Educação Matemática
e Tecnologias Educativas – Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Resumo

Este trabalho analisa as respostas apresentadas por pesquisadores e professores em formação inicial e continuada a um questionário acerca de aspectos sobre a forma da Terra, bem como envolvendo algumas implicações físicas da sua forma e sobre o ensino e a aprendizagem desse tema. Além disso teve como mote a compreensão de como os professores têm lidado com as ideias do movimento negacionista Terraplanista. O questionário foi respondido em evento acadêmico, grupos de pesquisa da área e em aulas da área de educação em Astronomia. No total, 66 sujeitos responderam ao questionário. As análises mostraram um nível adequado dos respondentes em relação ao conhecimento da forma da Terra. No entanto, percebe-se um não reconhecimento acerca de algumas implicações astronômicas da forma redonda da Terra, como é o caso da

⁺ An exploratory study of teachers' ideas about the shape of the earth and the transition of students' ideas from the flat earth to the earth globe

^{*} Recebido: 28 de fevereiro de 2024.

Aceito: 14 de novembro de 2024.

¹ E-mails: Jbharres@gmail.com; roberta.bartelmebs@ufpr.br; jairocarvalho1966@gmail.com; luis.r1.pereira@gmail.com

percentagem do achatamento dos polos. Também percebemos que em situações problemas com exemplos que envolvam distâncias e dilemas físicos, há certa dificuldade com o tamanho relativo da Terra e da sua forma redonda. Dessa forma o questionário apresenta-se como uma ferramenta que permite fomentar essas discussões, levando-nos às esferas pedagógicas e epistemológicas da questão do ensino e da aprendizagem acerca da forma da Terra.

Palavras-chave: *Forma da Terra; Educação em Astronomia; Aprendizagem.*

Abstract

This work analyzes the answers presented by researchers and teachers in initial and continuing training, to a questionnaire about aspects about the shape of the Earth, as well as involving some physical implications of its shape and about the teaching and learning of this topic. Furthermore, its motto was the understanding of how teachers have dealt with the ideas of the flat-earth denialist movement. The questionnaire was answered at academic events, research groups in the area and in Astronomy education classes. In total, 66 subjects responded to the questionnaire. The analysis showed an adequate level of respondents in relation to knowledge of the shape of the Earth. However, there is a lack of recognition regarding some astronomical implications of the Earth's roundness, such as the percentage of flattening of the poles. We also realize that in problem situations with examples involving distances and physical dilemmas, there is some difficulty with the relative size of the Earth and its surroundings. In this way, the questionnaire presents itself as a tool that allows us to encourage these discussions, taking us to pedagogical and epistemological spheres of the issue of teaching and learning about the shape of the Earth.

Keywords: *Shape of the Earth; Astronomy Education; Learning.*

I. Introdução

O crescimento recente do negacionismo da ciência tem desafiado os educadores de modo geral e, em especial, aqueles cujos temas a serem ensinados abarcam os conhecimentos científicos questionados por esse movimento, como a evolução das espécies, o uso de vacinas e, no caso aqui estudado, a forma da Terra.

Este último contexto do negacionismo se mostra muito desafiador². Na medida em que a BNCC (2017) introduziu há alguns anos uma extensa lista de tópicos de astronomia a serem trabalhados já nos anos iniciais do Ensino Fundamental e cuja compreensão envolve diretamente a noção esférica da Terra ou dessa noção depende outros tópicos para serem compreendidos. O desafio aumenta na medida em que os professores habilitados para este nível de ensino raramente apresentam um domínio conceitual consistente para atender a uma abordagem adequada e eficiente, conforme evidenciado por Langhi e Nardi (2005), Ferreira e Leite (2015) e Silva e Langhi, 2021.

Antes mesmo do incremento dos movimentos negacionistas e das novas diretrizes da BNCC, vimos investigando formas mais complexas didaticamente (Harres, 2000) e menos absolutistas epistemologicamente (Toulmin, 1977) para lidar na escola, na graduação e na pós-graduação com a questão da forma da Terra no contexto mais amplo da educação em astronomia (Harres; Rocha; Henz, 2001; Bartelmebs; Harres; Silva, 2014; Bartelmebs; Harres, 2014, 2017; Bartelmebs *et al.*, 2016; Bartelmebs; Figueira; Diel, 2023; Bartelmebs *et al.*, 2023). Julgamos que esse novo contexto negacionista reforça ainda mais a necessidade de avançarmos como educadores e pesquisadores em termos didáticos e epistemológicos.

Nos últimos anos, ao sermos convidados para falar em eventos e encontros de pesquisa da área de educação em ciências, incluindo aí a educação em astronomia, sobre a forma da Terra e o que fazer didaticamente a respeito, produzimos e vimos melhorando uma apresentação em *powerpoint* (PPT). No intuito de apresentar nossa opinião e instigar a discussão desse tema, o PPT tem o seguinte título: “*Em defesa dos Terraplanistas: a complexidade do ensino e da aprendizagem sobre a forma da Terra.*”.

Como o título aponta, as reflexões promovidas buscam principalmente a superação da visão simplista de que devemos “combater” o Terraplanismo³ cuja postura se concretiza apresentando-se evidências irrefutáveis da esfericidade da Terra e das “verdadeiras” explicações de alguns fenômenos que “provariam” a forma redonda do nosso planeta forçando a assumpção de maneira quase impositiva da noção esférica⁴ da Terra. Um exemplo, entre tantos disso, seria explicar por que os pilotos de aviões que voam sobre a superfície da Terra não necessitam permanentemente “abaixar o nariz” do avião para seguir voando sobre a superfície.

Para além de trabalhos exaustivos e consistentes já produzidos nessa linha como, por exemplo, Silveira (2017) e Azevedo *et al.* (2022), nosso questionamento, centra-se no absolutismo epistemológico, seja de cunho empirista ou racionalista (Porlán; Harres, 2002) ou seja na concepção empirista de aprendizagem (Harres; Bartelmebs, 2017) muitas vezes

² Bonfim e Garcia (2021) fazem um bom apanhado e uma ótima análise de como no Youtube essa argumentação negacionista sobre a forma da Terra se expressa.

³ E, de forma mais ampla, o negacionismo.

⁴ Nesta seção variamos a maneira de expressar a forma da Terra (esférica, redonda, geoide) apenas para não repetir a mesma expressão. Nas seções do referencial teórico e análise dos dados a diferenciação existente é considerada.

implícitas nos argumentos associados a estas explicações. Por exemplo, com frequência são usados nesse tipo de discussão argumentos como: a verdade (Terra esférica) é inequívoca; a ideia de Terra plana é absurda; os antigos já sabiam que a Terra é redonda; basta pensar ou observar “melhor” a respeito para convencer-se etc.

Ao longo da apresentação vão sendo mostradas uma série de dados e informações sobre as primeiras impressões sobre como o nosso planeta foi sendo percebido ao longo do tempo, sobre como se compara o seu tamanho e o seu relevo e sobre o achatamento existente nos polos, além de uma compreensão mais profunda de como a gravidade varia e atua para cima da Terra e para dentro dela. Do ponto de vista didático, são apresentados resultados de pesquisa sobre como a Terra é percebida pelas crianças quanto ao seu formato e ação gravitacional. A conexão com as compreensões dos adultos é mostrada pela evolução histórica da visão sobre nosso planeta.

Completando o PPT discute-se a dimensão didática do tema, analisando como docentes percebem essas percepções (vale a redundância) e como as consideram e tratam em aula⁵. Para isso, apoiamo-nos nas orientações de Hashweh (1996) e no que nossos resultados publicados em Harres, Rocha e Henz, (2001) e em Bartelmebs, Figueira e Diel (2023) apontam. Mais recentemente, essa apresentação evoluiu para o registro textual e ilustrado das informações e argumentações usadas nesse PPT publicado em Harres e Peixoto (2023), o qual pelo espaço, permitiu o esboço de uma análise mais profunda dos aspectos históricos, geográficos, físicos e pedagógicos desse tema.

E à medida que, nos últimos anos, tal apresentação foi se repetindo, buscamos ser mais coerentes na prática em relação ao discurso (menos transmissivos e mais interativos) sobre a importância de identificar e considerar as ideias dos estudantes (nossos assistentes, nesse caso). Assim passamos a aplicar no público, antes da palestra, um questionário on-line para identificar as posições iniciais, os conhecimentos disponíveis a respeito dos dados e informações a serem apresentados e as percepções didáticas de partida desses sujeitos. Usando o *Google Forms* foi possível apresentar e discutir com a assistência as respostas ao questionário em contraste com as nossas informações.

Assim, este trabalho analisa as respostas ao questionário incluído no Apêndice a este artigo, composto por respostas coletadas em três edições dessa atividade realizadas entre os anos de 2021 e 2022 das quais participaram professores atuantes no nível superior e médio.

II. Fundamentação Teórica

Como fundamentação de nossas análises é necessário considerar três ideias principais. A primeira se refere a alguns aspectos da forma como ocorre a aprendizagem de uma nova ideia, em especial no caso em que esta vai de encontro com um pensamento cotidiano diferente já estabelecido. A segunda ideia tem caráter epistemológico por analisar o status das ideias de

⁵ No caso de futuros professores queremos analisar como eles propõem-se a isso

forma plana e esférica da Terra no contexto de uma definição do conhecimento escolar. E por fim, considerando as duas ideias anteriores, explicitamos como concebemos o ensino da forma da Terra e quais implicações formativas derivam.

Quanto ao primeiro princípio, partimos de um ponto de vista no qual a aprendizagem sempre é um processo que, de alguma forma se relaciona com aquilo que o sujeito já pensa, em outras palavras, as ideias dos alunos. Assim, a aprendizagem de uma nova ideia ou conceito, especialmente quando ele se defronta com uma ideia que vai de encontro ao que ele já pensava, não é o resultado do preenchimento de uma mente “em branco” ou de uma mera substituição do conhecimento errado pelo correto (Petrosino, 2000; Bartelmebs e Harres, 2017; Bartelmebs et al, 2023).

Pioneiramente, os estudos de Piaget (1926) e seus colaboradores da Escola de Genebra apresentaram a lógica infantil como diferente da lógica do sujeito adulto. A partir desses trabalhos, muitos pesquisadores adentraram no mundo infantil para conhecer as concepções das crianças acerca do mundo. As traduções pedagógicas das ideias de Piaget concretizaram-se de modo bastante parcial nas concepções construtivistas para o ensino, em especial, no ensino de ciências com base na metodologia do ensino por descoberta. No Brasil, o ensino de ciências passou a ter maior destaque no currículo da Educação Básica a partir da década de 60, conforme afirma Krasilchik (2000, p.88):

No período 1950-70, prevaleceu a ideia da existência de uma sequência fixa e básica de comportamentos, que caracterizaria o método científico na identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, o que permitiria chegar a uma conclusão e levantar novas questões.

Ainda segundo a autora, por mais detalhado que fossem os livros ou as atividades propostas, os resultados não foram satisfatórios. Na busca das razões desse insucesso, “descobriu-se” que as crianças possuem ideias sobre o mundo e que essas ideias interferem na sua aprendizagem de conceitos científicos. Cubero (1994) afirma que: “muitas das chamadas representações das crianças, obtidas através de entrevistas ou questionários, podem não ser algo mais que artefatos metodológicos que se constroem a partir dos próprios sistemas de exploração e registro” (p. 34).

Nesse contexto, vale destacar a ampla revisão que fizemos a respeito⁶ (Bartelmebs; Harres, 2017). Essa revisão mostra que essas ideias indicam a lógica do pensamento das crianças e adolescentes, a qual, muitas vezes, não segue a mesma estrutura do conhecimento escolar. A amplitude das pesquisas a respeito, ainda no século passado, permitiu a elaboração de catálogos do que pensam as crianças sobre diferentes temas de em diferentes idades, como por exemplo, elaboraram Driver, Guesne e Tiberghien (1999)⁷.

⁶ Neste trabalho justificamos o uso da expressão “ideias dos alunos” em vez de outras como “concepções alternativas”, “ideias prévias”, “crença”, “etc.

⁷ A versão original em inglês foi publicada em 1985.

No contexto das pesquisas sobre como a Terra é percebida pelas crianças quanto ao seu formato e ação gravitacional, o trabalho que mais se destaca parece ser o de Nussbaum (1979). A partir de entrevistas clínicas com crianças em diferentes idades e com situações práticas bastante criativas, ele identificou três ideias que estruturam a evolução desta ideia desde uma noção de Terra plana para uma noção esférica do nosso planeta. Tal evolução seria gradual, passando, em geral, por três estágios intermediários que dependem como se situa a noção da forma (plana ou esférica), do espaço ao seu redor (em torno dela toda ou apenas em cima) e a maneira com que a gravidade atua (para a superfície ou para o centro da Terra). O autor identificou que estes cinco níveis estão bastante presentes em grupos de crianças de diferentes idades. Em especial, Nussbaum (1979) verificou que apenas a metade das crianças com idade escolar de 14 a 15 anos podiam ser associadas ao nível mais alto. No Brasil, Nardi e Carvalho (1996) encontraram praticamente os mesmos resultados, os quais reforçam a perspectiva de Nussbaum, mostrando também a sua extensão para diferentes contextos.

Antes de avançar aos princípios didáticos que orientam o que pensamos em relação ao ensino sobre a forma da Terra. Nesse caso é importante considerar como a evolução da concepção histórica sobre a forma da Terra se relaciona com uma visão do conhecimento escolar. Este conhecimento, em nossa opinião, deve ser definido para além da superação ou eliminação do conhecimento cotidiano e, ao mesmo tempo, para além da imposição, muitas vezes implementada a partir das práticas avaliativas, da concepção científica dominante.

Nessa perspectiva, mesmo que admitamos que a visão da Terra plana em períodos anteriores não tenha sido disseminada, é inegável que, no mínimo, a sua representação em diversas obras, se mostrou difícil na correspondência com os fenômenos cotidianos. Um exemplo disso é o caso da integração da forma esférica da Terra e a teoria dos quatro elementos de Aristóteles (Harres; Bartelmebs, 2023, p. 48). Assim, considerando o que encontraram a respeito Saltiel e Viennot (1985), o que teorizaram Piaget e Garcia (2011), o que foi identificado também por nós (Bartelmebs, 2014), parece ser bastante plausível o estabelecimento da conexão das compreensões das crianças com a evolução histórica evidenciada do nosso planeta.

Aceito esse paralelismo entre as ideias das crianças e o pensamento científico, podemos analisar como podemos superar a dicotomia simplista entre a noção Terra plana ou redonda⁸. Em primeiro lugar, é preciso considerar que há uma relação bastante distinta entre o tamanho das coisas e fenômenos que lidamos cotidianamente e o tamanho dos fenômenos astronômicos como o tamanho da Terra. De fato, mesmo que o achatamento dos polos⁹ seja mais que o dobro da altura do ponto mais alto no relevo da Terra¹⁰, este valor é desprezível em relação ao raio da Terra¹¹. Por isso, qualquer foto do nosso planeta desde uma distância em que

⁸ Seja em sua versão achatada, esfera perfeita, achatada nos polos, geoide oblato etc.

⁹ Isto é a diferença entre o raio da Terra nos polos e no Equador (21km).

¹⁰ Monte Everest, aproximadamente 9 km.

¹¹ Aproximadamente 6400 km

ela possa ser vista inteira, não conseguimos perceber esse achatamento que leva a diferença do seu raio nos polos e no Equador.

Assim, há muitos fenômenos cotidianos e até envolvendo medidas de precisão em que é mais útil considerar a Terra como sendo plana. Por exemplo, quando pedreiros usam um fio de prumo para atestar a verticalidade de duas paredes próximas, eles estão considerando a direção vertical dos fios como paralelos e, portanto, o espaço ali envolvido como plano. Ao mesmo tempo, em astronomia de posição, a localização de estrelas e outros corpos celestes em relação à posição de um observador no solo é feita medindo o ângulo de visada com a superfície, considerando um horizonte plano.

De forma análoga, Lanciano (1989), no contexto da discussão entre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, defende que não há nenhuma razão prática para desconsiderar o modelo ptolomaico na descrição dos movimentos dos corpos celestes. Isso não implica na desconsideração da descrição mais ampla para situar o nosso lugar no espaço, como propõe o modelo copernicano, o qual tem seu valor cultural e de utilidade, por exemplo, para as nossas viagens à Lua ou outro planeta. Segundo essa autora

(...) há alguns caminhos na história da ciência e da cultura e dos processos de conhecimento individual que podem levar ao uso de ambos os modelos, os modelos ptolomaico e copernicano, sem ter que escolher entre um ou outro para se referir à mesma realidade (Lanciano, 1989, p. 173).

Por fim, chegamos ao terceiro princípio orientador das nossas reflexões, o qual se constitui como uma implicação pedagógica dos dois anteriores ao indicar o que fazer então didaticamente com as ideias dos alunos. Aqui, vale a pena considerar o que afirma Petrosino (2000) a respeito. Para ele, se dissemos a uma criança que ela está errada em pensar que a Terra é plana e a obrigamos a pensar como nós, ela não entende o que lhe informamos e não saberá como usar esse conhecimento. Enfim, a criança agora sabe menos. E pior, ao sentir-se desconfiada do próprio raciocínio ela será desestimulada a pensar por si mesma nos problemas cotidianos. Enfim, segundo este autor, “um mau modelo é melhor que nenhum modelo” (p.52).

Esta visão relativista tanto do conhecimento cotidiano quanto do conhecimento oficial (o científico) vai ao encontro do que propõe Hashweh (1996) ao analisar o potencial das estratégias didáticas para promover a evolução conceitual dos estudantes. Segundo este autor, estratégias como explicar e convencer (apresentando evidências da forma redonda da Terra, por exemplo) teriam um potencial pequeno. No potencial mais alto ele coloca aquelas estratégias que partem do que pensam os estudantes e propõe o desenvolvimento, de forma mais autônoma possível, das ideias dos estudantes, buscando uma reestruturação que supere a dicotomia simplista entre Terra plana e redonda. A proposta de Gangui (2014) que propõe a fixação de um cartão representando um horizonte plano que é fixado sobre um globo escolar é um exemplo interessante que vai nessa direção.

Nos nossos estudos anteriores (Harres; Rocha; Henz, 2001; Bartelmebs; Figueira; Diel, 2023), aplicando o dilema proposto por Hashweh (1996), este nível de estratégia com

potencial mais alto para promover evolução conceitual mais alto praticamente não apareceu entre os professores ou futuros professores envolvidos. Mesmo quando se propunha partir das ideias dos estudantes, o objetivo final, implícito ou não, era o de substituir a ideia inicial, o que se aproxima do nível definido por Hashweh (1996) como “refutar” que se caracteriza pela intenção de mostrar para o estudante que ele está errado para depois apresentar o conhecimento correto.

Finalizando, para além da dimensão didática e epistemológica, esta reestruturação tem implicações curriculares também. De fato, ela está em sintonia com o que García (1998) defende quanto à definição desejável do conhecimento escolar. Para este autor, os conhecimentos constituintes do currículo, deveriam ser organizados de tal forma que buscassem uma transição desde o pensamento simplista em direção a um pensamento complexo da realidade e não uma transição (ou substituição) do conhecimento cotidiano para o científico. No caso da forma da Terra, o objetivo curricular, segundo a proposta deste autor, não seria tanto ou apenas a busca da mudança da concepção de forma plana para da forma redonda, mas sim de que a forma da Terra pode ser, dependendo do contexto, concebida de maneiras distintas. Por exemplo, no contexto de um pedreiro que usa um fio de prumo para levantar paredes verticais paralelas em um ambiente está implícita a concepção plana da forma da Terra. Se ele estiver que considerar a “verdadeira” forma redonda da Terra, seu trabalho será muito dificultado. Por outro lado, o achatamento dos polos do nosso planeta, resultado de fatores mecânicos não desprezíveis da sua rotação não é identificado em fotografias tomadas a uma grande distância devido ao seu valor insignificante quando comparado ao raio da Terra.

Assim consideramos que o alcance dessa perspectiva complexa com que a forma da Terra pode ser concebida, isto é, dependente do contexto da análise, superaria a mera aprendizagem informativa e seria desejável que estivesse coerente com o nível mais alto, proposto por Hashweh (1996), quanto ao potencial das estratégias didáticas para evolução conceitual. Tal alcance tomamos como referência desejável na análise das opções didáticas apresentada aos sujeitos investigados ao responderem ao questionário.

III. Método

Este trabalho analisa a aplicação on-line de um questionário com dez questões, mostrado na íntegra em apêndice, relativo às discussões sobre a forma da Terra, o qual envolvia, neste tema, questões sobre (a) a polêmica Terra-plana versus Terra-redonda, (b) implicações físicas não triviais do fato da Terra ser redonda e (c) a consideração e o tratamento didático das concepções comumente apresentadas em aula por estudantes da Educação Básica sobre a forma da Terra.

A versão do questionário aqui analisada sofreu algumas reformulações advindas de aplicações anteriores. Ele foi respondido por 66 sujeitos em três eventos realizados entre os anos de 2020 e 2021 dos quais participaram professores atuantes no nível superior e médio.

Os dados coletados foram analisados como uma amostra única, sem diferenciar o tipo de evento, o nível de formação ou outras características de perfil tais como o estado de origem de cada respondente (havia sujeitos de todas as regiões do Brasil). Como algumas questões não foram incluídas em algumas aplicações do questionário, por redução do tempo destinado à atividade, não há respostas de todos os sujeitos para as 10 questões. Por isso, algumas análises envolvem menos respostas. Não foram coletados dados individuais como, por exemplo, nível de formação ou experiência docente, que pudessem se relacionados às diferentes respostas ao questionário. De qualquer maneira, Langhi (2011) fazendo um amplo levantamento das pesquisas sobre concepções alternativas em Astronomia, conclui que estas estão presentes de forma bastante frequente em diferentes contextos e em níveis educativos

O questionário continha três tipos de questão: (a) de escolha simples com alternativas apresentadas em gradiente do grau de correção; (b) opinativa e de escolha simples e (c) de escolha múltipla com alternativas apresentando um gradiente do grau de adequação segundo o referencial adotado. O Quadro 1 mostra o tema e o tipo de cada uma das dez questões.

Quadro 1 – Tema e tipo das questões do questionário.

Nº	Tema	Tipo	Nº	Tema	Tipo
1	Forma da Terra	Escolha simples	6	Túneis atravessando a Terra	Escolha simples
2	Razões do negacionismo	Opinativa	7	Experimento de Eratóstenes	Opinativa
3	Achatamento dos polos	Escolha simples	8	Mito da Terra plana na Idade Média	Opinativa
4	Relevo em um globo escolar	Escolha simples	9	Razão por crer que a Terra é plana	Escolha simples
5	Horizonte à beira-mar	Escolha simples	10	Estratégias para evolução conceitual	Escolha múltipla

As análises realizadas foram de cunho quantitativo. Não foi construído um escore avaliando o grau de correção ou adequação das respostas para cada sujeito às questões não opinativas. Isso ocorreu porque fazendo uma parametrização e calculando o coeficiente de fidedignidade Alpha¹² de Cronbach (1951) encontrou-se um valor não significativo (0,11). Esse valor baixo indica a presença de diversas perspectivas individuais na hora de responder às questões. Inclusive uma mesma pessoa pode ter respondido uma questão ou um grupo delas segundo um referencial e em outras questões ter usado outro. Mesmo assim, vale notar que, havendo sentido, as respostas mais adequadas desde o nosso referencial teórico teriam um percentual médio de adequação de 30%, com desvio padrão de 20%.

¹² Este coeficiente avalia a capacidade das diferentes respostas às questões em conjunto estarem vinculadas a diferentes níveis de conhecimento sobre o que as questões perguntam.

Na sequência são detalhadas as análises das respostas obtidas em cada questão, considerando os conteúdos relacionados, ao mesmo tempo em que se discute as perspectivas de ensino e de aprendizagem desejáveis que daí podem derivar-se segundo, quando possível, um gradiente de adequação em relação ao referencial adotado.

III.1 Análise da Questão 1 (n = 40¹³)

A primeira questão perguntava breve e objetivamente qual é a forma da Terra. De um total de quarenta respostas, 37 (aproximadamente) 95% ¹⁴ dos respondentes marcaram “geoide oblato” e três sujeitos (5%) responderam que é esférica. Ninguém escolheu a forma plana. A alta marcação na opção “geoide oblato” aponta para uma forte presença da noção que a Terra é achatada nos polos e/ou da linguagem acadêmica supostamente mais precisa.

Porém, Silveira (2017) analisando extensa e detalhadamente a questão da forma do nosso planeta indica que a maneira mais adequada de a representar consiste em uma esfera normal, no fundo quase perfeita¹⁵. O achatamento, o mapeamento da gravidade na superfície, a forma elipsoide, as diferenças de relevo apresentam, essencialmente, pequeníssimas diferenças. Sua menção decorreria de análises detalhadas de diferentes olhares sobre o nosso planeta, os quais não por isso deixam de ter importância. Cruz (2018) também analisa essas “diferentes” formas da Terra, defendendo o quanto é desafiador tentar definir “a” forma da Terra. Esta dificuldade, em sua dimensão epistemológica e didática, vai ao encontro com o referencial deste trabalho.

III.2 Análise da Questão 2 (n = 37)

A segunda questão se referia ao movimento negacionista defensor da ideia de que a forma da Terra é plana. Foi solicitado a opinião dos respondentes sobre a principal causa dessa noção ser hoje bastante disseminada. Segundo dados recentes da pesquisa Data Folha¹⁶, atualmente no Brasil, jovens entre 16 e 24 anos e idosos com mais de 60 anos são o público que mais defende a ideia da Terra plana. Esse público pode chegar a mais de 11 milhões de pessoas de acordo com estudo de 2021. No entanto, o objetivo desta e outras questões não é discutir o

¹³ Número de respostas analisadas.

¹⁴ Tendo em vista o número de sujeitos inferior a 100, todas as porcentagens foram aproximadas para múltiplos de 5%.

¹⁵ O autor salienta que as bolas de futebol oficiais FIFA podem apresentar até 1% de variação da esfericidade em sua superfície. Nosso planeta apresenta quase um terço disso.

¹⁶ <https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/04/25/datafolha-dentre-os-brasileiros-jovens-sao-faixa-etaria-que-mais-acredita-que-a-terra-e-plana.ghtml>

movimento negacionista, mas analisar o modo como o tema da forma da Terra é tratado (ou não) na escola podendo (ou não) influir nesse movimento¹⁷.

Das respostas obtidas, 85% responderam de acordo com o que foi solicitado, marcando uma alternativa apenas, 15% marcaram mais de uma opção. Os que marcaram apenas uma opção, se concentraram de maneira equilibrada em três opções: (a) *Coincide com a visão cotidiana que temos*; (d) *Falta de consideração e discussão de formas alternativas de interpretação da realidade na aprendizagem escolar*; e, (f) *Atração psicológica de pensar de forma diferente do resto, de pensar que sabe algo que os outros ninguém sabe, que há um grupo que nos manipula etc.* Considerando aqueles que marcaram mais de uma opção e contabilizando o total de respostas recebidas por cada opção, a dispersão aumenta, mas o equilíbrio se mantém, abarcando 70% das indicações, porém, nesse caso, a opção mais indicada passa a ser a letra (a).

III.3 Análise da Questão 3 (achatamento da Terra), da Questão 4 (achatamento no globo escolar) e da Questão 5 (distância do horizonte à beira do mar) (n = 66)

Nas questões 3, 4 e 5 a porcentagem de acerto foi, respectivamente, 20%, 35% e 25%. Nenhum sujeito acertou as três, dez pessoas acertaram duas questões e a metade do grupo acertou apenas uma. Mais de um terço (35%) não acertou nenhuma. Outro comentário geral a respeito destas três questões é que, entre as respostas apresentadas pelos sujeitos, o índice de correlação de cada uma com as outras duas foi praticamente nulo. Em outras palavras, a forma de responder a qualquer uma delas não guarda relação com a forma de responder às outras duas.

Na Questão 3, a resposta mais precisa é 0,33%¹⁸ de achatamento. Como o questionário estava interessado em avaliar a ordem de grandeza do achatamento percentual estimado pelos respondentes e não se estes sabiam de memória um valor mais exato, a melhor resposta é 0,1%, tendo sido escolhida por 20% dos sujeitos. Depois dessa opção, o valor de 1% é o mais próximo, tendo sido escolhido por 15% dos sujeitos. Aqueles que supõem um achatamento bem menor, 0,01% ou 0,001%, alcançaram 55% do total e um décimo do total de sujeitos, apontou um achatamento pronunciado de 10%.

Na questão 4 se pergunta sobre como seria a representação do Monte Everest, maior “acidente” geográfico da Terra, em um globo terrestre escolar, considerando o tamanho (raio) com que em geral são construídos esses globos¹⁹. Aqui o grupo que respondeu mais acertadamente (supondo uma ordem de grandeza de milímetros) alcançou a maior porcentagem de acerto entre as três questões ora em análise, 35%. Entretanto só 10% da amostra total, acertou esta e a questão anterior.

¹⁷ Para uma boa análise dos fatores psicológicos e sociológicos do negacionismo veja-se https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/27/ciencia/1551266455_220666.html.

¹⁸ 21km de um total de aproximadamente 6.400 km.

¹⁹ Em esses globos, em geral, são feitos de modo que o comprimento da circunferência (uma volta sobre a sua superfície) corresponda a aproximadamente um metro.

Depois da opção correta, a mais marcada nesta questão (30%) foi aquela que corresponde a um achatamento micrométrico²⁰. Destes, a metade foi coerente com a resposta dada na questão anterior tendo marcado letras (a) ou (b), isto é, achatamento pequeníssimo. Mas esta coerência não foi a tônica para o grupo geral. Parametrizando as opções de cada uma dessas questões, já que elas estão apresentadas em ordem numérica crescente, isto é, atribuindo valores 1, 2, 3 e assim sucessivamente para cada uma das opções em cada questão, encontra-se um índice de correlação muito baixo ($r = 0,09$)²¹, o que significa que, em geral, quem apontou um achatamento proporcionalmente grande para a Terra também estimou a sua representação num globo escolar com um tamanho menor do que quem marcou o achatamento proporcional muito pequeno e vice-versa.

Várias razões podem ser apontadas aqui, como o fato de que o pensamento em três dimensões é difícil, os planisférios são mais usados (especialmente em aulas de história e geografia) do que os globos etc. Seja como for, parece que o globo escolar é pouco explorado, no que tange a sua representação tridimensional.

Finalizando essa subseção, as respostas à Questão 5 mostraram um quadro semelhante às duas anteriores. Uma frequência de acerto próxima de um terço (25%), uma distribuição grande entre as opções. A questão pretende avaliar como os sujeitos estimam como a forma redonda da Terra afeta a visão de navios que se afastam mar à fora, sem preocupação inicial com o valor exato, que é bem próximo de 10km²². O acerto percentual foi de 25%. Dos demais, quase a metade estimou que a curvatura da Terra observada no horizonte seria pouco pronunciada: 25% marcaram 30 km, 20% marcaram 60km, 5% marcaram 100 km de distância para o navio desaparecer. Os que supuseram uma curvatura bem acentuada, um ou três quilômetros, totalizaram 25%.

Tal como na análise conjunta das questões 3 e 4, novamente poucos acertaram a Questão 5 e qualquer uma das anteriores: três sujeitos acertaram as questões 3 e 5 enquanto cinco acertaram as questões 4 e 5. Calculando a correlação da Questão 5 com as duas questões anteriores parametrizando as opções apresentadas da mesma maneira, encontrou-se um valor praticamente desprezível (0,12) com a Questão 4, porém a correlação com a Questão 3 mostrou-se alta (0,71)²³. Em outras palavras, quem apontou um achatamento muito pequeno para a Terra

²⁰ 1 micrometro = $1\mu\text{m} = 1$ milésimo de milímetro = 10^{-6}m .

²¹ Em uma escala de zero a um.

²² A questão não informa a que altura os olhos do observador estão no nível do mar (deitado na praia ou em pé), por exemplo. Isso muda a distância do horizonte. Como a variação é muito pequena, não altera a melhor resposta da questão (10km). Conforme pode-se comprovar pela fórmula apresentada pelo prof. Fernando Lang da Silveira em <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=alcance-dos-farois-no-mundo-real-e-na-mitica-Terra-plana>, estando deitado na areia a distância do horizonte seria de 8 km e em pé (supondo os olhos a 2m de altura) essa distância aumenta para 13km.

²³ Estatisticamente significativa a nível de 0,01.

tendia a marcar que o navio desaparece no horizonte a uma distância bem menor em relação a quem supunha um achatamento proporcionalmente maior para o nosso planeta.

III.4 Análise da Questão 6 (n = 31)

Diferente das três questões anteriores, a Questão 6 é, certamente, a questão mais difícil do ponto de vista da compreensão física envolvida. A compreensão de movimentos fictícios de objetos dentro da Terra por túneis que a atravessam de um ponto a outro bem distante, ou seja, muito mais longos e profundos que aqueles que atravessam montanhas não parece ser trivial.

Esta situação é explorada de maneira bem interessante por Perelmann (1970). Nussbaum (1979) também usou a de queda de objetos por túneis que cortam a Terra para diferenciar os dois últimos níveis de concepção sobre a forma da Terra dos cinco que ele constrói a partir das entrevistas com crianças e adolescentes. Como ele mostrou, um estudante pode aceitar que a Terra é redonda, que o céu está em toda a volta dela, mas ter dificuldade em entender que a queda dos corpos ocorre, essencialmente, para o centro do nosso planeta e não para a superfície²⁴. A resposta correta da questão envolve ainda a compreensão de que à medida que nos aproximamos do centro da Terra a força de gravidade diminui, sendo nula no seu centro.

Mais do que avaliar a compreensão dos conceitos físicos envolvidos, como é caso de entender como varia a força da gravidade dentro da Terra à medida que nos aproximamos do seu núcleo e como é o movimento decorrente disso, a questão pretende levar o respondente a se colocar em uma situação na qual as noções de horizontalidade e verticalidade se relativizam ao pensar na Terra como um todo, situação na qual, como afirma o autor, deve-se concluir que “na Terra todas as horizontais são curvas e as verticais não podem ser paralelas” (PERELMAN, 1970, p.325).

Sendo assim, provavelmente devido ao alto nível médio de formação da assistência, a grande maioria (60%) deu uma resposta satisfatória marcando letra (b) ou (c), com incidências praticamente iguais (30% cada). Porém a resposta completa, na qual as duas situações elencadas nas letras (b) e (c) ocorrem simultaneamente, foi marcada apenas por duas pessoas. Ademais, 30% marcaram a letra (a), na qual andar por esse túnel seria a mesma coisa que andar sobre a superfície terrestre. Para ajudar nessa compreensão, Perelman (1970) propõe a análise de como são construídos túneis longos, nos quais é necessário levar em conta a curvatura da superfície da Terra para evitar o acúmulo de água no interior. O grupo que errou esta questão apresentou um acerto médio 20% menor nas questões 3, 4 e 5 em relação ao grupo todo.

III.5 Análise da Questão 7 (n = 33) e 8 (n = 33)

As questões 7 e 8 têm um caráter histórico e epistemológico. No caso da Questão 7 a ideia é analisar como os respondentes concebem a famosa experiência de Eratóstenes e como pensam a noção de “prova” nesse caso. Essa experiência, no contexto do “combate” ao

²⁴ Noção 4 na escala de 1 a 5 de Nussbaum (1979).

Terraplanismo, é muito mencionada como uma prova inequívoca da forma redonda da Terra. Nesses relatos, em geral não se faz menção aos pressupostos a partir dos quais partiu Eratóstenes, o que se aproxima de uma visão empirista na construção do conhecimento científico. De forma coerente com essa perspectiva, a opção na qual Eratóstenes teria provado a forma redonda da Terra, foi escolhida por apenas 10% dos sujeitos.

Porém, a grande maioria das respostas (75%) marcou que ele provou partindo de pressupostos teóricos. Como concluíram muitos filósofos da ciência do século XX, o conhecimento científico é sempre construído a partir de uma perspectiva teórica (Chalmers, 1993). Mais especificamente, Lanciano e Berardo (2016), analisando detidamente o trabalho e o contexto de Eratóstenes, listam quatro suposições feitas por ele: (i) a Terra é redonda; (ii) Siena está no Trópico de Câncer; (iii) Alexandria e Siena estão no mesmo meridiano; e, (iv) A Terra está tão longe do Sol, que os raios chegam à Terra podem ser considerados como paralelos entre si.

A primeira suposição era o que ele queria provar. As duas seguintes podem ser confirmadas por medidas astronômicas de posição, embora a sua confirmação do trópico e do meridiano sejam construtos que já carregam implicitamente a ideia de Terra redonda.

A quarta suposição é a mais interessante nessa discussão e, ao mesmo tempo, recebe pouca atenção. Dela depende a atribuição da diferença do ângulo com que os raios atingem o solo nas duas cidades à forma redonda da Terra. Objetivamente este paralelismo nunca ocorre, os raios emitidos por qualquer fonte luminosa sempre se propagam de forma divergente. Somente se a fonte está muito distante pode-se admitir que a divergência é desprezível e, portanto, a luz do Sol que nos atinge pode ser considerada um feixe de raios paralelos.

Entretanto, sabemos que as primeiras medidas precisas da distância da Terra ao Sol ocorreram só no século XVII. À época de Eratóstenes, podia-se contar com as medidas de Hiparco²⁵ por exemplo, que comparou, a partir de eclipses, a distância da Terra à Lua com a distância ao Sol. Um século antes, Aristarco de Samos²⁶ havia estimado que o Sol estaria vinte vezes mais longe da Terra do que a Lua. Hoje sabemos que é de quase 400 vezes. Assim, a questão é se em uma emissão vinda de vinte vezes mais longe do que a Lua já se poderia assumir uma divergência nula dos raios.

Aqui é preciso considerar que parte desses respondentes (75% do total) possam ter entendido a palavra “provar” corroboração interna a um modelo teórico apoiado em outros pressupostos, no caso, o paralelismo dos raios do Sol ao atingir à Terra seja devido a enorme distância que nos separam, o que remete para a limitação do questionário que discrimina posições que são relativas.

De modo mais coerente com o referencial epistemológico que orienta nossas discussões 15% optaram pela posição em que ele não teria provado, porque havia pressupostos

²⁵ Astrônomo grego, 190 a.C.-120 a.C.

²⁶ Astrônomo grego, 310 a.C.-230 a.C.

teóricos envolvidos, os quais só puderam ser corroborados bem mais tarde e, principalmente porque partindo de outros pressupostos poder-se-ia, com as mesmas evidências, chegar a outras conclusões com fez Anaxágoras (500-428 a.C.)²⁷.

Nessa questão, a concordância bastante majoritária com uma noção de dependência teórica das observações parece ser, pela constituição da assistência, resultado do contato mais consistente que atualmente estudantes, professores e pesquisadores têm tido com as discussões epistemológicas. Ao mesmo tempo, a pouca incidência da opção mais relativista, associada a uma visão contextual da aceitação das teorias, para além de uma visão dicotômica (provou ou não provou), ainda que as opções da questão induzem essa atitude, indica a necessidade de que essas reflexões epistemológicas associadas a estudos históricos sejam incrementadas. Azevedo *et al.* (2022), por exemplo, defendem que o trabalho de Erastóstenes exemplifica o método científico e consideram a suposição dele sobre o paralelismo dos raios solares que atingem a Terra, mas fazem isso sem destacar o caráter discutível à época daquela hipótese. Enfim, vale considerar que menos pelas medidas e cálculos e mais pelas hipóteses arrojadas que testam é que os cientistas se destacam (Chalmers, 1993).

Já na Questão 8, a intenção é provocar a discussão sobre a novidade do Terraplanismo. Um argumento de “ataque” é que a visão de Terra plana jamais foi presente entre as pessoas educadas de civilizações como babilônios, gregos, egípcios e outras (Russell, 1997). Inclusive seria, segundo esse autor, que em tempos anteriores, especialmente na Idade Média, a Terra teria sido considerada como plana²⁸. Sem ser um contraponto, mas uma relativização dessa generalização, Randles (1994), por exemplo, analisa a transição rápida na representação do nosso planeta da noção de Terra plana para a esférica no final do século XVI.

Da mesma forma, chama a atenção de que é justamente do período do renascimento que se origina o globo terrestre mais antigo conhecido, construído em colaboração com o pintor Georg Glockendon por Martin Behaim entre 1491 e 1493²⁹. Já a descrição mais antiga da construção de um globo terrestre, segundo Azevedo (1965)³⁰ teria sido feita por Estrabon³¹ se referindo ao trabalho do geógrafo Crates de Malos³², que teria distribuído pela superfície de uma esfera quatro continentes separados por oceanos, entre eles um que se chamava

²⁷ Filósofo e astrônomo grego (500-428 a.C.) que considerando a Terra plana, atribuiu a diferença de sete graus no ângulo das sombras, de forma plausível, à divergência dos raios ao se afastarem do Sol, revelando, desse modo, a distância até lá. Não é coincidência que esta distância tenha o mesmo valor que Eratóstenes encontrou para o raio da Terra como mostram as ilustrativas figuras da página 20 do Projeto de Ensino de Física - Mecânica, volume 2 de Hamburger e Moscati (1971)

²⁸ Inclusive com descrição na wikipedia: Myth of the flat Earth
(https://en.wikipedia.org/wiki/Myth_of_the_flat_Earth).

²⁹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Martin_Behaim

³⁰ Segundo o blog: <https://greciantiga.org/arquivo.asp?num=0776>

³¹ Nascido na Amásia (atual Turquia), viveu de 64 a.C. a 19 d.C.

³² Nascido na Sicília (Itália) e viveu de 197 a.C. a 159 a.C.

“antípodas”. Segundo Randles (1994), ainda ocorre no início do Renascimento discussão sobre a existência de pessoas vivendo do outro lado da Terra de “cabeça para baixo” em relação ao hemisfério norte³³.

Seja como for, nos parece que a questão tem interesse por aproximar a assistência de uma questão de debate histórica. Além disso, do que afirma Russell (1997), podemos presumir que as pessoas ainda não educadas, as que mais nos interessam aqui, podem ter dificuldades para lidar com a forma redonda da Terra. As respostas obtidas mostram que o argumento de Russell tem força, já que a metade concordou com ideia de mito da Terra plana, concordando totalmente (5%) ou concordando ressaltando não saber muito a respeito (45%). Dos que discordaram (35%), uns o fizeram sem saber muito (20%) e outros discordaram totalmente (15%). Não souberam opinar 15%. Quanto às relações entre as respostas nessas duas questões, verificou-se que a opção (b) em ambas apresentou a maior coincidência (11 pessoas).

III.6 Análise da Questão 9 (n = 40) e 10 (n = 38)

As questões 9 e 10 apresentam um forte caráter didático. A Questão 9 investiga a concepção de aprendizagem implícita na forma de considerar a concepção de um estudante que supõe a Terra como tendo a forma plana, enquanto a Questão 10 investigou o tratamento didático que seria mais adequado para essa situação. Ambas fazem parte, originalmente, do dilema proposto por Hashweh (1996) para questionar docentes, de forma aberta, enfatizando a dimensão epistemológica da consideração e do tratamento de uma concepção plana da Terra. Por aqui, este dilema foi aplicado inicialmente de forma fechada (Harres, 1999) e mais recentemente de forma aberta duas vezes (Harres; Rocha; Henz, 2001; Bartelmebs; Figueira; Diel, 2023).

A aplicação atual ocorreu de maneira fechada na Questão 9 e de maneira múltipla na Questão 10, já que nesta havia a possibilidade de escolher entre três das dez opções apresentadas. Todas as opções dessas duas questões foram retiradas (com pequenas modificações) das respostas abertas de docentes em formação registradas originalmente em Harres, Rocha e Henz (2001).

Na Questão 9 as opções, em ordem da letra (a) até a (d), reproduziam afirmações que foram consideradas coerentes com quatro concepções de aprendizagem diferentes. As três primeiras seriam de natureza empirista, conforme Hashweh (1996), pois estas, implicitamente

enfatizam o papel do reforço externo na aprendizagem, não acreditando que os estudantes internamente não desenvolvem ideias em ciência, não sendo cientes da

³³ Isso também por um argumento baseado na bíblia de que todos descendiam de Adão e Eva e como se supunha que ninguém conseguia cruzar a zona equatorial (tórrida), não poderia haver humanos no hemisfério sul.

*existência das concepções alternativas e sendo negligente quando estas existem (p. 49)*³⁴.

Assim, se justificaria que um estudante no fim do Ensino Fundamental ainda pense que a Terra é plana pois pode ter havido uma falha individual de compreensão (letra a) ou porque ainda não tenha vivenciado o ensino desse tema (letra b) ou, ainda, que o ensino desse conteúdo tenha sido deficiente (letra c). Nos três casos, se crê que o estudante tendo as condições normais de aprendizagem e o ensino ocorra e seja adequado, haverá a aprendizagem.

A opção restante, que denominamos de construtivista, seguindo ainda Hashweh (1996), está vinculada ao reconhecimento pelo respondente da presença na mente do estudante de uma ideia diferente daquela que se quer ensinar e resistente à mudança. Implicitamente, se reconhece que esta ideia seria fruto de uma construção pelo estudante na sua interação com o meio que o cerca. Ao mesmo tempo, a denominação de “erro” aponta para uma consideração desse conhecimento como tendo um nível inferior em termos do seu status epistemológico, sendo, portanto, necessário que seja eliminado e substituído.

Nas respostas verificamos que a opção pela ideia errônea difícil de mudar não foi majoritária (35%). A maioria escolheu a opção em que o estudante não vivenciou um ensino adequado (55%). Dez por cento dos sujeitos escolheu que o estudante não dispunha de informações suficientes como se não tivesse vivenciado ainda o ensino desse tópico. Ninguém marcou a opção que afirmava que ele tinha uma deficiência cognitiva limitante da sua compreensão.

Nas nossas pesquisas anteriores, tal como Hashweh (1996), encontramos sujeitos que também reconheciam a pertinência para o estudante dessa ideia pela interação com o meio, mas agregam a ela uma aceitabilidade relativa, vinculando-se, portanto, a uma perspectiva epistemológica menos absolutista. No caso da aplicação desse questionário não incluímos essa opção pelo seu suposto efeito atrativo. Mesmo assim, isso era possível, pois ao final inclui-se a opção “outra” para que cada um pudesse escrever o que pensava. Quatro pessoas registraram algo, mas, infelizmente, ao gravar o arquivo o que foi escrito nessa opção se perdeu, as quais não compõem as porcentagens acima.

De qualquer forma, como limitação do questionário e das conclusões que derivamos das respostas é preciso considerar que como o enunciado da questão pergunta pela causa mais provável, se assume que haveria apenas uma causa. Mas como as alternativas não são excludentes, elas podem, igualmente, concorrer para o pensamento do aluno, o que indica que talvez fosse melhor perguntar, por exemplo, qual a causa mais importante na opinião do respondente.

A Questão 10 apresentava uma lista de dez estratégias didáticas escolhidas entre aquelas apresentadas pelos entrevistados na nossa primeira pesquisa (Harres, Rocha e Henz, 2001). Naquela publicação, entre as respostas de uma centena de sujeitos, reproduzimos 18

³⁴ Tradução nossa.

estratégias escritas por eles como sendo representativas dos quatro níveis de potencial didático para promover uma evolução conceitual do estudante, conforme a classificação de Hashweh (1996). Agora, dessas 18 escolhemos dez, algumas reescritas com pequenas modificações também representativas dessa classificação. Dessas, os respondentes deveriam escolher as três melhores para o objetivo de aprendizagem. O Quadro 2, a seguir, apresenta as afirmativas, ordenadas segundo a classificação nos níveis de Hashweh (1996) e a frequência com que cada uma foi escolhida entre as três opções marcadas.

Quadro 2 – Frequência das opções marcadas da Questão 10 ordenadas segundo níveis de Hashweh (1996).

Opção	Ação didática	Perspectiva didática	f
a	Explorar ao máximo o conhecimento do aluno	Desenvolver as ideias	25
d	Propor conversas, debates direcionando para que o estudante relacione suas ideias com as concepções científicas.	Desenvolver as ideias	35
b	Provocar que ele busque a solução para o problema “caminhando” com dois dedos (como uma pessoa pequenina) sobre um globo.	Refutar as ideias	5
j	Pedir que desenhe a Terra com as pessoas morando nela e mostrar no globo como a Terra é.	Refutar as ideias	5
g	Fazê-lo observar o globo terrestre, comparando-o com um mapa-múndi.	Convencer	5
c	Apresentar exemplos que confirmam a forma redonda da Terra, como o de um navio se afastando para alto mar.	Convencer	19
i	Mostrar o globo para ele ver onde nos localizamos.	Convencer	2
h	Mostrar fotos espaciais da Terra para que a criança entendesse como a Terra é.	Convencer	7
e	Pedir que pesquise nos livros ou na rede informações sobre a Terra.	Explicar	4
f	Explicar que sua resposta está incorreta e propor que observe os acontecimentos ao seu redor.	Explicar	7

Pela última coluna do Quadro 2 se nota que as estratégias de mais alto nível foram notadamente mais marcadas do que as dos níveis inferiores. Dos 44 respondentes, apenas duas pessoas não marcaram as opções (a) ou (d). E destes, 28 marcaram ambas³⁵ e, ainda, estes sujeitos, com exceção de dois, escolheram opções vinculadas entre “convencer” ou “refutar”. Assim, como nas três questões anteriores, aqui a razão mais provável para isso seja um viés da amostra que envolveu um grupo com boa experiência e formação nos pressupostos envolvidos nas questões, os quais sabe-se vem recebendo bastante atenção na área de educação em ciências.

³⁵ Executando aqueles que marcaram apenas uma estratégia.

Mesmo assim, outras ilações ainda podem ser feitas. Por exemplo, de modo geral, o número de citações de estratégias correspondente ao nível “convencer” (27) foi muito maior do que as para o nível “refutar” das ideias dos estudantes (10). Essa diferença merece ser analisada pois o nível “refutar” das estratégias didáticas têm como pressuposto o reconhecimento e a consideração da existência de uma outra ideia na mente dos estudantes diferente daquela que se ensina. Ainda que este desejo, isoladamente, esteja vinculado a uma concepção simplista de aprendizagem, cujo objetivo seria o de substituir o conhecimento “errado” pelo “correto”, ela é muito importante e demarcar uma diferenciação das concepções de aprendizagem construtivistas e empiristas. De fato, uma estratégia que visa “convencer” o estudante que a Terra é redonda está vinculada a esta última concepção. Assim, cabe a pergunta se no nosso meio estamos dando mais ênfase em mostrar as evidências da forma redonda da Terra e menos atenção ao que pensam os estudantes.

Finalmente, cabe salientar que, diferente do que se apresentou em Harres, Rocha e Henz, (2001) não encontramos uma correlação entre as concepções de aprendizagem, investigadas na Questão 9, e a expressão das práticas pedagógicas, exploradas na Questão 10. Naquela pesquisa, a presença de uma visão mais construtivista da aprendizagem em geral, vinha acompanhada de uma estratégia, coerente com isso, de mais alto nível (“refutar” e “desenvolver”). Em um trabalho mais recente nosso Bartelmebs, Figueira e Diel (2023), investigando exclusivamente com futuros professores, encontramos uma incidência maior de estratégias de cunho empirista mesmo quando a concepção de aprendizagem se mostrava de cunho mais construtivista.

IV. Conclusões

Fazendo uma avaliação geral da aplicação do questionário, os dados gerais obtidos apontam para um nível adequado dos respondentes quanto ao conhecimento e posicionamento inicial básico sobre a forma da Terra, sobre como as crianças concebem esse tema e sobre as estratégias didáticas mais adequadas.

Porém, identificou-se também um nível inferior de reflexão sobre algumas implicações astronômicas da forma redonda da Terra como, por exemplo, a porcentagem do achatamento dos polos, a qual foi, em geral, superestimada. Tais posições aparecem frequentemente associadas a posições simplistas sobre o ensino e aprendizagem do tema, como é o caso de considerar que a simples apresentação de um globo escolar para um estudante o convenceria sobre a forma redonda da Terra.

Essas conclusões devem ser relativizadas em função das limitações da forma de aplicação, ocorrida durante um evento e certamente, derivadas também das limitações do questionário, com questões diferentes no tema e na forma de responder. A falta de informações dos sujeitos também limita a validade das conclusões, já que isto permitiria estratificar análises e comparações. Mesmo assim, pode-se, com algumas melhorias, como por exemplo, uma

melhor diferenciação das perspectivas didáticas e epistemológicas implícitas, vislumbrar um potencial do questionário para fomentar essas discussões, o qual pode receber melhorias.

Além disso, esses achados preliminares indicam que, no caso da forma da Terra, é necessária uma formação mais integrada dos aspectos astronômicos e didáticos, ainda mais considerando que a BNCC propugna atualmente uma abordagem intensa desse e outros temas astronômicos desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse processo, deve-se partir de uma concepção em que a aprendizagem profissional docente para atender essas demandas implica em um processo que vá além da simples agregação de novas ou substituição de informações com pautas de atuação coerentes com isso (Cubero, 1999; Porlán *et al.*, 2011; Harres *et al.*, 2012; Solís *et al.*, 2016; Bartelmebs, 2016). Enfim, a evolução das concepções e práticas dos professores e futuros professores em direção a uma maior consideração das ideias dos alunos é um processo mais complexo do que somente implementar um currículo formativo inovador, como defendem Morrison e Ledermann (2003) e Larkin (2012).

Finalmente, esperamos que essas reflexões permitam, na sequência das nossas investigações, construir e propor para professores e estudantes de licenciatura da área estratégias didáticas e avaliativas mais consistentes para a sala de aula. Ao mesmo tempo, esperamos que as análises e discussões apresentadas aqui, na busca de que na escola se ensine e se aprenda mais sobre astronomia, favoreça o desenvolvimento de uma visão menos absolutista sobre a forma do nosso planeta e mais crítica sobre o negacionismo em geral.

Agradecimento

Os autores agradecem aos participantes da pesquisa bem como aos pareceristas desta revista que fizeram importantes apontamentos para seu aperfeiçoamento.

Referências bibliográficas

AZEVEDO, A. **O mundo antigo**. São Paulo: EdUSP, 1965. p. 129.

AZEVEDO, L.O.A.; RIBEIRO, O.S.; COSTA, N.C.; SINNECKER, E.H.C.P.; GANDELMANS, M. Revisitando o experimento de Eratóstenes: medida do raio de Terra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n. 44, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0354>

BARTELMEBS, R.C. Psicogênese e história das ciências: Elementos para uma epistemologia construtivista. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 2, p. 147-165, maio-ago. 2014.

BARTELMEBS, R.C. **Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola. 2016. Tese (Doutorado em Educação

em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BARTELMEBS, R. C.; HARRES, J. B. S. Um estudo inicial sobre o que é preciso saber para compreender a ocorrência das estações do ano. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, III, 2014, Rio Grande. **Anais...** p. 206-218.

BARTELMEBS, R. C.; HARRES, J. B. S. As ideias dos alunos, as ideias dos professores e a aprendizagem: uma revisão conceitual. In: MARRANGHELLO, G. F; LIDEMANN, R. H. (Orgs.). **Ensino de ciências na região da campanha**: contribuições na formação acadêmico-profissional de professores de Astronomia. Itajaí: Casa Aberta, 2017. p. 11-51.

BARTELMEBS, R. C.; FIGUEIRA, M. M. T.; DIEL, P. N. Conduta didático-metodológica de professores em formação na discussão sobre a forma da Terra com alunos do Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, v. 29, e23018, 2023. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230018>

BARTELMEBS, R. C.; HARRES, J. B. S.; SILVA, J. A. A teoria da abstração reflexionante e a história da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 18, p. 73-88, 2014.

BARTELMEBS, R. C.; BALLESTER, M.; HARRES, J.; IKERT, S. Qual é a forma da Terra? Reflexões sobre atividades de astronomia em um curso de extensão. **Extensio**, v.13, p.115-128, 2016.

BARTELMEBS, R. C.; FIGUEIRA, M. M. T.; DIEL, P. N.; OLIVEIRA, V. S. S. Quais as concepções de futuros professores sobre o ensino da forma da Terra? In: IACHEL G.; BARTELMEBS, R. C. (Orgs.). **Educação em astronomia**: reflexões e práticas formativas. Chapecó: Editora UFFS, 2023. p. 65-85.

BONFIM, C. S.; GARCIA, P. M. P. Investigando a “Terra plana” no YouTube: contribuições para o ensino de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.12, n. 3, 2021.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 291-334, 1951.

CRUZ, C. M. Nem plana, nem redonda: definir a forma exata da Terra é um desafio. **Ciência Hoje**, jul. 2018. /cienciahoje.org.br/artigo/nem-plana-nem-redonda-definir-a-forma-exata-da-Terra-e-um-desafio/

CUBERO, R. **Cómo trabajar con las ideas de los alumnos**. Sevilha: Díada, 1989.

CUBERO, R. Concepciones alternativas, preconceitos, errores conceptuales... ¿Distinta terminología y un mismo significado? **Revista Investigación en la Escuela**, v. 1, n. 23, p. 33-42, 1994.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGUIEN, A. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Morata, 1999.

FERREIRA, F. P.; LEITE, C. A forma e os movimentos da Terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 19, p. 123-146, 2015.

DOI: 10.37156/RELEA/2015.19.123.

Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/194>. Acesso em: 20 fev. 2024.

GANGUI, A. SOLTAR O GLOBO TERRESTRE. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 17, p. 67-90, 2014. DOI: 10.37156/RELEA/2014.17.067.

Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/188>. Acesso em: 20 fev. 2024.

GARCÍA, J.E. A natureza do conhecimento escolar: transição do cotidiano para o científico ou do simples para o complexo? In: RODRIGO, M. J.; ARNAY, J. A. (Org.). **Conhecimento cotidiano, escolar e científico**: representação e mudança. São Paulo: Ática, 1998. p. 75-101. A construção do conhecimento escolar, v. 1.

HAMBURGER, E. W.; MOSCATI, G. **Projeto de Ensino de Física**. São Paulo: MEC, 1971.

HARRES, J. B. S. Concepções de professor sobre a natureza da ciência. 1999. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HARRES, J. B. S. Epistemologia e modelos didáticos no ensino de Ciências. **Educação**, Porto Alegre, v. 40, p. 57-85, 2000.

HARRES, J. B. S.; PEIXOTO, C. T. B. Em defesa dos Terraplanistas: a complexidade do ensino e da aprendizagem sobre a forma da Terra. In: IACHEL, G.; BARTELMÉBS, R.C. (Orgs.). **Educação em astronomia: reflexões e práticas formativas**. Chapecó: Editora UFFS, 2023. p. 30-64.

HARRES, J. B. S.; ROCHA, L. B.; HENZ, T. O que pensam os professores sobre o que pensam os alunos. Uma pesquisa em diferentes estágios de formação no caso das concepções sobre a forma da Terra. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 1, v. 3, p. 40-50, 2001.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M. C.; SEBASTIANY, A. P.; CENCI, D.; EIDELWEIN, G. M.; DIEHL, I. F.; MORS, M. F. As ideias dos alunos nas pesquisas de formação inicial de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v. 18, p. 55-68, 2012.

HASHWEH, M. Z. Effects of science teacher's epistemological beliefs in teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 33, v. 1, p. 47-63, 1996.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 1, n. 14, 2000.

LANCIANO, N. Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. **Enseñanza de las ciencias**, 1989, v. 7, n. 2, p. 173-182, 1989. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51253>.

LANCIANO, N.; BERARDO, M. Eratóstenes: um exemplo de trabalho com estudantes universitários em didática e história da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 7-19, 2016. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51253>.

LANGHI R.; NARDI, R. 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**, n. 2, p. 75-92, 2005.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LARKIN, D. Misconceptions about “misconceptions”: preservice secondary science teachers’ views on the value and role of student ideas. **Science Education**, n. 96, v. 5, p. 927-959, 2012.

MORRINSON, J. A.; LEDERMANN, N. G. Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. **Science Education**, v. 87, n. 6, p. 849-867, 2003.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 132-144, 1996.

NUSSBAUM, J. Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross-age study. **Science Education**, n. 63, v. 1, p. 83-93, 1979.

PERELMANN, J. **Aprenda física brincando**. São Paulo: Hemus, 1970.

PETROSINO, J. **¿Cúanto duran los aprendizajes adquiridos? El dudoso ideal del conocimiento impecable**. Buenos Aires: Novedades Educativas, 2000.

PIAGET, J. **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro, Record, 1926.

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Psicogênese e história das ciências**. São Paulo: Vozes, 2011.

PORLÁN, R.; HARRES, J. B. S. A epistemologia evolucionista de Stephen Toulmin e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, nº especial, p. 68-81, 2002.

PORLÁN, R. A.; POZO, R. M.; RIVERO, A.; HARRES, J. B. S.; AZCÁRATE, P.; PIZZATO, M. C. El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerários de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 29, p. 353-370, 2011.

RANDLES, W. G. L. **Da Terra plana ao globo terrestre: uma mutação epistemológica rápida (1480- 1520)**. Sao Paulo: Papirus, 1994.

RUSSELL, J.B. **The myth of the flat Earth**. American Scientific Affiliation Conference. Santa Barbara, CA: Westmont College, 1997. Disponível em:
<https://www.veritas-ucsb.org/library/russell/FlatEarth.html>

SALTIEL, E.; VIENNOT, L. ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontaneo de los estudiantes? **Enseñanza de las Ciencias**, n. 3, v. 2, p.137-144, 1985.

SILVA, S. R.; LANGHI, R. Formação de professores para o ensino de astronomia: efeitos de sentido sobre a prática. **Alexandria**, v. 14, n. 2, p. 209-224, 2021.

SILVEIRA, F. L. Sobre a forma da Terra. **Revista Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 4-14. 2017.

SOLÍS, E.; PORLÁN, R.; POZO, R. M.; HARRES, J. B. S. Aprender a detectar las ideas del alumnado de Primaria sobre los contenidos de ciencias. **Investigación en la Escuela**, v. 88, p. 1-15, 2016.

TOULMIN, S. **La comprensión humana I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos**. Madrid: Alianza, 1977.

Apêndice: Questionário

1) Qual a forma da Terra?

a) plana b) esférica c) geoide oblato (esfera achatada nos polos) d) outra

2) Entre as razões listadas abaixo marque aquela que você considera que tem a maior influência no fato de que atualmente muitas pessoas consideram a forma da Terra como sendo plana:

- a) Coincide com a visão cotidiana que temos
- b) Nível baixo de formação (conclusão de graus escolares) da população em geral
- c) Falta de informações
- d) Falta de consideração e discussão de formas alternativas de interpretação da realidade na aprendizagem escolar
- e) Poder de convencimento acrítico das mídias
- f) Atração psicológica de pensar de forma diferente do resto, de pensar que sabe algo que os outros ninguém sabe, que há um grupo que nos manipula etc.
- g) Outra, diferente das anteriores

3) O raio da Terra é menor nos polos do que no Equador. Esta diferença percentual é mais apropriadamente expressa por:

a) 0,001 % b) 0,01 % c) 0,1 % d) 1 % e) 10 %

4) Em geral, os globos terrestres escolares não apresentam o relevo da Terra e nem o achatamento dos polos. O papel que os envolve, com o desenho dos continentes, é “lisinho”. Se um fabricante de globos escolares como o da foto ao quisesse representar o relevo terrestre, o Monte Everest (com 9 km de altura acima do nível do mar) deveria, em termos de ordem de grandeza, ter altura de alguns:

a) micrômetros (milésimos de milímetro) b) centésimos de milímetro
c) décimos de milímetro d) milímetros e) centímetros f) decímetros

5) Um barco, cujo ponto mais alto está a 5 m acima do nível do mar, se afasta de uma praia e desaparece no horizonte para um observador ali colocado. O valor que melhor expressa a distância aproximada da praia em que o observador deixa de ver esse barco seria:

- a) 1 km b) 3 km c) 10 km d) 30 km e) 60 km f) 100 km

6) Como seria para um passageiro viajar em um trem que percorresse um túnel absolutamente reto e muito longo, por exemplo ligando São Paulo com o Rio de Janeiro (450 km)?

- a) Seria igual a andar pela superfície horizontal do nosso planeta.
b) Seria diferente. No início haveria a sensação de estar descendo uma elevação e, a partir da metade do túnel, a sensação seria de estar subindo uma elevação. Como a sensação de estar descendo um vale e subindo do outro lado do vale.
c) Seria diferente. Estando cada vez mais perto do ponto central da Terra, sentiríamos uma aceleração forte (como quando decola um avião) e, a partir da metade do trajeto, teríamos uma sensação de que algo nos puxa para trás (como quando um avião freia forte ao aterrissar).
d) Seria diferente e sentindo as duas sensações anteriores.
e) Outra

7) Ao que se sabe, Eratóstenes (200 a.C.) teria sido o primeiro a “medir” o raio da Terra. Segundo alguns autores, ele teria “provado” empiricamente a forma redonda da Terra pois não se apoiou em nenhum pressuposto teórico. Você concorda com esse relato sobre o trabalho de Eratóstenes?

- a) Sim, ele provou porque as evidências empíricas dispensam pressupostos teóricos
b) Sim, ele provou, mas certamente partiu de algum pressuposto teórico.
c) Não provou, porque havia pressupostos teóricos envolvidos. E com as mesmas evidências e partindo de outros pressupostos, poder-se-ia provar que a Terra é plana.
d) Não provou, mas não sei por quê.
e) Outra.

8) Em relação à afirmação de que na Idade Média a ideia de Terra plana era dominante, muitos autores afirmam que isso é um “mito” pois para eles qualquer pessoa educada naquele período certamente teria tido acesso ao conhecimento dos gregos e outros povos que já haviam inclusive “medido” o raio da Terra³⁶. Qual o seu grau de concordância com essa ideia de que as pessoas não pensavam assim na idade Média?

- a) Concordo totalmente. b) Em princípio, sem saber muito a respeito, concordo.

³⁶ Essa nota de rodapé acompanhava a questão: “Veja-se, por exemplo, a notícia: “Even in the Middle Ages, People Didn't Think the Earth Was Flat” (<https://www.newsweek.com/even-middle-ages-people-didnt-think-earth-was-flat-420775>) ou “Mith of flat earth” (https://en.m.wikipedia.org/wiki/Myth_of_the_flat_Earth#CITEREFLindbergNumbers1986).”

- c) Não sei o quê opinar.
- d) Em princípio, sem saber muito a respeito, discordo.
- e) Discordo totalmente

9) Se um estudante no fim do Ensino Fundamental ainda pensa que a Terra é plana, é mais provável que isto se deva a que:

- a) ele tenha uma deficiência cognitiva que lhe impede acompanhar seus colegas.
- b) ele não disponha de informações suficientes.
- c) ele não tenha vivenciado um ensino adequado deste conteúdo.
- d) essa ideia errônea seja muito “forte” nele.
- e) Outra.

10) Marque as três melhores estratégias didáticas, listadas abaixo, para promover a aprendizagem sobre a forma da Terra:

- a) Explorar ao máximo o conhecimento do aluno
- b) Provocar que ele busque a solução para o problema sobre um globo “caminhando” com dois dedos (como uma pessoa pequenina).
- c) Apresentar exemplos que confirmem a forma redonda da Terra, como o de um navio se afastando da costa
- d) Propor conversas, debates direcionando para que o estudante relacione suas ideias com as concepções científicas.
- e) Pedir que pesquise nos livros ou na rede informações sobre o tamanho e a forma da Terra.
- f) Explicar que sua resposta está incorreta e propor que observe os acontecimentos ao seu redor
- g) Fazê-lo observar o globo terrestre, comparando-o com um mapa-múndi
- h) Mostrar fotos espaciais da Terra para que a criança entendesse que a Terra é redonda
- i) Mostrar o globo para ele ver onde nos localizamos
- j) Pedir que desenhe a Terra com as pessoas morando nela e mostrar no globo como a Terra é.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).