

MODELOS MENTAIS DE ESTUDANTES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE O DIA E A NOITE: UM ESTUDO SOB DIFERENTES REFERENCIAIS

*Hanny Angeles Gomide*¹
*Marcos Daniel Longhini*²

Resumo: Este artigo procurou apontar subsídios para a elaboração de propostas voltada à Educação em Astronomia, relativos ao ensino do tema dia/noite, tendo por base modelos mentais de alunos quando explicam tal fenômeno segundo um referencial pautado na superfície da Terra e fora dela. Participaram desta pesquisa 18 alunos do 5º ano de uma escola estadual do município de Uberlândia (MG). As fontes de dados utilizadas foram: oral, gráfica e imagética, as quais foram analisadas segundo 4 categorias. Foram levantados pelos discentes 4 modelos mentais caracterizados e por nós denominados de: introdutório; intermediário; integrado e inconsistente. Os resultados apontam que o maior número de modelos mentais levantados pelos discentes é o intermediário. A maioria dos estudantes participantes não transitam entre os diferentes referenciais adotados quando explicam sobre o tema. Por fim, listamos propostas para o trabalho na sala de aula, pautadas por um ensino articulado com atividades de observação do céu.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Ciclo dia-noite; Modelos mentais; Concepções de alunos.

MODELOS MENTALES DE ESTUDIANTES DE LA ESCUELA PRIMARIA SOBRE EL DÍA Y LA NOCHE: UN ESTUDIO SOBRE DIFERENTES REFERENCIALES

Resumen: Este artículo buscó apuntar elementos para la elaboración de propuestas volcada a la Educación en Astronomía, relativos a la enseñanza del tema día / noche, teniendo como base modelos mentales de alumnos cuando explican tales fenómenos según un referencial pautado en la superficie de la Tierra y fuera de ella. Participaron de esta investigación 18 alumnos del 5º año de una escuela estatal del municipio de Uberlândia (MG). Las fuentes de datos utilizadas fueron: oral, gráfica e imagética, las cuales fueron analizadas según 4 categorías. Fueron analizados por los alumnos 4 modelos mentales caracterizados y denominados por nosotros como: introductorio; intermedio; integrado e inconsistente. Los resultados apuntan que el mayor número de modelos mentales analizado por los estudiantes corresponde al intermediario. La mayoría de los estudiantes participantes no transitan entre los diferentes referenciales adoptados cuando explican el tema. Finalmente enumeramos propuestas para trabajo en la clase pautadas por una enseñanza articulada con actividades de observación del cielo.

Palabras clave: Enseñanza de la Astronomía; Ciclo día-noche; Modelos mentales; Concepciones de los estudiantes.

MENTAL MODELS OF ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS ON THE DAY AND NIGHT FROM DIFFERENT REFERENCES

Abstract: This article aims to identify clues for the development of proposals related to the teaching of the day/night theme, based on the mental models of students when they explain this phenomenon according to a referential based on the surface of the Earth and outside it. 18 students of the 5th year of a state school in the municipality of Uberlândia (MG) participated in this research. The data sources used

¹ Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil. E-mail:<hannygomide@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil. E-mail:<marcos.longhini@ufu.br>.

were: oral, graphic and imagery, which were analyzed according to 4 categories. 4 mental models were raised by the students denominated as: introductory; intermediary; integrated and inconsistent. The results show that the greatest number of mental models raised by students belongs to the intermediate class. Most of the participating students do not switch between the different references adopted when they discourse about the subject. Finally, we list proposals for work in the classroom, guided by a teaching articulated with activities of observation of the sky.

Keywords: Teaching of Astronomy; Day-night cycle; Mental models; Student's conceptions.

1 Introdução

A relação entre o céu e o homem se estabelecia de modo mais acentuado no passado. Os egípcios, como relatado por Ferris (1990), possuíam a concepção de que o céu era como o teto de uma tenda. Já para os gregos, o Sol estava tão perto de nosso planeta que derreteu a cera das asas de Ícaro, trazendo elementos de uma visão mitológica. Ainda para esse autor (p.3), “o céu de nossos antepassados era baixo”. Disso, decorre que esses povos não possuíam a ideia de profundidade, percebendo o movimento dos corpos apenas de modo bidimensional. O autor ainda esclarece que até mesmo antes dos antigos Sumérios, o céu noturno já era estudado, quando, por meio das estrelas, podiam prever o início de cada estação.

Segundo Ferris (1990), a navegação e a contagem do tempo, com a criação do calendário voltado para a agricultura, eram alguns dos motivos que levavam ao estudo prático do céu em tempos remotos.

Atualmente, ocorre um distanciamento do ser humano com o céu; o olhar de contemplação do cosmos deixou de ser uma prática e os acontecimentos terrenos deixaram de estabelecer relações com o firmamento. Nesse sentido, a busca de respostas para questões cotidianas, como: onde está o Sol à noite? E a Lua, as estrelas, onde estão durante o dia? Qual astro que se move: o Sol ou a Terra? Estiveram presentes ao longo da história e acompanham os estudantes até hoje. Dúvidas, como a posição assumida pelos astros no céu: Sol, Terra e Lua; a perspectiva em que o observador se encontra ao explicar os fenômenos celestes são fontes de controvérsias e dificultam as explicações acerca dos acontecimentos cotidianos, como por exemplo, o dia e a noite.

Nesse aspecto, trabalhos como os de Nussbaum (1992) e Plummer (2009) declaram que o ensino formal não favorece uma compreensão que relacione os movimentos observados no céu com os movimentos numa perspectiva Heliocêntrica. Para Plummer (2009, p.3, tradução nossa), é “improvável” a compreensão dos movimentos, tanto aparente quanto real, se o ensino é pautado numa visão de “cima” ou num modelo de Sol no centro. A autora esclarece que, para os alunos estabelecerem tal conexão, são exigidas, da parte destes, “mudanças completas em sistemas de referência”, juntamente com alterações de modelos em movimento. Desse modo, faz-se necessário investigar acerca dos pensamentos dos alunos, quando interpretam fenômenos astronômicos do cotidiano, como o ciclo dia/noite, considerando o observador em um ponto qualquer na superfície da Terra e outro externo a ela. Explicar os fenômenos do modo como são vistos, vinculados com o cientificamente correto, são tarefas que contribuem com o avanço para o entendimento do cosmos.

Os temas cotidianos relativos aos conteúdos de Astronomia estão presentes em documentos oficiais (BRASIL, 1998) que norteiam a Educação básica. A proposta

curricular de Minas Gerais, denominada de Currículo Básico Comum (CBC), também contempla tal conteúdo em suas propostas de ensino. De acordo com o CBC- Ciências da Natureza (SEE/MG, 2014) para os anos iniciais do Ensino Fundamental, o que compreende uma etapa de 5 anos, o tema relativo ao ciclo dia e noite está presente no eixo intitulado: Terra e Universo, tanto no último ano do ciclo de Alfabetização, quanto nos dois anos do ciclo Complementar, que finaliza no 5º ano. Neste final de etapa, é recomendado o aprofundamento e a consolidação do tema em estudo, remetendo ao desenvolvimento de competências e habilidades como a compreensão da sucessão do dia e da noite, e o entendimento da forma e movimentos da Terra. Esses são alguns requisitos que os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental devem apresentar e essa é a justificativa que apoia nossa escolha por essa faixa etária de estudantes.

Tal documento também enfoca como estratégia de ensino a utilização de modelos como uma forma de representação do mundo e da realidade, o que permite o estabelecimento de relação com os fenômenos a serem estudados. Por meio deles, os estudantes devem compreender que o planeta onde habitamos possui uma superfície esférica, e que se situa no espaço. Além disso, espera-se que eles reconheçam as diferenças entre os modelos Geocêntricos e Heliocêntricos e que compreendam que estes foram criados a partir de referenciais diferentes (SEE/MG, 2014).

Nesse contexto, esta pesquisa objetiva levantar subsídios para a elaboração de propostas voltadas à Educação em Astronomia, relativa ao tema dia/noite, tomando por base modelos mentais de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, quando explicam tal fenômeno, pautado em referencial na superfície da Terra e fora dela. Para atender tal intento, nosso questionamento central é: Quais os modelos mentais revelados por alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental acerca do fenômeno dia /noite e como esses discentes transitam ao explicá-lo a partir de um referencial na superfície da Terra e fora dela?

2 Os modelos mentais: uma forma de representação e compreensão da realidade

A palavra “modelo” é utilizada em diversas áreas do conhecimento, como na Filosofia, Psicologia, Educação, Matemática, dentre outras, não existindo uma definição consensual para o termo (KRAPAS, et al.1997; BORGES, 1999; CHAMIZO, 2011), pois este é carregado de múltiplos significados. É oriundo da Ciência cognitiva, sendo, nesta vertente, empregado como um termo técnico; já no Ensino de Ciências é utilizado de modo genérico, devido aos vários significados assumidos, tornando, assim, impossível o reconhecimento do verdadeiro conceito (GUTIERREZ, 2005).

Autores como Borges (1999) e Gutierrez (2005) nos apontam que em 1983 é que surgiram as concepções teóricas a respeito dos modelos mentais, com a publicação de duas obras com o mesmo título: *Mental Models*. A primeira delas é uma compilação de artigos sobre o tema, editado por Gentner e Stevens, que objetivou apresentar, segundo Moreira, Greca e Palmero (2002), o conhecimento desenvolvido pelas pessoas acerca dos conhecimentos físicos. A outra obra foi um livro publicado por Johnson-Laird, cujo propósito, segundo Greca e Moreira (2000), era propor uma teoria integrada e explicativa do pensamento para os diversos fenômenos, por meio do raciocínio dedutivo e da compreensão do discurso.

A respeito das ideias de Johnson-Laird sobre os modelos mentais, Borges (1999) diz que são baseadas no princípio de que esses são construídos pelos indivíduos, mediante processos cognitivos que estão na mente dos sujeitos. Segundo essa teoria, a compreensão de um dado fenômeno ou aspecto da realidade tem lugar quando se verifica conformidade entre o modelo construído e a explicação dada. Segundo Borges (1999), nossa desenvoltura em explicar algo está relacionada à nossa compreensão do que é explicado, e que, para que haja o entendimento de algum fenômeno ou coisa, necessitamos de construir modelos funcionais. Nesse sentido, o pensamento, segundo o autor mencionado, é uma construção simplificada da realidade.

No âmbito nacional, Quinto e Ferracioli (2008) trazem uma revisão de literatura sobre modelos e modelagens no Ensino de Ciências no período de 1996 a 2006. Foram analisados 30 artigos, dos quais a maioria segue o referencial teórico de Johnson-Laird; outros estão associados com o ambiente de modelagem computacional e outros abordam uma revisão de literatura, apresentando os trabalhos de autores em âmbito nacional e internacional.

Os autores também mostram que, no Brasil, as pesquisas nessa vertente ainda são “novas e pouco exploradas, mas com tendências a expansão para todas as áreas de conhecimento” (QUINTO; FERRACIOLI, 2008, p. 91), tanto no contexto acadêmico, quanto na prática da sala de aula. Eles concluem que tanto nas pesquisas básica quanto na aplicada o tema é de interesse e relevância para a Educação em Ciências, salientando que, para avançar, deve-se ter o cuidado de incluir na investigação a explicitação de uma reflexão teórica, um delineamento do estudo e a especificação dos instrumentos de coleta e análise dos dados.

No campo da Educação em Astronomia, os modelos mentais tiveram seu desenvolvimento a partir dos trabalhos de Vosniadou e seus colaboradores (VOSNIADOU E BREWER, 1992, 1994; SAMARAPUNGAVAN et al., 1996 e VOSNIADOU et al., 2004), os quais consideram que o conhecimento inicial das crianças parte de explicações do mundo físico (FRÈDE, TROADEC, FRAPPART, 2009).

Vosniadou e Brewer (1994) propõem a definição de que os modelos mentais são como estruturas dinâmicas, que estão em movimento, em mudança, e que são criados para resolver situações-problema, comungando, em partes, com a ideia de Johnson-Laird (1983).

Acerca do ciclo dia/noite, Vosniadou e Brewer (1994) afirmam que as explicações dos alunos se relacionam com os modelos mentais que eles apresentam sobre Terra, Sol e Lua. Para os mesmos pesquisadores os modelos mentais sobre dia/noite estão baseados em três modelos distintos encontrados e nomeados por eles de: iniciais, sintéticos e científicos. Eles são apresentados na Figura 1.

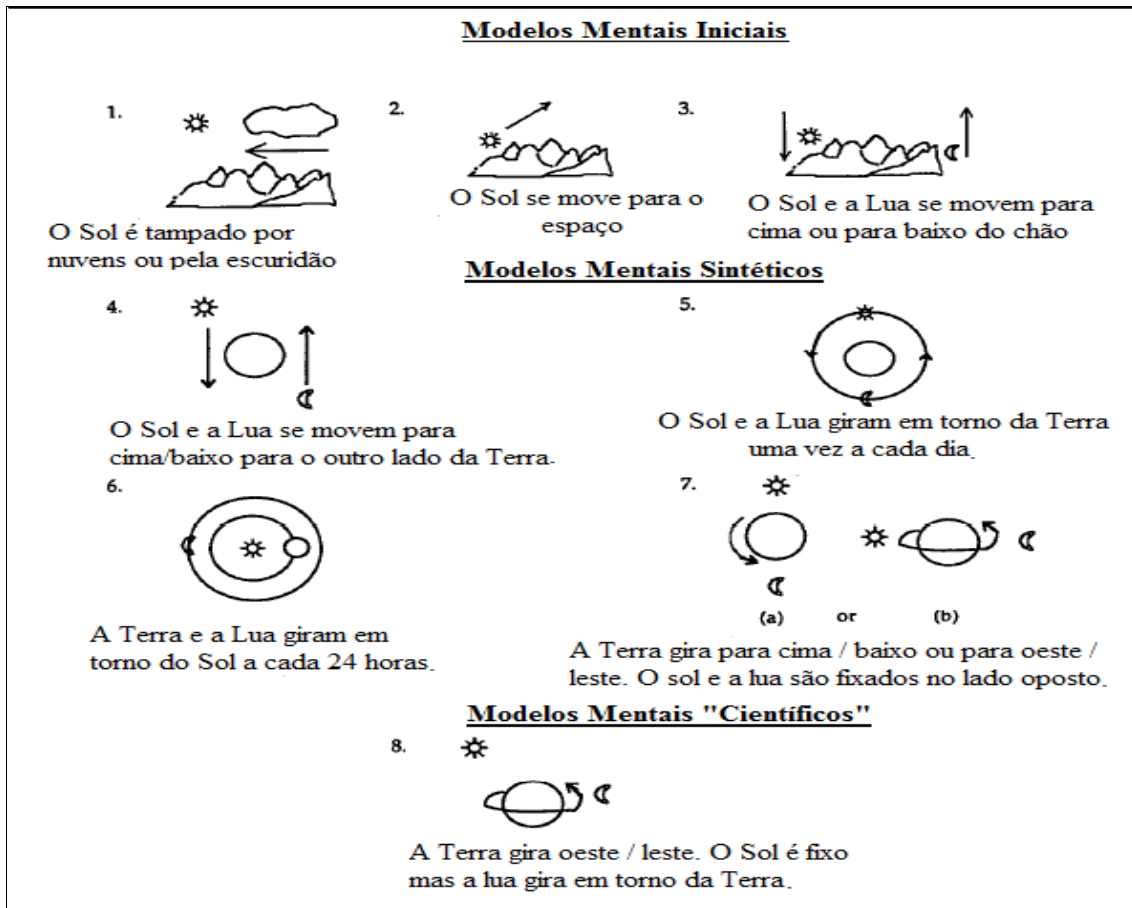


Figura 1 - Modelos mentais do ciclo dia/noite, segundo Vosniadou e Brewer (1994).
Fonte: Vosniadou e Brewer (1994, p. 169, tradução nossa).

Trabalhos como os de Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996); Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997); Vega-Navarro (2001); Chiras e Valanides (2008) dentre outros, também apontaram modelos mentais construídos por crianças acerca do ciclo dia/noite.

3 A pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede estadual de ensino do município de Uberlândia (MG), com 18 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental. Vale ressaltar que a identificação dos estudantes foi preservada, sendo que os nomes aqui mencionados são fictícios. A coleta de dados ocorreu em três momentos distintos: inicialmente, realizamos uma entrevista semiestruturada (Apêndice A), associada à representação com a massa de modelar, que se deu de modo individual; posteriormente, foram solicitados os registros gráficos (Apêndice B), utilizando-se de desenhos, escritas e, por fim, cada estudante simulou como ocorre o ciclo dia/noite usando materiais por nós confeccionados e pertinentes às situações abordadas nesta pesquisa (Apêndice C).

Os dados foram apresentados e analisados segundo quatro categorias: 1- Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes; 2- Movimentos descritos pelos astros; 3- Explicações dos alunos sobre a alternância do ciclo dia/noite

vista da superfície da Terra; 4- Explicações dos alunos sobre a alternância do ciclo dia/noite vista de fora da Terra. Cada categoria foi elaborada tomando por base três fontes que compuseram o instrumento de pesquisa: oral; gráfica (escritos, desenhos) e a simulação com os materiais. Na sequência, é apresentado um consolidado, indicando os modelos mentais revelados, bem como sua frequência e a forma como transitaram entre os referenciais adotados.

4 Resultados e análises

4.1 Categoria 1 - Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes

No que se refere ao nosso planeta, dos 18 discentes participantes, 11 deles asseguraram que a Terra é redonda e, destes, nove consideraram que estamos localizados na sua superfície e dois, dentro do planeta. Relativo à forma do planeta, a fala de Violeta exemplifica algumas das ideias apresentadas por esse conjunto de estudantes, quando diz: *“a Terra é redonda, porque, às vezes, a gente vê na televisão... né... e nas reportagens de astronautas, que aí a gente vê toda a Terra”*. Outras respostas, como a de Rui, também vão nessa direção: *“redonda... porque é mais fácil da gente descer... porque tem a descida, a parte de cima e a de baixo”*.

Para esse grupo de onze alunos os registros orais e as modelagens por eles confeccionadas relacionaram com os desenhos por eles feitos, mantendo a forma redonda da Terra, bem como a posição em que se encontram no planeta.

Os sete alunos restantes modelaram a Terra com formato plano. Quando perguntado a eles por que a representaram daquele modo, a resposta foi quase que unânime: *“porque eu acho que é assim”*. Foi percebido que quando se faz uma análise dos registros gráficos dos alunos, seis, dos sete estudantes que modelaram o planeta com a forma plana, quando solicitados a representá-la em desenho, ilustraram a Terra com formato redondo.

De modo geral, a maioria dos alunos, mesmo representando a Terra esférica, revelou uma ideia de Terra plana, fato observado no prosseguimento das perguntas. Foi verificado, também, que a modelagem do astro feita pelos estudantes muitas vezes não era compatível com sua representação gráfica. Quando questionados sobre essa diferença, não sabiam responder ou não manifestavam respostas coerentes com a forma construída.

Os dados por nós encontrados vão na direção dos resultados levantados por outros autores, como Nussbaum e Novak (1976), Nussbaum (1992), Vosniadou e Brewer (1992), que assinalam um consenso de que as crianças exibem várias noções sobre a forma do planeta, e que estas possuem dificuldades em acreditar que a Terra é redonda, inferindo, os autores, que esta não é uma questão tão óbvia o quanto parece. Para Nussbaum (1992), a forma esférica do planeta só é de fato entendida, quando as crianças superam a ideia de Terra plana, o que deve ocorrer concomitantemente com a elaboração da noção de espaço ilimitado que circunda a Terra e de que um corpo, quando cai, é atraído para o centro do planeta. Segundo o autor, não basta o estudante

mudar a ideia de Terra plana para o modelo esférico, se a noção de espaço e queda dos corpos permanecerem as mesmas.

As explicações encontradas por Vosniadou e Brewer (1992) são de que tais dificuldades se justificam devido às restrições de alguns pressupostos que são incompatíveis com os culturalmente aceitos acerca da esfericidade do planeta. Um deles é o fato de que, pela experiência cotidiana, nosso planeta é percebido de modo plano, e o outro pressuposto é de que os objetos, quando caem, vão para o centro da Terra. Tais ideias fazem parte de um entendimento físico, às vezes, ainda não alcançado pelo estudante, e que restringem suas concepções acerca da forma do planeta, influenciando seus modelos para explicar o dia e a noite.

Naquilo que se relaciona aos demais astros, os participantes possuem um consenso de que o Sol é redondo. Muitos atribuem tal forma ao astro, por ser esta a configuração com que ele se mostra no céu, como é o caso de Márcio, que diz que o astro rei “*é redondo por que já viu... em casa de olhar para o céu*”. Já Emília observou que o Sol é redondo, “*porque já viu nos livros de Ciências e porque também ele é a maior estrela do Universo*”.

Quanto à Lua, a maioria a representou redonda, por ser a forma mais fácil de modelar, mas que assume outros aspectos, como um semicírculo, por exemplo.

4.2 Categoria 2: Movimentos descritos pelos astros.

Dentre os 18 estudantes, 11 admitiram que a Terra realiza movimentos, sendo que, para a maioria, esse movimento do planeta se dá em torno de si, como expressa Emília: “*Sim... ela gira [rodando a massinha que representa a Terra, em torno de si] bem devagarzinho*”, ou como afirma Violeta: “*Sim... a Terra gira em volta dela*”. Outros vão além e dizem que o movimento da Terra, como é o caso de Ramon, “*é bem devagar... entre o Sol e a Lua*”.

Os sete demais estudantes afirmaram que nosso planeta não descreve movimento algum, encontrando-se “parado” no espaço sideral.

Relativo ao Sol, doze estudantes demonstraram que o astro realiza movimentos, sendo que a maioria deles explicaram que o astro realiza movimento de descida e subida em volta da Terra, como exemplifica a ideia apresentada por Emília: “*ele [referindo ao Sol] sobe e desce em volta da Terra*”; outros, como é o caso de Joaquim, entendeu que: “*o Sol vai para cima e para baixo*”. A ideia de um Sol que se movimenta em torno da Terra está também presente, quando, no caso de Renê, expressou que: “*Sim... ele [referindo ao Sol] move devagar em torno da Terra*” e Juca, que disse: “*rodando na Terra*”, ou o de Marina, quando afirmou: “*Ele [Sol] vai de leste para oeste... não sei...*”.

Os seis alunos restantes asseguraram que o Sol não se movimenta no céu.

Relativo aos movimentos descritos pela Lua, seis acentuaram que o astro descreve movimento no céu, sendo que a maioria dos discentes não soube explicar o movimento da Lua. Outros atrelaram seu movimento ao do Sol, mas em lados opostos, como a ideia expressa por Laura de que: “*está em baixo e depois em cima*”. Outros, de que a Lua realiza um movimento em torno da Terra, como disse Valter: “*Sim... devagar em volta da Terra*”. Outros seis estudantes citaram que a Lua não descreve movimento

no céu, ficando parada; já os dois alunos restantes não mencionaram sobre o movimento da Lua e, quando questionados, disseram não saber.

Ao solicitar que os alunos realizassem os movimentos descritos pelos astros citados empregando modelos por eles confeccionados, percebemos que alguns discentes mudaram as ideias trazidas anteriormente, passando a alterar os movimentos de alguns astros descritos anteriormente.

Podemos afirmar que, nessa categoria, a maioria dos alunos imaginou que a Terra, o Sol e a Lua realizam movimentos. A ideia comum revelada pelos discentes, de como estes movimentos se dão, está na direção de que o nosso planeta gira em torno de si e que Sol e Lua sobem e descem no céu. O movimento de subida e descida, para Nussbaum e Novak (1976), por exemplo, ainda remete a uma ideia de Terra plana, pois a noção de espaço, nesta concepção, é limitada, indo contra os modelos de Terra esférica.

Os demais estudantes afirmaram que o planeta está parado, com o Sol e a Lua descrevendo movimentos em seu redor. Apoiaram-se, também em uma concepção de Terra plana, pois explicaram os movimentos dos astros a partir do referencial topocêntrico, ou seja, considerando o local onde estão inseridos e baseados no que veem ao olhar para o céu. Os modelos revelados pelos discentes se fundamentaram em uma ideia de Terra estacionária, e mostram que não entendem que o planeta descreve algum movimento, pois, quando olhamos para o céu, parece ser este que está em movimento e não o planeta. Esta ideia vem da prática da observação do céu. Para Vosniadou e Brewer (1992), as crianças que constroem este modelo de Terra plana têm por base a experiência cotidiana, que é interpretada pela percepção que possuem do entorno, como o fato de estarem localizadas em um terreno plano.

4.3 Categoria 3: Explicações dos alunos sobre a alternância do dia/noite visto de um referencial na Terra.

No que se refere ao entendimento dos alunos, de como ocorre a mudança do dia para a noite, tivemos duas ideias opostas, apoiadas nos movimentos ou não do planeta Terra.

Dos 18 alunos pesquisados, oito deles pensaram que nosso planeta está parado. Para esse grupo de estudantes, várias foram as explicações de como o dia e a noite se alternam. Quatro deles explicaram que o fenômeno ocorre devido ao Sol e Lua ir “*para baixo*” e “*para cima*” da Terra. É o que expressam as opiniões de: Sabrina, Nádia, Laura e Márcio, quando disseram, respectivamente: “*O Sol vai saindo e bem de tarde a Lua e as estrelas vêm subindo*”; “*O Sol sai do lugar... vai para baixo e aí muda do dia para noite*”; “*O Sol está no alto enquanto é dia... aí ele vai para baixo da Terra... aí chega a Lua... ela vai subindo e fica no alto do céu... aí depois vem as estrelas e aí escurece. O dia vai clareando...quando a Lua vai descendo e vem o Sol*”; “*O Sol gira para cima e para baixo em volta da Terra, a Lua também*”.

Outros dois estudantes disseram que tal fato se dá porque o Sol vai para outra região, como exemplificam as ideias de Marina, quando explicou: “*O Sol vai para o leste e vem a Lua. Depois ela vai para o norte e o Sol vem... mas não sei como ela [Lua] vai para o norte*” e Caio, quando expôs que: “*O Sol vai desaparecendo para a Lua*”.

chegar... ele vai andando e vai para outra Terra... outro país... quando o Sol sai, ele vai para outra Terra... aí aqui fica de noite e lá de dia. Na China... é o outro país”.

Para os alunos restantes, um afirma que o dia e a noite se dá devido ao Sol e Lua entrarem e saírem das nuvens, como explicou Renê: *“O Sol vai indo para as nuvens e a Lua vai saindo”.*

Os outros dez alunos restantes pertencem a um grupo que acredita que o dia e a noite se dão pelo movimento do planeta Terra. Destes, seis garantiram que a Terra gira em volta dela mesma e que Sol e Lua ficam parados no espaço em lados opostos. Tal noção representa as ideias de Violeta, Ramon e Valda, quando reportaram, respectivamente: *“Eu acho que a Lua fica de um lado, o Sol de outro e a Terra gira...”*; *“O mundo gira devagarzinho... ela [Terra] não gira de cabeça para baixo... ela [Terra] roda muito lento... em roda, e demora para chegar de noite. A Terra vai rodando bem devagar no meio do Sol e da Lua...eles estão parados”*; *“A Terra vai girando e vou vendo o dia e quando [Terra] passa perto da Lua e estrelas... vejo a noite”.*

Os quatro alunos restantes deste grupo tiveram ideias diferentes. Um deles pensa que o movimento da Terra se dá de modo “travado”, ocorrendo a cada 6 horas, ou seja, para o aluno, a Terra faz o movimento em torno de si mesma, mas não de modo contínuo, ou lento, como já havia sido declarado por outros, e sim a cada intervalo de 6 horas. Nesta ideia, o Sol e a Lua também continuam parados. A fala do aluno Gediel é de que: *“Eu não sei explicar... mas a Terra dá volta nela, mas não é direto... o Sol e Lua estão parados”.* O outro estudante, Renê, explanou que: *“O Sol vai indo para as nuvens e a Lua vai saindo”.* Os dois últimos afirmaram que não saber explicar sobre o fenômeno e nem desenharam de modo que leve a uma interpretação plausível sobre este.

Diante dos dados apresentados, percebe-se que os discentes possuem explicações pulverizadas sobre a alternância do ciclo dia/noite. Todos os discentes participantes estão divididos, basicamente, em dois grupos distintos, com quantitativo quase similar. No primeiro, os que pensam que o fenômeno ocorre devido ao movimento da Terra com os demais astros parados, e no segundo, ao contrário, estão aqueles que pensam que a Terra está parada e que o Sol, Lua e estrelas estão em movimento. Estes dados são semelhantes aos encontrados por Vosniadou e Brewer (1994); Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997); Frède, Troadec e Frappart (2009).

A noção de que “o dia dá lugar para a noite”, sem que nossos alunos trouxessem maiores explicações, foi também um dado similar, encontrado por Frède, Troadec e Frappart (2009), com a pesquisa com crianças de menor idade, bem como a ideia de Sol e Lua diametralmente opostos à Terra e de que nosso planeta está parado no espaço.

Os resultados mostram, com evidência, que o Sol está atrelado ao dia, em razão da claridade, e a noite à escuridão, com a presença da Lua e estrelas. Para os estudantes investigados, a Lua é um astro que está atrelado à noite, resultado que corrobora os de Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996), e que também está presente e incluída nas explicações dos discentes sobre o ciclo dia/noite, ideias que confirmam os apontados por Vega-Navarro (2001), quando em trabalho com estudantes em idades similares aos nossos.

Foi percebido que os estudantes não apresentaram ideias consistentes sobre o ciclo dia/noite, pautado nas análises realizadas nas diversas etapas de nossa pesquisa.

4.4 Categoria 4: Explicações dos alunos sobre a alternância do dia/noite visto de um referencial fora da Terra

As explicações levantadas foram distribuídas em dois grupos distintos, sendo um composto por alunos que pensam que o dia e a noite se dão devido ao movimento do nosso planeta, e que os demais astros estão “parados” no céu; o outro, por sua vez, é composto por discentes que pensam que nosso planeta está estacionário e os demais astros estão em movimento.

Dos 18 alunos pesquisados, seis simularam com seus modelos a Terra movimentando-se lentamente em torno de seu eixo. O Sol e a Lua estavam em lados opostos no céu, parados, e à medida que a Terra passava pelos astros, víamos o dia e a noite de modo diferente, dependendo do local onde estivermos no planeta. As explicações de Ramon; Valda e Violeta ilustram tal noção, quando disseram, respectivamente: “*Vejo ao contrário do meu amigo que está no Japão... se aqui é dia, lá [Japão] será noite [à medida que fala, gira a Terra lentamente entre o Sol e a Lua, mostrando a diferença entre Brasil e Japão]*”; “*ao girar em volta dela [gira a Terra] ela passa pelo Sol, ficando dia para nós e para minha amiga no Japão, noite*”; “*Se aqui [Brasil] é dia, lá [Japão] será noite, porque a Terra vai girando devagarzinho, de um lado é de noite e do outro é de dia*”.

O segundo grupo, com cerca de 12 deles, pensam em um arranjo de astros no qual nosso planeta não realiza movimento, e que o Sol e a Lua estão localizados como se estivessem presentes em lados opostos, e são estes astros que descrevem movimentos em torno da Terra, com trajetórias diferentes. Relativo a esse movimento, temos cinco estudantes que pensam que o Sol e a Lua sobem e descem no céu, ideia representada por Sabrina, quando observou: “*O Sol desce... e depois vem a Lua, aí... ele [Sol] surge no Japão... [explica o movimento trocando as peças do Sol e da Lua de lugar, mantendo a Terra estática]*”; e Joaquim, quando expôs que: “*o Sol e a Lua sobe e desce. Quando o Sol sobe, é dia para mim e noite para meu amigo no Japão... depois fica o contrário*”.

Outros seis alunos afirmaram que o Sol e a Lua circundam a Terra, como exemplificado por Rui, quando apontou: “*De modo contrário. Se aqui (Brasil) é dia, lá (Japão) será noite, porque o Sol e a Lua rodam em volta da Terra... aí vai mudando para o dia e para a noite*”. Um discente, Renê, pensa que o Sol e a Lua vão para dentro das nuvens e isso que ocasiona o dia e a noite, tanto para ele, situado no Brasil, quanto para um amigo no Japão.

De modo geral, podemos considerar, nessa categoria, que os discentes entendem que o dia e da noite não ocorrem ao mesmo tempo em todas as partes do planeta. Compreendem por unanimidade que uma pessoa localizada em lado oposto à outra, na Terra, vê o fenômeno de modo contrário, ou seja, se para um deles é dia, para o outro, é noite. Este foi um consenso entre os alunos do 5º ano, porém a explicação para a diferença do fenômeno em diferentes locais é que trouxe controvérsias. Para a maioria, tal fato se dá em decorrência do movimento da Terra, que gira em volta dela mesma, com isso, voltando sua face de modo alternado para o Sol, ocasionando o dia, e ora para a Lua, ocasionando a noite. Segundo esta ideia, os astros se encontram em

lados opostos à Terra e estacionários. Tal concepção corrobora as encontradas por Vosniadou e Brewer (1994); Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996) e Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997). Os autores ainda afirmam que a ideia dos discentes de o Sol e a Lua estarem em lados opostos implica o fato de o dia ser causado pelo Sol e a noite pela Lua, dados também presentes em nosso trabalho.

4.5 Consolidado das Ideias

O Quadro 1, exposto a seguir, mostra uma síntese das ideias apresentadas pelos discentes participantes e para cada uma delas, colocamos, também, o quantitativo de alunos que abarcam cada noção, a qual está denominada de frequência.

| MODELAGEM DA TERRA | DESENHO DA TERRA | MOVIMENTO DA TERRA | MOVIMENTO DO SOL | MOVIMENTO DA LUA | EXPLICAÇÕES SOBRE CICLO DIA/NOITE VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA | EXPLICAÇÕES SOBRE CICLO DIA/NOITE VISTO DE FORA DA TERRA |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------|--|--|--|--|
| Plana Frequência (7 alunos) | Plana (freq.1) | Parada (freq.4) | Parado (freq. 2) | Parada (freq. 1) | - O Sol vai embora e a Lua vem, ficando noite. (freq.2) | - Sol e Lua parados no céu, Terra gira em torno de si, passando pelo Sol, sendo dia e, pela Lua, sendo noite. (freq. 2) |
| | Redonda (freq. 6) | Gira em volta dela (freq. 3) | <u>Movimenta:</u> - Em volta da Terra (freq.1) - Sobe e desce em relação à Terra (freq.3) - Vai de leste para oeste (freq. 1) | <u>Movimenta:</u> - Tapa o Sol (freq.1) - Vai para as nuvens (freq. 1) - Sobe e desce no céu, oposta ao Sol (freq. 3). - De leste para oeste, oposta ao Sol (freq. 1). | - O Sol sobe e desce no céu, a Lua faz o mesmo movimento que o Sol, porém em momentos opostos (freq. 2). - De dia a Lua é tapada pelas nuvens e de noite o Sol é tapado pelas nuvens. (freq. 1) - A Lua vai para o outro mundo e o Sol vem depois o Sol vai e a Lua vem. (freq. 1) - Sol e Lua parados no céu, a Terra gira em torno de si, passando pelo Sol, sendo dia e pela Lua, sendo noite. (freq. 1) | - Terra parada e mudou o Sol e a Lua de lugar. (freq. 2). - O Sol sobe e desce no céu, a Lua faz o mesmo movimento que o Sol, porém em momentos opostos. (freq.3) |

continua ...

Quadro 1 – Consolidado das ideias apresentadas pelos 18 alunos do 5º ano e sua frequência
Fonte: os autores.

continuação ...

| MODELAGEM DA TERRA | DESENHO DA TERRA | MOVIMENTO DA TERRA | MOVIMENTO DO SOL | MOVIMENTO DA LUA | EXPLICAÇÕES SOBRE CICLO DIA/NOITE VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA | EXPLICAÇÕES SOBRE CICLO DIA/NOITE VISTO DE FORA DA TERRA |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------|--|--|--|---|
| Redonda Frequência (11 alunos) | Redonda (freq. 11) | Gira em volta dela (freq.8) | Parado (freq.4) | Parada (freq.5) | - O Sol e a Lua trocam de posições, um está de um lado no planeta e o outro está em outro. (freq.3) | - Sol e Lua parados e em lados opostos. Terra gira em torno de si, passando pelos astros. (freq. 6) |
| | | Parada (freq.3) | <u>Movimenta:</u> - Gira em volta da Terra (freq.3) - Sobe e desce em relação à Terra (freq.3) - Troca de lugar com a Lua (freq1) | <u>Movimenta:</u> - Gira em volta da Terra (freq.2) - Sobe e desce em relação à Terra, oposta ao Sol. (freq. 3) -Troca de lugar com o Sol (freq. 1) | - Sol e Lua sobem e descem no céu em momentos opostos. (freq. 1) - O Sol gira em torno da Terra a cada 24 horas. (freq. 2) - Sol e Lua parados e a Terra gira em volta dos astros. (freq. 5) | - O Sol e a Lua giram em volta da Terra. (freq. 5) |

Quadro 1 – Consolidado das ideias apresentadas pelos 18 alunos do 5º ano e sua frequência

Fonte: os autores.

4.5.1 Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência

Os resultados levantados e analisados para a explicação do ciclo dia e noite estão organizados no Quadro 2, em acordo com os modelos por eles apresentados.

| MODELO MENTAL | MODELO MENTAL DE TERRA | MODELO MENTAL DO SOL | MODELO MENTAL DA LUA | MODELO MENTAL DO CICLO DIA/NOITE |
|---------------|-------------------------------|---|---|---|
| 1 | Plana e estacionária | Movimenta de leste para oeste. | Mesmo movimento realizado pelo Sol, em lado oposto. | Sol vai embora e a Lua vem; mudam de posição no céu. (1) |
| 2 | Plana e estacionária | Movimenta subindo e descendo em relação à Terra | Mesmo movimento realizado pelo Sol, em lado oposto. | O Sol sobe e desce no céu, a Lua faz o mesmo movimento que o Sol, em lado oposto. (3) |
| 3 | Plana e gira em torno de si | Movimenta até à nuvem. | Mesmo que o Sol, em lado oposto. | Sol e Lua se escondem nas nuvens. (1) |
| 4 | Redonda e gira em torno de si | Estacionário | Estacionário | A Terra ao girar passa pelo Sol e pela Lua. (2) |
| 5 | Redonda e estacionária | Movimenta em torno da Terra a cada 24 h. | Mesmo que o Sol, em lado oposto. | Sol e Lua giram em torno da Terra a cada 24h. (1) |
| 6 | Redonda e estacionária | Movimenta trocando de lugar com a Lua. | Mesmo que o Sol, em lado oposto. | Sol e Lua movimentam em torno da Terra, trocando de posição. (1) |
| 7 | Redonda e estacionária | Movimenta subindo e descendo em relação à Terra | Mesmo movimento realizado pelo Sol, em lado oposto. | A Terra gira para os lados ficando, ora a favor do Sol e ora a favor da Lua. (3) |
| 8 | Redonda e gira em torno de si | Estacionário | Estacionário | Devido ao movimento descrito pela Terra ao girar em torno de si. (4) |
| 9 | Redonda e gira em torno de si | Movimenta em torno da Terra | Mesmo que o Sol, em lado oposto. | A Terra gira em torno de si e Sol e Lua giram em torno da Terra. (2) |

Legenda: Os números em parênteses indicam a frequência de alunos que apresentaram tal ideia.

Quadro 2 - Modelos mentais construídos pelos 18 discentes sobre o fenômeno dia/noite.

Fonte: os autores.

Observamos que os modelos mentais expostos pelos estudantes exibem algumas características em comum e, assim, foram reagrupados em outras, cada uma com ideias afins, com opiniões que se aproximam e explicam a alternância do dia/noite, por meio de características comuns de Terra. Partimos de concepções menos elaboradas para as mais elaboradas, sustentadas em conhecimentos que se aproximam dos cientificamente aceitos pela ciência. Todas elas formam modelos mentais os quais intitulamos de: Introdutório; Intermediário; Integrado e Inconsistente.

Cada um desses modelos, observados nas respostas apresentadas pelos alunos, indicam as seguintes características:

Modelo Introdutório: Possui como característica básica a observação que os alunos têm do céu em seu dia a dia; advém da experiência cotidiana, do que é visto no céu por meio de um observador localizado na superfície da Terra. A noção desses discentes é a de que o planeta possui a forma plana e está parado, sendo o ciclo dia/noite explicado pelo movimento que a Lua e o Sol descrevem em torno de nosso planeta ou subindo e descendo no céu, em momentos opostos. Este modelo possui elementos das concepções prévias e culturais trazidas pelos estudantes; não evidencia cientificidade em suas explicações e nem informações com indícios de cientificidade. É entendido como um modelo base, sendo que, por meio dele, novas construções se estabelecerão, transformando-o em outros modelos, à medida que novos elementos forem a eles agregados. Possui características próximas ao modelo inicial proposto por Vosniadou e

Brewer (1994) que, segundo os autores, possui características de Terra estacionária, com o Sol e a Lua se movendo para longe.

Tal modelo exhibe também semelhança com o modelo mental de Fuga (saída) proposto por Vega-Navarro (2001), ou seja, aquele em que os astros como Sol e Lua desaparecem no céu e vão para um local não identificado. Durante o dia, vai a Lua e vem o Sol, e à noite, os astros trocam de posição. No trabalho, a autora confirma ser um modelo frequente.

Podemos dizer, ainda, que corresponde ao modelo Pré-Geocêntrico, proposto por Chiras e Valanides (2008), quando inferem que o ciclo dia/noite é explicado por meio de uma Terra plana, e Sol e Lua trocam de posições no céu. Assim, nesta pesquisa, classificamos como “introdutório” os modelos que geram a ideia de Terra plana e estacionária, compreendendo os de modelos mentais: 1; 2 e 3, presentes no Quadro 2.

Modelo Intermediário: São os estudantes que admitem que o planeta possui forma esférica, que pode estar estacionário ou em movimento. O ciclo dia/noite é explicado por esses discentes, por duas vias: primeiro, aqueles que pensam em uma Terra parada, cujas explicações são pautadas no movimento do Sol e da Lua mudarem de lugar no céu, trocando de lado um com o outro, assumindo posições opostas, com a Terra no meio dos astros. Ou ainda, explicam o fenômeno empregando o movimento do Sol e Lua em torno da Terra a cada 24 horas, quando trocam de posição um em relação ao outro. Os estudantes que mostraram estas ideias possuem algumas características de observação associadas aos conhecimentos prévios, mas que, em certa medida, tentam ir além, relacionando tais ideias com informações ou conceitos científicos já estudados ou aprendidos durante a vida.

A segunda via contempla aqueles discentes que dizem que a Terra realiza algum tipo de movimento, explicando-o mediante duas ideias diferentes. Na primeira, estão os alunos que dizem que a Terra se põe a girar em torno de si, com o Sol e a Lua estacionários, fenômeno que é justificado uma vez que o planeta se encontra virado ora para o Sol, ora para a Lua. Em segundo, aqueles que pensam que todos os astros se movem, sendo a Terra a girar em torno de si mesma, o Sol em torno da Terra e a Lua em torno da Terra. São pensamentos que revelam certa incoerência em suas explicações, mas também possuem alguma plausibilidade, quando comparadas com as ideias dos modelos “introdutórios”. São modelos por nós denominados de “intermediários”, pois agregam conhecimentos advindos da experiência e das informações que pautam a vida de cada estudante, inclusive, a escola, na tentativa de se aproximar dos conhecimentos científicos. Não são totalmente plausíveis, mas possuem ideias mais articuladas e mais elaboradas, quando comparadas com as do modelo “introdutório”, pois trazem uma ideia de Terra esférica circundada por um espaço cósmico. Aproximam-se dos modelos sintéticos propostos por Vosniadou e Brewer (1994), segundo os quais, são modelos que diferem das explicações científicas, apoiados em três dimensões: o que se movimenta, como se movimenta, e se a Lua está diretamente relacionada com o ciclo dia/noite.

Nossos resultados vão nessa direção, quando apontam divergências em relação a quais astros realizam movimentos e como estes se dão. Nosso modelo também se assemelha ao de revolução do Sol e da Lua, proposto por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997), quando explicam que Sol e Lua giram em torno de uma Terra estacionária. Pertencem a esta classificação os modelos de números: 4; 5; 6; 8; e 9, do Quadro 2.

Modelo Integrado: são aqueles que associam as concepções prévias com as informações e conhecimentos adquiridos, contendo certo grau de cientificidade, ou seja, se avizinham, em alguns aspectos, do culturalmente aceito pela ciência. Como proposto por Vosniadou e Brewer (1994), são os estudantes que incorporam uma ideia de Sol estacionário, que o dia e a noite se dão pelo movimento da Terra em torno de seu eixo, ou seja, movimento de rotação, que ocorre de oeste para leste. Além disso, dizem que a Lua descreve movimento (revolução) em torno do nosso planeta. Possuem ideias mais próximas às cientificamente aceitas e são, de acordo com os autores, classificados em sua nomenclatura de modelos científicos. Para este trabalho, consideramos como modelo “integrado” os discentes que articulam, em suas justificativas, as três características citadas pelos autores para explicarem o ciclo dia/noite, pois entendemos que tal modelo está mais próximo ao cientificamente aceito, integrando os conhecimentos dos discentes e organizando-os em uma explicação para o fenômeno em estudo. Assim, este modelo denota alguma semelhança com os modelos científicos propostos por Vosniadou e Brewer (1994). As ideias dos modelos de números 1 e 2, propostos por Samarapugavam, Vosniadou e Brewer (1996), indicam que os estudantes explicam o dia e a noite como sendo causados pela rotação da Terra em torno de seu eixo, com o Sol estacionário e a Lua girando em torno de nosso planeta. Neste nível de ensino, não houve representantes com esta classificação de modelos.

Modelos Inconsistentes: são aqueles que revelam um modelo de Terra esférica e estacionária, mas que o fenômeno dia e noite é explicado pelo fato de a Terra apresentar movimento em torno de si e, ao mesmo tempo, ir passando pelo Sol e Lua, astros que sobem e descem no céu. Os alunos não conduziram suas explicações de modo coerente e plausível, assinalando ideias pulverizadas e inconstantes durante todo o processo. A cada hora, alteravam suas explicações do modo que lhes convinha, e do modo como os modelos conduziam os movimentos que por eles seriam explicados. Estes estão associados aos modelos também denominados de inconsistentes, apresentados por Vega-Navarro (2001) e, em certo grau, com o modelo misto 1, apontado por Samarapugavam, Vosniadou e Brewer (1996). Pertence a esta classificação o modelo mental de número 7, anteriormente exposto no Quadro 2.

Diante dos modelos apresentados, é importante saber acerca da frequência com que cada um aparece nos registros dos 18 alunos envolvidos na pesquisa. Assim, registramos, no Gráfico 1, a frequência com que cada modelo esteve presente para esses alunos.

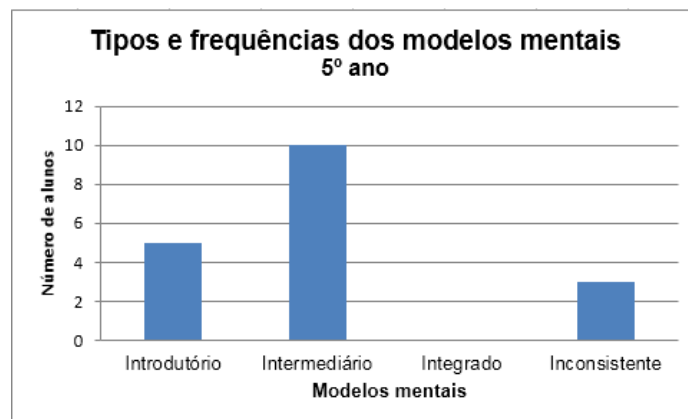


Gráfico 1 – Tipos e frequências dos modelos mentais apresentados pelos estudantes do 5º ano. **Fonte:** os autores.

Percebemos que a maioria dos alunos apresentou explicações com alguns elementos de coerência com o fenômeno do dia/noite. A maior frequência, a do “modelo intermediário”, deu-se devido ao fato de os alunos terem considerado a ideia de Terra esférica, que “gira” em torno de si mesma, concomitante a um modelo de Sol estacionário. Tal noção levou os discentes a explicarem que a alternância do dia e da noite se dá mediante o movimento realizado pela Terra em torno de si, fazendo com que ora esteja voltada para o Sol e ora para a Lua. Entenderam, também, que os lados opostos do planeta estão em situações diferentes um do outro, ou seja, enquanto no Brasil é dia, no Japão é noite. Nenhum desses estudantes apresentou ideias de que a Lua descreve algum tipo de movimento. Pensam, ainda, em um céu dividido, ou seja, de um lado é dia, com a presença do Sol, e de outro é noite, com a presença da Lua e das estrelas, sendo que, para a maioria, Lua e estrelas estão relacionadas com o céu noturno. Poucos foram os que citaram que o céu diurno pode exibir a Lua e que as estrelas estão presentes, embora não sejam visíveis diuturnamente. Desse modo, os alunos que estão presentes neste quantitativo apresentaram, ao longo do processo, ideias pulverizadas e explicações que se diferenciam, mas que também se mostram respaldadas com elementos que requeiram um avanço no conhecimento. Podemos mencionar que mais da metade dos estudantes estão presentes nesta classificação.

Os resultados verificados para o modelo introdutório representam quase um quarto dos estudantes participantes. Nesta ideia, estão aqueles que apresentaram um modelo baseado na observação do céu mediante a vivência diária e desvinculado de elementos que agregam ideias na direção das cientificamente corretas. São explicações elementares, baseadas no cotidiano.

Quando comparamos os resultados com os anteriormente apresentados, no caso, do “modelo intermediário”, percebemos que esse grupo de alunos está, em sua maioria, distribuído em dois extremos de ideias: um grupo que traz elementos mais elaborados e que, em certa medida, já possui outros modelos construídos, como o de Terra esférica e com os astros em movimento. Há outro, com um percentual menor, com noções apoiadas na observação e em ideias ainda primárias. Neste caso, nossos dados vão na direção dos encontrados por Vosniadou e Brewer (1994), quando afirmam que as crianças da 5ª série (nomenclatura do autor) evidenciam maior número de modelo sintético que de modelos iniciais.

Comparamos, também, os modelos introdutórios com os modelos inconsistentes. Apesar destes últimos se mostrarem com menor número, podemos citar que estes discentes ainda não apresentaram uma noção de Terra que lhes dê respaldo em suas explicações. Estes ainda estão aquém das ideias levantadas pelos discentes que apontaram um modelo introdutório, uma vez que são estudantes que, de certo modo, não conseguiram articular suas opiniões de modo consistente e lógico. Vale destacar que são estudantes que já finalizaram uma etapa da Educação Básica, que é o Ensino Fundamental I.

Não encontramos, neste nível de ensino, alunos com “modelo integrado”, que expliquem o fenômeno utilizando-se de conceitos em correspondência ao cientificamente aceito. Entendemos tal resultado, no sentido de que, como afirmam Vosniadou e Brewer, (1994), as crianças pequenas tendem a nortear uma concepção fundada nos modelos iniciais, os quais vão sendo reconstruídos na medida em que avançam em seus estudos e experiências de vida.

4.5.2 Trânsito entre os referenciais adotados

Os alunos que revelaram possuir o “modelo introdutório”, e que mantinham uma ideia de Terra plana, continuaram a estabelecer tal pensamento quando simularam a Terra estática, com o Sol girando em torno de si mesmo, ou até mesmo subindo e descendo em relação ao horizonte. As ideias não são alteradas, mesmo quando o referencial de observação é modificado.

Podemos inferir que os cinco alunos que expressaram um “modelo mental introdutório” para explicar o ciclo dia/noite explicaram do mesmo modo como o veem no céu, não estabeleceram um trânsito em suas explicações acerca do fenômeno, a partir de diferentes referenciais. São estudantes que desenvolveram uma análise do fenômeno de modo topocêntrico, a partir da experiência cotidiana, sem associá-lo a outros conhecimentos.

Os dez estudantes que evidenciaram “modelo mental intermediário” para explicação do ciclo dia/noite possuem modos distintos de relacionar suas explicações com os diferentes referenciais. Dois estudantes não denotaram um trânsito entre os diferentes referenciais adotados, pois não conseguiram explicar o fenômeno como um observador externo ao planeta, mesmo utilizando-se de materiais para isto.

Os outros quatro discentes avançaram um pouco em suas ideias, ao dizerem que a Terra descreve movimento em torno de si, mas que o Sol também, ao girar em volta da Terra, ocasiona o dia e a noite. São estudantes que se sustentam em uma visão topocêntrica, com Sol e Lua trocando de posição no céu, mas que entendem que a Terra realiza um movimento em torno dela mesmo, sem saber como este se dá e em que medida esse movimento resulta nos fenômenos diários.

Tais estudantes foram classificados com um tipo de “trânsito aleatório”. Já os outros quatro discentes com modelos mentais “intermediários” são aqueles que expõem explicações condizentes com os referenciais adotados, ou seja, quando visto de um modo topocêntrico, explicam suas ideias relacionadas no movimento aparente do Sol no céu ao longo do dia. Todavia, quando de um ponto de vista externo ao planeta, conseguem entender que tal trajetória do Sol é devida ao movimento que a Terra descreve em torno de seu eixo imaginário e que o Sol está estacionário. Podemos considerar que estes alunos apresentam trânsito entre os referenciais adotados, pois conseguem explicar o fenômeno sustentado em elementos que advêm de conhecimentos que se articulam e integram para compor o entendimento do ciclo dia/noite.

Os três estudantes que exibiram modelos mentais incoerentes apresentaram ideias controversas quando do trânsito de referenciais. Assim, entendemos que os discentes não expressaram ideias suficientes para análise quanto ao trânsito ou não de suas explicações.

Diante da análise relacionada, levantamos quatro categorias de trânsito apresentada entre os discentes, as quais classificamos como:

- 1) Não apresenta trânsito: mediante diferentes perspectivas, não alteraram suas explicações. São aqueles alunos que explicaram o fenômeno baseado na observação diária, segundo uma visão topocêntrica.

- 2) Apresenta trânsito aleatório: entendem que a mudança de referencial altera as explicações, mas não possuem elementos para ir além, considerando movimentos aleatórios dos astros em outra perspectiva.
- 3) Apresenta trânsito: apresentam modos diferentes de explicar o fenômeno, segundo o referencial adotado. Não, necessariamente, tecem ideias totalmente coerentes, mas articulam explicações coesas a cada referencial adotado, conseguindo entender e explicar o fenômeno mediante situações topocêntricas e fora do planeta.
- 4) Não categorizados: não trouxeram ideias coerentes em suas explicações, não exibindo elementos capazes de serem classificados em alguma das categorias anteriormente levantada.

Apoiados nas categorias elencadas para o trânsito entre os diferentes referenciais, aqui abordados, e nas análises apresentadas anteriormente, mostramos no Gráfico 2 o quantitativo de alunos relativo à classificação que cada um se enquadra para o trânsito entre os diferentes referenciais abordados.

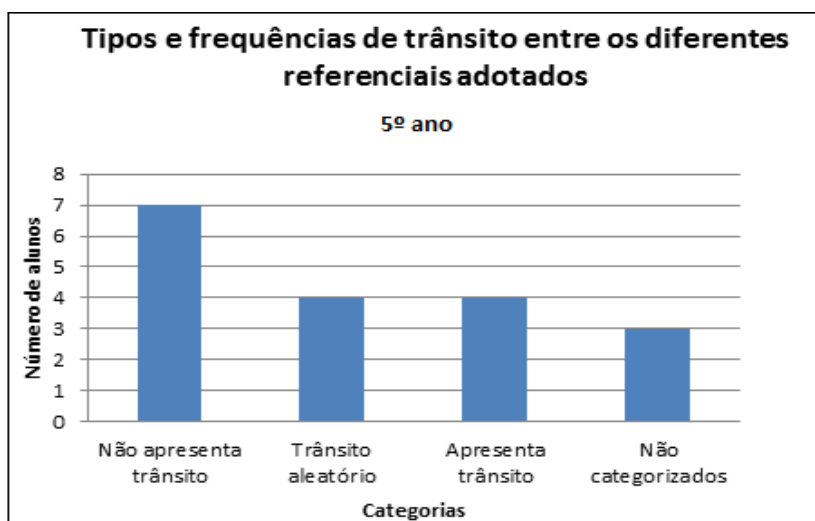


Gráfico 2 – Frequência entre os tipos de trânsitos nos diferentes referenciais adotados para explicar o ciclo dia/noite.

Fonte: os autores.

Os dados nos mostram que a maioria dos estudantes não evidenciaram trânsito em relação aos diferentes referenciais abordados, ou seja, eles não conseguiram explicar o fenômeno dia /noite mediante um observador que se encontra na Terra e outro que está localizado fora dela. Esses discentes explanaram o fenômeno por uma única via, não estabelecendo relações com os distintos referenciais.

Levando em conta essa faixa de escolaridade, o documento oficial que orienta a Educação mineira – CBC, em específico, o de Ciências da Natureza (SEE/MG, 2014a), sugere o trabalho com o tema ao longo dos anos iniciais, sendo que, no 5º ano, finalização desta etapa de escolarização, espera-se que os discentes sejam capazes de apresentar suas competências e habilidades, ao compreender que a Terra exerce um movimento de rotação em torno dela, e que estão associados na sucessão dos dias e das noites, bem como a outros fatos que ocorrem repetidamente na natureza.

A compreensão de fenômenos que ocorrem sucessivamente está, também, presente e explicitada neste documento. Ora, se tal ideia está contemplada como conteúdo para tal escolaridade, esses estudantes, ao longo desses anos, deveriam possuir condições de abordar ideias quanto à diferença de referencial, como, por exemplo: a Terra descreve um movimento, pois não está parada no espaço; tal movimento não é visto por nós daqui da superfície; quando olhamos para o céu e vemos o Sol passar sobre nossas cabeças, estamos percebendo o movimento da Terra, o qual não é sentido por nós. Estes e outros pontos associados aos fatos do cotidiano, vivenciados por todos os estudantes, agregam componentes que irão permitir com que os alunos avancem em seus conhecimentos, ao longo das novas etapas da escolarização.

Nessa direção, apenas quatro dos dezoito alunos pesquisados trazem elementos que apontam a compreensão em um trânsito nos diferentes referenciais, ou seja, apenas quatro desenvolveram as competências e habilidades necessárias para construção de novas ideias relativas aos fenômenos diários. Tal quantitativo pode levar a pensarmos que, nas etapas futuras, os discentes que ainda não desenvolveram tais aptidões encontrarão maior dificuldade em elaborar e estabelecer novas relações entre o que aprende na escola com o que vivencia no dia a dia.

Os estudantes só poderão avançar em suas ideias à medida que encontrarem elementos que, agregados às ideias que já possuem, colaborarem para a construção de outras novas. Assim, o processo de elaboração do conhecimento vai sendo construído, à medida com que ele, aluno, vai reunindo informações que lhe faça sentido e coerência com o que vive. Aí está a importância de a escola trabalhar com os discentes, ao longo de sua escolarização, temas que abordam conhecimentos tidos como base, para que, ao longo do processo, ele possa construir e reconstruir suas ideias.

5 À guisa de conclusões

Em termos gerais, no que se refere aos quatro tipos de modelos mentais por nós elencados, os discentes apresentaram o “modelo intermediário” como sendo o mais recorrente, exibindo um quantitativo acima de cinquenta por cento, dentro do universo pesquisado.

Tal dado nos leva a inferir que tais alunos evidenciaram certa incoerência em suas ideias, pois recorreram a conhecimentos advindos da experiência cotidiana, mas que também expõem justificativas ao fenômeno com certa plausibilidade, apresentando elementos do conhecimento que se aproximam ao do cientificamente correto, tais como: a forma assumida pelos astros; o movimento que alguns deles descrevem e outros conhecimentos que perpassam pelos conteúdos básicos de Astronomia.

Entendemos que a presença de tal modelo é aceitável neste nível de ensino, por entender que são estudantes que ainda têm mais anos escolares pela frente até o término de sua Educação Básica e que também, de certa forma, ainda carecem de conceitos a serem trabalhados, gerando novos conhecimentos e, conseqüentemente, novos modelos mentais.

Relativo ao trânsito entre os diferentes referenciais, verificamos que houve maior índice de estudantes que não realizou trânsito entre suas explicações acerca do fenômeno. Tal resultado se justifica, mediante o fato de serem discentes que

apresentaram um maior número de “modelo introdutório”, com explicações sustentadas na observação direta do fenômeno no céu. Além disso, devido à faixa etária neste nível de ensino, não contam ainda, em seus programas de disciplina, com temas que requeiram maior complexidade de estudo, e maior vivência de mundo, como o movimento dos astros, por exemplo, sendo este compatível para o eixo de escolaridade seguinte.

Para a elaboração de subsídios para a Educação em Astronomia, no que se refere ao trabalho com o tema dia/noite, por meio dos modelos mentais levantados, e tomando por base os referenciais assentados na superfície da Terra e fora dela, apontamos, nessa direção, algumas contribuições pautadas nos seguintes aspectos:

- 1) A sala de aula: sugestões de que o professor trabalhe atividades de observação diurna e noturna, para que o aluno perceba os astros que estão presentes no céu compõem um arranjo integrado com os movimentos descritos pela Terra, não estando, necessariamente, no mesmo lugar todos os dias. Além disso, sugerimos a construção de um calendário lunar (FRAKNOI; SCHATZ, 2002; LONGHINI; GOMIDE, 2014, 2015), por meio da observação da Lua no céu. Sugerimos também utilizar-se de atividades que envolvam a climatologia, para que entendam que nuvens, ventos e outros elementos meteorológicos, que são fenômenos que estão muito próximos, dentro da atmosfera terrestre, e que não influenciam na ocorrência do dia e da noite. Atividades que trabalhem com a espacialidade, com a noção de espaços ilimitados e com a força da gravidade, principalmente, nas séries iniciais, para que, com o avançar dos anos escolares, tal noção seja em parte superada pelas já existentes. Desenvolver atividades que recorram à história da Astronomia, para que entendam como essas formas eram pensadas e como foram sendo descobertas, o que as pessoas pensavam sobre o tema ao longo da história. Um aspecto a abordar é trabalhar com modelagem, utilizando massinha de modelar ou outro material, para ir além da dimensão plana das imagens dos livros didáticos, explorando a tridimensionalidade do mundo real e estabelecer relação entre ambas.
- 2) A escola: Utilizar de sequências didáticas que agregam trabalhos externos à sala de aula, com as de observações do céu, a exploração de imagens e modelos, que podem ser associadas e discutidas com os temas presentes nos livros didáticos.

Diante do exposto, os levantamentos aqui inferidos são representações de um pequeno grupo de estudantes, mas que fazem parte de um universo de estudantes que compõem a Educação Básica. Os modelos mentais apresentados por estes estudantes nos são importantes, para que por meio deles, tenhamos um panorama do aprendizado dos alunos relativo aos temas astronômicos, contribuindo para com o processo de aprendizagem dos discentes e com o desenvolvimento de competências e habilidades.

Referências

BORGES, T. Como Evoluem os modelos mentais. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.1, p.85-125, 1999. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/15/41>>. Acesso em: 27 ago. 2014.

- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **PCN - Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CHAMIZO, J. A. A new definition of Models and Modeling in Chemistry's teaching. **Science & Education**, 2011. Disponível em: <http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/A_New_Definition_of_Models_and_Modeling_in_Chemistry.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.
- CHIRAS, A.; VALANIDES, N. Day/night cycle: mental models of primary school children. **Science Education International**, v.19, n.1, p.65-83, 2008. Disponível em: <http://www.icaseonline.net/sei/march2008/19-1-march-2008-65_83.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2014.
- DIAKIDOY, I.A.; VOSNIADOY, S.; HAWKS, J. D. Conceptual change in astronomy: Models of the earth and of the day/night cycle in American-Indian children. **European Journal of Psychology of Education**, v.12, n.2, p.159-184, 1997.
- FERRIS, T. **O despertar na via Láctea: uma história da astronomia**. Tradução de Waltensir Dutra, Rio de Janeiro: Campus, 1990. Título original: Coming of age in the milk way.
- FRAKNOI, A.; SCHATZ, D. **El universe a sus pies: Actividades y recursos para astronomia**. 2002. Tradução de Anaida Morales-Droz et al. Edición en Español.
- FRÈDE, V.; TROADEC, B.; FRAPPART, S. The night and day cycle: Knowledge development for French children and methodological comparison. **Psychologie française**, v.54, n.2, p.153-171, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033298409000041>>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Mental models, conceptual models, and modelling. **International Journal of Science Education**. v.22, n.1, p.1-11, 2000.
- GUTIERREZ, R. Polisemia actual del concepto “modelo mental”: Consecuencias para la investigación didáctica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p.209-226, 2005.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models**. 6. ed. Cambridge, Massachusetts: Harvard University, 1983.
- KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; COLINVAUX, D.; FRANCO, C. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.2, n.3, p.185-205, 1997.
- LONGHINI, M. D.; GOMIDE, H. A. Aprendendo sobre o céu a partir do entorno: Uma experiência de trabalho ao longo de um ano com alunos de Ensino Fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.18, p.49-71, 2014.
- LONGHINI, M. D.; GOMIDE, H. A. Conhecimentos Atitudinais e Procedimentais no Processo de Aprender Astronomia a partir de Problemas: um trabalho com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.6, n.3, p.54-71, 2015.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; PALMERO, M. L. R. Modelos Mentales y modelos conceptuales em la enseñanza & aprendizaje en las ciencias. **Revista Brasileira de Investigación em Educação em Ciências**, v.2, n.3, p.84-96, 2002.

- NUSSBAUM, J. La Tierra como cuerpo cósmico. In: DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. **Ideas científicas en la infancia y la adolescência**. 2. ed. Madrid: Edições Morata, 1992. p.259-290. Tradução de Pablo Manzano.
- NUSSBAUM, J.; NOVAK, J. An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. **Science Education**, v.60, n.4, p.535-550, 1976.
- PLUMMER, J. D. A cross-Age study of children's knowledge of apparent celestial motion. **International Journal of Science Education**, v.31, n.12, 2009. p.1571-1605.
- QUINTO, T.; FERRACIOLI, L. Modelos e modelagem no contexto do Ensino de Ciências no Brasil: uma revisão de literatura de 1996-2006. **Revista Didática Sistêmica**, v.8, 2008.
- SAMARAPUNGAVAN, A.; VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental models of the Earth, Sun and Moon: Indian children's cosmologies. **Cognitive Development**, v.11, n.4, p.491-521, 1996.
- SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. MINAS GERAIS. **CBC-Currículo Básico Comum do ensino fundamental: ciências- anos finais- ciclos: intermediário e da consolidação**. 2014. Revisão de 2014. Disponível em: <<https://srefabricianodivep.files.wordpress.com/2015/02/cbc-anos-finais-cic3aancias.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2015.
- VEGA-NAVARRO, A. M. **Sol y luna, una pareja precopernicana**: Estudio del día y la noche en educación infantil. 2001. 969 f. Tese de doutorado - Departamento de Didáctica e Investigación Educativa y del Comportamiento, Universidad de La Laguna, La Laguna, 2001. Disponível em: <<ftp://tesis.bbtk.ull.es/ccssyhum/cs201.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2014.
- VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. **Cognitive Psychology**, v.24, p.535-585, 1992.
- VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental Models of the Day/Night Cycle. **Cognitive Science**, v.18, p.123-183, 1994.
- VOSNIADOU, S.; SKOPELITI, I.; IKOSPENTAKI, K. Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. **Cognitive Development**, v.19, p.203-222, 2004. Disponível em: <<http://www.homepage.psy.utexas.edu/HomePage/Class/Psy333N/Legare%20Fall%202008/Vosniadou%20-%20Elementary%20Astronomy.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

Apêndice A - Entrevista

- 1) Como é que você sabe que agora é dia?
- 2) Como você sabe que mais tarde será noite?
- 3) Como é que muda de dia para a noite? O que ocorre?
- 4) Onde é que o Sol está à noite? E durante o dia? (Baseado em Vosniadou e Brewer, 1994)
- 5) Quando é dia para você, será dia também para outra pessoa que está do outro lado do planeta? Explique (Baseado em Diakidoy; Vosniadou; Hawks, 1997)
- 6) Para você: será que a Terra se move? (Baseado em Vosniadou e Brewer, 1994)
- 7) E o Sol, ele se move? (Baseado em Vosniadou e Brewer, 1994)
- 8) Onde está a Lua durante o dia? E à noite? (Baseado em Diakidoy; Vosniadou; Hawks, 1997)
- 9) Onde as estrelas estão durante o dia? E à noite? (Baseado em Diakidoy; Vosniadou; Hawks, 1997)

Com a massa de modelar:

- 10) Represente a Terra e o Sol com a massa de modelar.
- 11) Represente onde você está localizado em nosso planeta.
- 12) Explique como ocorre o dia e a noite, utilizando seus modelos.
- 13) Para o aluno que na entrevista, citou a Lua, estrelas e outros corpos, ou outros elementos, pedir para representar e explicar a relação com o ciclo dia/noite.
- 14) Caso o aluno na entrevista, disser que Terra, Sol e Lua tenham movimento, pedir para explicar com os modelos, como esses movimentos se dão.
- 15) Represente agora você, e um colega que se encontra do outro lado do mundo. Como vocês vêem o dia e a noite?

Apêndice B - Registro gráfico, por meio de desenhos, podendo complementar com registros escritos.

- | |
|--|
| 1) Represente por meio de desenho o planeta Terra. |
|--|

- 2) Coloque em seu desenho, onde você está no planeta.
- 3) Agora, represente em seu desenho, como você vê o dia e a noite.

- 4) Agora represente o planeta, você no planeta e um colega que se encontra do outro lado do mundo. Como vocês vêem o dia e a noite?

- 5) Represente você olhando para o céu e explique como ocorre o dia e a noite.

Apêndice C - Simulação com os modelos físicos:

Situação 1:

No pátio da escola, o aluno colocará a cúpula transparente em sua cabeça e à medida que a pesquisadora for perguntando as questões, o estudante fará, com o pincel, desenhos que indiquem onde é: o nascente do Sol, onde está o Sol no meio do dia, a posição que você encontra o Sol, onde está o Sol no final do dia, onde está o Sol à noite? À medida que o aluno for marcando na cúpula suas respostas, ele vai explicando suas ideias.

Situação 2:

De volta à sala de entrevistas, o aluno com um globo terrestre e uma fonte de luz, representando o Sol, irá simular: o nascente do Sol, onde está o Sol no meio do dia, qual é a posição que você encontra o Sol, onde está o Sol no final do dia e onde está o Sol à noite. À medida que o aluno for realizando a simulação, ele vai explicando suas ideias.