

## CONCEPÇÕES DE TERRA DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL: O QUE REVELA UMA ATIVIDADE DE ENSINO ENVOLVENDO SOMBRAS

*Conceptions of land of the elementary school students: which reveals a learning activity involving shadows*

**Hanny Angeles Gomide** [hannygomide@yahoo.com.br]

**Marcos Daniel Longhini** [mdlonghini@faced.ufu.br]

*Universidade Federal de Uberlândia - Programa de pós-graduação em Educação*

*Av. João Naves de Ávila, 2121. Campus Santa Mônica*

*Bloco 1G – CEP. 38.400-902*

### Resumo

A presente pesquisa visa apresentar as concepções reveladas por alunos a respeito de como entendem o formato da Terra a partir do estudo da sombra, no decorrer da implementação de uma atividade de ensino envolvendo uma história problematizadora (HP). Trabalhamos com um grupo de 26 alunos do ensino fundamental, com a HP intitulada: *Uma viagem luminosa às sombras*. Ela é composta por um texto de ficção, vivido por personagens imaginários, que conduz o aluno a desvendar um problema. Os instrumentos de coleta foram as gravações em vídeos das falas dos alunos e os registros escritos. Quanto aos conhecimentos presentes, a pesquisa mostrou que os alunos buscam formas de encontrar respostas ao problema exposto na história e empregam modelos explicativos que pautam em concepções de Terra plana e estática, com o Sol girando em torno dela. Tais dados, além de revelarem como as concepções dos alunos são resistentes à mudanças, também mostram a dificuldade em se abordar a forma de nosso planeta a partir do estudo das sombras.

**Palavras-chave:** Ensino de Astronomia; Concepções de alunos; Forma da Terra; Sombras.

### Abstract

This research aims to present the concepts revealed by students about how they understand the format of the Earth from the shadow of the study, during the implementation of a learning activity involving a problematical history (HP). We work with a group of 26 elementary school students, with HP titled: *A Journey to the luminous shadows*. It consists of a piece of fiction, played by imaginary characters, who leads the student to solve a problem. The data collection instruments were recorded videos of the speeches and the students' written records. As for the present knowledge, the research showed that students look for ways to find answers to the problem exposed in the story and employ explanatory models that guide in conceptions of the earth flat and static, with the sun revolving around it. These data, and show how students' conceptions are resistant to change, also show the difficulty in addressing the shape of our planet from the study of the shadows.

**Keywords:** Teaching of Astronomy; conceptions of students; Shape of the Earth, Shadows.

## 1 Introdução

Quando olhamos para o horizonte ao nosso redor, intuitivamente somos levados a acreditar que estamos sobre uma superfície plana, tendo o céu como envoltório que nos cerca. Ainda na Grécia antiga, a forma plana da Terra começou a ser questionada, a partir da observação atenta de que os navios, quando partiam em viagem, desapareciam gradualmente no horizonte, sendo o

mastro, o último a ser visto. A explicação para tal fato fazia sentido se a superfície por onde as embarcações navegavam fosse curva, o que os levou à hipótese de a Terra ter esta forma (Singh, 2006). Outra ideia que corrobora tal fato é a de que os navegadores, em suas viagens, identificavam o aparecimento de estrelas até então não conhecidas, como as visíveis somente a partir do hemisfério Sul e que não eram vistas no Norte (Faria, et al. 1987). Isso contradizia com o esperado, pois se habitássemos uma superfície plana, conheceríamos todas as estrelas sobre nossas cabeças.

Nos séculos VI e IV a.C., filósofos gregos trouxeram mais elementos para apoiar a idéia de Terra esférica, a partir da observação de eclipses lunares, pois deduziram o formato de nosso planeta a partir da sombra que ele projeta na Lua (Faria et al. 1987).

Assumir que a Terra não possui um formato plano implica em algumas conseqüências, dentre elas, o fato de que a incidência dos raios solares sobre sua superfície não ocorre de forma homogênea por todo o globo. Isso faz com que, por exemplo, um objeto localizado em um determinado lugar tenha sombra se os raios solares atingi-lo de forma oblíqua, ao passo que outro, num mesmo momento, pode não ter nenhuma sombra, se recebe a luz solar de forma perpendicular. Tal diferença não ocorreria, se habitássemos uma superfície plana, conforme ilustra a figura 1.

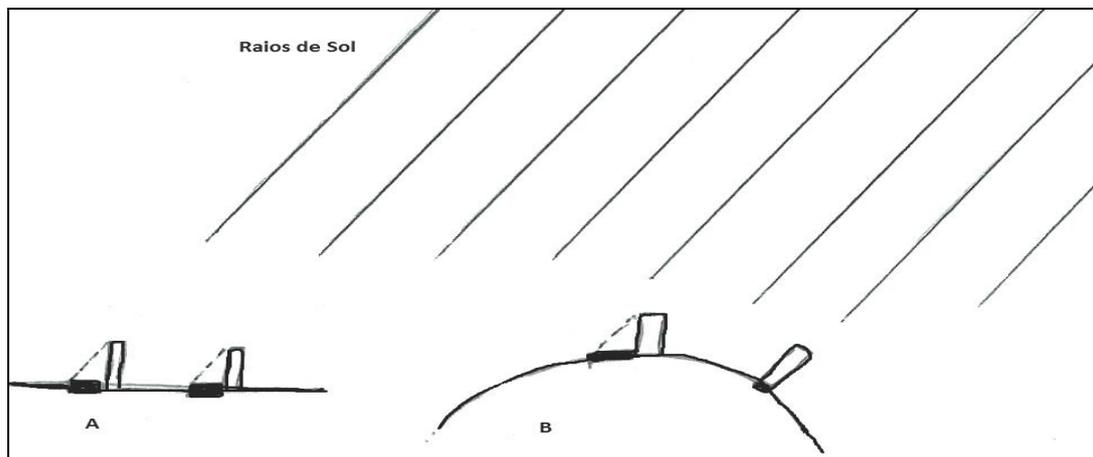


Figura 1: Formação de sombras em uma superfície plana (A) e em superfície curva (B).

Tal idéia foi empregada para se obter a medida do raio da Terra. Segundo Singh (2006), no século III a.C., Eratóstenes conseguiu determinar as dimensões de nosso planeta, a partir de dados obtidos com sombras. O experimento teve como base as cidades de Siena, hoje, Assuã, localizada ao sul do Egito, e Alexandria, situada na costa mediterrânea, no centro-norte daquele mesmo país. Eratóstenes observou que, em Siena, em 21 de junho, por volta do meio-dia, o Sol iluminava verticalmente o fundo de um poço da cidade, porém o mesmo não ocorria em Alexandria. Com o auxílio de uma vareta, fixada na vertical, no solo de Alexandria, mediu a sombra formada, no mesmo horário e data em que, em Siena, o poço tinha seu fundo diretamente iluminado. Assim, a partir do comprimento da sombra e da distância entre Alexandria e Siena, por meio de cálculos, Eratóstenes obteve o valor da circunferência da Terra, que não difere muito daquele atualmente encontrados. Com isso, ele também pôde demonstrar que era devido à curvatura da Terra que os raios solares não incidem do mesmo modo nas duas cidades, ao mesmo tempo.

Como vemos, a partir da história da Astronomia, as interpretações acerca da forma de nosso planeta foi motivo de inquietações durante muito tempo, o que não quer dizer que, nos dias atuais, este tema seja compreendido por todas as pessoas, em modo específico, pelos estudantes.

Há estudos que mostram que há um rol de idéias a respeito de diversos temas de Astronomia que os estudantes empregam para explicar fenômenos presentes em seu no cotidiano, e que são

divergentes das cientificamente aceitas (Nussbaum & Novak, 1976; Nussbaum, 1992; Bisch, 1998; Samarapungavan, Vosniadou & Brewer 1996; Trumper, 2001, dentre outros).

Especificamente, sobre a forma da Terra, tema central deste artigo, retomamos os resultados apresentados por Nussbaum e Novak (1976). O estudo foi realizado com um grupo de crianças e apontam cinco tipos de concepções por elas expostas, as quais os autores designaram de “noções”. A primeira noção é identificada nos estudantes que acreditam que a Terra é plana e os objetos caem sempre para baixo, em direção ao chão. A segunda noção é relativa àqueles que crêem que vivemos numa Terra redonda, mas que habitamos um local plano em seu interior, para onde os objetos caem. A terceira ideia é representada pelos estudantes que acreditam que o céu se encontra ao redor do planeta, como um espaço ilimitado. Porém, eles ainda mantêm a ideia de direção vertical absoluta, ou seja, os objetos, quando soltos, caem sempre para baixo. Na quarta noção, apesar de apresentarem a concepção de que nosso planeta é redondo, não revelam uma concepção de centro, ou seja, quando os corpos caem, não acreditam que eles se direcionam para o centro da Terra. E por último, a noção cinco representa as crianças que possuem um modelo de planeta compatível com o científico, apresentando a ideia de que a Terra é redonda, rodeada por espaço ilimitado e os corpos, quando soltos, caem em direção ao seu centro.

Em trabalho posterior, Nussbaum (1992) nos mostra que elaborar a ideia de Terra redonda, circundada por um espaço cósmico ilimitado, não é tarefa tão óbvia o quanto parece. Para ele, mesmo a criança que possui ideia de Terra plana, por ouvirem constantemente que nosso planeta é redondo, sem compreender seu real significado, tentam imprimir alguma interpretação a isso. Logo, elaboram respostas do tipo: “Por que a gente diz que a Terra é redonda como uma bola? Resposta: Porque às vezes as estradas vão fazendo circunferências ao redor das árvores dos parques” (Nussbaum, 1992, p.271).

O autor afirma que esta noção implica num conjunto de três ideias que se conectam: se a Terra é plana (1), o céu sobre nossas cabeças também é plano e estende-se por sobre toda a superfície de nosso planeta (2); por fim, qualquer objeto quando solto tende a cair em linha reta, vertical e perpendicular à direção ao solo (3). Quando os estudantes passam a ter ideias mais avançadas, o firmamento deixa de ser horizontal e o espaço, antes como parte inferior, passa a projetar-se em todas as direções.

Para Nussbaum (1992), a dificuldade de os estudantes explicarem o formato da Terra empregando noções mais elaboradas ao invés das mais primitivas, deve-se ao fato do forte apego a um ponto de vista local, ou egocêntrico, que interpreta como correto o ponto de vista de onde o aprendiz está. Para superar isso, o estudante precisa adotar outros pontos de vista de nosso planeta, como uma visão de um astronauta, por exemplo, o que implicaria em romper com elementos associados ao ponto de vista egocêntrico.

Ideias mais primitivas são, geralmente, encontradas em crianças de menor idade. Em trabalhos com crianças indianas, Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996) também analisaram seus conhecimentos sobre a forma, os movimentos e localização da Terra, do Sol e da Lua, e concluíram que as crianças mais jovens possuem uma tendência para a construção de modelos cosmológicos diferentes dos científicos.

De maneira esquemática, Nussbaum (1992) explica que as cinco noções acima apresentadas estão ordenadas de modo a sugerir um “progresso conceitual”, sendo a noção um, caracterizada como “mais egocêntrica ou primitiva”, e a cinco, a mais próxima ao conceito científico. Para os aprendizes avançarem da mais primitiva para a científica, eles devem modificar aspectos que passam pela forma, pelo espaço que circunda nosso planeta e pela noção de direção, conforme releva a figura 2.

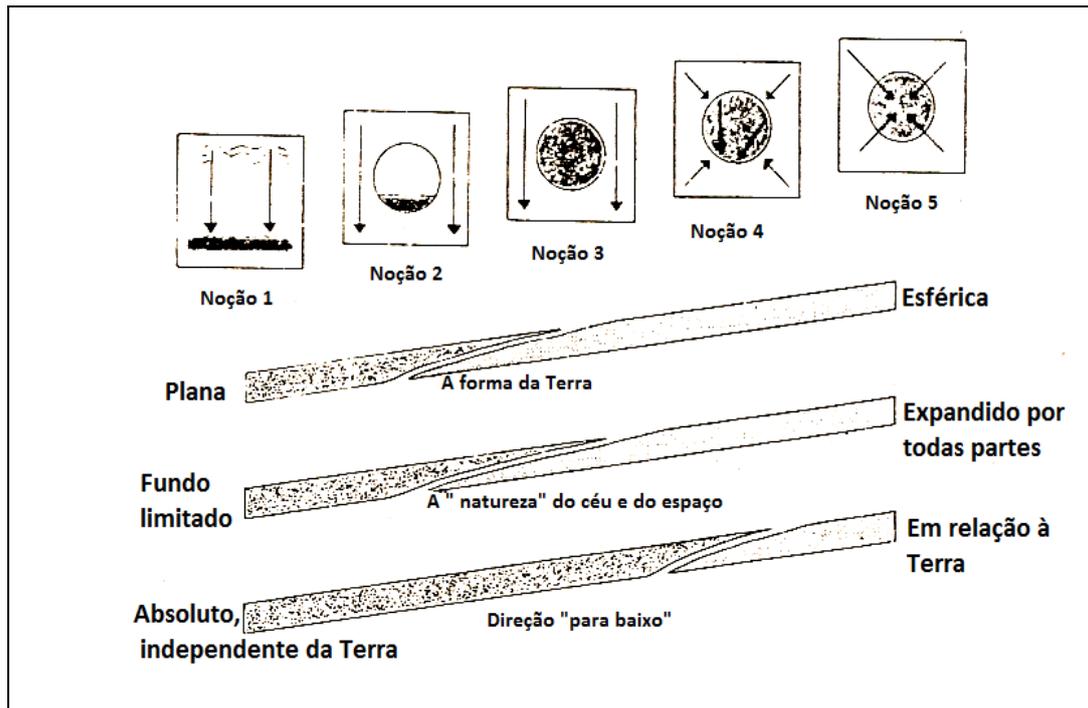


Figura 2: Representação esquemática das cinco noções de crianças a respeito da Terra como corpo cósmico. Os três elementos essenciais para a compreensão da noção de Terra se apresentam como variáveis que aparecem nos extremos. Imagem e legenda retirada de Nussbaum (1992, p. 282, tradução nossa).

Em outro trabalho, Bisch (1998) apresenta concepções de professores e alunos sobre a forma da Terra, dentre os vários temas de Astronomia abordados em sua pesquisa. O autor considerou três traços marcantes acerca da natureza destas concepções, que são: “um realismo ingênuo; um conhecimento conceitual feito de chavões reinterpretados e a representação qualitativa/topológica do espaço” (p.270). Segundo o autor, no caso da Astronomia, uma “criança jovem” é considerada realista ingênua quando tende a representar para si o Universo tal qual como ela o percebe; ou seja, “a Terra é plana, o céu é uma camada ou abóbada azul que está sempre no alto, acima de nossas cabeças, a direção vertical é absoluta, única, válida para todo o universo [...]” (Bisch, 1998, p. 14). Esta ideia se contrapõe, segundo o mesmo autor, a uma visão “racionalista” da Ciência, cujo conhecimento é sistematizado, não sendo estudado de modo isolado e, sim, inter-relacionado.

O conhecimento baseado em “chavões”, segundo o mesmo autor, refere-se às noções expressas na forma de clichês verbais ou gráficos, que não são interpretadas em conformidade com o contexto científico, e sim reinterpretadas de acordo com o senso comum. Podemos citar como exemplo, as imagens que representam a Terra, não devem ser consideradas como auto-explicativas, e sim deveriam vir acompanhadas de discussões, como a questão da escala, a dificuldade em representar os astros de modo tridimensional, dentre outras.

O terceiro “traço marcante”, proposto por Bisch (1998) é que a representação de espaço é estruturada por ideias de continuidade, separação e não pela realização de medidas e uso de noções geométricas, sendo necessário trabalhar, segundo o autor, uma visão denominada de “quantitativa/geométrica”.

Como evidencia a literatura, apesar de o formato da Terra ser um tema corriqueiramente presente na escolarização básica, a compreensão por parte dos aprendizes, do ponto de vista da Ciência, não é tarefa simples. Por isso, trouxemos nesta pesquisa dados que evidenciam a respeito da viabilidade de se ensinar sobre a forma da Terra tomando como elemento um aspecto que já esteve presente na história da Astronomia: o estudo das sombras. Temos como objetivo, no presente texto, apresentar e discutir que concepções estudantes do Ensino Fundamental revelaram e como as

empregaram ao participarem de uma atividade ensino, que usou uma história problematizadora, que tinha como pano de fundo as diferentes sombras projetadas sobre a superfície da Terra.

## 2 As histórias problematizadoras.

Ao abordar um novo tema com os estudantes, optamos pelo trabalho com resolução de problemas. Sua inclusão no Ensino de Ciências pode não só auxiliar os estudantes nas atividades escolares, como também naquelas do cotidiano, adquirindo o hábito de recorrer às estratégias e técnicas em situações abertas, afastadas do olhar do professor (Pozo & Crespo, 1998).

Autores que trabalham com atividades investigativas (Carvalho et al. 1999; Rodrigues, 2008; Azevedo, 2009) e que utilizam a resolução de problemas (Polya, 1977; Pozo, 1998; Schein & Coelho, 2006) revelam-nos o emprego de estratégias metodológicas que, de modo geral, buscam a participação ativa dos alunos, numa concepção oposta ao ensino meramente por transmissão.

Nessa linha de raciocínio, buscamos uma forma de trazer os problemas aos alunos de forma não isolada, estanque ou desprovida de contexto. Para isso, aliamos os problemas à leitura de histórias de ficção, de tal forma que elas conduzam o estudante pelo universo das hipóteses apontadas por personagens, levando-os a compreender o problema apresentado. A esses textos intitulamos de “histórias problematizadoras” (HP), os quais temos empregado no ensino de Astronomia (Autor X2, 2011).

As “histórias problematizadoras” são textos curtos, geralmente, com uma ou duas páginas de extensão, vividas por personagens fictícios, que conduzem o aluno a desvendar um problema que emerge no desenrolar do enredo. Sua solução é buscada por meio de atividades em grupo, as quais são fomentadas por materiais que o professor disponibiliza aos estudantes. No caso específico desta pesquisa, trabalhamos com uma HP intitulada: “Uma viagem luminosa às sombras<sup>1</sup>”.

Os personagens da história, os irmãos Astronildo, Celeste e Telúrico, dão vida ao enredo e são eles que conduzem o leitor, ao final, a um problema. O objetivo da história é estimular o debate em aula, a partir de hipóteses oferecidas, como a diferença entre os tamanhos das sombras projetadas por objetos situados em distintas localidades do território brasileiro, porém em mesma data e horário. Para a situação proposta, as cidades envolvidas foram: São Paulo, Macapá e Salvador.

Logo, o problema apresentado pela história problematizadora trabalhada foi: como pode o mesmo Sol, na mesma data, no meio-dia de cada cidade, fazer com que em um lugar tenha uma grande sombra, por exemplo, em Macapá, em Salvador ter uma sombra não muito grande e, em São Paulo, não ter sombra nenhuma?

Tais cidades foram escolhidas por possuírem latitudes acentuadamente diferentes, o que permite sombras relativamente distintas num mesmo horário. Vale ressaltar que Macapá possui diferente fuso-horário em relação às demais localidades, mas isso não considerado na atividade, por não ser o foco do que estávamos trabalhando. Também destacamos que o meio-dia, citado na história, é o horário civil do local, e não se trata, necessariamente, do momento em que o centro do Sol passa pelo meridiano superior da localidade, que é o meio-dia verdadeiro.

Do ponto de vista científico, a solução para o problema passa por assumir o formato da Terra como não plano, ou seja, pelo fato de o planeta ser esférico é possível que três objetos idênticos, dispostos igualmente, em três localidades diferentes, num mesmo dia e horário, tenham sombras diferentes.

---

<sup>1</sup> Apresentada no anexo A.

Os materiais utilizados pelos estudantes nessa HP foram cartões com mapas de Brasil, indicando as localidades das cidades em questão; lâmpadas acopladas a suportes e massinha de modelar para representar os personagens da história, em suas respectivas cidades, conforme mostra as figuras 3 e 4. Tais materiais tiveram como objetivo fornecer subsídios para que, ao manipulá-los, os alunos levantem hipóteses e busquem esclarecê-las.



Figura 3: Mapas com as capitais em estudo.



Figura 4: Suporte com lâmpadas, representando o Sol.

Vale ressaltar que o trabalho com os cartões planos, no lugar de globos, foi proposital. Queríamos que os alunos se confrontassem com uma situação em que, empregando uma superfície plana, as sombras dos objetos não teriam grandes diferenças em tamanho, levando-os, supostamente, a sentirem necessidade de curvar a placa ou solicitarem um globo terrestre, por exemplo, para se aproximarem aos dados narrados na história. Tal necessidade poderia ir de encontro às suas concepções de Terra plana, caso as tivesse, levando-os a considerarem novos pontos de vista a favor do formato redondo para nosso planeta.

### 3 Caminho metodológico da pesquisa

Nosso trabalho foi desenvolvido com 26 estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental, com idade entre 10 e 11 anos, de uma escola da rede pública estadual da cidade de Uberlândia-MG. Os pontos por nós observados para a análise dos dados foram os registros escritos e as falas dos alunos durante a sequência didática desenvolvida. Os encontros foram gravados e, posteriormente, feita a transcrição das falas. Para a gravação, houve o consentimento dos responsáveis, e suas identidades foram preservadas.

A implementação da proposta ocorreu em um mesmo dia, numa sequência de três horários de cinquenta minutos cada, dividida em três momentos: a) entrega, leitura e interpretação da história problematizadora e do problema apresentado; b) manipulação dos materiais, de modo a encontrar possíveis soluções para o problema; c) socialização, discussão das respostas pelos grupos e fechamento da atividade.

Após a leitura e interpretação da história, de modo a instigar a discussão entre os grupos de alunos, o professor ofereceu a cada equipe um cartão com o mapa, indicando a localização das referidas cidades. Com base nesse material, os estudantes podiam localizar as três localidades envolvidas e elaborar suas hipóteses. As prováveis sombras podiam ser obtidas empregando anteparos feitos com massinha, na forma de bonecos, por exemplo, e a fonte de luz, que poderia representar o Sol.

Posteriormente, ocorreu a discussão entre os membros do grupo e a socialização das respostas por eles, utilizando dos modelos. Por fim, o professor, que também é um dos autores deste trabalho, trouxe novos elementos para a compreensão do problema proposto, dentre eles, a posição

da trajetória do Sol no decorrer do ano. Os dados serão apresentados e analisados, seguindo os episódios acima descritos.

## 4 Dados obtidos e análise

### 4.1 Momento 1: Leitura da história e sua interpretação

No que se refere à primeira parte da atividade, tanto nas falas, quanto nos registros escritos, os alunos apresentaram elementos que indicam compreensão de fatos que permearam a história e que eram relevantes na busca da resposta frente ao problema proposto.

Ao serem questionados sobre o que a história retratava, os estudantes apontaram elementos, tais como: “*sombra*”, “*meio-dia*”, “*idades diferentes*”, “*sombras diferentes*”.

Em suas explicações, os discentes empregam a relação de que as sombras são diferentes, pois os **lugares são diferentes** e **a posição do Sol é diferente**, conforme revelam as falas dos alunos, a seguir, quando questionados se as sombras são diferentes nas cidades mencionadas na história.

Nei: *Sim, porque eles (irmãos) estão em cidades diferentes e pode acontecer que o Sol está em posição diferente.*

Berta: *Sim, por que em cada cidade pode ter uma sombra diferente na mesma hora, porque em cada cidade pode ter sombra grande ou pequena ou nenhuma, porque cada sombra pode ser diferente e a hora é a mesma.*

Leda: *Sim, porque em cada cidade o Sol está em posição diferente.*

Isa: *Sim. Porque cada cidade pode ter um Sol diferente como em SP uma sombra grande, em Macapá pequena e em Salvador, nenhuma.*

Fica evidente a contemplação dos conhecimentos astronômicos que permeiam o argumento dos estudantes, ou seja, de que em locais diferentes, o Sol pode não estar na mesma posição. Os discentes conseguem perceber que tal astro pode assumir lugares distintos no céu, mas revelam dificuldades em explicar seus pontos de vista. Esta ideia vem a contribuir com os destaques apresentados por Sebastião (2004), quando aponta que os alunos não observam e nem reconhecem as mudanças relacionadas com o movimento do Sol.

Na sequência das discussões, outro aluno apresentou uma ideia diferente, ao manifestar ser o **movimento aparente do Sol**, o responsável pela diferença das sombras, conforme revela registro do aluno, ao ser perguntado: “Será que os irmãos da história viram correto? Sombras com tamanhos diferentes em cidades diferentes no mesmo dia e horário?” para estas indagações, o estudante respondeu:

Raul: *Sim. [...] as sombras saiam do lugar.*

Segundo a concepção expressa pelo aluno, a Terra se encontra parada e o Sol descreve um movimento em torno dela. Este é o movimento observado pelo estudante, quando olha para o céu e assume-se numa posição estática, com o Sol descrevendo o movimento. Podemos mencionar que tais ideias se aproximam à de uma concepção de Terra plana, como identificado por Nussbaum e

Novak (1976) e Bisch (1998), uma vez que o estudante parte de um ponto de vista local. Esta ideia é parecida com o que Bisch (1998) encontrou e denominou de realismo ingênuo.

Para alguns, a ideia de que existe “*Sol diferente*” ou a ausência da percepção do movimento do Sol indicam-nos que eles não são acostumados à observação do céu. Por outro lado, também vale ressaltar o forte apego ao ponto de vista local, que dificulta a compreensão de um modelo espacial envolvendo o Sol e a Terra, além de imaginar nosso planeta esférico.

De modo geral, os alunos demonstraram, em seus registros, que acreditam que há sombras diferentes no mesmo horário, em localidades diferentes. Apesar disso não ter sido colocado na história como um dado, de fato, verídico, uma vez ter sido posto em dúvida pelos irmãos (será que vimos errado?), mesmo assim eles partiram do pressuposto de que era um dado verdadeiro.

#### 4.2 Momento 2: O trabalho com os materiais e a discussão em grupo.

No segundo momento da atividade, estiveram presentes as mesmas ideias anteriormente apresentadas durante a interpretação do texto, porém, simuladas com o uso dos materiais. Na ocasião, mostrou-se presente a noção de que há “*sombras diferentes em cidades diferentes*”, como expressa a fala do estudante abaixo.

Raul: *A sombra aqui (aponta Macapá) fica para cima, aqui (aponta Salvador) fica para cá (aponta para o lado) e aqui (aponta São Paulo) fica para baixo.*

Para explicar a ideia de sombras em direções diferentes, o aluno movimentou a fonte de luz sobre o mapa, que foi mantido parado, em posição horizontal. Girando a lâmpada e projetando sua luz em diversas direções e posições, Raul conseguiu, mesmo sobre a placa plana, reproduzir a situação descrita na história, contrariamente ao que esperávamos. Isso foi possível, por exemplo, aproximando e afastando a fonte de luz dos anteparos, o que faz com que suas sombras variem de comprimento.

Alguns alunos justificaram a diferença das sombras ser devido ao **movimento que a Terra descreve em torno do Sol**, como apresentado por Manoel. Para ele, isso foi possível de ser realizado empregando a placa oferecida que, mantida na posição horizontal, foi posta a girar. O estudante cita que nosso planeta gira como uma bola, quando esclarece dúvidas dos colegas quando perguntaram: “Mas é o Sol que descreve movimento em torno da Terra?”.

Manoel: *Não, a Terra é que vai virando assim. Ela vai virando assim ó, como se fosse uma bola.*

Para Nussbaum e Novak (1976), alguns alunos podem até falar que a Terra é redonda como uma bola, mas, em suas respostas ou explicações não demonstram convicção de tal modelo, prevalecendo a ideia de Terra plana. No caso de Manoel, não temos outros elementos que se contraponham à noção de Terra redonda.

No caso do aluno Nei, o movimento descrito pela Terra em torno do Sol ocasiona as diferentes sombras, pois nosso planeta assume distintas posições ao descrever tal movimento. Para explicar sua ideia, ele manipula os materiais, girando a placa e o suporte, mas seu objeto é conseguir que as sombras tenham direções diferentes e, não, tamanhos.

De maneira geral, verificamos que os alunos colocavam a fonte de luz em cima de cada cidade, e com isso explicaram como se encontravam as sombras, não importando se isso poderia ter relação com o que, de fato, ocorre na natureza. Observamos que, verbalmente, expressavam uma ideia oposta à de sua representação, ou seja, afirmavam ser a Terra o astro a descrever o movimento em torno do Sol, mas ao representar este pensamento utilizando dos materiais, o realizaram de modo inverso, mantinham a placa estática e giravam a fonte de luz.

Para nossa surpresa, em momento algum eles tentaram modificar o formato da placa e, sim, ajustaram o movimento da fonte de luz para obter o desejado. Isso nos leva a pensar que os estudantes buscaram adaptar os dados apresentados na história a uma concepção de Terra plana. De acordo com as imagens por nós registradas, a Terra, para eles, não muda de posição, é estática. Os alunos possuem este entendimento a partir de uma ideia imediata do mundo, explicando os fatos segundo uma visão pautada na observação direta que ele têm do lugar onde vive, de um observador que se encontra em um ponto fixo na Terra (Nussbaum; Novak, 1976; Nussbaum, 1992; Bisch, 1998). Podemos, mediante os apontamentos de Bisch (1998), atribuir estas ideias a um realismo ingênuo, pois os alunos se utilizam de explicações a partir de uma representação própria acerca dos temas astronômicos.

Na mesma ocasião de manipulação dos materiais, outros estudantes acreditam ser o **movimento do Sol que ocasiona as sombras**, como ocorreu com Vanessa e Raul. Tal resposta era reforçada pelo uso que fizeram do material, quando movimentavam apenas a fonte de luz em torno da placa, conforme exemplifica a fala de Vanessa:

Vanessa: *Bom, achei que colocando (a fonte de luz) aqui (aponta Macapá) tem sombra maior, este, (aponta Salvador) tem a sombra menor e este, (aponta São Paulo) não tem, porque um está no Sul, outro está no leste e outro está no nordeste.*

Raul: *Onde o Sol tá, o Sol desloca para outro lugar, aí a sombra já vira para outro lugar [...]*

Para Raul, a diferença da sombra está atrelada ao movimento descrito pelo Sol, mas também não explica como este movimento ocorre. Com esta fala, “o Sol desloca para outro lugar”, o estudante demonstra uma visão geocêntrica, na qual a Terra está parada, e o Sol se movimenta em seu redor, visão esta que constitui cerca de 12% dos resultados apresentados por alunos no trabalho de Sebastião (2004).

Observamos que os membros dos grupos tentavam simular as sombras diferentes, e até as demonstravam de modos diferentes nas cidades apontadas, mas não se prendiam e nem as relacionavam a conhecimentos científicos para explicar o que faziam. O que queriam era procurar a simulação para obter o mesmo efeito descrito na história e, para consegui-la, utilizavam os recursos que tinham, ou seja, giravam a fonte de luz, tentando, de todas as formas, que as sombras ficassem diferentes.

Outro recurso que empregavam para obter isso era aproximando e afastando a lâmpada dos objetos que representavam as pessoas nas cidades. Com isso, a medida que a fonte de luz se aproximava do anteparo, a sombra diminuía de tamanho, ao passo que quando era distanciada, a sombra aumentava em comprimento. Os estudantes agiam desta forma com os modelos, sem relacionar que isso implicaria, na realidade, em variar a distância do Sol a Terra. No entanto, isso garantiu e eles obterem o dado apresentado na história, sem, necessariamente, dispor de uma superfície curva.

### 4.3 Momento 3: Socialização das respostas e fechamento da atividade

Nesta etapa, cada grupo socializou as discussões que os conduziram a responder ao problema proposto. Continua a ideia de que a mudança na posição do Sol é que ocasiona, segundo a aluna abaixo, a projeção diferente das sombras.

Maitê: *O Sol pode mudar a qualquer momento, projetando sombras diferentes. Neste momento que estamos aqui agora, tipo da explicação do texto, São Paulo não tem sombra, Salvador tem uma pequena sombra e Macapá tem uma sombra grande, ele está em uma posição diferente.*

A fala de Maitê também expressa que as **posições diferentes em que as cidades estão situadas** são também elementos a considerar para as diferenças nas sombras.

Mais à frente das discussões, acerca do movimento da Terra, Lia apresenta a noção que possui sobre a forma do planeta, quando afirma que há várias “Terras” em questão:

Lia: *Quando o Sol tá numa terra, ele tá com sombra, quando ele vai para outra terra, como no sul, tá com Sol; no norte, vai tá noite.*

Com base na explicações expressa por Lia, percebemos que as “terras” a que ela se refere tratam-se das diferentes localidades citadas no texto. Então, supomos que a Terra que ela menciona possa ser o “chão” onde vivemos, como nos indica Bisch (1998), o que vai na direção da noção de Terra plana, apresentada por Nussbaum e Novak (1976).

A compreensão do papel que desempenha a curvatura da Terra no efeito revelado na história só passa a ser compreendido pelos alunos, quando o professor, no encerramento da atividade, mostra uma placa curvada. Nessa ocasião, o docente explica a eles o papel desempenhado pelos trópicos, que delimitam a região onde é possível não ter sombras em determinada data e o horário do dia. Somente a partir disso, é que encontramos presentes em seus registros explicações pautadas na curvatura da Terra, quando Nei escreve:

Nei: *Pode estar batendo (raios solares) na linha do capricórnio e pode, pela curva, dar mais sombra na linha de câncer e na linha do equador vai uma sombra média e vai chegar em nós 21 de novembro.*

Verificamos que o aluno utiliza a palavra “*curva*” para relacioná-la à forma da Terra, o que acarreta na projeção de tamanhos diferentes de sombras, de acordo com a posição em que o Sol se encontra no céu.

Os estudantes revelaram não saber sobre a incidência perpendicular dos raios solares entre os Trópicos de Capricórnio e de Câncer, algo só presente em suas respostas na última etapa da atividade, após tal tema ter sido discutido em aula.

No que se refere à curvatura da Terra, elemento principal do estudo em questão, pudemos perceber que, após a apresentação de uma placa curva, os estudantes passaram a assumir que a curvatura da Terra acarreta sombras diferentes, mesmo que antes conseguissem o mesmo efeito com a superfície plana. Os registros das conclusões mostram que:

Vanessa: *Quando tiramos o Brasil do planeta, o mapa tem que ter aquela onda para ela ter sombras diferentes, por isso pode ter sombras diferentes no mesmo horário.*

Rosa: *O mundo é redondo, então o Brasil tem uma curva. Quando o Sol bate diretamente em São Paulo ele não faz sombra, pois está em cima de São Paulo, mas ele não bate diretamente em Macapá e Salvador, por isso ele faz sombra em Macapá e Salvador e não em São Paulo.*

A “*curva*”, nos dois exemplos apresentados, remete à noção de que nosso planeta não possui forma plana, o que entendemos não oferecer elementos suficientes para afirmar que a estudante assumiu, a partir de então, uma concepção de Terra redonda. Na continuação do registro, em sua justificativa, a aluna afirma que:

Rosa: *Quando o Sol bate diretamente em São Paulo, ele não faz sombra, pois está em cima de São Paulo.*

A aluna considera, ainda, que nos outros locais, como o Sol não bate “*direto*”, indicando “Sol a pino”, haverá a projeção de sombras diferentes, como no caso de Salvador e Macapá.

## 5 Considerações finais

As concepções dos discentes do sexto ano que emergiram ao longo da atividade, foco de nossa investigação, centraram-se em torno de alguns pontos chave, para os quais se buscou explicar por que as sombras variam dependendo da localidade. Percebemos que os estudantes buscam fragmentos de um conhecimento relacionado à Astronomia, possivelmente, trabalhados em outro momento de sua escolarização, ou se apoiaram em modelos elaborados no decorrer de suas vidas. Tais conhecimentos são empregados sem que, com isso, eles encontrassem uma forma cientificamente aceitável de explicar os fatos presentes na história.

Nesse ínterim, também se revelaram presentes conhecimentos prévios fortemente relacionados às concepções de que nosso planeta é imóvel e ocupa uma posição em torno do qual gira o Sol, tal qual, de fato, o vemos. Nesse bojo, entraram em cena ideias que revelam concepções de Terra plana, ou de existirem dois formatos para nosso planeta: aquele que percebemos, ou seja, plano, e aquele que a escola e os livros pregam, ou seja, redondo. Tais ideias vão na direção do que Nussbaum (1992) encontrara anteriormente, revelando a forte presença, entre os aprendizes, de concepções egocêntricas.

Não descartamos a importância que tais ideias possuem no processo de aprendizagem, uma vez que elas podem ser entendidas como uma etapa que o estudante vivencia para seguir para outras mais próximas ao ponto de vista científico. Isso, no entanto, não nos deve colocar numa posição passiva frente a elas, pois mesmo numa etapa inicial da escolarização, entendemos que o papel docente é fazer com que os alunos reconheçam suas concepções, algo também importante para suas aprendizagens, como ressaltam Agan & Sneider (2004).

No que se refere à atividade desenvolvida, esperávamos, com a inserção dos dados oriundos das sombras, que os alunos sentissem necessidade de curvar as placas, ou solicitar um globo, por exemplo, para conseguirem sombras diferentes, como de fato ocorre em superfícies curvas. Mas, contrariamente a isso, eles conseguiram encontrar formas diferentes de obter sombras distintas, mesmo mantendo a superfície plana do mapa, como quando aproximavam ou afastavam a fonte de luz da placa, ou a manipulava girando em torno das localidades. Percebemos, portanto, que tais materiais não provocaram dúvidas nos alunos, talvez, até mesmo devido ao fato de que estejam acostumados a visualizar os mapas, quase sempre, planos.

Como sugestão para trabalhos futuros, indicamos usar o próprio Sol como fonte de luz, ao invés de lâmpada. Assim, além das sombras obtidas serem perfeitamente idênticas, a fonte de luz não poderá ser manipulada pelos estudantes, restando somente à placa possibilidades de intervenção.

Concluimos que trabalhar com a idéia de sombras diferentes em distintas localidades apresenta dificultadores, devido ao forte apego dos alunos ao ponto de vista local, ou seja, via de regra, eles não relacionam o que ocorre numa localidade com o que pode estar acontecendo, ao mesmo tempo, em outra cidade. Isso se mostra evidente em suas explicações, quando afirmam que cada local tem seu próprio tipo de sombra ou, até mesmo, seu Sol.

Ainda que o estudo das sombras na superfície da Terra tenha dado ao ser humano da Antiguidade a oportunidade de conhecermos as medidas de nosso planeta muito antes de o homem ter, de fato, visto o planeta de fora, percebemos que trabalhar a forma da Terra a partir das sombras, conforme proposto, ainda que se mostre como uma possibilidade, revelou ser um caminho complexo.

## 6 Referências Bibliográficas

- Agan, L.; Sneider, C. (2004). Learning About the Earth's Shape and Gravity: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *Astronomy Education Review*, 2 (2), 90-117.
- Azevedo, M. C. P. S. (2009). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P.(org). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning, 19-33.
- Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores*. 301 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Carvalho, A. M. P. (coor.); Santos, E. I.; Azevedo, M. C. P. S.; Date, M. P. S. Fujii, S.R.S.; Nascimento, V. B. (1999). *Termodinâmica: um ensino por investigação*. São Paulo: FEUSP.
- Faria, R. P.(org); Alarsa, F.; Pimenta, A. P.; Marinho, L.A.A.; Oliveira, R. S.; Cardozo, W. T. (1987). *Fundamentos de astronomia*. 3ª ed. Campinas: Papirus. p.51-67.
- Autor X2. (2011). Histórias problematizadoras e o ensino de astronomia. In: Autor X2 .(org.) *O uno e o diverso na educação*. Uberlândia: EDUFU, 299-310.
- Nussbaum, J. (1992) La Tierra como cuerpo cósmico. In: Driver, R.; Guesne, E.; Tiberghien, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescência*. Tradução de Pablo Manzano. 2ª edição, Madrid: Edições Morata, 259- 290.
- Nussbaum, J.& Novak, J. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550.
- Polya, G. (1977). *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Pozo, J. I. (Org) (1998). *A solução de problemas*. aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed.
- Pozo, J. I.& Crespo, A. G. (1998). A solução de problemas nas ciências da natureza. In: Pozo, J. I.(Org) *A solução de problemas*. Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed. (pp.67-102).
- Rodrigues, B. A. (2008). *O Ensino de ciências por investigação em escolas da rede pública*. 197f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- Samarapungavan, A.; Vosniadou, S.& Brewer, W. F. (1996). Mental models of the Earth, Sun and Moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11(4), 491-521.
- Schein, Z. P.& Coelho, S. M. (2006). O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23 (1), 68-92.
- Sebastià, B. M. (2004). La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primária. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*. n. 1, p. 07-32.
- Singh, S.(2006). *Big bang*. Tradução de Jorge Luiz Calife, Rio de janeiro: Record, 499p.

Trumper, R. (2001) A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1111-1123.

## Anexo

### ANEXO A - "HISTÓRIA PROBLEMATIZADORA" UMA VIAGEM LUMINOSA ÀS SOMBRAS.

#### Autoria: X2

Depois de um ano de muitas aventuras, dezembro havia chegado. Os irmãos Astronildo, Telúrico e Celeste estavam pensando em como melhor aproveitar as férias de verão. Afinal, durante todo o ano foram diversas conversas sobre assuntos relacionados ao céu e a Terra, das quais, muitas terminaram em conflitos. Lógico que eles não brigavam por conta disso, mas como cada um tinha uma opinião diferente, quando as conversas eram sobre Astronomia, sempre ficam horas discutindo suas diferentes ideias.

Desta vez, finalmente sobre um fato estavam em pleno acordo: queriam terminar o ano como bons irmãos, e sem discordâncias. Como estavam próximos ao Natal, uma forma de comemorarem e selarem as pazes, seria fazendo uma gostosa viagem de férias. Tudo começou sobre o destino para onde iriam:

- Pessoal, estive pensando e cheguei a uma conclusão sobre onde podemos viajar neste natal, comentou Celeste.

- Pois eu já tinha pensando nisso há muito tempo!, afirma Astronildo. E continua:

- Eu já tinha falado para o Telúrico que nossa viagem de férias será para Salvador. A água do mar vai lavar nossas discórdias, tenho certeza!

- Que nada!, diz Celeste. Eu não concordo em ir para Salvador. Ninguém me perguntou se queria esse destino. Prefiro um lugar menos conhecido, talvez Macapá. Gosto de ir longe nas minhas ideias e passeios...

- Macapá?, indaga Telúrico. Quanto irá custar nossas passagens até lá? Vocês sabem que eu sou pé no chão, portanto, pensei em viajarmos para um lugar não muito distante de onde moramos. Além disso, vocês estão cansados de saber que prefiro grandes centros urbanos. Minha sugestão é que fôssemos todos para São Paulo!

Parece que mais uma vez os irmãos não estavam chegando a um acordo, mesmo quando o assunto não envolvia nenhuma questão de Astronomia. Como sempre, Astronildo tenta amenizar o problema:

- Mas meninos, não vamos ser nem muito sonhadores, nem muito pés no chão! Por que não vamos para Salvador? É uma opção intermediária! Nem muito longe, nem muito perto!

- Eu é que não abro mão de minha viagem de férias a Macapá, fala firmemente Celeste.

Da mesma forma, Telúrico comenta:

- E eu também não deixarei de ir a São Paulo! Vá com ele, Astronildo! Eu não me importo.

Irritado com a nova discussão em família, Astronildo fala em tom enérgico:

- Eu conheço muito bem vocês dois! Quase sempre não chegam a um acordo. Eu não vou nem com um, nem com o outro. Se querem saber, vou para Salvador mesmo. Nossa viagem de conciliação será cada um em um lugar diferente. Mas, olha, pensando bem, para não ficarmos sem contato, sugiro que, pelo menos, enviemos um e-mail um para o outro e contemos sobre nossos passeios, fala em tom fraternal, Astronildo. Está bom para vocês?

- Por mim, está ótimo!, afirmou Celeste, observando o teto para tentar desviar o olhar.

- Para mim, idem, retrucou Telúrico, um pouco emburrado.

Poucos dias antes do natal, os três irmãos seguem para seus destinos, conforme haviam sugerido. Puderam conhecer os principais pontos turísticos de cada localidade, cada um a seu modo

particular. Conforme combinado, passado o primeiro dia de passeio, cada um entrou em contato com os demais para contar sobre suas aventuras de férias.

Telúrico, de São Paulo, envia um e-mail aos irmãos, comentando:

“Queridos Astronildo e Celeste: foi uma ótima opção ter vindo para São Paulo. Vocês precisavam estar aqui, comigo, aproveitando a cidade. O dia foi muito bonito, com um belo céu azul e ensolarado; fui a diversos lugares. Interessante é que notei que, por volta do meio-dia, passeando pelas ruas, praticamente meu corpo não projetava nenhuma sombra no chão. Esta cidade realmente é muito bem organizada! Aqui até o sol passa direitinho sobre nossas cabeças por volta do meio-dia. Não é a toa que é a capital dos negócios. Bom passeio a vocês. De São Paulo, Telúrico”.

No outro dia, os dois irmãos responderam ao e-mail de Telúrico:

“Oi, Telúrico! Só você mesmo para ficar em São Paulo em plenas férias de dezembro! Eu estou adorando Macapá! E vê se para com esta mania de ficar só olhando para o chão! Olhe mais para o céu, seja como eu! E vou lhe dizer uma coisa: aqui em Macapá eu não vi nada deste negócio de sol sobre minha cabeça por volta do meio-dia. Aliás, sol quente é o que aqui não falta! E se quer saber: meu corpo faz uma boa sombra ao meio-dia. Pare de bobeira e bom passeio para você. De Macapá, Celeste”.

Da mesma forma, Telúrico recebe resposta do seu irmão mais velho, Astronildo:

“Como vai, Telúrico? Que bom que está se divertindo em São Paulo. Eu passo o dia todo na praia, aqui em Salvador. Coloco meu guarda-sol na areia e passo o tempo todo olhando para o mar. Lógico que eu percebi que por volta do meio-dia a sombra do guarda-sol não está bem embaixo dele; fica um pouquinho de lado. Preste atenção que você encontrará sua sombra por volta da meio-dia. Mas cuidado para não trombar com um poste! Um abraço com gosto de mar, de seu irmão, Astronildo. Salvador.”

No dia 28 de dezembro os três irmãos retornam de suas viagens. Parece até que os dias que tinham passados distantes uns dos outros lhes fizeram bem. Conversaram muito sobre os lugares que conheceram, mostraram as fotos, tudo sem nenhuma discórdia.

- Mas vocês tinham que ver o sol de São Paulo! Não faz sombra por volta do meio-dia, afirma Telúrico.

- Eu é que fiquei debaixo de um sol escaldante, suei até quase derreter e você é que ficou zonzinho em São Paulo, comenta Celeste. Lógico que por volta do meio-dia tinha sombra! E pelo que eu saiba, o sol que vemos é o mesmo, tanto faz estar em São Paulo, Salvador ou em Macapá.

- Pois você é que só olha para o céu e não entende nada do que ocorre na terra!, retruca Telúrico, irritado. Presta mais atenção no que você diz!

- Calma, calma! Vamos ter que pensar na situação. Como pode o mesmo Sol, na mesma data, no meio-dia de cada cidade, fazer com que em um lugar tenha uma grande sombra, como disse o Celeste ter visto em Macapá, em Salvador ter um sombra não muito grande e, em São Paulo, não ter sombra nenhuma? Será que vimos errado?

### **Agora é com você:**

*Pense na situação vivida pelos três irmãos nesta viagem de férias. Elabore, num primeiro momento, sua explicação pessoal para o fato. Posteriormente, crie seu grupo de discussão e comente suas repostas. Tentem chegar a um consenso que possa ajudar esclarecer a situação vivida pelos três irmãos.*