

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**HANNY ANGELES GOMIDE**

**MODELOS MENTAIS DE ESTUDANTES DOS ENSINOS FUNDAMENTAL E  
MÉDIO SOBRE O DIA E A NOITE A PARTIR DE UM REFERENCIAL NA  
SUPERFÍCIE DA TERRA E FORA DELA.**

UBERLÂNDIA/MG

2017

HANNY ANGELES GOMIDE

**MODELOS MENTAIS DE ESTUDANTES DOS ENSINOS FUNDAMENTAL E  
MÉDIO SOBRE O DIA E A NOITE A PARTIR DE UM REFERENCIAL NA  
SUPERFÍCIE DA TERRA E FORA DELA**

Tese apresentada ao do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, na Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e Matemática, como requisito para a para obtenção do título de Doutora em Educação sob a orientação do Prof. Dr. Marcos Daniel Longhini.

UBERLÂNDIA/MG

2017



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- G633m  
2017      Gomide, Hanny Angeles, 1963-  
Modelos mentais de estudantes dos ensinos fundamental e médio sobre o dia e a noite a partir de um referencial na superfície da Terra e fora dela. / Hanny Angeles Gomide. - 2017.  
274 f. : il.
- Orientador: Marcos Daniel Longhini.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação.  
Inclui bibliografia.
1. Educação - Teses. 2. Astronomia (Ensino fundamental) - Estudo e ensino - Teses. 3. Astronomia (Ensino fundamental) - Pesquisa - Teses. 4. Astronomia - Formação de professores. - Teses. I. Longhini, Marcos Daniel. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

---

CDU: 37



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Av. João Naves de Ávila, 2121 - Campus Santa Mônica - Sala 1G156  
CEP: 38.408-100 - Uberlândia/MG  
Fone: (34) 3239-4212 = FAX (34) 3239-4212  
[www.ppged.faced.ufu.br](http://www.ppged.faced.ufu.br) = [ppged@faced.ufu.br](mailto:ppged@faced.ufu.br)



Ata da defesa de TESE DE DOUTORADO junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: Tese de Doutorado, número 03/2017/133, PPGED

Data: 13 de março de 2017

Discente: HANNY ANGELES GOMIDE - Número de Matrícula: 11313EDU013

Título do Trabalho: **"MODELOS MENTAIS DE ESTUDANTES DOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO SOBRE O DIA E A NOITE A PARTIR DE UM REFERENCIAL NA SUPERFÍCIE DA TERRA E FORA DELA"**

Área de concentração: Educação

Linha de pesquisa: Educação em Ciências e Matemática

Às 14 horas do dia 13 de março do ano de 2017 na sala 1G145 do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação, assim composta: Professores Doutores Juan Bernardino Marques Barrio - UFG, Rodolfo Langhi - UNESP, Eduardo Kojy Takahashi - UFU, Sérgio Luiz Miranda - UFU e Marcos Daniel Longhini -UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa Dr. Marcos Daniel Longhini apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

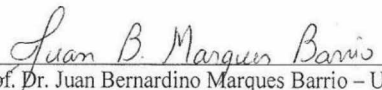
A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadore(a)s, que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais.

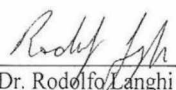
Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o(a) candidato(a) A provado(a). Sugerindo, as seguintes observações (se couber):

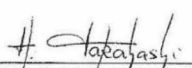
A banca compreende que o trabalho atende aos critérios para uma tese de doutorado.

Esta defesa de Tese de Doutorado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, legislação e regulamentação internas da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às 17 horas e 20 minutos. Foi lavrada a presente ata que após lida foi assinada pela Banca Examinadora.

  
Prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio - UFG

  
Prof. Dr. Rodolfo Langhi - UNESP

  
Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi - UFU

  
Prof. Dr. Sérgio Luiz Miranda - UFU

  
Prof. Dr. Marcos Daniel Longhini -UFU  
Orientador(a)

## **AGRADECIMENTOS**

Chegar ao final deste trabalho foi um processo longo, mas o qual não foi construído sozinho. As pessoas com as quais eu convivi e convivo, contribuíram direta e indiretamente na construção e conclusão desta etapa acadêmica. Não poderia deixar de mencionar o meu carinho e agradecimento a cada uma delas, mesmo não tendo seus nomes citados, mas que se sintam agradecidas, pois, estão sendo lembradas em cada um dos seguimentos que, aqui serão mencionados.

Agradeço primeiramente a Deus, manancial de vida e força para vencer os momentos difíceis e sempre seguir em frente, com a certeza de renovação e superação diária.

Ao prof. Marcos Daniel Longhini, não apenas pelas orientações, mas pela parceria que me propiciou durante estes anos, pelo crescimento e incentivo que oportunizou, contribuindo com minha experiência profissional e pessoal. Agradeço a paciência, sabedoria e os ensinamentos que teve para com esta aprendiz.

Aos professores do exame de qualificação: Juan Bernardino Marques Barrio, Sérgio Luiz Miranda, Eduardo Kojy Takahashi, pelos apontamentos, envio de materiais e contribuições para com este trabalho.

Aos professores do programa, secretários e colegas, pela convivência, presteza e discussões.

À escola, em todos os seus segmentos, que nos aceitou em suas dependências e acreditou em nosso trabalho, permitindo com que esta pesquisa fosse realizada.

Aos alunos que aceitaram a participar desta pesquisa, juntamente com seus responsáveis, autorizando na participação, sem vocês, este trabalho não seria possível.

Em especial, às minhas filhas, Mariana e Ana Laura, por serem as incentivadoras de minha trajetória, por estarem sempre ao meu lado, torcendo e vibrando em cada conquista e incentivando na superação de cada desafio. Essa vitória também é de vocês.

Aos meus familiares e amigos, pela torcida, apoio, incentivo e compreensão com as minhas ausências.

A todos, o meu muito obrigado.

## RESUMO

Esta pesquisa 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 dos Ensinos Fundamental e Médio, quando explicam tal fenômeno segundo um referencial pautado na superfície da Terra e fora dela. A pesquisa pretendeu interpretar, por meio dos modelos mentais construídos pelos discentes, suas explicações sobre o fenômeno dia/noite, contemplando: como este ciclo ocorre, quais os astros envolvidos e como se organizam no céu. Também foi questionado como os alunos explicam tal fenômeno, tomando por base um referencial na superfície da Terra e fora dela. Assim, buscamos responder: Quais modelos mentais são apresentados por estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio quando explicam o dia/noite, quando tomados da superfície da Terra e fora dela? Além disso, buscamos saber se esses mesmos estudantes transitam em suas explicações sobre o mesmo fenômeno, quando o analisam segundo diferentes referenciais. Participaram desta pesquisa 58 alunos sendo: 18 do 5º ano, que corresponde ao final do Ensino Fundamental I, 20 do 9º ano, sendo final do ensino fundamental II e 20 do 3º ano do Ensino Médio, correspondendo aos anos finais de cada etapa da Educação Básica. O estudo foi pautado em uma abordagem qualitativa, com o levantamento de autores que utilizaram dos modelos mentais sobre o dia e a noite em trabalhos com alunos, juntamente com os resultados levantados com os discentes participantes desta pesquisa. Tomamos as seguintes fontes de dados: oral - uso de entrevista semiestruturada; gráfica - registros realizados pelos discentes e, imagética- simulação com modelos físicos. Os dados foram apresentados seguindo três eixos de análise, correspondentes com os níveis de ensinos pesquisados. Para cada eixo, foram elencados quatro categorias, que são: 1- Modelos 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 visto da superfície da Terra; 4- Explicações dos alunos sobre a alternância do ciclo dia/noite visto de fora da Terra. Cada categoria foi analisada de acordo com as três fontes utilizadas. Assim, pautado nas explicações e análises dos dados dos discentes, foi elencado quatro tipos de modelos mentais, denominados de: introdutório- explicações pautadas na observação imediata do céu; intermediário- apresentam conhecimentos que agregam a experiência cotidiana, com os científicos, não sendo totalmente coerentes e plausíveis; integrado- pautados por conhecimentos com certa cientificidade; inconsistentes- são explicações pulverizadas e inconstantes, sem raciocínio plausível. De um modo geral, os resultados apontam que o maior número de modelos levantados pelos discentes é o intermediário e não houve presença do modelo integrado. Os estudantes na sua maioria apresentaram explicações sobre o fenômeno dia/noite, que transitam entre os diferentes referenciais adotados, porém, estas não são permeadas de argumentos coerentes com cada localidade de análise. Nessa direção, apontamos propostas a serem implementadas em diversos aspectos, como o trabalho articulado e coerente em sala de aula e a utilização do espaço escolar para a observação do céu.

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

## ABSTRACT

This research tried to point out subsidies for the elaboration of proposals focused on Astronomy Education, related to the teaching of the day / night theme, based on the mental models of Elementary and Middle School students, when they explain this phenomenon according to a referential based on the surface of the Earth And out of it. The research aimed to interpret, through the mental models constructed by the students, their explanations on the day / night phenomenon, contemplating: how this cycle occurs, which stars are involved and how they organize in the sky. It was also questioned how the students explain this phenomenon, based on a reference in the surface of the Earth and outside it. Thus, we try to answer: What mental models are presented by students of Elementary and Middle Schooling when explaining the day / night when taken from the surface of the Earth and outside it? In addition, we seek to know if these same students transit in their explanations on the same phenomenon, when they analyze it according to different references. Fifty-eight students participated in this study: 18 of the 5th year, which corresponds to the end of Elementary School I, 20 of the 9th year, being the end of elementary education II and 20 of the 3rd year of High School, corresponding to the final years of each stage of Education Basic. The study was based on a qualitative approach, with the survey of authors who used the mental models on day and night in work with students, together with the results obtained with the students participating in this research. We take the following data sources: oral - use of semi-structured interview; Graphical - records made by the students and, imagery- simulation with physical models. The data were presented according to three axes of analysis, corresponding to the levels of teaching researched. For each axis, four categories were listed, which are: 1- Models of Earth, Sun and other stars revealed by students; 2- Movements described by the stars; 3- Explanations of the students about the alternation of the day / night cycle seen from the surface of the Earth; 4- Explanations of the students about the alternation of the day / night cycle seen from outside the Earth. Each category was analyzed according to the three sources used. Thus, based on the explanations and analysis of the data of the students, four types of mental models were denominated, denominated of: introductory - explanations based on the immediate observation of the sky; Intermediary-present knowledge that aggregates everyday experience, with scientists, not being totally coherent and plausible; Integrated - guided by knowledge with a certain scientificity; Inconsistent-are explanations pulverized and inconstant, without plausible reasoning. In general, the results indicate that the largest number of models raised by the students is the intermediate and there was no presence of the integrated model. The majority of students presented explanations about the day / night phenomenon, which pass between the different references adopted, but these are not permeated by arguments coherent with each locality of analysis. In this direction, we point out proposals to be implemented in several aspects, such as articulated and coherent work in the classroom and the use of school space for the observation of the sky.

**Keywords:** Astronomy Teaching. Cycle day / night. Mental models. Conceptions of students.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b>	Modelo de Ptolomeu com o Universo centrado na Terra.....	26
<b>FIGURA 2</b>	Modelo de Aristarco com o Universo centrado no Sol.....	27
<b>FIGURA 3</b>	Folha de rosto do livro: Lições de Cosmographia adotado pelo colégio Pedro II.....	36
<b>FIGURA 4</b>	Segunda página do índice: Lições de Cosmographia indicando o estudo do dia e da noite.....	37
<b>QUADRO 1</b>	Presença do tema: dia e noite nos Parâmetros Curriculares Nacionais e Currículo Básico Comum /MG, das áreas de ciências da Natureza, Geografia e Física em seus respectivos níveis de ensino.....	43
<b>FLUXOGRAMA 1</b>	Elementos que constituem o modelo mental proposto por Gutierrez (2005).....	53
<b>FLUXOGRAMA 2</b>	A relação entre o mundo real e os dois tipos de modelos propostos por Chamizo (2010), através do processo de modelagem.....	54
<b>FLUXOGRAMA 3</b>	Processo de aquisição de conhecimento hipotético subjacentes das crenças de crianças da escola elementar, a respeito da alternância do dia e da noite, proposto por Vosniadou e Brewer (1994).....	63
<b>FIGURA 5</b>	Explicações sobre o ciclo dia/noite pautadas no modelo de Terra e Sol de Vosniadou e Brewer (1994).....	65
<b>FIGURA 6</b>	Modelos mentais do ciclo dia/noite, segundo Vosniadou e Brewer (1994).....	69
<b>FIGURA 7</b>	Materiais utilizados na representação do fenômeno dia/noite a partir de uma perspectiva vista de fora da Terra.....	90
<b>FIGURA 8</b>	Materiais utilizados na representação do fenômeno dia/noite a partir de uma perspectiva na superfície da Terra.....	91
<b>FLUXOGRAMA 4</b>	Estruturação da apresentação e análise dos dados.....	93
<b>FIGURA 9</b>	Modelos de Terra esférica e localização na superfície do planeta representados por alunos do 5º ano.....	96
<b>FIGURA 10</b>	Modelos de Terra esférica e localização no interior do planeta.....	97

<b>FIGURA 11</b>	Desenhos realizados pelos alunos do 5º ano sobre a forma esférica da Terra e a posição em que se encontram no planeta.....	97
<b>FIGURA 12</b>	Modelo de Terra plana e localização na superfície do planeta dos alunos do 5º ano.....	98
<b>FIGURA 13</b>	Alunos com desenho de Terra esférica, mas com modelagem com a forma plana.....	98
<b>FIGURA 14</b>	Ideia de Terra plana mantida tanto no desenho quanto na modelagem...	99
<b>FIGURA 15</b>	Modelagem de estrelas confeccionadas por estudantes do 5º ano.....	100
<b>FIGURA 16</b>	Modelos de estrelas desenhados pelos alunos do 5º ano.....	101
<b>FIGURA 17</b>	Representações de movimento dos astros pelos alunos do 5º ano.....	104
<b>FIGURA 18</b>	Modelo de Terra parada com Sol e Lua em movimento no céu.....	105
<b>FIGURA 19</b>	Modelo de Terra a girar entorno de seu eixo, entre Sol e a Lua, que permanecem estáticos e em lados opostos.....	106
<b>FIGURA 20</b>	Ideia de Sol e Lua parados e Terra girando em volta de seu eixo.....	107
<b>FIGURA 21</b>	Alternância do dia e da noite vista de uma perspectiva topocêntrica segundo Márcio.....	111
<b>FIGURA 22</b>	Alternância do dia e da noite de modo topocêntrico, com a Terra parada segundo Talia.....	112
<b>FIGURA 23</b>	Alternância do dia e da noite com modelos de Terra que rotaciona em torno de seu eixo.....	113
<b>FIGURA 24</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico do aluno Gediel.....	114
<b>FIGURA 25</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico do aluno Renê.....	115
<b>FIGURA 26</b>	Representações de Sol, Lua e estrelas, fixos no céu e em lados opostos..	116
<b>FIGURA 27</b>	Representação de Terra estacionária e astros que giram no céu.....	117
<b>FIGURA 28</b>	Explicação sobre o dia e a noite a partir do movimento de Terra vista de fora do planeta.....	120
<b>FIGURA 29</b>	Registro gráfico acerca do fenômeno dia/noite do aluno Renê.....	121
<b>FIGURA 30</b>	Registro gráfico acerca do fenômeno dia/noite do aluno Márcio.....	122

<b>QUADRO 2</b>	Consolidado das ideias apresentadas pelos 18 alunos do 5º ano e sua frequência.....	124
<b>FIGURA 31</b>	Construção do modelo 1 pautado nas ideias de Marina sobre o fenômeno dia/noite.....	125
<b>FIGURA 32</b>	Construção do modelo 2 pautado nas ideias de Nádia sobre o fenômeno dia/noite.....	127
<b>FIGURA 33</b>	Construção do modelo 3 pautado nas ideias de Renê sobre o fenômeno dia/noite.....	129
<b>FIGURA 34</b>	Construção do modelo 4 pautado nas ideias de Valda sobre o fenômeno dia/noite.....	130
<b>FIGURA 35</b>	Construção do modelo 5 pautado nas ideias de Rui sobre o fenômeno dia/noite.....	131
<b>FIGURA 36</b>	Construção do modelo 6 pautado nas ideias de Talia sobre o fenômeno dia/noite.....	132
<b>FIGURA 37</b>	Construção do modelo 7 pautado nas ideias de Márcio sobre o fenômeno dia/noite.....	133
<b>FIGURA 38</b>	Construção do modelo 8 pautado nas ideias de Violeta sobre o fenômeno dia/noite.....	134
<b>FIGURA 39</b>	Construção do modelo 9 pautado nas ideias de Emília sobre o fenômeno dia/noite.....	135
<b>QUADRO 3</b>	Modelos mentais construídos pelos 18 discentes do 5º ano sobre o fenômeno dia/noite.....	136
<b>GRÁFICO 1</b>	Tipos e frequências dos modelos mentais apresentados pelos estudantes do 5º ano.....	141
<b>QUADRO 4</b>	Ideias dos alunos do 5º ano sobre o fenômeno dia e a noite pautados em diferentes referenciais.....	145
<b>GRÁFICO 2</b>	Frequência entre os tipos de trânsitos nos diferentes referenciais adotados para explicar o ciclo dia/noite dos alunos do 5º ano.....	148
<b>FIGURA 40</b>	Modelos de Terra esférica e localização no planeta por alunos do 9º ano.....	150
<b>FIGURA 41</b>	Registros realizados por Kéven (9º ano) sobre a forma da Terra, do Sol e a localização do aluno no planeta.....	151
<b>FIGURA 42</b>	Desenhos realizados por um grupo de alunos do 9º ano sobre a forma da Terra e Sol, bem como a localização dos mesmos no planeta.....	152



<b>FIGURA 43</b>	Desenhos realizados por Isa sobre a forma da Terra, do Sol e a localização do aluno no planeta.....	153
<b>FIGURA 44</b>	Representação de estrelas no céu por alunos do 9º ano.....	154
<b>FIGURA 45</b>	Ideias de Terra em movimento representada por alunos do 9ª ano.....	156
<b>FIGURA 46</b>	Representação de alunos do 9º ano que não condizem com as ideias apresentadas sobre os movimentos dos astros.....	158
<b>FIGURA 47</b>	Representações de movimento da Terra por um grupo de alunos do 9º ano, com Sol e Lua estacionários.....	159
<b>FIGURA 48</b>	Representações de alunos do 9º ano sobre o movimento da Terra, Sol e Lua.....	160
<b>FIGURA 49</b>	Ideia de Samara sobre o movimento dos astros.....	161
<b>FIGURA 50</b>	Alternância do dia e da noite, pautados na perspectiva topocêntrica, de estudantes que não relacionaram as ideias iniciais com os registros gráficos.....	165
<b>FIGURA 51</b>	Alternância do dia e da noite com Sol e Lua em movimento em volta da Terra.....	166
<b>FIGURA 52</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Brenda e Joseilton na visão topocêntrica.....	167
<b>FIGURA 53</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Ticiane e Isa na visão topocêntrica.....	168
<b>FIGURA 54</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Amarílis na visão topocêntrica.....	169
<b>FIGURA 55</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Abreu e Kéven na visão topocêntrica.....	170
<b>FIGURA 56</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Lana e Gaspar na visão topocêntrica.....	171
<b>FIGURA 57</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Isaura e Tânia na visão topocêntrica.....	172
<b>FIGURA 58</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Nadini e Luciano na visão topocêntrica.....	173
<b>FIGURA 59</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Guido na visão topocêntrica.....	174
<b>FIGURA 60</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Gurgel na visão topocêntrica.....	175

<b>FIGURA 61</b>	Alternância do dia e da noite explicada por Leila na visão topocêntrica..	175
<b>FIGURA 62</b>	O fenômeno dia/ noite explicado por Magno e Samara visto de fora da Terra.....	178
<b>FIGURA 63</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Leila visto de fora da Terra.....	179
<b>FIGURA 64</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Luciano visto de fora da Terra.....	180
<b>FIGURA 65</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Joel e Brenda visto de fora da Terra.....	181
<b>FIGURA 66</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Lana e Gaspar visto de fora da Terra.....	182
<b>FIGURA 67</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Amarilis visto de fora da Terra.....	183
<b>FIGURA 68</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Isaura e Joseilton visto de fora da Terra.....	184
<b>FIGURA 69</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Guido e Gurgel visto de fora da Terra.....	185
<b>FIGURA 70</b>	O fenômeno dia/noite explicado por Abreu visto de fora da Terra.....	186
<b>QUADRO 3</b>	Consolidado das ideias apresentadas pelos 20 alunos do 9º ano e sua frequência.....	189
<b>FIGURA 71</b>	Construção do modelo 1 pautado nas ideias de Isa sobre o fenômeno dia/noite.....	191
<b>FIGURA 72</b>	Construção do modelo 2 pautado nas ideias de Leila sobre o fenômeno dia/noite.....	192
<b>FIGURA 73</b>	Construção do modelo 3 pautado nas ideias de Lana sobre o fenômeno dia/noite.....	193
<b>FIGURA 74</b>	Construção do modelo 4 pautado nas ideias de Nadini sobre o fenômeno dia/noite.....	194
<b>FIGURA 75</b>	Construção do modelo 5 pautado nas ideias de Abreu sobre o fenômeno dia/noite.....	195
<b>FIGURA 76</b>	Construção do modelo 6 pautado nas ideias de Isaura sobre o fenômeno dia/noite.....	196
<b>FIGURA 77</b>	Construção do modelo 7 pautado nas ideias de Guido sobre o fenômeno dia/noite.....	197

<b>QUADRO 4</b>	Modelos mentais construídos pelos discentes do 9º ano acerca do fenômeno dia/noite.....	198
<b>GRÁFICO 3</b>	Frequência dos Modelos mentais apresentados pelos estudantes do 9º ano- Eixo 2.....	200
<b>QUADRO 5</b>	Quadro 5 – Ideias dos alunos sobre o fenômeno dia/noite pautados em diferentes referenciais.....	203
<b>GRÁFICO 4</b>	Frequência entre os trânsitos nos diferentes referenciais adotados para explicar o fenômeno dia/noite dos alunos do 9º ano.....	205
<b>FIGURA 78</b>	Modelos de Terra esférica e localização na superfície do planeta representado por alunos do 3º ano do Ensino Médio.....	207
<b>FIGURA 79</b>	Desenhos dos alunos do 3º ano sobre a forma da Terra e a posição em que se encontram no planeta.....	208
<b>FIGURA 80</b>	Modelo de Terra redonda de Jane e pessoa localizada dentro do planeta, em (A) modelagem e (B) registro gráfico.....	208
<b>FIGURA 81</b>	Modelo de Terra oca da aluna Natália, em (A) modelagem e em (B) registros gráficos.....	209
<b>FIGURA 82</b>	Representação dos astros no céu segundo Enzo.....	210
<b>FIGURA 83</b>	Registros de discentes do 3º ano do Ensino Médio sobre o movimento da Terra.....	212
<b>FIGURA 84</b>	Registros de movimento dos astros segundo Natália e Gilmar.....	213
<b>FIGURA 85</b>	Registros dos movimentos dos astros segundo Jane.....	214
<b>FIGURA 86</b>	Ideia de movimento dos astros segundo Lúcio.....	215
<b>FIGURA 87</b>	Ideias de Ivo e Carlito sobre o movimento dos astros.....	216
<b>FIGURA 88</b>	Ideias de Terra e Sol em movimento com Lua estacionária segundo Marisa e Anaisa.....	217
<b>FIGURA 89</b>	Ideias de Elton, Isadora e Sandra, acerca da Terra em movimento com Sol e Lua estacionários e em lados opostos.....	218
<b>FIGURA 90</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Gilmar e Jane.....	222
<b>FIGURA 91</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Elisa.....	223

<b>FIGURA 92</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Natália.....	224
<b>FIGURA 93</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Marisa.....	225
<b>FIGURA 94</b>	Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Sandra, Enzo e Elton.....	226
<b>FIGURA 95</b>	Ocorrência do dia e da noite a partir de referencial topocêntrico, segundo Lúcio.....	227
<b>FIGURA 96</b>	Ocorrência do dia e da noite a partir de referencial topocêntrico, segundo Carlito.....	228
<b>FIGURA 97</b>	Ocorrência do dia e da noite a partir de referencial topocêntrico, segundo Daiana e Anaísa.....	229
<b>FIGURA 98</b>	Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Jane e Gilmar.....	231
<b>FIGURA 99</b>	Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Janderson, Sandra e Daiana.....	232
<b>FIGURA 100</b>	Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Lúcio....	233
<b>FIGURA 101</b>	Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Marisa...	234
<b>FIGURA 102</b>	Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Anaísa...	234
<b>QUADRO 6</b>	Consolidado das ideias apresentadas pelos 20 alunos do 3º ano do Ensino Médio e sua frequência.....	237
<b>FIGURA 103</b>	Construção do modelo 1 pautado nas ideias de Natália sobre o fenômeno dia/noite.....	238
<b>FIGURA 104</b>	Construção do modelo 2 pautado nas ideias de Jane sobre o fenômeno dia/noite.....	240
<b>FIGURA 105</b>	Construção do modelo 3 pautado nas ideias de Marisa sobre o fenômeno dia/noite.....	241
<b>FIGURA 106</b>	Construção do modelo 4 pautado nas ideias de Lúcio sobre o fenômeno dia/noite.....	242
<b>FIGURA 107</b>	Construção do modelo 5 pautado nas ideias de Valquíria sobre o fenômeno dia/noite.....	243

<b>FIGURA 108</b>	Construção do modelo 6 pautado nas ideias de Anaísa sobre o fenômeno dia/noite.....	244
<b>FIGURA 109</b>	Construção do modelo 7 pautado nas ideias de Carlito sobre o fenômeno dia/noite.....	245
<b>QUADRO 7</b>	Modelos mentais construídos pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio acerca do ciclo dia/noite.....	246
<b>GRÁFICO 5</b>	Tipos de Modelos mentais e suas frequências apresentados pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio- Eixo 3.....	248
<b>QUADRO 8</b>	Ideias dos alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre o fenômeno dia/noite pautados em diferentes referenciais.....	251
<b>GRÁFICO 6</b>	Frequência entre os tipos de trânsitos nos diferentes referenciais sobre o fenômeno dia/noite por alunos do 3º ano do Ensino Médio.....	253

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Conteúdos de Astronomia presentes nos programas do Colégio Pedro II no período de 1850 a 1951.....	35
<b>TABELA 2</b>	Tipos de respostas dos alunos em relação ao desaparecimento do Sol à noite e frequência por série.....	66
<b>TABELA 3</b>	Tipos de respostas dos alunos em relação à alternância do dia e da noite e frequência por série.....	66
<b>TABELA 4</b>	Tipos de respostas dos alunos em relação ao movimento da Lua e frequência por série pesquisada.....	67
<b>TABELA 5</b>	Tipos de respostas dos alunos em relação ao desaparecimento das estrelas durante o dia e a frequência por série pesquisada.....	67
<b>TABELA 6</b>	Modelos mentais de crianças indianas a cerca do ciclo dia/noite e a frequência de acordo com a série pesquisada.....	70
<b>TABELA 7</b>	Tipos de modelos mentais sobre o ciclo dia/noite encontrados pelos alunos e sua frequência.....	73
<b>TABELA 8</b>	Tipos de modelos mentais apresentados por alunos da Educação Infantil, bem como suas características e número de ocorrências.....	75
<b>TABELA 9</b>	Tipos de modelos mentais apresentados por alunos da 3ª Educação Primária, bem como suas características e número de ocorrências.....	76
<b>TABELA 10</b>	Características básicas e o número de Modelos Mentais dados pelos alunos, de acordo com as categorias elencadas.....	78
<b>TABELA 11</b>	Modelos mentais de crianças de acordo com as séries envolvidas.....	80
<b>TABELA 12</b>	Modelos mentais apresentados por alunos do Ensino Médio, com suas características e explicações.....	82

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
2	<b>O FENÔMENO DIA E A NOITE: ALGUNS APONTAMENTOS</b> .....	23
2.1	Uma relação entre o céu, o homem e os conhecimentos astronômicos.....	23
2.2	O tema dia e a noite no currículo e na educação nacional.....	33
3	<b>OS MODELOS MENTAIS COMO FORMA DE REPRESENTAÇÃO E COMPREENSÃO DA REALIDADE</b> .....	47
3.1	A natureza dos modelos mentais: um breve histórico.....	47
3.2	Os modelos mentais na pesquisa e no Ensino de Ciências.....	55
3.3	Pesquisas sobre os modelos mentais de estudantes a respeito do fenômeno dia/noite.....	61
4	<b>A TRAJETÓRIA DA PESQUISA</b> .....	84
4.1	A pesquisa e seus fundamentos.....	84
4.2	As questões e o objetivo da pesquisa.....	86
4.3	Ambiente da pesquisa.....	86
4.4	Procedimentos realizados para a coleta dos dados.....	88
4.5	A apresentação e metodologia de análise dos dados.....	92
5	<b>RESULTADOS E ANÁLISE</b> .....	95
5.1	Eixo1 – Ensino Fundamental I.....	95
5.1.1	Categoria 1: Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes.....	95
5.1.2	Categoria 2: Movimentos descritos pelos astros.....	102
5.1.3	Categoria 3: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial na Terra.....	108
5.1.4	Categoria 4: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial fora da Terra.....	118
5.1.5	Consolidado do eixo 1.....	123
5.1.5.1	Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência.....	123
5.1.5.2	Trânsito entre os referenciais adotados.....	143
5.2	Eixo 2 - Ensino Fundamental II.....	150
5.2.1	Categoria 1: Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes.....	150
5.2.2	Categoria 2: Movimentos descritos pelos astros.....	156
5.2.3	Categoria 3: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial na Terra.....	162
5.2.4	Categoria 4: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial fora da Terra.....	176
5.2.5	Consolidado do eixo 2.....	188

5.2.5.1	Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência.....	188
5.2.5.2	Trânsito entre os referenciais adotados.....	202
5.3	Eixo 3 - Ensino Médio.....	206
5.3.1	Categoria 1: Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes.....	206
5.3.2	Categoria 2: Movimentos descritos pelos astros.....	211
5.3.3	Categoria 3: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial na Terra.....	219
5.3.4	Categoria 4: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial fora da Terra.....	230
5.3.5	Consolidado do eixo 3.....	236
5.3.5.1	Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência.....	236
5.3.5.2	Trânsito entre os referenciais adotados.....	249
6	<b>À GUIA DE CONCLUSÕES</b> .....	256
6.1	Considerações.....	256
6.2	Contribuições.....	260
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	266
	<b>APÊNDICES</b> .....	273
	APÊNDICE A - INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS - <u>PARTE I</u> – ENTREVISTA.....	273
	APÊNDICE B - INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS - <u>PARTE II</u> – REGISTRO ESCRITO POR MEIO DE DESENHO.....	274
	APÊNDICE C - INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS - <u>PARTE III</u> – SIMULAÇÃO COM OS MODELOS FÍSICOS.....	275



## 1 INTRODUÇÃO

Início este texto apresentando o contexto em que esta pesquisa se deu, descrevendo, a partir de trabalhos anteriores, os questionamentos por nós aqui propostos. Apresento, a seguir, alguns autores que, com seus trabalhos, respaldaram nossos estudos, bem como reafirmo a relevância em estudá-los. Os questionamentos que nos levaram à formulação dos objetivos da pesquisa são relatados na sequência, e finalizo traçando a forma como o presente texto está estruturado.

Para discorrer acerca do tema que origina esta pesquisa, é preciso descrever os momentos que antecederam a ela, com o intuito de mostrar um panorama no qual este trabalho emergiu. Assim, este texto tem início a partir de duas vertentes de trabalhos relacionados com a Educação em Astronomia e que foram, de certo modo, desenvolvidas por nós, concomitantemente, ao longo dos últimos anos. A primeira delas refere-se ao trabalho com os alunos da Educação Básica, com o desenvolvimento de atividades que visam a um levantamento das ideias por eles trazidas, com base na aplicação de propostas metodológicas diferentes das desenvolvidas comumente em sala de aula. Nessa direção, assinalamos o trabalho com as Histórias Problematicadoras (GOMIDE; LONGHINI, 2013) e as atividades, ao longo de um ano, com estudantes do Ensino Fundamental, sobre o céu, na visão do entorno da escola (LONGHINI; GOMIDE, 2014a) e com os alunos do Ensino Médio (LONGHINI; GOMIDE, 2014b), que trouxeram resultados dos discentes de diferentes níveis de escolaridade, quando discutem sobre temas astronômicos.

A outra vertente está atrelada à formação docente, por meio de cursos ministrados para professores da Educação Básica, que desejam discutir os temas relativos ao ensino de Astronomia, pautados em propostas de ensino por meio de um trabalho investigativo. É o caso das Histórias Problematicadoras, projeto que foi trabalhado com professores ao longo do ano de 2011, cuja implementação e resultados estão demonstrados no livro intitulado: *Ensino de Astronomia com base em Histórias problematizadoras: uma experiência com alunos e professores em formação* (LONGHINI et al., 2014); outra proposta, com o curso de *Introdução à Astronomia para Educadores*, desenvolvido na forma de atividade de extensão, que discute conteúdos e metodologias com temas voltados para a Astronomia.

De modo geral, percebemos que as dificuldades encontradas pelos alunos em entender e explicar os temas astronômicos abordados em nossos cursos não eram, geralmente, tão diferentes quanto as relatadas pelos professores. As dúvidas, em suas devidas proporções,

eram similares. A maioria dos professores diziam ter dificuldades em ministrar os temas abordados nos currículos, uma vez que não tiveram, em sua formação inicial, disciplinas que envolvessem os conteúdos de tal área do conhecimento, ideia que corrobora o trabalho de Puzzo et.al (2004) e Longhini e Gomide (2012).

Nessa direção, fomos observando que o ensino de Astronomia que está sendo ministrado aos alunos da Educação Básica, na maioria das vezes, revela deficiências que permeiam desde a elaboração dos currículos, até a formação docente, e que refletem na sala de aula, resultando na aprendizagem dos temas abordados. Os alunos, via de regra, não conseguem estabelecer uma relação entre os temas aprendidos no ambiente escolar com os fatos cotidianos que permeiam a vida real (LONGHINI; GOMIDE, 2014b). A respeito da compreensão discente de conceitos astronômicos, Plummer e Krajcik (2010) afirmam que os alunos não entendem propriamente a natureza dos fenômenos estudados, mesmo quando são possíveis de ser observados ou mesmo com o emprego de modelos explicativos.

Foi nesse contexto que, a partir de um trabalho anterior (GOMIDE, 2012), pautado nos argumentos dos alunos sobre a curvatura da Terra, via estudo das sombras, esta pesquisa teve sua ideia inicial.

Nesse trabalho de 2012, anteriormente citado, observamos que os alunos, ao explicarem a formação das sombras em diferentes cidades brasileiras, diziam que tinham tamanhos diferentes, mas, ao simularem o que haviam dito, empregando modelos materiais, eles mexiam com o Sol (representado por uma fonte de luz) e mantinham o Brasil (representado por um modelo de mapa) em uma Terra estacionária. Quando perguntado qual astro realizava movimento, a maioria deles manifestava dúvidas se era o Sol que girava em torno da Terra ou o contrário. Mas o fato que nos chamou a atenção foram aqueles que verbalizavam ideias que estavam em acordo com o cientificamente correto, mas que, ao representá-las, empregando os modelos materiais, simulavam de modo contrário e não tinham, portanto, explicações plausíveis para sustentar suas opiniões e acabavam por expor dúvidas que tinham em relação ao tema proposto.

As atividades desenvolvidas com os alunos nesse trabalho com o estudo das sombras, utilizando a simulação com materiais, a exposição oral e escrita por parte dos estudantes, pode exemplificar tal ideia. Alguns discentes consideravam que a Terra gira em torno do Sol, mas ao, representar tal ideia usando modelos materiais, girava o Sol, e mantinham o modelo de Terra parada, tal qual temos uma visão ao olhar o céu, do local onde nos encontramos.

Assim, percebemos nesse estudo, em 2012, que as interpretações dos alunos são, muitas vezes, permeadas por um entendimento escolar limitado e que, ao buscarem explicar

os fenômenos do cotidiano, tal conhecimento não sustenta seu entendimento, fazendo com que os estudantes lancem mão de suas crenças e de seus conhecimentos prévios para explicar o fato em estudo, não avançando em sua aprendizagem. De modo geral, percebemos que eles teciam explicar suas ideias, intentando aproximar-se do cientificamente aceito, mas, ao representá-las tal como imaginam, não estabelecem relação, entre o ensinado em sala de aula com o que pensam. Observamos, também, que, para a maioria dos estudantes, não há uma relação entre os fenômenos observados no céu, em seu dia a dia, com os conceitos astronômicos estudados, pois não conseguem apropriar-se de tais conhecimentos, e possivelmente, fazer uma ligação entre ambos.

À medida que desenvolvemos novos trabalhos com os estudantes (LONGHINI; GOMIDE, 2014a; LONGHINI; GOMIDE, 2014b), percebemos que as dúvidas e os questionamentos que eles expunham vinham de conhecimentos anteriores, os quais, acreditamos, sustentam o entendimento dos diversos temas astronômicos estudados.

Um desses conhecimentos básicos, por nós identificados, era relativo à localização em que o observador se encontra para explicar as ideias acerca dos fenômenos cotidianos que permeiam a vida de todos. Ponderamos que não é tarefa simples entender o fenômeno em estudo, analisando-o com base em localidades diferentes, assim como explicar a disposição dos astros no céu, evidenciando como se movimentam uns em relação aos outros e mesmo no conjunto.

Notamos que os alunos não evidenciavam conhecimentos que expliquem os modelos de Universo seja Geocêntrico, seja Heliocêntrico. O não conhecimento sobre os astros, como a forma que possuem, os movimentos que descrevem, dentre outros, dificultavam que os discentes construíssem modelos de Universo. As ideias apresentadas sobre tais temas eram de modo isolado e aleatório, por isso, não conseguiam articular o que pensavam com o que fora ensinado. Assim, percebemos a importância de tais conhecimentos serem construídos pelos alunos, pois, para nós, são considerados como básicos na Astronomia, sem os quais, os discentes terão dificuldades em entender e, por conseguinte, explicarem os fenômenos do cotidiano, como o dia/noite, as estações do ano e outros, mediante referenciais diferentes. Não é tarefa ingênua querer que o aluno entenda tais temas, associando o que observa no céu, com o que é ensinado na escola. Temos em mente que isso requeira observação, noções de espacialidade, abstração e de referência.

No que se refere aos modelos, estes desempenham o papel, como expressa Camino (2004), de integrar a realidade com os processos de imaginação e abstração dos temas astronômicos estudados. Eles permitem a exposição da compreensão de um tema que

interligue a cognição do indivíduo com suas crenças e com a visão que tem do mundo. Explicar fenômenos, como o dia e a noite, articulando as ideias com os conceitos exigidos, em um sistema em movimento, é uma forma de o aluno mostrar como pensa a respeito do tema. Outro aspecto a ser aqui levantado é que os modelos presentes na maioria dos livros didáticos, relativos aos fenômenos astronômicos do cotidiano, abordam a perspectiva de um observador fora do planeta, como se visse a Terra numa posição externa, de longe, em um sistema articulado com os outros astros, com o Sol ocupando a posição central. Em contrapartida, os alunos veem o céu e seus fenômenos diários de outra perspectiva, ou seja, a de um observador situado em um plano, com o céu descrevendo uma abóboda sobre sua cabeça, cuja visão é do Sol e demais astros em movimento, estando a Terra “parada”, ocupando, o observador, uma posição central. Tal perspectiva é denominada Topocêntrica, uma vez que, neste referencial de concepção, os fenômenos são percebidos a partir do local onde o observador se encontra (GANGHI; DICOUSKIY; IGLESIAS, 2014 e MILONE, 2003). Trabalhos como o de Camino (2004) e Longhini; Gomide (2014b) também vão nessa direção. Supomos que não se trata de uma tarefa corriqueira levar o aluno a conseguir explicar os fenômenos cotidianos, como o dia/noite, transitando entre estes dois referenciais, ou seja, é preciso compreender de que elementos de seu raciocínio ele lança mão para conseguir explicar a ocorrência de tal fenômeno, ora da superfície de Terra, ora partindo de um ponto externo a ela.

Percebemos, ao longo dos trabalhos desenvolvidos, que a dificuldade de compreensão dos fenômenos, em tais dimensões, compõe um empecilho para a construção de significado. A incapacidade de fazer a aprendizagem construída em sala de aula valer em espaços não escolares, onde o aluno vive e aonde vai, impede o discente de apreender com significados os fenômenos observados, como, por exemplo: o ciclo dia/noite (em que o Sol “desaparece” e “reaparece” todos os dias no céu), a rotação terrestre (cujo movimento percebido visualmente é do Sol), entre outros. Para que tal distância seja minimizada, a didática das ciências utiliza ferramentas para que o processo ensino-aprendizagem seja, de certa forma, coerente com o cotidiano do estudante; nesse sentido, o emprego de modelos é uma delas.

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, pois é por meio da compreensão dessas questões que novas propostas didáticas podem ser elaboradas.

Essas ponderações delineiam os pontos a ser problematizados pela pesquisa aqui proposta, a saber: Que modelos mentais empregam estudantes de diferentes etapas dos Ensinos Fundamental e Médio, quando explicam sobre a ocorrência dos dias e das noites, tomando por base um referencial na superfície da Terra e fora dela? Em que medida os alunos, em suas explicações para o fenômeno do dia e da noite, transitam entre um referencial cujo observador se encontra na superfície da Terra e depois fora dela? Sendo assim, temos como questionamentos centrais deste trabalho: *Quais os modelos mentais apresentados por estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio sobre o tema dia/noite, pautados em referenciais na superfície da Terra e fora dela? E esses discentes transitam em suas explicações sobre o mesmo fenômeno, quando o analisam a partir desses diferentes referenciais?*

Esses questionamentos assinalam campos importantes para o estabelecimento de propostas metodológicas que venham a estimular, mediar e facilitar a construção do conhecimento e sua aplicação na vida diária escolar e extraescolar, no que se refere ao fenômeno dia/noite.

Nesse sentido, esta pesquisa objetiva trazer subsídios para a elaboração de propostas voltadas à Educação em Astronomia, no que se refere ao trabalho com o tema dia/noite, por meio dos modelos mentais revelados pelos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio, tomando por base referenciais pautados na superfície da Terra e fora dela. Para atender este objetivo geral, outros específicos, foram traçados, como por exemplo: conhecer como o dia e noite foi explicado ao longo da humanidade; analisar a abordagem dos documentos oficiais relativo ao tema dia/noite na Educação Básica; interpretar as explicações dos alunos quando discutem sobre o tema, pautados na literatura; comparar os dados com os outros, de pesquisas já publicadas e outros que se fizerem necessários.

Para responder aos questionamentos propostos, este texto está estruturado em seis partes: nesta primeira, iniciamos apresentando um panorama com uma breve explanação de trabalhos anteriores, por nós realizados, que serviram de base para que esta pesquisa se concretizasse. Citamos alguns autores que subsidiaram nossos questionamentos, bem como nosso objetivo de pesquisa.

Na segunda parte, trazemos alguns apontamentos que pautam a percepção do homem com o fenômeno dia e noite. Para isso, abordaremos algumas relações estabelecidas do homem com o céu desde seus primórdios, acompanhando-o ao longo da história. Ainda dentro deste cenário, discutimos a respeito dos diferentes modelos de referência: o Geocêntrico e o Heliocêntrico, considerando-os como referenciais importantes para o entendimento dos temas astronômicos, e as propostas de ensino atuais, que contemplam o estudo de outros referenciais para o ensino de Astronomia. Na sequência, descreveremos um panorama sobre o Ensino de Astronomia no Brasil, considerando, sinteticamente, os aspectos históricos deste ensino, abordando, também, as orientações prescritas pelos documentos oficiais, enfocando alguns aspectos do currículo e anotações pertinentes ao ensino desta área do conhecimento, para que, mediante esse panorama, se tenha um entendimento sobre as explicações dos alunos sobre fenômenos cotidianos, dentre eles, o dia e a noite. Na sequência, discorreremos como se dá o Ensino de Astronomia nas escolas brasileiras, com o intuito de apresentar um cenário de como tal ensino está sendo praticado em sala de aula. Tal discussão é relevante para que saibamos entender, mais à frente, o conhecimento que os alunos expõem sobre os temas astronômicos, dentre eles, o fenômeno dia/noite.

Na terceira parte, efetuamos uma discussão sobre os modelos mentais como forma de representação e compreensão da realidade. Para tal, iniciamos esta etapa apresentando um breve histórico sobre a natureza dos modelos, em específico, os mentais e, em seguida, delineamos uma revisão de literatura com pesquisas que abordam tais construções no Ensino de Ciências e também na Educação em Astronomia. Finalizamos com uma revisão de literatura, identificando as pesquisas que trazem resultados, com estudantes, sobre os modelos mentais a respeito do fenômeno dia/noite.

O caminho metodológico da pesquisa é elucidado na quarta parte deste trabalho. Iniciamos com fundamentos acerca da abordagem metodológica por nós empregada, retomando, a seguir, o objetivo da pesquisa e descrevendo, também, o cenário no qual ela se desenvolveu. Para finalizar esta parte, explicamos como os dados serão apresentados e analisados.

Os resultados e análise dos dados são exibidos na quinta parte, na qual os mesmos serão discutidos à luz da literatura apresentada. Na sexta parte deste trabalho, expomos as considerações finais e as respostas às quais este trabalho nos permitiu chegar. Por último, arrolamos as referências bibliográficas que subsidiaram nosso estudo. Os apêndices são expostos ao final do texto.

## **2 O FENÔMENO DIA E A NOITE: ALGUNS APONTAMENTOS**

A segunda parte desta pesquisa destina-se a apresentar, primeiramente, como o dia e a noite são percebidos pelo homem desde tempos passados e a relação que este estabelece com o céu, ao longo da história. Para isso, voltamos em alguns pontos remotos que nos são importantes. Neste texto, não é pretensão trazer um tratado histórico sobre o tema, e muito menos o que filósofos, astrônomos ou cientistas postularam em relação aos seus conhecimentos astronômicos, mas, sim, suscitar alguns pontos relevantes em relação aos fenômenos cotidianos, como o dia e a noite, que perpassam pela história. Mostraremos, também, como os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico de Universo, que pautam os entendimentos relacionados aos temas astronômicos, a partir de diferentes referenciais, têm sido entendidos ao longo dos anos, e as propostas de alguns autores em abordar estes e outros referenciais no ensino. Em seguida, contextualizamos o ensino de Astronomia no âmbito nacional, para que o tema, presente no currículo atual, seja localizado. Por fim, traremos alguns apontamentos acerca do Ensino de Astronomia, para sabermos como esses temas são abordados no ensino e em que medida estão presentes nas escolas brasileiras, e os obstáculos enfrentados pelos discentes. Assim, conseguiremos um panorama deste ensino, e entender os conhecimentos revelados pelos discentes a respeito dos temas que envolvem os fenômenos cotidianos.

### **2.1 Uma relação entre o céu, o homem e os conhecimentos astronômicos**

A Astronomia é um tema que, via de regra, desperta curiosidades no homem. É uma Ciência que permanece articulada com o ser humano, desde seus primórdios, presente à época das primeiras civilizações, até os dias atuais, perpassando pela mitologia, crenças, cultura e pelo cotidiano das pessoas. Por isso, Couper e Henbest (2009) consideram que a história da Astronomia é mais que a história da Ciência, ela é um reflexo da nossa cultura, fazendo parte de uma percepção de mundo dentro dos ideais da humanidade.

Para Koyré (2011), as teorias cosmológicas<sup>1</sup> remetem à Grécia, pois esses foram os primeiros povos a olhar para o cosmos com um olhar científico, diferente dos babilônicos, que possuíam uma estreita relação com o céu, porém apenas de modo prático. Durante séculos,

---

<sup>1</sup> É uma parte da Astronomia que estuda sobre a origem, evolução do Universo. Na visão de Koyré (2011), o estudo do cosmos não é separado do homem e nem independente das noções filosóficas, religiosas. Formam uma “unidade indivisa, não se separam e nem se opõem um do outro.” (p. 83).

esses últimos organizaram os calendários, fixaram as posições das estrelas, anotaram as posições dos planetas, o que, de certo modo, contribuiu com a previsão de acontecimentos que ocorrem na Terra, de modo prático, sem estabelecer relações com a ciência, como a conhecemos hoje. Já os gregos foram os primeiros a formular teorias explicativas para os fenômenos observáveis, pautadas nas observações e no raciocínio, levando a uma exigência intelectual, contribuindo com a visão científica.

A Astronomia, na atualidade, tem seu alicerce nos estudos desenvolvidos em séculos anteriores, como nos explica Sing (2006). O autor afirma que os primeiros elementos que deram origem ao modelo do Big-Bang e à busca de uma teoria científica para explicar o Universo tiveram seu início a partir do enfraquecimento da visão mitológica (SING, 2006, p. 14).

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 fosse 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 na sua bidimensionalidade. 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.

A organização do tempo levou o homem, em tempos passados, a construir instrumentos e monumentos para tal propósito. Um dos instrumentos a destacar é o *Mecanismo de Antikythera* (séc.I a.C.), que, de acordo com o relatado por Couper e Henbest (2009), é um artefato parecido com um relógio, que era utilizado para prever as posições do Sol e da Lua no céu. Foi descoberto em 1900, por um mergulhador grego. Nos dias de hoje, pode ser comparado a um computador primitivo.

Alguns monumentos ainda presentes na atualidade desafiam a inteligência humana quanto às suas construções, como é o caso de *Stonehenge*, localizado no sul da Inglaterra, supostamente, um local onde se realizavam rituais religiosos e se empregavam conhecimentos astronômicos (BELMONTE, 1999). Outro a destacar é a construção das três pirâmides de Gizé, feitas pelos egípcios, que foram construídas alinhadas com a estrela Polar, sendo



possível determinar as estações do ano pela sombra das pirâmides (FERRIS, 1990) e cuja obra desperta, ainda nos tempos de hoje, curiosidade.

Atualmente, como contam Couper e Henbest (2009), em regiões do Arizona, povos recorreram a observações do Sol e da Lua para conseguirem informações relacionadas com a agricultura. O Chaco Canyon era considerado, pelos povos do oeste da América do Norte, um centro cerimonial e astronômico. As pessoas se reuniam para celebrar o solstício de inverno e de verão, bem como os equinócios. Tais exemplos mostram a importante e estreita relação que o céu tinha como os povos antigos.

Retomando à Grécia antiga, Pitágoras (560-480 a.C.) tenta explicar o movimento aparente do Sol<sup>2</sup> e dos planetas, por meio da teoria dos movimentos. Para o filósofo, se o Sol descreve um movimento de leste para oeste, em volta do mundo, os planetas rotacionam, em sentidos opostos, de oeste para leste (MOURÃO, 2003). Aliás, os seguidores de Pitágoras passam a realizar importantes medições, como o raio e o diâmetro da Terra, do Sol e da Lua, que foram assinaladas como “marcos na história da Astronomia”, uma vez que, a partir delas, foi possível chegar a uma compreensão mais ampla do Universo (SINGH, 2006, p.19).

No final do século V, um dos discípulos de Pitágoras, Filolau, foi, segundo Mourão (2003, p.25), “o primeiro a imaginar que a Terra possuía um movimento próprio”. Para o filósofo, a Terra gira em volta de seu eixo num período de vinte e quatro horas, como também descreve o movimento em torno um ponto fixo no espaço. Assim, pensava que, como um passageiro em um “carrossel cósmico”, um observador aqui na Terra teria a ilusão de que os astros giram em sentido contrário ao de nosso planeta. Ele pensava que, no ponto central do “carrossel”, havia um fogo que, ressaltado por Mourão (2003), não devia ser confundido com o Sol. Apesar da estranheza em alguns aspectos, a hipótese do filósofo teve seu grande mérito em dois enfoques: o primeiro é que ele afastava a tradição da Terra como centro (Geocêntrica), e o segundo separou a sucessão do dia e da noite dos movimentos anormais dos planetas.

A cosmologia de Ptolomeu, já no séc.II, identifica, segundo Verdet (1991), as relações entre a Terra e o conjunto do céu. Ele descreve a ideia de uma Terra esférica, imóvel, que ocupa o centro do Universo, sendo que o Sol e a Lua giram ao seu redor. Estes são considerados, para Mourão (2003), como os três princípios que pautam as obras e ideias de Ptolomeu: a forma esférica do céu e da Terra; a posição central da Terra no Universo (Geocentrismo); e, por fim, o fato de nosso planeta permanecer imóvel (Geostatismo). O autor

---

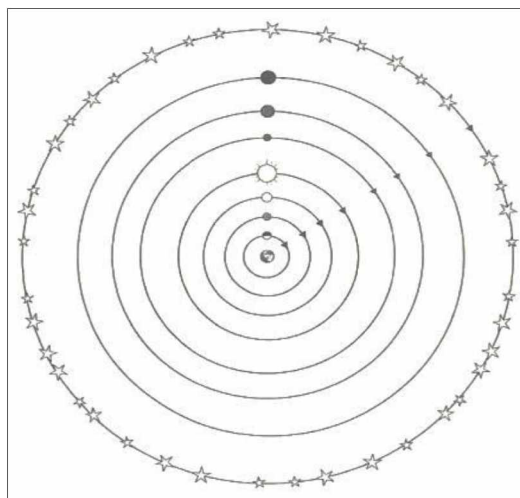
<sup>2</sup> É a trajetória descrita pelo Sol, do nascente ao poente, ou seja, é o movimento aparente do Sol no céu, a partir de um observador localizado na superfície da Terra.

ainda nos informa que o objetivo de Ptolomeu era traçar um modelo de cosmos que estivesse em conformidade com o que era observado a partir da Terra.

A ideia de Ptolomeu sobre a forma esférica assumida pelo nosso planeta é justificada, segundo Verdet (1991), na medida em que os astros (incluindo Sol e Lua) são vistos, primeiramente, para os povos que se encontram no oriente, não sendo, ao mesmo tempo, para todos os habitantes da Terra. Esse fato, hoje, é explicado pelo movimento de rotação descrito pelo nosso planeta. Ao olhar para o céu, eles viam os corpos celestes se moverem em um determinado sentido, com um movimento periódico de 24 horas. No dia seguinte, esse mesmo astro era observado quase no mesmo local visto no dia anterior. Nessa direção, as evidências astronômicas indicam uma Terra centrada na esfera celeste. Dessa forma, o céu de Ptolomeu era condizente com as observações realizadas à época, descrevendo um modelo em que a Terra ocupava uma posição central e que tudo girava ao seu redor, com trajetórias circulares. Tal modelo era compatível com o que era observado ao olhar para o céu, por isso, pode-se ponderar que o modelo Geocêntrico teve a força de idealizar um modelo de Universo, pois “nossas observações são geocêntricas” (COPÉRNICO, 1990, p.78).

Também, condizente com a época, como aponta Singh (2006), tal modelo correspondia aos conhecimentos científicos em vigor, uma vez que a explicação geocêntrica “previa a posição e o movimento de cada planeta com um grau de precisão maior do que qualquer modelo anterior” (p. 39). O modelo proposto por Ptolomeu para o Universo é ilustrado na figura 1.

Figura 1: Modelo de Ptolomeu com o Universo centrado na Terra.

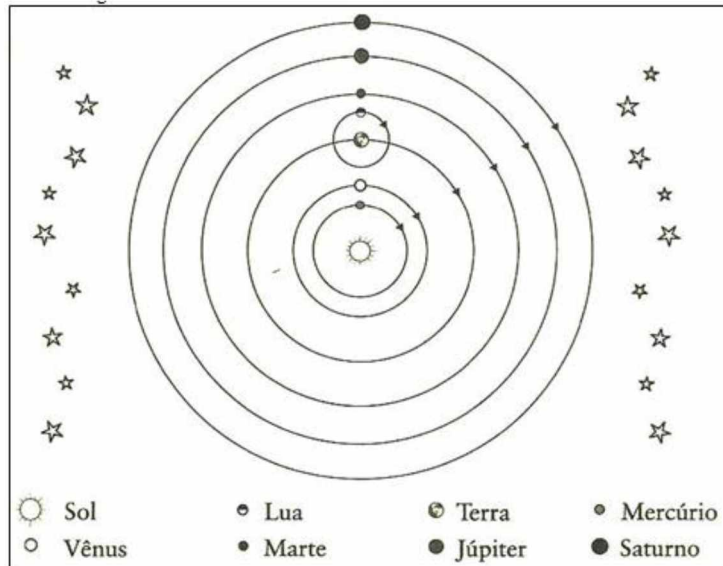


Fonte: Adaptado de Singh (2006, p. 31).

Com todo o conhecimento grego de que dispunha acerca do céu, Ptolomeu os reuniu em uma obra de treze volumes, que, de acordo com Couper e Henbest (2009, p. 75), foi intitulada de *Mathematike Syntaxis*, mais conhecida, atualmente, pelo título de *O Almagesto*. Esta foi, por quatorze séculos, uma das publicações mais buscadas por aqueles que estudaram Astronomia.

Aristarco foi o primeiro dos filósofos antigos a idealizar um modelo de movimento em que o Sol passa a ocupar uma posição central. A ideia do filósofo é comentada na obra de Singh (2006, p. 30), que aponta que o Sol está no centro do Universo e é imóvel; as estrelas fixas formam um fundo estático, também imóvel, e a Terra realiza um movimento circular em torno do Sol. Tal ideia de Universo é exposta na figura 2.

Figura 2: Modelo de Aristarco com o Universo centrado no Sol.



Fonte: Adaptado de SINGH (2006, p. 31).

A ideia de Aristarco não foi aceita pelos filósofos da época, sendo abandonada pelos 1500 anos seguintes. Singh (2006) esclarece que a não aceitação do modelo de Aristarco se deu por diferentes razões: pelos conhecimentos científicos da época; por julgar óbvio o movimento que o Sol descreve em torno da Terra, conforme o que é observado ao olhar para o céu; pelo fato de percebermos que nosso planeta se encontra estático, parado em relação ao céu; e por não ser percebida a paralaxe estelar.

Segundo Kuhn (1996), a ideia de uma Terra central e imóvel era considerada, à época, um conceito básico para o entendimento do Universo de uma forma coerente e globalizadora, e isso expressava um sistema de mundo. Os filósofos rejeitaram a visão de Aristarco, pois,

como defende Singh (2006, p.35), o modelo tradicional de Ptolomeu parecia “sensato, racional e coerente”, e estava em acordo com o lugar que as pessoas ocupavam dentro do Universo.

Mas um enigma se mostrava no céu, o qual desestruturava o modelo Geocêntrico: o movimento retrógrado de Marte, uma vez que, acompanhado constantemente no céu, parecia recuar em seu movimento, para depois, voltar a seguir sua trajetória inicial. Ptolomeu justificou tal movimento empregando a teoria dos círculos dentro dos círculos, também chamados de epíclis, mas ainda continuou com problemas na comprovação. Até o século XV, o modelo Geocêntrico ainda continuava sendo mais forte que o Heliocêntrico.

No século XVI, Copérnico, por meio de uma *reinterpretação de dados* (COPÉRNICO, 1990, grifo do autor), retomou os estudos de Aristarco, retirando a Terra do centro do Universo e propondo que estivesse em movimento em torno do Sol, contribuindo com a mudança da noção de Universo finito. Copérnico tentou outro caminho que aquele de estudiosos anteriores. Não partiu de observações, até porque não seria possível observar a Terra girando em torno do Sol. Assim, ele partiu de teorias matemáticas que dessem conta de explicar os fatos observáveis, empregando o princípio de que os movimentos celestes são circulares e uniformes. Ele teve sucesso em suas descobertas e procurou mostrar que seu sistema era coerente e mais simples que o modelo Geocêntrico proposto por Ptolomeu (COPÉRNICO, 1990). Mas não foi de imediato que os pensadores da época aceitaram as contribuições do estudo de Copérnico.

Nessa direção, a posição e movimentos descritos pela Terra e demais astros estavam sendo revistos, e Copérnico, resumidamente, estabeleceu sete princípios fundamentais de sua teoria, como citados em Mourão (2003):

1) Os corpos celestes não se deslocam ao redor do mesmo centro; 2) a Terra não é o centro do sistema do mundo, mas somente da órbita lunar; 3) o Sol é o centro do sistema do mundo; 4) em relação à distância das estrelas fixas, a distância do Sol à Terra é desprezivelmente menor; 5) o movimento aparente do céu deve-se à rotação da Terra ao redor do seu próprio eixo; 6) o aparente movimento anual do Sol no céu deve-se ao movimento da Terra e dos demais planetas ao redor do Sol; 7) as estações, e os aparentes deslocamentos retrógrados dos planetas, devem-se ao movimento da Terra e dos planetas ao redor do Sol. (MOURÃO, 2003, p.125-6).

Esses princípios permitiram a Copérnico explicar o movimento dos planetas, relacionando-os com os movimentos uniforme. Assim, com as ideias postuladas pelo filósofo, tem-se a primeira grande revolução astronômica, e a Terra deixa de ser o centro do Universo e

o Sol passa a ocupar este lugar, passando nosso planeta e os demais astros a girar em seu redor. Esse modelo, chamado de Heliocêntrico, já havia sido proposto anteriormente por Aristarco de Samos, no séc. III a.C. (COPÉRNICO, 1990).

Foi com Galileu, no século XVI, que o modelo Heliocêntrico ganhou força juntamente com os estudos de Johannes Kepler e Tycho Brahe. Em defesa do Heliocentrismo, Galileu se atreveu a retomar a teoria de Copérnico e passou a modificar a posição da Terra e do homem em relação ao cosmos. Koyré (2011) expressa que esta foi uma época que trouxe profunda revolução no pensamento humano. Desde a descoberta do cosmos, pelos gregos, até Galileu, houve mudanças de paradigma, pois o homem medieval exercia sobre a natureza um papel de contemplação, ao passo que o homem moderno procurava sua dominação. Assim, a observação e a experimentação, segundo o autor, foram os aspectos que caracterizaram a Ciência moderna, cuja origem estabelecia um estreito contato com a Astronomia.

Ao afirmar que nosso planeta se move ao redor do Sol, Galileu provoca um profundo mal estar, à época, e um confronto entre ciência e religião, pois colocou em dúvida as escrituras sagradas. Para ele, a Bíblia trazia a verdadeira palavra de Deus, mas estava longe de ser um bom livro de Astronomia.

Ainda segundo as ideias de Koyré (2011), mediante seus experimentos, Galileu intenta matematizar a Ciência, e parte da visão de que as leis da natureza são formulações matemáticas. Como aponta Sing (2006), Galileu buscou evidências a respeito dos modelos de Universo, pois, para ele, a comprovação bem definida e confirmada entre os modelos é que teria respaldo para o sucesso da teoria mais aceita. Assim, ele colabora com uma compreensão mecanicista do mundo, em que tudo se explica por figuras e movimentos. Galileu estabelece uma estreita relação entre teoria e prática, acontecendo, assim, a partir do século mencionado, um desenvolvimento tecnológico.

Galileu foi o primeiro a fazer o uso científico do telescópio e explorou os céus como nunca fora feito antes. Estudou a Lua, e percebeu as imperfeições em sua superfície; observou, ao apontar seu telescópio para o Sol, as manchas solares, fatos estes que iam na contramão do que havia sido proposto por Ptolomeu, ou seja, de que os astros eram esferas perfeitas (SING, 2006). Ao visualizar os quatro astros que orbitam Júpiter, levantou a hipótese de que, no Universo, havia outro centro que não fosse a Terra. Tais observações contribuíram para que o modelo Heliocêntrico passasse a ganhar força. Segundo o autor mencionado, Galileu atribui que o progresso da Ciência se dá por meio dos testes desenvolvidos pelas boas teorias científicas e que, com isso, as leis iam sendo reformuladas e novamente escritas, não fazendo parte de uma construção finita.

Nesse ponto da História da Astronomia, Singh (2006, p. 73) traz um fato interessante: a maioria dos Astrônomos, à época, “não conseguiram realizar o salto intelectual ou emocional para um Universo centrado no Sol” e continuaram ainda convencidos de que o Universo girava em torno de uma Terra estática.

A questão sobre qual astro ocupa a posição central no Universo é um ponto que exige grande esforço e quebra de paradigmas. Além dos conhecimentos científicos envolvidos, estar na posição central possui significados mais amplos para o homem do século XVI. A Terra, ocupando uma posição central, remete a uma ideia de poder e domínio, e descentralizá-la iria contra os dogmas da igreja, ou seja, de que Deus está no centro, gerando uma desestabilização do homem em sua existência. Para Koyré (2011, p. 91), a evolução do pensamento astronômico, na tentativa de estabelecer uma ordem à “realidade ordenada dos movimentos dos astros, subjaz à desordem das aparências”, é muito complexa e se dá ao longo da história da Astronomia. Para o autor, a noção de Universo finito nos é confortável; olhar para o céu e ver uma abóboda celeste nos dá uma ilusão de ordem, de arranjo organizado, mas idealizar um Universo sem essa ordem, cujas estrelas estão distribuídas de modo aleatório, é, sem dúvida, uma “revolução intelectual”, e provoca no homem um sentido de desestabilização, de perda de centro.

Segundo Couper e Henbest (2009), de Newton em diante, os avanços astronômicos aceleraram tanto no campo da Ciência, com a descoberta de Urano, no séc. XVIII, por William Herschel, quanto no campo tecnológico. Relativo ao último século, segundo os mesmos autores, o grande avanço se deu com a constatação de que o Universo está em expansão, a partir dos estudos de Edwin Hubble.

Diante dessas exposições, percebe-se, atualmente, que o homem não estabelece a mesma relação com o céu como nossos antepassados. Hoje, para a grande maioria, o firmamento passa despercebido, principalmente para os que vivem nas grandes metrópoles, sem tempo para tal percepção e ocupados com os afazeres da vida cotidiana. O desenvolvimento tecnológico permitiu ao homem contemporâneo não necessitar de uma observação aguçada do céu, por ter acesso a uma orientação por meio de instrumentos que realizam esta tarefa com perfeição. O fato é que, 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 estar relacionados com os céus. 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, são fontes de controvérsias e dificultam as explicações acerca dos fenômenos cotidianos. 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. Assim sendo, acreditamos que alguns aspectos são mais que importantes, são necessários para que alguns conceitos sejam apreendidos e novos conhecimentos sejam construídos. Um deles é a respeito dos movimentos dos astros observados de referenciais diferentes, como os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico para o Universo. Tais conhecimentos desencadeiam ainda controvérsias nos dias atuais, e são também motivos de obstáculos nas explicações dos alunos, por exemplo, quando explicam acerca da posição assumida pelos astros no céu. Ponderamos que esses são aspectos fundamentais para que os fenômenos astronômicos relacionados com o cotidiano das pessoas, aqui na Terra, sejam entendidos.

Para além do referencial Heliocêntrico e Geocêntrico, os fenômenos cotidianos que envolvem conhecimentos astronômicos, dentre eles, o ciclo dia/noite, podem ser explicados por meio de perspectivas distintas, como a Topocêntrica, cujo referencial é o local onde o observador se encontra.

Olhar para o céu e ver acima de nossas cabeças o Sol, a Lua e as estrelas descreverem uma trajetória na abóboda celeste, em um movimento de nascente a poente, é um fato que pode ser observado por todos os povos que se encontram em nosso planeta, e foi dessa forma que o homem antigo explicava o dia e a noite. Em Copérnico (1990), é mostrada a ideia de como o homem, na antiguidade, observava e explicava os fenômenos celestes. Segundo a obra, as explicações à época, para os fenômenos diários, eram de que “os corpos celestes giram em torno da Terra para oeste” (p.28) e que, atualmente, podemos explicar esse mesmo fenômeno, dizendo que a Terra descreve um movimento de rotação em torno de seu eixo, de oeste para leste, que dura cerca de vinte e quatro horas. Isso faz com que o conjunto formado com os demais astros no céu, que está praticamente imóvel, desloquem-se, aparentemente, quinze graus por hora, retornando à posição inicial a cada vinte e quatro horas (COPÉRNICO, 1990).

Todavia acreditamos que não é uma tarefa tão simples observar o que se vê e entender o que de fato está sendo visualizado. Devemos ter em mente que, ainda nos dias de hoje, muitas pessoas explicam a alternância entre o dia e a noite do modo como antigamente se explicava, pautados em suas ideias e concepções elaboradas a partir da observação. A posição que os astros se encontram no arranjo espacial requer do observador noções de abstração, relacionadas com conhecimentos astronômicos, que, muitas das vezes, as pessoas não os têm

de modo suficiente para apoiar o entendimento do que se vê no céu. Por isso, fatos do cotidiano, como o ciclo dia e noite, não são explicados cientificamente por todos, ou se são, muitos se utilizam de conhecimentos do senso comum para explicá-los, não conseguindo ir além, ou até mesmo, não tendo argumentos que fundamentem suas ideias.

Um dos conhecimentos que contribui com essa dificuldade de discernimento sobre tais fenômenos está relacionado com a ideia que o observador possui sobre o arranjo dos astros no Universo. O entendimento de tal noção facilita a compreensão dos modelos de Universo e, assim, dos fenômenos diários, tomados de diferentes perspectivas. Para compreender tais modelos, é necessário o conhecimento de como essas teorias se deram ao longo dos anos, portanto, os estudantes terão subsídios para explicar os fenômenos cotidianos sob diferentes pontos de vista.

Nesse sentido, pensamos que as ideias acerca dos modelos Geocêntrico e Heliocêntrico de Universo, que fundamentam os estudos astronômicos, ainda são, nos dias atuais, um desafio na aprendizagem dos temas relacionados com tal conteúdo.

É nessa direção que se dá o estudo de Liu (2005), quando analisou as ideias de alunos alemães e taiwaneses acerca de modelos de Universo, baseado na astronomia observacional. Ele intentou, também, descobrir se as ideias dos alunos descansavam sobre um dos modelos, o Geocêntrico ou o Heliocêntrico. Os resultados levantados vão na direção da construção de modelos do Universo alternativos, diferentes do cientificamente aceito. Também verificou que os estudantes entendem o Universo “real” como um espaço infinito, mas que suas discussões vêm de uma visão pautada no que é “observável”, não indo além. O autor argumenta que os modelos intermediários apresentados pelos alunos passam pela influência cultural de cada localidade pesquisada e que os modelos históricos usados como recursos didáticos podem contribuir para a reflexão, auxiliando no avanço da compreensão do modelo científico. Liu (2005) argumenta que levar os alunos a uma mudança de perspectiva é ponto importante para o desenvolvimento de conceitos. O autor afirma que:

A transição de uma visão Geocêntrica para outra Heliocêntrica é tipicamente uma mudança de perspectiva do homem; a primeira é limitada pela experiência e observação com base na superfície da Terra, ao passo que a vista heliocêntrica foi considerada como o primeiro passo que o homem ultrapassa a superfície da Terra, para visualizar o Universo. [...] Os alunos têm dificuldade semelhante para dar uma perspectiva diferente para além de onde eles estão localizados. Quando eles são capazes de mover-se a partir da perspectiva sobre a Terra para além da Terra, eles estão a caminho para a compreensão do conhecimento científico [...] (LIU, 2005, p.7, tradução nossa).



O autor afirma que atividades de observação podem vir a contribuir com o desenvolvimento da espacialidade e diminuir as ideias ingênuas.

A maioria dos temas que estudam os fenômenos cotidianos, dentre eles, o ciclo dia e noite, requer um conhecimento de tais referenciais para a explicação do fenômeno envolvido. Entender e explicar como o dia e a noite se dão possibilita que o observador articule suas ideias de pontos de vista diferentes, dependendo do referencial que adota. Ao olhar para o céu, para explicar o que vê, necessita de conhecimento astronômico, que firmados sob outra perspectiva, ou seja, a de um observador assumindo uma situação hipotética “fora” do planeta. O fenômeno do dia e da noite visto, diariamente no céu, a partir de um observador na Terra, está relacionado com a experiência diária. Já as informações acerca da esfericidade da Terra e seus movimentos não são por nós percebidos, gerando dúvidas e controvérsias nas explicações. Assim, é importante que haja discussões que propiciam a distinção entre as percepção proporcionada pela observação empírica e o conhecimento da realidade em termos teórico-conceitual. O fato é que tais conceitos e ideias não são tão simples o quanto parecem e são a base para o entendimento de fenômenos que nos rodeiam diariamente.

Para que tais ideias sejam efetivas em sala de aula e se consolidem no ambiente escolar, é necessário que os docentes tenham um panorama acerca do Ensino de Astronomia, das propostas dos documentos oficiais sobre este ensino, e os resultados levantados pelas pesquisas nessa área. Estes são elementos que veremos a seguir e que são imprescindíveis para a adoção de estratégias que proporcionem um aprendizado com sentido acerca dos temas astronômicos.

## **2.2 O tema dia e a noite no currículo e na educação nacional**

A Astronomia começou a ser ensinada no Brasil colônia, segundo Bretones (1999), com os jesuítas, mesmo não sendo uma disciplina curricular, eles foram os primeiros a ensinar os conhecimentos astronômicos no país, no início do século XVI, devido ao fato de vários deles terem conhecimentos da área. Tal formação explica-se, quando Leite et al. (2013) esclarecem que, em Portugal, a Companhia de Jesus, organização da qual faziam parte os jesuítas, abriu sua primeira aula pública nesse país em 1590, destinada à formação de pilotos marítimos, cujo ensino era apoiado na Cosmografia e na técnica do uso de instrumentos náuticos e astronômicos. Ainda segundo os autores, supõe-se que os conteúdos Astronômicos

ministrados, tanto em Portugal quanto no Brasil, eram embasados na Astronomia de posição e no sistema ptolomaico, abordando a orientação e coordenadas celestes voltadas à navegação.

O ensino dessa área do conhecimento sofreu modificações em 1759, em decorrência da expulsão dos jesuítas pelo Marques de Pombal<sup>3</sup> e foi substituído, pela coroa portuguesa, por aulas régias, conforme expressa Bretones (1999, p.10), as quais “constituíam unidades de ensino, com professor único, instaladas para determinadas disciplinas”, e as matrículas eram realizadas nas disciplinas escolhidas pelo próprio aluno.

Leite et al. (2013, p. 550) elucidam que as aulas régias “eram aulas de latim, grego e retórica que, nem de longe, chegaram a substituir o eficiente sistema de ensino organizado pela Companhia de Jesus”, pois estas eram isoladas, autônomas e sem articulação, tanto com instituições, quanto com outras disciplinas. Os autores relatam que as aulas régias foram ministradas até a criação do Colégio Pedro II<sup>4</sup>, pelo decreto de 1837, inaugurado já no Brasil império. Mostram, ainda, que tal instituição foi criada para servir de modelo ao país, com o propósito de organização do ensino secundário e a superação da fragmentação das aulas régias. A influência do ensino do Colégio Pedro II se deu até o início da república, deixando de ser escola padrão na reforma de Capanema, em 1937.

Com a vinda da família real para o Brasil, em 1808, uma das transformações ocorridas foi a criação, por Dom João VI, de cursos superiores. Especificamente em Astronomia, eram os da Academia da Marinha (1808) e o da Academia Real Militar (1810), ambos no Rio de Janeiro (BRETONES, 1999; LANGHI e NARDI, 2009).

Housome, Leite e Del Carlo (2010) realizaram uma análise nos currículos a respeito do Ensino de Astronomia no Brasil, relativa às reformas educacionais que ocorreram no período de 1850 a 1951. A referência empregada pelas autoras foram os dezoito programas de ensino do Colégio Pedro II em seus respectivos anos. As autoras elegeram sete categorias, as quais abarcam em cada uma delas os conteúdos de Astronomia presentes em cada ano da reforma. Tais dados estão apresentados na Tabela 1. A área sombreada indica a presença do tema naquele ano.

<sup>3</sup> O alvará de 28 de junho de 1759 determinou o fechamento dos colégios Jesuítas em todo Império e da Universidade de Évora. De modo geral, Pombal defendia mudanças políticas e econômicas nos domínios portugueses. Para justificar o ato da expulsão da ordem, o Marquês promoveu intensas críticas ao modelo educacional universalista. (SAVIANI, 2007).

<sup>4</sup> Colégio Pedro II, inaugurado em 1838, na cidade do Rio de Janeiro, era tido como escola padrão, até 1954, quando perdeu a função de escola modelo. Os programas de ensino deste colégio serviam de exemplo para escolas secundárias existentes no país. (HOUSOME, LEITE, DEL CARLO, 2010).

Tabela 1 – Conteúdos de Astronomia presentes nos programas do colégio Pedro II no período de 1850 a 1951.

CATEGORIAS	CONTEÚDOS	1850	1856	1858	1862	1877	1878	1882	1892	1893	1895	1898	1912	1915	1926	1929	1931	1942	1951
Observação da superfície da Terra	Céu (características gerais)																		
	Esfera celeste																		
	Coord. esféricas																		
	Instrumentos óticos																		
	Observatórios																		
	Métodos de observação																		
	Correção de observação																		
	Constelação																		
	Lua																		
	Sol																		
	Estrelas																		
Fenômenos Cíclicos	Dia e noite																		
	Estações do ano																		
	Fases da Lua																		
	Eclipses																		
	Festas móveis																		
	Calendários																		
	Marés																		
	Fuso horário																		
	Movimentos da Terra																		
	Sistema solar (geral)																		
Sistema solar	Planetas																		
	Sol																		
	Lua																		
	Meteoro, estrela cadente, bólido																		
	Satélites																		
	Cometas																		
Terra	Escala e/ou dimensões																		
	Orientação																		
	Localização no espaço																		
	Sistema de coordenadas																		
	Globo e/ou forma																		
Atração Gravitacional	Gravitação universal																		
	Orbita planetas																		
	Leis de Newton																		
	Lei de Bore																		
	Leis de Kepler																		
Universo	O Universo																		
	Estrelas																		
	Constelação																		
	Constelação Zodiacal																		
	Nebulosas																		
História e Cultura	Modelos																		
	Origem e evolução da Terra																		
	Instrumentos óticos																		
	História da Astronomia																		

Fonte – Housome; Leite e Del Carlo (2010, p. 199)

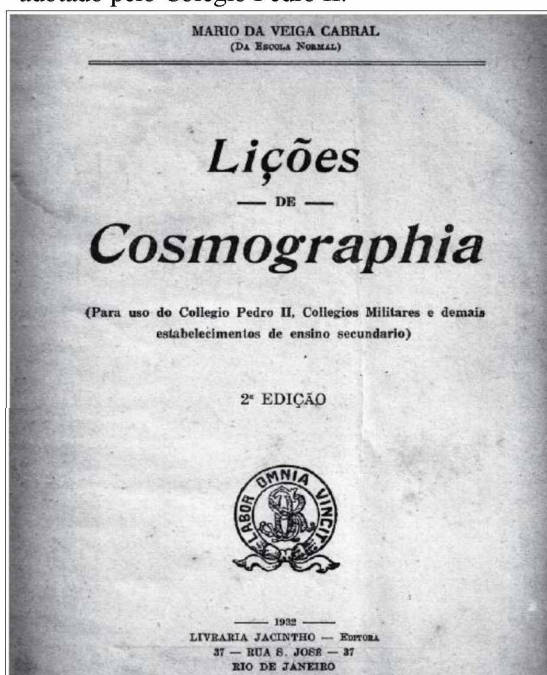
Em relação à categoria intitulada de fenômenos cíclicos, percebe-se a presença do tema desta pesquisa, o dia e a noite, a qual nos programas do colégio Pedro II, é marcante. Das dezoito propostas apresentadas, o estudo do dia e da noite está em treze delas. Podemos assim dizer que, historicamente, é um tema relevante no ensino da Astronomia.

Na categoria 7, intitulada de história e Cultura, é abordado o estudo dos modelos de Universo: o Geocêntrico e o Heliocêntrico e demais temas relacionados.

Segundo Housome, Leite e Del Carlo (2010), o início do tema na escola secundária foi identificado na disciplina de Cosmografia<sup>5</sup>, que, ao longo do tempo, não descreveu uma evolução de modo linear. O panorama descrito dentro do período estudado nos mostra que, próximo à década de 1860, eram quase ausentes de conteúdos sobre esse tema, tendo um aumento nas décadas seguintes, atingindo um maior número em 1898, voltando a oscilar nos períodos seguintes e desaparecendo por volta de 1950. Nota-se que, em 1951, os conteúdos ficaram restritos ao estudo da Terra no espaço, ministrado, segundo Leite et al. (2013) na disciplina de Geografia, e o tópico de Gravitação na disciplina de Física.

O período de 1862 à 1942 mostra que os conteúdos ligados à Astronomia tinham um destaque nos programas de ensino, como apontam Leite et al. (2013), que apresentam o amparo, nos livros didáticos específicos adotados pelo colégio Pedro II, que traziam destaques à área, como exemplificado por meio da Figura 3.

Figura 3- Folha de rosto do livro: Lições de Cosmographia adotado pelo Colégio Pedro II.



Fonte – Cabral, (1932) apud Leite et al. (2013, p.558)

<sup>5</sup> Astronomia descritiva, que envolve elementos de Astronomia e de Geodésia. (MOURÃO, 1987).



Na segunda página do índice da obra mencionada, é verificada a presença do conteúdo desta pesquisa, quando explicita sobre o estudo do dia e a noite, como mostra a Figura 4.

Figura 4- Segunda página do índice de Lições de Cosmographia, indicando o estudo do dia e da noite.

386	VRIGA CABRAL	
(II) — Systema Egypto	127	
(III) — Systema de Ptolomeu	127	
(IV) — Systema de Copernico	129	
(V) — Systema de Tycho Brahe	130	
(VI) — Systema solar	131	
Leis de Kepler	132	
Lei de Newton	136	
Lei de Bode	139	
Planetas	142	
(I) — Mercurio	149	
(II) — Venus	151	
(III) — Marte	153	
(IV) — Planetoides	156	
(V) — Jupiter	158	
(VI) — Saturno	161	
(VII) — Urano	164	
(VIII) — Neptuno	167	
Satellites	169	
Cometas	177	
(I) — Cometa de Halley	188	
(II) — Cometa de Encke	193	
(III) — Cometa de Biela	193	
(IV) — Cometa de Faye	195	
(V) — Cometa D'Arrest	196	
(VI) — Cometa de Carlos V	197	
(VII) — Cometa de Chéseaux	197	
(VIII) — Cometa de 1811	198	
(IX) — Cometa de 1843	198	
(X) — Cometa de Donati	199	
(XI) — Cometa de Coggia	200	
(XII) — Cometa de Gruls	201	
Fôrma da Terra	202	
Posição da Terra no espaço	203	
Dimensões da Terra	208	
Pontos, linhas e círculos da Terra	209	
Zonas	212	
Pontos do horizonte	214	
Orientação	215	
Coordenadas geographicas	221	
Principaes movimentos da Terra	227	
(I) — Movimento de rotação	227	
(II) — Movimento de translação	235	
Estações	240	
Os dias e as noites	243	
Meteoros cósmicos	248	
Fôrma da Lua	257	
Constituição da Lua	257	
Movimentos da Lua	265	
Phases da Lua	267	
Eclipses	270	
(I) — Eclipses da Lua	275	

Fonte – Cabral, (1932) apud Leite et al. (2013, p.560)

Em 1942, os conteúdos de Astronomia e Cosmografia, segundo Bretones (1999), passaram a fazer parte da rede de ensino dos programas de Ciências Naturais, Geografia e Física. O mesmo autor nos esclarece que, nas mudanças educacionais seguintes que

ocorreram, tais conteúdos entraram nos programas das disciplinas de Ciências e Geografia no primeiro grau<sup>6</sup>; e no segundo grau<sup>7</sup>, no programa da disciplina de Física.

A redução dos temas de Astronomia no período de 1856 a 1858, é apontada por Housome, Leite e Del Carlo (2010), em decorrência da influência dos currículos de escolas alemãs, que recomendavam o estudo das disciplinas científicas básicas, como a Física e a Química.

Em 1961, com a promulgação da 1ª Lei de Diretrizes e Bases (LDB), é instituída maior autonomia dos estados e municípios na construção das propostas curriculares, pondo fim à obrigatoriedade do currículo nacional (LEITE et al., 2013). Assim, nas décadas subsequentes, os autores citados mencionam que o ensino dos temas astronômicos na Educação Básica brasileira continuou restrito, ficando a cargo da disciplina de Geografia e em alguns tópicos, na Física. Os autores citam, ainda, que a 2ª LDB de 1971 foi marcada por projetos de ensino que preconizavam o método científico, com aulas experimentais em laboratórios, voltadas para o ensino de ciências, influência esta fundamentada nos currículos americanos.

Em 1996, a Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB-9394/96) é reformulada e passa a estabelecer as metas que embasam a Educação brasileira. O documento propõe uma educação escolar ligada ao mundo do trabalho, bem como às práticas sociais, tendo como fim o desenvolvimento de uma educação voltada para a cidadania, para garantir uma formação comum a todos e contribuir com a inserção e progressão dos estudantes no mundo do trabalho, bem como na continuidade dos estudos (BRASIL, 1996).

Elaborado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), tal documento aborda também os novos referenciais curriculares nacionais para a Educação Básica, os quais foram intitulados de Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). A finalidade dos PCNs é nortear os currículos, respeitando a diversidade regional, com o estabelecimento de diretrizes específicas para cada conteúdo, sendo que a formação do estudante deva ser voltada para o exercício da cidadania, com o desenvolvimento de habilidades e competências que contribuam com a vida cotidiana.

Atualmente, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)- Ciências da Natureza (BRASIL, 1998) norteiam o ensino de Ciências no país, contemplando, neste documento, os temas relacionados com o conteúdo de Astronomia que perpassam por quase toda Educação Básica, estando presentes na maioria dos diferentes níveis de ensino.

---

<sup>6</sup> Atualmente, Ensino Fundamental.

<sup>7</sup> Atualmente, Ensino Médio.

Tal documento aborda, no Ensino Fundamental, terceiro e quarto ciclos (sexto ao nono ano), os temas, os quais estão presentes no eixo: Terra e Universo, com discussões relativas ao Sistema Solar, Universo, planetas, dentre outros. O documento ainda ressalta a importância em relacionar os conteúdos tratados com os fatores culturais, sociais e científicos, contribuindo, desse modo, com a compreensão do cotidiano do estudante, quando indicam que:

Os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social, cultural e científico, permitindo ao estudante compreender, em seu cotidiano, as relações entre o humano e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta [...] (BRASIL, 1998, p.35).

Menciona, assim, sobre a importância em adotar temas concernentes à com a vida dos estudantes, como o ciclo dia/noite, bem como explicações que se refiram aos movimentos da Terra e ao estudo, no quarto ciclo, das teorias que contribuíram com as rupturas do modelo de Universo Geocêntrico para o Heliocêntrico. Admitem, também, que o modelo Heliocêntrico, “apesar de muito difundido, é difícil de ser compreendido” (BRASIL, 1998, p.92), pois coloca em oposição o que é observado com o que é ensinado. Sugerem que o ensino se inicie de um ponto de vista compreendido pelos alunos, e que não ignore o que eles observam. O documento também propõe que os temas sejam abordados de modo interdisciplinar, uma vez que perpassam por outras disciplinas, como a Biologia, Física, Matemática e História, colaborando para uma articulação dos conteúdos estudados, concorrendo para um entendimento mais amplo.

Esse caráter contextualizado e interdisciplinar levou à complementação das propostas curriculares, com novas orientações, em específico, para o Ensino Médio, quando sugeriram, dentro dos PCN, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, chamada de PCN+do Ensino Médio, com o intuito de complementar os PCNs, visando a uma escola em sua totalidade, com o desenvolvimento de competências e habilidades por meio dos conhecimentos disciplinares. Tal documento também enfatiza que, neste nível de ensino, a “articulação e o sentido dos conhecimentos devam ser garantidos” (BRASIL, 2000, p. 9).

Mas, afinal, o que são competências e habilidades? Partindo desse documento oficial citado, “não existe uma definição única e universal”. Segundo este, as competências são “qualificações humanas amplas, múltiplas e que não se excluem entre si; ou para a relação e a distinção entre competências e habilidades” (BRASIL, 2000, p. 15). Afirmam, também, que

estas não são restritas a um termo em específico, pois abarcam o domínio de conceitos e práticas, indo além dos temas disciplinares.

Ainda segundo o PCN+ do Ensino Médio (BRASIL, 2000), de modo geral, para cada competência, existem grupos de habilidades que se articulam de modo coerente, para que as mesmas sejam alcançadas, mas que, também, não estabelecem entre si uma relação hierárquica. O documento levanta três conjuntos de competências: comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social e historicamente os conhecimentos (p. 15). Assim, pautados no que apregoam os documentos oficiais e sem esgotar as discussões acerca dos temas, entendemos que o desenvolvimento de competência e habilidades com os discentes da Educação Básica permite que as relações entre os conhecimentos, em seu processo de escolarização, sejam articuladas e empregadas como subsídios para responder aos questionamentos do mundo físico em que vivem, contribuindo para sua formação cidadã.

No Ensino Médio, o PCN apresenta temas de Astronomia em conteúdos de Física, quando sugerido o tema estruturador: Universo, Terra e Vida. Para este estudo, estão presentes discussões que vão desde a formação do Universo, às conquistas espaciais, origem da vida, gravitação, dentre outros, que propiciam aos estudantes, nessa etapa da escolarização, “[...] uma visão cosmológica das Ciências que lhes permite situarem-se na escala de tempo do Universo.” (BRASIL, 2002, p. 78).

A proposta curricular do estado de Minas Gerais, denominada de Conteúdo Básico Comum (CBC), editada em 2008, passou por reformulações em 2014, e foi, então, denominada de Currículo Básico Comum (CBC). Tal documento norteia a Educação em Minas Gerais, com a proposição de conteúdos e demais orientações pedagógicas a serem ministradas e implantadas nas escolas estaduais mineiras.

De acordo com o CBC- Ciências da Natureza (SEE/MG, 2014a) para o Ensino Fundamental I, 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, que se dá no 5º ano, 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 a compreensão da forma e movimentos da Terra. Esses são alguns requisitos que os alunos do Ensino Fundamental I devem apresentar.

No Ensino Fundamental II, o aluno deve saber explicar a formação e a sucessão do dia e da noite, bem como diferenciar os modelos Geocêntricos e Heliocêntricos e reconhecer que partem de referenciais distintos. Essas são habilidades que requerem a consolidação por parte



dos alunos ao final do Ensino Fundamental II. O tópico “Terra no espaço” contempla tal estudo, estando presente tanto no ciclo intermediário (6º ano), quanto na consolidação (9º ano) do tema. Assim, espera-se que o aluno, ao final do 9º ano, saiba explicar acerca do fenômeno do dia e da noite, utilizando dos modelos de Universo em diferentes perspectivas.

Para o Ensino Médio, os conteúdos relativos ao fenômeno aqui pesquisado estão presentes no CBC- Física (SEE/MG,2007), no item 13, intitulado de: Força e Rotação, quando sugere o estudo do movimento dos planetas, baseado na força gravitacional. Requer dos alunos habilidades acerca do movimento aparente do Sol durante o dia e das estrelas à noite, associados ao movimento descrito pela Terra; compreender a Terra como referencial e os demais modelos do Sistema Solar ao longo da história; representar as posições de astros como: Sol, Terra, Lua, e dos planetas no Sistema Solar. Fundamentados nas habilidades exigidas pelo documento citado, ao final do 3º ano, última etapa da Educação Básica, espera-se que os estudantes tenham uma concepção mais abrangente e elaborada do tema dia e noite. Como apresentado, o estudo do ciclo do dia e da noite é recorrente nos documentos oficiais que orientam a Educação Básica, tanto em âmbito nacional, quanto estadual, estando presente nas diferentes etapas de ensino.

O CBC- Ciências da Natureza (SEE/MG, 2014a) 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 orientados por referenciais diferentes (SEE/MG, 2014a).

Os documentos mineiros também trazem no CBC-Geografia (SEE/MG, 2014b) em sua proposta de curso, temas que contemplam conteúdos de Astronomia, quando apresentam o tópico 7- Cartografia. Tal tópico infere o desenvolvimento com os discentes, de habilidades de identificação dos movimentos terrestres, como forma de entendimento e existência dos dias e noites. Para isso, propõem a introdução, aprofundamento e consolidação do tema do 6º ao 9º anos do ensino fundamental II, passando por todas as demais séries envolvidas.

Por isso, este trabalho analisa as ideias expostas pelos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental I, do 9º ano do Ensino Fundamental II e os alunos do 3º ano do Ensino Médio, por entenderem que estes são anos que pertencem aos finais das três diferentes etapas da escolarização básica.

A seguir, o Quadro 1 documenta uma síntese da presença do tema dia e noite nos documentos oficiais PCN- Ciências da Natureza; CBC- Ciências da Natureza; CBC-Geografia e CBC- Física, considerando seus respectivos níveis de ensino.

Quadro 1 – Presença do tema dia e noite nos Parâmetros Curriculares Nacionais e Currículo Básico Comum, das áreas de Ciências da Natureza, Geografia e Física, em seus respectivos níveis de Ensino.

NÍVEL DE ENSINO		PCN Conteúdos relativos ao desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes.	CBC Conteúdos/Competências/Habilidades
Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano)	1º ciclo (1º, 2º e 3º anos)	_____	* Introduzir, aprofundar e compreender a rotação da Terra e a sucessão de dias e noites e a presença de eventos repetidos na natureza (dia, noite, estações do ano, variações de temperatura ao longo de um dia e ou durante todo o ano).
	2º ciclo (4º e 5º anos)	_____	* Aprofundar, consolidar e compreender a rotação da Terra e a sucessão de dias e noites e a presença de eventos repetidos na natureza (dia, noite, estações do ano, variações de temperatura ao longo de um dia e ou durante todo o ano).
Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano)	3º ciclo (6º e 7º anos)	* Observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário. * Valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes.	* Consolidar o tema ao propor orientações pedagógicas com o uso de modelo do globo terrestre para explicar a formação dos dias e noites. * Compreender a forma da Terra e nossa localização no planeta. * Introduzir os modelos de universo: Geocêntrico e Heliocêntrico.
	4º ciclo (8º e 9º anos)	* Estabelecimento da relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico; * Comparação entre as teorias Geocêntrica e Heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII.	* Aprofundar, consolidar e diferenciar os modelos geocêntrico e heliocêntrico do Universo e reconhecê-los como modelos criados a partir de referenciais diferentes.
Ensino Médio (1º, 2º e 3º anos)	Não específica a série	<b>Terra e sistema solar</b> * Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). <b>O Universo e sua origem</b> * Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. <b>Compreensão humana do Universo</b> * Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. * Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.	* Compreender os movimentos dos planetas e satélites com base na força gravitacional. * Saber explicar o movimento do Sol ao longo do dia e das estrelas à noite como resultado do movimento da Terra. * Representar graficamente as posições relativas da Terra, da Lua, do Sol e dos planetas no sistema solar. * Compreender o vai e vem dos planetas no referencial da Terra e os diversos modelos de sistema solar ao longo da história da ciência.

Fonte – Adaptado dos PCN (BRASIL, 1998; 2002) e CBC (SEE/MG, 2007; 2014a; 2014b).

Entendemos que, nessa direção, são de grande contribuição os estudos que tratam de um Ensino de Astronomia que, de modo articulado com as questões sociais, culturais e científicas, esteja voltado para a sala de aula. Acreditamos que, assim, se cria espaço de discussões entre os discentes, com a socialização de suas ideias, propiciando o estabelecimento de relações e interações dialógicas, para que possam, a partir daí, (re) elaborar novas concepções e assumir uma postura crítica ante a realidade que os cerca. Neste âmbito, a escola é um lugar onde tais discussões podem e devem ser organizadas.

O ensino escolar de Astronomia, como defendem Latari, Puzzo e Trevisan (2004), desperta o interesse discente, que é condição-chave para aguçar a curiosidade, gerar questionamentos e instigar a busca por respostas, colaborando, assim, para o processo de ensino e aprendizagem.

Mas, se a dimensão escolar oferece oportunidades para que a Astronomia inquiete, cognitiva e intelectualmente, o discente, ela também estimula a discussão e a busca de respostas. Há quem afirme que lecionar tais temas supõe resolver problemas de conteúdo, de recursos, de métodos e de formação docente (PUZZO et al., 2004; QUEIROZ, 2005).

Como as outras Ciências, a Astronomia, segundo Langhi (2009), deve ser ensinada de forma contextualizada, na qual a construção do conhecimento científico deva estar relacionada com a atividade humana, vinculada aos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais. Contudo, mesmo relacionando pontos que comunguem com outras áreas do conhecimento, o autor nos expõe alguns aspectos que fazem do Ensino de Astronomia um campo de estudo, tais como: a exploração de espaços não formais de ensino; a observação noturna do céu, com a utilização ou não de equipamentos especiais, algo importante para o ensino desse conteúdo; a construção de materiais de observação; o estabelecimento de relações com outros segmentos, como os astrônomos amadores, no sentido de troca de dados e estudos. Esses, dentre outros, são pontos importantes e pertinentes, no sentido de que venham a contribuir com novos estudos, para que estratégias desse ensino sejam compreendidas e integradas a outros espaços, bem como aos aspectos sociais e culturais.

O trabalho de Leite e Houssome (2007) assegura que a Astronomia é abordada no Ensino Fundamental de modo tradicional<sup>8</sup>, com memorização dos conteúdos, por exemplo. Dessa forma, os alunos mantêm seus conceitos de “maneira ingênua”, ou seja, os fenômenos continuam sendo explicados da forma como o indivíduo observa e os entende, de modo

---

<sup>8</sup> Entendemos por ensino tradicional aquele cujo professor é detentor do saber e o aluno atua como sujeito passivo. Os conteúdos são transmitidos pelo professor e a memorização dos temas estudados ocorre por meio de repetição.

intuitivo, relacionado com sua concepção de mundo. Desse modo, os estudantes encontrarão dificuldades na construção de novos conhecimentos, uma vez que o ensino presente na sala de aula, muitas vezes, não estabelece relação com outros aspectos vivenciados por eles, como o cultural, o social e o histórico. Uma das possíveis explicações para este cenário pode ser encontrada no trabalho de Puzzo et.al. (2004), que nos mostra os obstáculos enfrentados por professores de Ciências do Ensino Fundamental. Os autores nos assinalam que a maioria deles são licenciados em Biologia e não contaram, em sua formação inicial, com a abordagem do tema, apesar de os conteúdos relacionados com a Astronomia se encontrarem nos programas de Ciências Naturais, segundo os documentos oficiais.

No Ensino Médio, o cenário não é diferente. Dias e Rita (2008), em pesquisa com alunos deste nível de ensino, observaram que estes desconhecem conteúdos básicos astronômicos que foram trabalhados em níveis anteriores. Os autores atribuem tal situação ao fato de existir uma carência de profissionais aptos a ministrar tais conteúdos.

Com o objetivo de investigar os conteúdos de Astronomia que estão sendo abordados por professores do Ensino Médio, Faria e Voelzke (2008) verificaram que, após uma década da promulgação da LBD 9394/96, poucas mudanças ocorreram no ensino de Astronomia para os alunos do Ensino Médio nas escolas por eles pesquisadas. Consideraram, também, que nem todos os docentes trabalham com conteúdos de Astronomia em suas aulas e os que o fazem “simplesmente transmitem” conceitos, sem estabelecer relações com o mundo em que o aluno vive. Os autores elucidam que tais observações têm relação com a graduação e a formação de professores.

Dessa forma, são muitas as dificuldades encontradas por esses profissionais ante o conteúdo, planejamento e questões metodológicas. É o que relatam Langhi e Nardi (2010), ao dizerem que a qualificação docente é necessária, não apenas em relação a conteúdo, mas também no que se refere a metodologias e outros saberes docentes. Os autores ponderam que é preciso uma formação não embasada no senso comum, mas nos resultados apontados pelas pesquisas na área de Educação em Astronomia, para que os conteúdos fundamentais sejam contemplados e cheguem às salas de aulas.

Com base em tais afirmações, questionamo-nos como, então, os alunos do Ensino Fundamental e Médio estão aprendendo temas que envolvem conhecimentos astronômicos como o dia e a noite? Eles conseguem estabelecer relações entre o que estudam com o que observam no céu? Conseguem associar os fatos cotidianos por eles vividos com os conhecimentos aprendidos na escola?

Entendemos que esses questionamentos são de grande contribuição aos estudos que abordam resultados das concepções dos alunos, pois, com tais elementos, é que se tem um panorama acerca do conhecimento dos discentes em relação aos temas de Astronomia ministrados. Só assim os docentes terão meios de, mediante os dados levantados, estabelecer estratégias de ensino que venham, de fato, a concorrer com a aprendizagem. Detectar os pontos que não foram compreendidos pelos estudantes é fator relevante para que o problema seja resolvido e impedido de se arrastar aos outros níveis de ensino. Por isso, são aqui pesquisadas as três séries que marcam o final de cada etapa de Ensino da Educação Básica, sendo o 5º ano, final do Ensino Fundamental I, o 9º ano, final do Ensino Fundamental II e o 3º ano do Ensino Médio, final da Educação Básica. Desse modo, tecemos um panorama de como esses alunos pensam acerca do fenômeno do dia e da noite, respeitando a faixa etária, as competências e habilidades propostas pelo currículo para cada nível de ensino.

Esperamos que apontemos na direção de cooperar com o trabalho docente, para que, assim, novas propostas sejam elaboradas, e de contribuir com o processo ensino-aprendizagem.

O panorama por nós à frente apresentado servirá de subsídio para a geração de diálogo acerca do fenômeno estudado, no caso, o ciclo dia/noite, com o pensamento captado por alunos, em trabalhos no campo da Educação em Astronomia.

A discussão acerca das ideias construídas pelos estudantes, por meio da análise dos modelos mentais por eles expostos, a relação que estes estabelecem com o mundo real, sua origem, bem como os autores que trabalham nesta perspectiva, tanto no Ensino de Ciências quanto na Educação em Astronomia, são fatores relevantes para esta pesquisa. É o que iremos discutir a seguir.

### **3 OS MODELOS MENTAIS COMO FORMA DE REPRESENTAÇÃO E COMPREENSÃO DA REALIDADE**

Nesta terceira parte, apresentamos uma discussão acerca dos modelos, em específico, os modelos mentais, sua origem, os vários conceitos atribuídos ao termo, apontando as ideias de alguns autores no intento de mostrar a trajetória das pesquisas com modelos na comunidade científica. Em seguida, delineamos uma revisão de literatura sobre o uso de modelos no Ensino de Ciências, em específico, os mentais, bem como os trabalhos realizados que tratam de tal enfoque. Também discorreremos sobre a utilização dos modelos mentais em pesquisas desenvolvidas na área da Educação em Astronomia. Por fim, trazemos uma revisão de literatura acerca das pesquisas que trazem resultados com os estudantes sobre os modelos mentais a respeito do ciclo dia/noite.

#### **3.1 A natureza dos modelos mentais: um breve histórico**

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).

Com fins científicos, segundo Nersessian (2007), tal palavra apareceu, pela primeira vez, em 1943, com o psicólogo e fisiologista Kenneth Craik, sendo um termo central para a ciência cognitiva contemporânea. Craik baseou suas ideias, no princípio, de que os modelos mentais são analogias dos fenômenos do mundo real; os seres humanos exploram situações imaginárias mentais a partir do que observam do meio externo; todo processo de representação é interno na mente, sendo processado no cérebro.

No início, como diria Nersessian (2007), as hipóteses de Craik tiveram pouca repercussão, pois surgiram no auge do desenvolvimento da Psicologia do Comportamento. Apenas na década de 1960, com o desenvolvimento da Psicologia Cognitiva, é que tais ideias tiveram um avanço no campo das pesquisas. A analogia entre a mente humana e um computador serviu, segundo Vosniadou (1996, p. 97), de base epistemológica para uma nova

teoria cognitiva. Para a autora, a mente é um manipulador ativo e que, por meio dos estímulos, constroem símbolos para interpretar as informações, produzindo, assim, o desempenho cognitivo. Por meio de tal analogia, houve uma combinação de métodos que resultou na produção de modelos que especificam os processos que pautam as atividades cognitivas. Dessa forma, as estruturas do conhecimento passaram a ser reveladas por meio das representações mentais.

A autora assinala três características que sustentam a base da teoria cognitiva da aprendizagem: a estratégia, a metacognição e a estrutura do conhecimento. As estratégias são importantes para que ocorra o desempenho cognitivo. Aprender a fazer exige um conjunto de habilidades e procedimentos, para que a tarefa seja executada. A metacognição está relacionada com o avanço do processamento de informações e estratégias durante o processo cognitivo. Quanto aos processos de conhecimentos, estes se baseiam em informações sequenciais e graduais, que são influenciados não apenas pela natureza dos estímulos, mas também pelos conhecimentos prévios e experiências passadas.

Vosniadou (1996) ainda aponta que os conhecimentos iniciais são base para que novos sejam construídos, facilitando, pois, a aprendizagem. Afirma, também, que tais estudos venham a contribuir com o entendimento distanciado de situações que embasam o cotidiano.

Em 1983, como citam Borges (1999) e Gutierrez (2005) 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, 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, dos quais utilizam raciocínio com esses modelos. Na concepção desta 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.



Assim sendo, a ideia de representação mental é de grande importância nessa teoria, precedendo a de modelo mental, uma vez que essa é o modo de apresentar internamente o mundo externo, e que, para interiorizarmos e construirmos esta representação interna, necessitamos de conexões com o mundo externo.

Johnson-Laird (1983) propõe três tipos de representações mentais, que são: “representações proposicionais, que são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural; modelos mentais, que são estruturas análogas do mundo; as imagens, que são os correlatos percentuais dos modelos, a partir de um ponto de vista particular” (p. 165, tradução nossa). Nesta direção, esta pesquisa se pauta nas ideias de Jhonson-Laird (1983) no uso dos modelos mentais, utilizando de diferentes fontes para a construção e explicação das ideias sobre o fenômeno proposto, que é construído é individual, inacabado e pode ser modificado à medida que novos conhecimentos se estabelecem.

Para o autor, as representações proposicionais iniciam-se com o processo de descrição e podem ser consideradas como: individual, abstrata e lógica. Por meio das imagens captadas pelo externo, o indivíduo constrói sua representação interna e a linguagem mental provoca significados próprios que projetam essas representações em modelos mentais. De modo geral, como expressa Borges (1999), tais representações simbolizam o sentido do discurso, já os modelos mentais, o contexto do discurso.

Na visão de Johnson-Laird (1983), o termo “modelo mental” pode ser definido como uma representação interna de informações que são análogas às coisas e ou aos fenômenos representados no mundo exterior. São individuais, e para um mesmo estado de coisa ou fenômenos, são refeitos, à medida que são alterados, portanto, não são únicos. Por isso, é da natureza dos modelos mentais serem incompletos e individuais. Incompletos, por estar, a cada representação externa, modificando o modelo já construído, a seleção do que é visto parte de quem o construiu e é individual, por se originar de uma representação simplificada do que é representado.

Ilustrando a ideia de Laird, pode-se recorrer ao exemplo da aeronave apresentado por Staff11 (1996), ao se referir que os modelos não são únicos, nem exatos e que de cada ideia podem surgir vários outros modelos de uma vez, mesmo que apenas um deles seja considerado válido. O exemplo, também citado por Moreira (1996), é de que uma aeronave suscita diferentes versões ligadas ao uso que podemos fazer dela: reconhecê-la, construí-la, pilotá-la, fazê-la voar, etc. O modelo também iria variar de acordo com outras dimensões como: a arte de aviação do sujeito, idade, cultura, etc. Outros, se a expressão fosse por meio de desenhos, podendo ter um avião em voo, ou representação do interior da aeronave,

mostrando o lugar dos passageiros. Cada versão deve incluir, além do núcleo do modelo, que, para Staff11 (1996), é a essência de um conceito, outras hipóteses e procedimentos, uma vez que o uso pode ser para diferentes fins, sendo apresentadas outras perspectivas de modelo. É possível que dois exemplares do mesmo modelo possam ter pouco em comum, se forem construídos para fins diferentes (STAFF11, 1996; MOREIRA, 1996).

Em sua obra, Johnson-Laird (1983) propõe uma tipologia para os modelos mentais, pela qual os distingue entre: modelos físicos e conceituais, sendo o primeiro, as ideias que “representam o mundo físico” e o segundo, a representação dos “assuntos abstratos” (p. 422, tradução nossa). Indica, também, que os modelos físicos devem ser divididos em seis tipos que são: modelo relacional; espacial; temporal; cinemático; dinâmico e imagem. Para o autor, estes tipos, com exceção da causalidade, correspondem diretamente ao mundo físico, representando as “situações perceptíveis” (p.423, tradução nossa). Os modelos conceituais são diferenciados em quatro tipos: monádico; relacional; metalinguístico e o conjunto teórico. Para o autor, os tipos de modelos mentais evidenciam a natureza fundamental desta teoria.

Embora Laird apresente os tipos e subtipos de modelos mentais, também afirma que “os processos pelos quais o discurso é produzido ou compreendido não diferem notavelmente entre as afirmações factuais e as fictícias [...]” (p.430, tradução nossa), ou seja, para ele, semelhante ao que indica Moreira (1996, p. 210), “é a pesquisa que vai dizer como são os modelos mentais que as pessoas têm na cabeça”; eles não possuem uma estrutura padrão.

Conforme explica Nersessian (2007), a teoria de Johnson-Laird é pautada na psicolinguística, propondo que as situações modelo baseadas nas narrativas sejam descritas pelas expressões linguísticas, que auxiliam no raciocínio do leitor sobre uma determinada situação. A autora cita os princípios da teoria de Laird, que são: um modelo de discurso, que é uma forma de modelo mental e estabelece relação com a situação descrita pela narrativa. Na construção e reorganização de um modelo, o indivíduo combina o conhecimento pré-existente com o real que, por meio de mecanismos subentendidos do pensamento, integra as informações que já possuía com as existentes na narrativa. Nessa direção, os modelos descrevem as situações possíveis expressas por uma narrativa.

Em outra vertente, o artigo de Norman, presente na obra de Gentner e Stevens, citado por Moreira (1996, p.200), sugere algumas características de modelos mentais que são: incompletos e instáveis, ou seja, as pessoas se esquecem dos detalhes quando estes não são lembrados por um determinado tempo; não têm fronteiras bem definidas, podem ser confundidos uns com os outros; não são científicos; são, na maioria, reduzidos, com menor complexidade mental.

Para Norman, citado por Moreira (1996), os modelos mentais são construções também individuais para explicar os fenômenos físicos. Estes devem ser funcionais e evoluem naturalmente, à medida que a pessoa vai modificando seu modelo mental anterior, ou seja, é um processo contínuo. Assevera, também, que o conhecimento e a experiência limitam o modelo construído.

O autor distinguiu modelos mentais de modelos conceituais, entendendo este último como uma invenção para a compreensão dos sistemas físicos; normalmente, são representações precisas e completas de tais princípios e que servem como instrumentos para o entendimento de tais sistemas. São, normalmente, utilizadas por professores e outros profissionais que necessitam de explicar algum tipo de sistema físico (MOREIRA, 1996).

É fundamental deixar claro que as concepções de modelos conceituais propostos por Norman se diferem das de Johnson-Laird, como fica explícito no texto de Moreira (1996). Para Laird, os modelos conceituais são aqueles presentes na cabeça das pessoas, relativos às ideias abstratas em relação aos estados físicos, e que estão figurados nos modelos físicos.

Essa e outras ideias propostas por Norman a respeito dos modelos mentais revelam concepções contrárias em relação às apoiadas por Johnson-Laird, mas que, apesar de diferenças existirem, Gutierrez (2005) cita que, nas obras de tais autores, há pontos semelhantes e essenciais, que proporcionam uma unidade na construção da Ciência Cognitiva. São eles:

- a) Os objetivos funcionais do modelo mental, que é a explicação do comportamento de modelagem do sistema físico e prever estados futuros do sistema físico modelizado.
- b) blocos de construção essenciais da nova construção, que são:
  - I.- A primeira representação do sistema físico ou o "estado do mundo", que quer para modelar.
  - II.- Uma segunda representação do primeiro derivado, que tem um sistema de inferência que permite prever os estados futuros do sistema modelado.
  - III.- A segunda representação tem a capacidade de executar mentalmente (simulação Mental), para que se possa comparar o comportamento do sistema de modelagem que teria o sistema físico "real" através do lançamento operação (GUTIERREZ, 2005, p.211, tradução nossa).

Em seu trabalho, Moreira (1996) apresenta, em uma revisão de literatura sobre outros autores, além dos já anteriormente citados, que trouxeram à época, nas décadas de 1980 e 1990, propostas teóricas acerca do termo: “modelos mentais”. Por exemplo, Williams, Hollan e Stevens, em 1983, definiam os modelos mentais como sendo “um conjunto de objetos autônomos conectados” (apud MOREIRA, 1996, p. 205), ou seja, para a compreensão de uma ideia, o sujeito realiza uma conexão de vários modelos mentais adjacentes que iriam compor um modelo mental mais abrangente, e que este pode ser explicado pela decomposição de outros

modelos mentais, chamados de subjacentes. Estes, por sua vez, seriam de nível “mais baixo”, quando comparados com os modelos abrangentes.

Também no ano de 1983, outros, como Kleer e Brown, também citados por Moreira (1996), desenvolveram modelos para a compreensão do funcionamento de modelos mecânicos, os quais denominaram de modelos mentais mecanísticos, ainda que julgassem difícil a construção de tais modelos.

Moreira (1996) apresenta o trabalho de Ibrahim Halloun, que, na segunda metade da década de 1990, recorre ao termo “modelagem esquemática”. Para Moreira (1996), a ideia proposta por Halloun é a mesma de Johnson-Laird, apesar de ressaltado o processo de modelagem. Halloun assegura que tal termo é básico no processo de cognição, sendo empregado para construir e usar o conhecimento no mundo real (MOREIRA, 1996, p.207). É também entendido como um processo de aprendizagem que compreende uma série de etapas e elementos de um sistema que colaboram na construção e avaliação de um modelo mental.

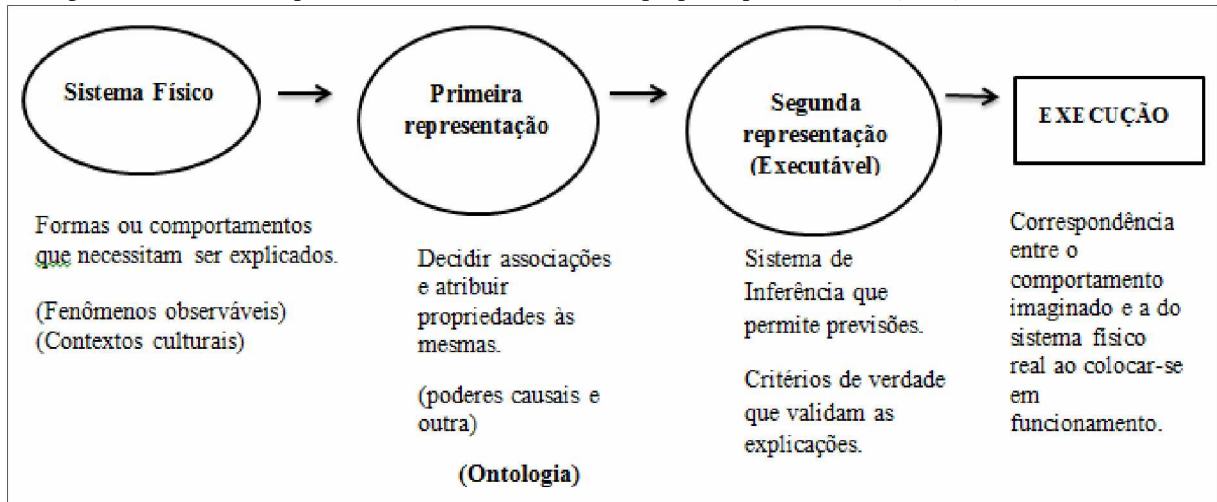
Estudos mais recentes mostram que existem algumas razões que dificultam a definição de modelos mentais. Para Rapp (2005), algumas delas são listadas abaixo:

Em primeiro: [...] São conceitos abstratos que não podem ser observados diretamente; só podemos fazer afirmações sobre eles através de associações lógicas com comportamento observável. Segundo, os modelos mentais são representações dinâmicas que podem mudar ao longo do tempo [...]. Terceiro, os modelos mentais foram definidos de maneiras variadas, devido às diferentes vertentes de pesquisa [...]. A quarta questão, [...] é que, embora os modelos mentais sejam invocados para descrever processos de compreensão, estes podem facilitar e inibir o desempenho bem sucedido. Os indivíduos frequentemente desenvolvem modelos com defeitos ou imprecisos (RAPP, 2005, p.45-46, tradução nossa).

O autor mencionado conceitua, de modo geral, que os modelos são definidos como “organizações conceituais, com informações na memória” (p. 45), sentido este, anteriormente já apresentado por Borges (1999), quando diz que modelo mental é aquele que existe na mente de alguém.

A construção de modelos mentais, em termos operativos, é proposta por Gutierrez (2005), envolvendo três elementos, que são: um primeiro, que é relativo às crenças e aos interesses em empregar o modelo, chamado pela autora de Ontológico; outro, com inferências que permite a explicação e critérios de verdade que os validem; e um terceiro, que permite a comparação entre o sistema físico e real, com a simulação do modelo mental que está sendo construído na mente do indivíduo. Tais etapas são ilustradas no fluxograma 1.

Fluxograma 1- Elementos que constituem o modelo mental proposto por Gutierrez (2005).



Fonte – Gutierrez, R. (2005, p.213, tradução nossa).

Apesar dos vários significados acerca do tema, a autora mencionada considera que, quando se trata dos elementos que o constituem, os modelos assumem um sentido único.

Outra ideia cogitada para o termo é a proposta por Chamizo (2010; 2011), quando relata que modelos são mediadores que podem ser modificados em sua relação com o mundo real, sendo que esta é bidirecional, ou seja, não apenas os modelos são alterados, como também o mundo real está se alterando continuamente. O autor entende os modelos como um processo interativo que permite revisar e modificar os pressupostos básicos destes. Chamizo (2011) deixa claro que a visão de modelo como instrumento, por ele aventada, não é a de uma interpretação clássica; outros elementos são considerados, propiciando uma nova visão acerca do tema.

O autor identifica dois tipos de modelos: os mentais e os materiais. Compreende como modelos mentais aqueles que são as representações realizadas na mente dos indivíduos para explicar uma determinada situação. Segundo ele, os modelos são os precursores das ideias prévias ou concepções alternativas. Os materiais são aqueles construídos para se comunicarem com outras pessoas; são também chamados de protótipos, por serem empíricos, ou seja, baseados na experiência.

A relação entre os tipos de modelos propostos pelo autor com mundo real, por meio do processo de modelagem, está representada no fluxograma 2.

Fluxograma 2- A relação entre o mundo real, e os dois tipos de modelos proposto por Chamizo (2010), através do processo de modelagem.



Fonte – Chamizo, J.A. (2010; 2011, tradução nossa).

Os tipos de modelos ilustrados nas caixas estabelecem uma relação com o mundo real por meio dos questionamentos travados com este, cujo modelo mental é o primeiro a ser construído. As setas indicam o processo de modelagem, com sentido bilateral, sendo que uma das extremidades representa as perguntas que partem do indivíduo e que dependem da estrutura mental que este possui. No outro sentido, a seta indica a configuração que o indivíduo possui do mundo, assumindo um caráter empírico. Assim, os modelos se constroem contextualizando uma parte do mundo real, com um objeto específico, sendo o conhecimento o resultante dessas ligações (CHAMIZO, 2010, 2011).

Pode-se observar que é extensa a literatura acerca dos modelos mentais, mas percebe-se também que, apesar da dificuldade de consenso do termo, ele possui, além da especificidade de cada área em estudo, alguns elementos em comum que fazem com que os autores recentes amplifiquem suas definições utilizando-se de bases teóricas da década de 1980 e 1990, como por exemplo, a de Johnson-Laird, de Norman, de Kleer e Brown, Gilbert & Boulter dentre outros.

Os modelos podem, conforme aponta Gilbert (2007), ser colocados como vários níveis de representações, pois funcionam como uma ponte entre a teoria científica e o mundo real, podendo atuar como interpretações simplificadas de um determinado fenômeno, produzidos para fins específicos, como também podem ser idealizações de uma realidade como imaginada, pautada em abstrações teóricas.

Na mesma direção, Rapp (2005) também evidencia que os modelos mentais estão em movimento, gerando hipóteses, resolvendo problemas e transferindo conhecimentos para novos domínios. Segundo o autor, o termo combina o conhecimento armazenado com nossas

experiências imediatas e podem ser acessados e implementados em uma variedade de circunstâncias, assumindo, nesse caso, uma função integradora entre as informações e conhecimentos existentes. O autor menciona que as representações explicitadas por meio dos modelos são utilizadas pelos Educadores da Ciência para descrever um entendimento da compreensão do material educativo.

Assim, no âmbito educacional, os modelos mentais funcionam como uma importante ferramenta para o estudo da aprendizagem no Ensino de Ciências, embora a cognição individual não seja o único fator envolvido na aprendizagem, é pois, considerada uma característica central deste processo (CLEMENT, 2000). Uma vez tendo como base a teoria cognitiva, os modelos irão permitir ao aluno expor suas ideias dos fenômenos cotidianos, por exemplo, por meio da compreensão do mundo que o circunda.

O estudo desses modelos no Ensino de Ciências e, em específico, no Ensino de Astronomia, é o que iremos abordar a seguir.

### **3.2 Os modelos mentais na pesquisa e no Ensino de Ciências**

A importância desempenhada pelos modelos, na Ciência, é que eles podem ser utilizados como instrumentos que contribuam na construção das teorias. São empregados na descoberta científica, devido ao seu caráter preditivo e explicativo, uma vez que colaboram com a construção e elaboração de hipóteses sobre o mundo físico (VOSNIADOU, 2002).

A autora demarca três das várias funções que os modelos mentais desempenham no sistema cognitivo humano: “eles auxiliam na construção de explicações; atuam como mediadores na interpretação e aquisição de novas informações; e como ferramentas que permitem a experimentação e revisão da teoria” (VOSNIADOU, 2002, p.341). Assim, a utilização de modelos mentais no Ensino de Ciências é um instrumento que vem a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que são utilizados nas situações de resoluções de problemas, nas explanações sobre situações em que o conhecimento físico está de certo modo implícito e são importantes no desenvolvimento e nas mudanças conceituais, auxiliando na construção de teorias, conforme expressa a mesma autora.

Os modelos também funcionam como uma ligação entre as teorias científicas e o mundo real, desempenhando um papel importante na Educação Científica. Esta relação pode ser estabelecida de duas maneiras: uma, representando o fenômeno de modo simplificado, tal como ele é observado na realidade, com finalidades específicas, com aplicação das teorias; e

outra, como idealizações de uma realidade, tal qual imaginado, comparando as abstrações teóricas com a realidade (GILBERT, 2007).

Nesse sentido, os modelos podem ser considerados representações abstratas, e que possibilitam o desenvolvimento do conhecimento e desempenham papel essencial no entendimento, em específico, na área das ciências (GILBERT, 2004).

O autor esclarece que, no Ensino de Ciências, existem diversos modelos, e que há vários modos de figurá-los, como, por exemplo: um desenho, um sistema, um ciclo, um modo particular de expressar a realidade tal qual ela é percebida por um sujeito ou um grupo deles. O autor ainda ressalta que os modelos curriculares se fundem com as características de diversos outros modelos, tornando-se, para os professores, um complicador para a Educação científica, uma vez que lhes propicia ensinar muitas ideias ao mesmo tempo. Os modelos são representados por cinco meios, que são: os materiais, que compreendem os objetos confeccionados, são um modo de configuração tridimensional; o modo verbal consiste na descrição de uma representação, podendo ser por meio de metáforas ou analogias; simbólico, utiliza-se de símbolos, fórmulas, equações e outras formas de imagens nesta vertente; gestual que relaciona com expressões de movimento e por fim, o meio visual, que são simbolizados de modo bidimensionais, envolvendo o uso de animações, gráficos e outros. Para Gilbert (2004, 2007), qualquer tipo de modelo cai em domínio público ao utilizar uma ou mais dessas representações.

Ainda, expressando o pensamento do autor, os alunos têm um modelo mental de algum tema, na área que estão estudando, como, por exemplo: na Química, os estudantes têm um modelo mental de átomo; na Física, de força; na Biologia, de gene; e assim por diante. Mas esse modelo mental idealizado é individual, sendo inacessível aos outros. No entanto, a fim de contribuir com a comunicação, uma versão de modelo, chamada por Gilbert (2004, 2007) de “modelo expresso”, deve ser colocada em domínio público, e quando este é acordado por um determinado grupo, passa a ser considerado como um “modelo de consenso”. Se o grupo social em questão é de cientistas, o modelo de consenso será, por sua vez, declarado “científico”.

Gilbert (2007) ainda afirma que um modelo de consenso científico pode ser substituído por um “modelo histórico”, que permanece em uso, pois fornece a base de explicações que são adequadas a um determinado tema. No caso dessa pesquisa, podemos considerar os modelos Geocêntricos e Heliocêntricos do sistema Sol-Terra-Lua, como modelos históricos, ao sustentarem as bases teóricas de como os astros estão organizados no Sistema Solar.



Segundo o autor, citando as ideias inferidas por Hodson em 1992, no campo da ciência cognitiva, uma importante observação é que a formação de modelos mentais e a produção de modelos expressos, construídas pelos alunos, contribuem com o entendimento de modelos científicos ou históricos, o que colabora com a aprendizagem da ciência. Por isso, em seus trabalhos, Gilbert (2004, 2007) considera que diferentes tipos de modelos, como os históricos e científicos, podem ser produzidos de modo simplificados, sendo considerados, nesse caso, como modelos curriculares, que por sua vez, são ensinados aos alunos, gerando os modelos de ensino, que são criados com o fim de apoiar os modelos curriculares, facilitando, assim, a aprendizagem.

Justi e Driel (2006) exemplificam os modelos de ensino como sendo: os desenhos, as simulações, as analogias e os modelos concretos. Sustentados em trabalhos anteriores, os autores citam que é importante incentivar os professores no Ensino de Ciências a usar modelos e que o papel que estes desempenham na Educação em Ciências é recente, não tendo, ainda, os professores conhecimentos e habilidades para ensinar, quando se trata desta perspectiva.

Por isso, Gilbert (2004) defende que as funções dos modelos, nessa área do conhecimento não são fáceis de cumprir, uma vez que podem abranger várias realidades. Esta amplitude de entendimento acerca do tema tem crescido na Educação em Ciências, como dizem Krapas et al. (1997).

Esses mesmos autores realizaram uma revisão de literatura sobre o aparecimento e o sentido do termo nas pesquisas em Educação em Ciências no período de 1987 à 1996. Eles analisaram quatro periódicos internacionais, com publicações voltadas para a área mencionada, sendo eles: *International Journal of Science Education* (IJSE); *Science Education* (SE); *Science & Education* (S&E) e *Journal of Research in Science Teaching* (JRST). Encontraram um total de 130 artigos que se utilizaram do termo em seus resumos, dentre os quais, depararam com um total de 143 referências sobre o termo “modelo”.

Em seu trabalho, Krapas et al. (1997) apresentam um compilado das ideias de vários autores, como, por exemplo, Duit e Glynn, que, apesar do amplo significado que o termo modelo possui no Ensino de Ciências, trazem um núcleo comum, ou seja, os modelos, em sua essência, podem substituir o lugar de uma coisa que já é representada. Isso significa dizer que, para a elaboração de um modelo, dispõe-se de dois domínios: um que é chamado de “fonte”, que serve de base para o que é dado, e outro, denominado de “alvo”, que está relacionado com o que pretende atingir. Os pontos em comum entre os dois domínios gera uma configuração que constitui num modelo mental. Desse modo, as relações analógicas são de soma

importância na construção dos modelos mentais, sendo considerado pelos autores o “coração dos modelos” (KRAPAS et al. 1997, p.186).

Duit e Glynn (1996, apud Krapas et al. 1997) apresentam a distinção entre modelos mentais e conceituais, sendo que o primeiro advém de uma construção pessoal, por meio de processos de modelagem ou de representações mentais estabelecidas, e no segundo, do processo de modelagem, o produto é compartilhado com uma comunidade de interessados. O modelo conceitual, na realidade, possui uma interpretação mental, que pode ser utilizada por outras pessoas. Assim, os dois tipos de modelos possuem o núcleo comum, como anteriormente explicitado, sendo representações construídas de processos do mundo real, por meio de representações analógicas. Para os autores, o raciocínio analógico é peça fundamental para o entendimento do processo de uma aprendizagem construtiva na Educação em Ciências.

As ideias de outros autores, como Nersessian; Moreira; Halloun; Gilbert e Boulter, e outros, são também apresentadas no texto de Krapas et al. (1997), de modo a delinear a pluralidade e o emprego do termo.

Os autores usaram da definição de modelos como sendo “a representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema e de modelagem, como o processo de construção de modelos” (KRAPAS et al., 1997, p. 192). Em interação com os dados levantados, elaboraram cinco categorias de modelos que são:

Modelo mental: pessoal, construído pelo indivíduo e que pode se expressar através da ação, da fala, da escrita, do desenho. [...]

Modelo consensual: modelo formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais com o propósito de compreender/explicar ideias, objetos, eventos, processos ou sistemas. Exemplos relevantes para a educação em ciências são os modelos científicos contemporâneos e do passado. [...]

Modelo pedagógico: modelo construído com o propósito de promover a educação. No sentido amplo, um modelo pedagógico inclui os processos de mediação didática, isto é, os processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar. [...]

Meta-modelo: modelo formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais, e construído com o propósito de compreender/explicar o processo de construção e funcionamento de modelos consensuais ou de modelos mentais. [...]

Modelagem como objetivo educacional: enfatiza a promoção da competência em construir modelos como propósito central do ensino de ciências. (KRAPAS et al., 1997, p. 192-193).

Em atenção aos últimos dois termos citados, meta-modelo e modelagem, os autores afirmam que, com o objetivo de expressar o pensamento dos alunos, estas duas categorias surgiram na década de 1990, embora a ampliação do emprego dos modelos mentais tenha se

dado a partir de 1996. A polissemia do termo é justificada pelos autores devido ao fato de novas terminologias serem trazidas nas pesquisas em Educação em Ciências, e novos caminhos teóricos terem sido apontados. Para eles, além de mapear as teorias já conhecidas e mais usuais, relativas ao termo, é necessário também especificar as perspectivas teóricas utilizadas na investigação dos modelos na Educação em Ciências.

No âmbito nacional, Quinto e Ferracioli (2008) trazem uma revisão de literatura sobre modelos e modelagens no Ensino de Ciências no período de 1996 à 2006, analisando cinco periódicos brasileiros, que publicam artigos relacionados com a pesquisa em Educação em Ciências. São eles: *Revista Brasileira em Ensino de Física*; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; *Investigações em Ensino de Ciências*; *Ciência e Educação* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*.

O levantamento realizado pelos autores partiu da presença da palavra “modelos” nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos publicados. 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 aqueles que 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.

O modo como os alunos constroem suas ideias e pensamentos a respeito das mais diversas áreas do conhecimento é, para os pesquisadores, motivo de investigação e fonte de pesquisas. No campo da Astronomia, não é diferente. Muitos alunos não sabem explicar cientificamente como e por que alguns fenômenos cotidianos acontecem. Na tentativa de explicarem tais eventos, pautam-se em uma explanação intuitiva do mundo baseada em sua experiência cotidiana (VOSNIADOU e BREWER, 1992).

Alguns autores, dentre eles Frède, Troadec, Frappart (2009), referem que, na Astronomia, tal dificuldade se dá devido ao fato de que é pela experiência direta com o fenômeno que as contribuições para com a mudança conceitual se estabelecem e que, quando tal prática não é possível, as ideias iniciais são construídas pelas crenças ou por meio de informações recebidas por influência dos adultos. O fato é que, como a maioria dos conceitos

astronômicos não são compreensíveis à experiência direta, torna-se difícil adquiri-los, uma vez que o conhecimento científico é diferente do que se vê no céu.

Diante de tal cenário, os pesquisadores que se destinam, em seus trabalhos, a entender o modo como os alunos pensam a respeito de determinados temas recorrem à psicologia cognitiva.

Nesse campo, existem duas tendências opostas para explicar o conhecimento, que podem ser via “teoria do conhecimento fragmentado”, ou por meio da “teoria dos modelos mentais” (FRÈDE, TROADEC, FRAPPART, 2009).

Na primeira delas, o conhecimento é acumulado de modo desconectado, fragmentado, com o auxílio e uso de artefatos culturais, como desenhos, livros e outros instrumentos que concorrem com o enriquecimento científico. No campo da Astronomia, tal teoria teve seu desenvolvimento no início do século XXI, mais precisamente, nos anos de 2003 e 2004, respectivamente, com Nobes et al. e Siegal et al., como citam Frède, Troadec, Frappart (2009).

Já os modelos mentais, segundo os autores citados, tiveram seu desenvolvimento no campo astronômico a partir dos trabalhos de Vosniadou e seus colaboradores (Vosniadou e Brewer, 1992, 1994; Samarapungavan et al., 1996 e Vosniadou et al., 2004), que seguem a linha da “teoria ingênua”. Essa perspectiva versa que o conhecimento inicial das crianças parte de explicações coerentes 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). Os autores também arrolam três características das representações mentais que são utilizadas para a construção do modelo mental:

- (a) A sua estrutura é um análogo para os estados do mundo que representa (Johnson-Laird, 1980, p 90.);
- (b) ele pode ser manipulado mentalmente, ou "correr no olho da mente", para fazer previsões sobre os resultados de estados causais no mundo (Collins, 1985, p 80.);
- (c) oferece explicação de fenômenos físicos (Holland, Holyoak, Nisbett, & Thagard, 1986, p. 329). (VOSNIADOU E BREWER, 1994, p.125. tradução nossa).

Para Vega-Navarro (2001), a importância da utilização dos modelos mentais para o entendimento dos temas astronômicos deve-se ao fato de que eles auxiliam as pessoas na

organização coerente de suas ideias, fundamentadas nas crenças, princípios epistemológicos e ontológicos. Por isso, os modelos são construtos individuais que se reorganizam nos grupos, à medida que novas informações são confrontadas com as ideias anteriores e menos desenvolvidas.

Assumimos, neste trabalho, que a utilização dos modelos mentais se dá na direção do que explicitam as pesquisas de Vosniadou e Brewer (1992; 1994) e Vosniadou (2002), ou seja, são processos dinâmicos, individuais e originários das representações mentais, que, quando deparadas com situações-problema ou novas informações que exijam tomada de decisão, representam o conhecimento físico relevante, de modo a auxiliar na resolução do problema proposto ou na compreensão da informação recebida. Como os autores mencionados, também entendemos que os indivíduos, ao construírem seus modelos mentais acerca dos fenômenos físicos, como é o caso desse trabalho, mostram informações sobre o conteúdo e a estrutura base de seus conhecimentos subjacentes. À proporção que as situações lhes são apresentadas, eles se utilizam de conhecimentos iniciais, que se reorganizam, elaborando um novo, diferente do anterior, que também é reestruturado com a presença de outra informação.

Os trabalhos que, especificamente, se dedicaram ao estudo dos modelos mentais construídos por estudantes a respeito do ciclo dia/noite serão apresentados a seguir.

### **3.3. Pesquisas sobre os modelos mentais de estudantes a respeito do fenômeno dia/noite**

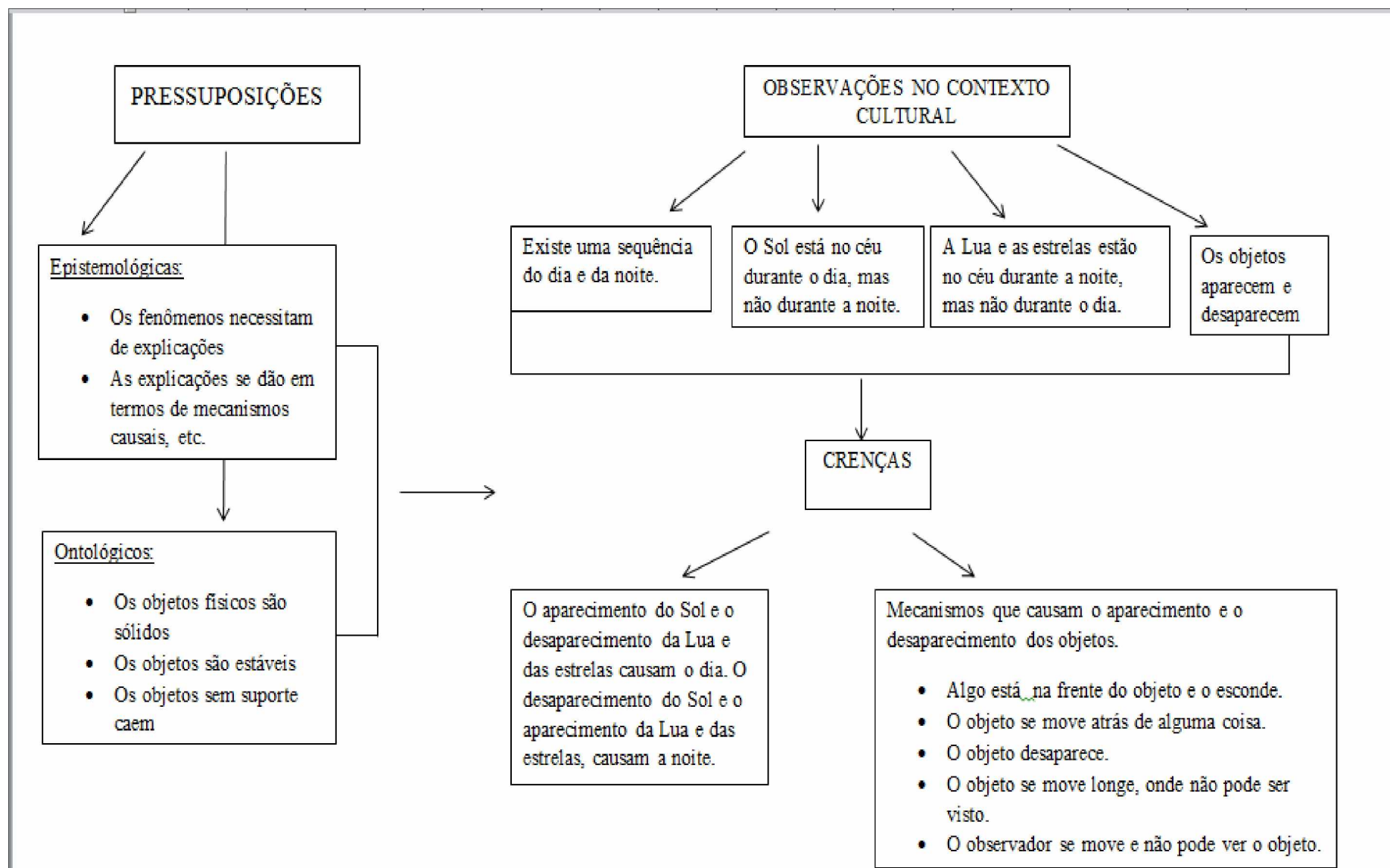
Em âmbito internacional, um dos trabalhos considerados mais completos, segundo Vega-Navarro (2001), que utiliza dos modelos mentais de estudantes sobre o ciclo dia/noite, é o de Vosniadou e Brewer (1994). Para a autora, este título lhes é conferido devido ao fato de esta pesquisa versar sobre uma riqueza de ideias, detalhes nas explicações, e a descrição minuciosa dos processos de construção do conhecimento astronômico.

O trabalho de Vosniadou e Brewer (1994) traz os resultados a respeito dos modelos mentais sobre o ciclo dia/noite de 60 estudantes americanos do Ensino Fundamental, sendo 20 participantes em cada uma das séries envolvidas: 1º; 3º e 5º, com idades médias respectivas de: 6 anos e 9 meses; 9 anos e 9 meses e de 11 anos . Os instrumentos utilizados pelos pesquisadores foram um questionário e entrevistas semiestruturadas, que foram previamente gravadas e transcritas. O objetivo dos autores era investigar as representações mentais das crianças do Ensino Fundamental sobre o dia/noite e entender como tais interpretações mudam durante a aquisição do conhecimento.

Para tal, partiram da ideia de que os modelos mentais dos alunos acerca da Terra, do Sol e Lua, compõem a explicação do ciclo dia/noite, pois, segundo os pesquisadores, os modelos mentais apresentados para a explicação de tal fenômeno envolvem vários conceitos que interagem entre si e que requerem, ao mesmo tempo, explicações complexas de outros fenômenos diferentes. Os autores entendem que a construção de um modelo mental do ciclo dia/noite está ancorada em uma série de representações e interações dos indivíduos, dentre elas, os pressupostos ontológicos, que estão associados com os materiais, objetos físicos, relativos à sua solidez, estáveis, de modo que, quando não têm suporte, caem. Os epistemológicos estão relacionados com o caráter das explicações físicas dos fenômenos. Também compreendem que estes pressupostos influenciam no modo como as pessoas interpretam suas observações, associadas com as informações advindas da cultura, das crenças, e que tudo corrobora a interpretação das pessoas e a geração de crenças específicas acerca dos fenômenos do mundo físico.

Nos trabalhos com crianças, os autores mencionam que elas sabem que os fenômenos exigem uma explicação e que preferem os comentários causais, porque evidenciam conhecimentos limitados em relação à natureza dos objetos físicos; assim, os pressupostos (tanto ontológico quanto epistemológico) que formam a base sobre a qual as crianças interpretam suas observações são frágeis, limitados, passando a restringir o processo de geração de novas crenças específicas sobre a natureza do mundo físico. A respeito de tal ideia, os autores apresentam, de modo hipotético, a construção de modelos mentais de estudantes em relação ao ciclo dia/noite, como ilustrado no fluxograma 3.

Fluxograma 3: Processo de aquisição de conhecimento hipotético subjacentes das crenças de crianças da escola elementar, a respeito da alternância do dia e da noite, proposto por Vosniadou e Brewer (1994).



Os autores apontam que a principal observação a respeito do ciclo dia/noite pelas crianças é que o Sol aparece durante o dia e não à noite e que, desta explicação, surge outra, porém relacionada com a anterior, de que a Lua e as estrelas estão no céu durante a noite. A partir de tais observações, “muitas crianças derivam de crenças que o dia é causado pelo aparecimento do Sol e do desaparecimento da Lua e das estrelas; e que a noite é causada pelo desaparecimento do Sol e do aparecimento da Lua e das estrelas” (VOSNIADOU e BREWER, 1994, p. 131).

Os autores consideram, ainda, que os pressupostos ontológicos são comuns a todas as culturas e que as crenças são advindas da própria experiência e observação cotidiana do dia e da noite, como exemplificam: O Sol está no céu durante o dia e não à noite; a Lua se vê no céu à noite e não durante o dia. Essas são, em certa medida, ideias comuns entre os alunos. O que difere os modelos mentais apresentados pelos estudantes é o modo como entendem e explicam o aparecimento e o desaparecimento dos astros no céu.

Vosniadou e Brewer (1994) alegam que outro condicionante a influenciar na construção e evolução dos modelos sobre o dia e a noite são os modelos mentais de Terra, Sol e Lua que tais estudantes apresentam. Para os pesquisadores, os mecanismos que subsidiam as explicações sobre o dia e a noite estão restritos aos modelos que as crianças apresentam de tais astros. Nesse sentido, os modelos mentais expostos sobre tal fenômeno estão baseados em modelos iniciais, que apoiam as explicações, cujas concepções existentes auxiliam como base para a explicação do novo modelo a ser apresentado.

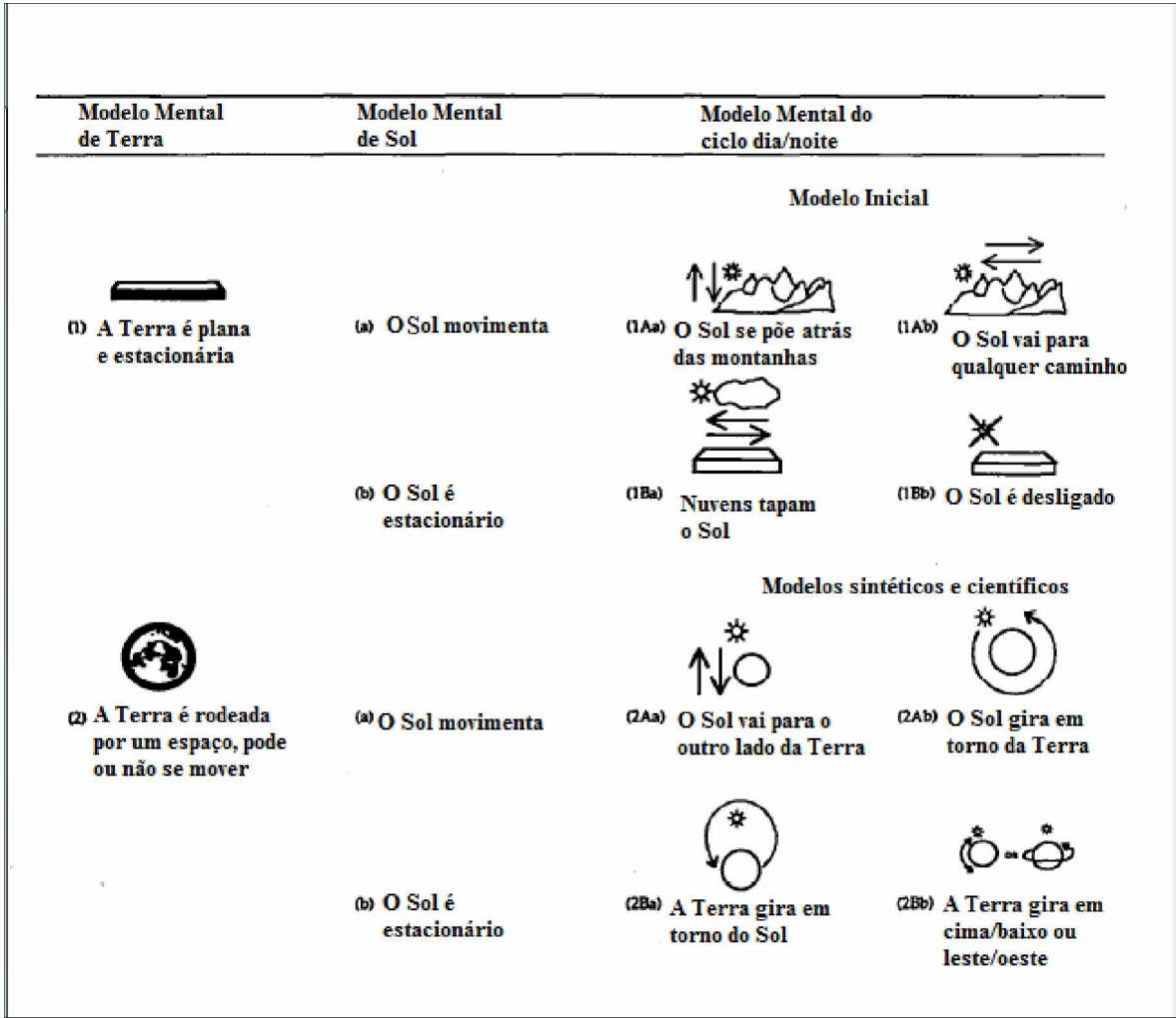
Geralmente, os modelos iniciais apoiam-se na interpretação da experiência que advém da observação cotidiana. Os autores exemplificam tal ideia, dizendo que um aluno que possui a concepção de Terra plana e estacionária explicará o desaparecimento do Sol como se ele movesse para trás das montanhas, por exemplo.

Quando os modelos apresentam informações científicas ou influências culturais, este é chamado de sintético (VOSNIADOU e BREWER, 1994). Considerando o exemplo acima, uma criança com a ideia de Terra plana e estacionária manifestará dificuldades em explicar cientificamente o ciclo dia/noite, como, por exemplo, realizar os movimentos descritos pela Terra em torno do Sol, ao passo que uma criança que pensa ser nosso planeta esférico e que se movimenta, pode representar a Terra girando em volta do Sol, ou em torno de seu próprio eixo.

Para melhor explicar tais ideias, os autores organizaram um esquema que relaciona os modelos mentais dos alunos sobre a Terra e o Sol, com os modelos do ciclo dia/noite, conforme exibido na figura 5.



Figura 5 - Explicações sobre o ciclo dia/noite pautadas no modelo de Terra e Sol de Vosniadou e Brewer (1994)



Fonte: Vosniadou e Brewer (1994, p. 132, tradução nossa).

Fica evidenciado, na figura acima, que, para explicar o modelo mental do ciclo dia/noite, as crianças estabelecem relações com os modelos que formaram, inicialmente, de Terra e Sol.

As perguntas de pesquisa dos autores mencionados foram divididas em quatro eixos, compreendendo: o desaparecimento do Sol à noite; explicações sobre a alternância do dia e da noite; o movimento da Lua e a respeito do desaparecimento das estrelas durante o dia.

Em relação ao primeiro eixo, ou seja, às questões que se referiam sobre o desaparecimento do Sol à noite, foram realizadas quatro perguntas aos estudantes. As explicações mais comuns dadas pelos alunos encontram-se na tabela 2.

Tabela 2: Tipos de respostas dos alunos em relação ao desaparecimento do Sol à noite e frequência por série.

<b>TIPOS DE RESPOSTA</b>	<b>FREQUÊNCIA DE ACORDO COM AS SÉRIES PESQUISADAS: 1<sup>a</sup>; 3<sup>a</sup>; 5<sup>a</sup></b>
O Sol está tampado por nuvens ou pela escuridão.	2; 2; 1
O Sol se move dentro e fora do espaço.	1; 1; 0
O Sol se põe abaixo da Terra	6; 1; 1
O Sol se põe do outro lado da Terra	2; 0; 1
O Sol se põe abaixo, sem especificar	2; 0; 0
O Sol gira em torno da Terra	0; 1; 0
A Terra gira e o Sol é fixo	3; 7; 12
A Terra gira em torno do Sol	0; 1; 2
Deus fez o dia e a noite	0; 1; 0
Explicações variadas (mistas)	1; 2; 3
Indeterminadas	3; 4; 0

Fonte: Adaptado de Vosniadou e Brewer (1994, p. 140).

Na sequência, foi pedido aos alunos para que explicassem a alternância do dia/noite mediante um desenho feito pelos autores. Tal representação expunham um círculo simulando a Terra e uma pessoa no canto superior esquerdo deste. Em seguida, era perguntado como a pessoa via o dia e como via a noite e como isso se explicava. As respostas dadas pelos estudantes encontram-se na tabela 3.

Tabela 3: Tipos de respostas dos alunos em relação à alternância do dia e da noite e frequência por série.

<b>TIPOS DE RESPOSTA</b>	<b>FREQUÊNCIA DE ACORDO COM AS SÉRIES PESQUISADAS: 1<sup>a</sup>; 3<sup>a</sup>; 5<sup>a</sup></b>
O Sol é tampado por nuvens ou pela escuridão.	1; 1; 3
O dia é substituído pela noite	1; 0; 0
O Sol move no espaço	1; 1; 0
O Sol se põe abaixo do chão (e a Lua sobe)	4; 0; 0
O Sol se põe do outro lado da Terra (e a Lua aparece)	3; 0; 0
O Sol se põe abaixo - sem especificar em relação a qual lado da Terra	3; 0; 0
O Sol e a Lua giram em torno da Terra	0; 2; 0
A Terra dá voltas ao redor do Sol	1; 2; 1
A Terra gira para cima e para baixo e o Sol é fixo (a Lua não foi especificada)	1; 1; 5
A Terra gira para cima / baixo, o Sol e a Lua são fixados em lados opostos.	0; 3; 5
A Terra gira para os lados da Lua, não especificado.	0; 0; 1
A Terra gira para os lados e o Sol e a Lua são	0; 2; 0

fixados em lados opostos	
A Terra e Lua giram em direção não especificadas.	2; 2; 2
Explicações variadas (mistas)	2; 5; 4
Indeterminadas	3; 4; 0

Fonte: Adaptado de Vosniadou e Brewer (1994, p. 146-148).

Relativo ao terceiro eixo de perguntas, acerca do movimento da Lua, os resultados encontrados mostram que as crianças mais jovens acreditam que a Lua se move, enquanto que, para as mais velhas, ela (Lua) não se move. Na tabela 4, registramos as explicações dadas pelos alunos para os movimentos da Lua, bem como a frequência, de acordo com as séries pesquisadas.

Tabela 4: Tipos de respostas dos alunos em relação ao movimento da Lua e frequência por série pesquisada.

<b>TIPOS DE RESPOSTA</b>	<b>FREQUÊNCIA DE ACORDO COM AS SÉRIES PESQUISADAS: 1ª; 3ª; 5ª</b>
Não, com ou sem explicação.	2; 7; 8
Sim, para baixo/para cima.	3; 0; 2
Sim, movimento não especificado.	11; 3; 4
Sim, revolução em torno da Terra	0; 4; 2
Sim, mistos	0; 0; 1
Sim, indeterminado	1; 2; 2
Não, mistos	1; 2; 0
Não indeterminado	2; 2; 1

Fonte: Adaptado de Vosniadou e Brewer (1994, p. 157).

Por fim, no último eixo de questões, encontram-se aquelas relativas ao desaparecimento das estrelas durante o dia, cujas frequências com as explicações dos alunos encontram-se na tabela 5.

Tabela 5: Tipos de respostas dos alunos em relação ao desaparecimento das estrelas durante o dia e a frequência por série pesquisada.

<b>TIPOS DE RESPOSTA</b>	<b>FREQUÊNCIA DE ACORDO COM AS SÉRIES PESQUISADAS: 1ª; 3ª; 5ª</b>
As estrelas são tampadas pelas nuvens	3; 5; 3
As estrelas se movem no espaço	2; 2; 1
As estrelas descem ao chão (atrás das colinas)	1; 0; 1
As estrelas se movem para baixo, abaixo da Terra.	3; 1; 1
As estrelas movem para baixo, não	2; 0; 0

especificando para qual lado da Terra.	
As estrelas se movem para outro lugar.	1; 0; 0
As estrelas desaparecem	1; 0; 1
As estrelas ficam onde estão.	3; 9; 12
Indeterminado	4; 3; 2

Fonte: Adaptado de Vosniadou e Brewer (1994, p. 160).

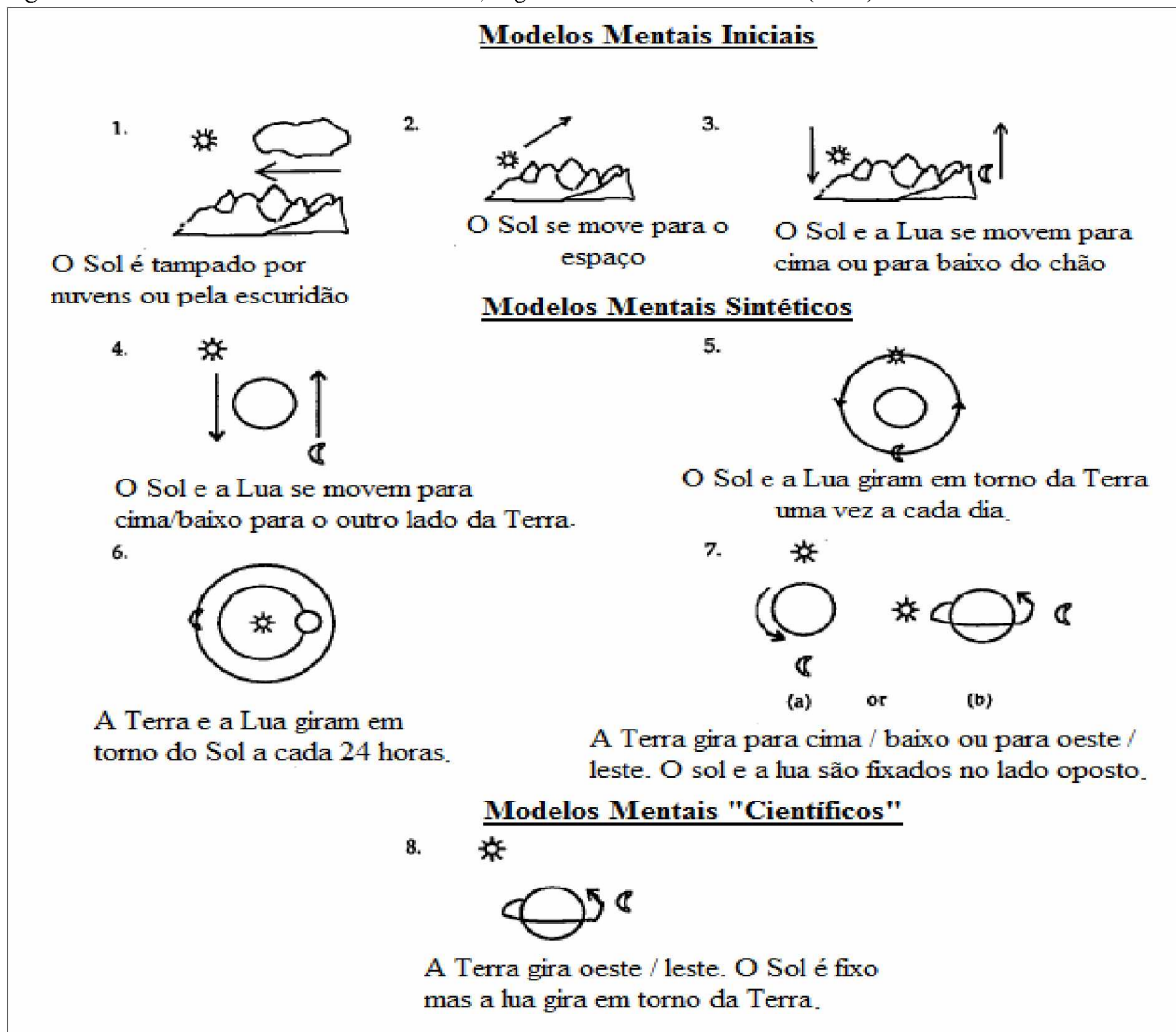
Diante das respostas dos alunos, relacionadas aos eixos de estudo propostos pelos autores, Vosniadou e Brewer (1994) encontraram 16 modelos mentais que explicam o ciclo dia/ noite, os quais foram reagrupados em três categorias que chamaram de: modelos iniciais, sintéticos e científicos.

Os modelos considerados como iniciais são aqueles cujas ideias dos alunos passaram pela noção de Terra estacionária e o Sol se escondendo por trás das montanhas. Estas são respostas que não mostram influência científica e nem cultural, mas que estão associadas à experiência cotidiana dos estudantes, mediante o que observam no céu.

Já os modelos sintéticos são as respostas que passam pelo movimento dos astros, porém com imprecisões científicas, que se diferem, segundo os autores, em três dimensões: o que se move; como se movem e se a Lua é um astro que, casualmente, influencia no ciclo dia/noite.

O modelo mais próximo ao científico é aquele em que o Sol está estacionário e que inclui a rotação do eixo terrestre e a presença da Lua ao redor do nosso planeta. Estes modelos mentais para o ciclo dia/noite foram mostradas pelos autores de modo esquemático, conforme mostra a figura 6.

Figura 6 - Modelos Mentais do ciclo dia/noite, segundo Vosniadou e Brewer (1994).



Fonte - Vosniadou e Brewer (1994, p. 169, tradução nossa).

Os autores constataram, em seu trabalho, que a maioria das crianças do 1º grau<sup>9</sup> possuem modelos mentais iniciais que, com o passar dos anos escolares, evoluem para modelos sintéticos. Do total de participantes, apenas uma criança da 3ª série apresentou um modelo compatível com o cientificamente aceito. Os resultados mostraram que a maioria dos alunos mais velhos da amostra possui a crença errônea de que a Lua é a causa do dia e da noite. Os autores atribuem este dado ao fato de que, nas explicações científicas sobre o dia/noite, o papel da Lua não é abordado de modo claro.

Por fim, concluem que cerca de 38 alunos da amostra apresentaram modelos mentais bem definidos em relação ao tema abordado e que os modelos eram logicamente consistentes. Os modelos iniciais não evidenciaram influência da explicação científica, enquanto que os sintéticos representavam tal aproximação.

<sup>9</sup> Do original: "First-grade" (VOSNIADOU E BREWER, 1994, p. 170).

Em trabalhos posteriores, Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996) analisaram os modelos mentais de crianças indianas e suas crenças a respeito da forma e movimento da Terra, Sol e da Lua, o ciclo dia/ noite e as ideias gerais sobre cosmologia.

Participaram da pesquisa 38 crianças, sendo 19 delas da 1ª série, com idade média de 6 anos e outras 19 da 3ª série, com idade média de 7 anos. O instrumento utilizado foi um questionário estruturado que trazia perguntas sobre os quatro temas do conhecimento astronômico, anteriormente mencionados. As respostas foram anotadas pelos pesquisadores, gravadas e posteriormente transcritas. Abordaremos aqui os resultados apresentados pelos autores, no que concerne ao ciclo dia/noite, foco do nosso trabalho.

Relativo ao tema mencionado, os autores encontraram 12 tipos de modelos mentais entre as crianças entrevistadas, os gerais estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Modelos mentais de crianças indianas a cerca do ciclo dia/noite e a frequência de acordo com a série pesquisada.

Nº	MODELOS MENTAIS SOBRE O DIA E A NOITE	FREQUÊNCIA DE ACORDO COM AS SÉRIES PESQUISADAS: 1ª; 3ª
1	Dia e noite causados pela rotação do eixo da Terra, de leste a oeste. Durante o dia, a Lua ainda gira em torno da Terra, mas não pode vê-la por causa da luz do Sol.	1; 5
2	Dia e noite causados pela rotação do eixo da Terra indo de leste a oeste. O Sol está parado, e a Lua é estacionária ou movendo com a Terra em lado contrário do Sol.	0; 2
3	Dia e noite causados pela rotação do eixo da Terra, de leste a oeste. O Sol e a Lua são estacionários para o leste e oeste da Terra, respectivamente. Porque a Terra também gira em torno do Sol, a sua localização em relação à Lua estacionária muda a cada dia, causando as fases da Lua.	2; 2
4	Dia e noite causados pela rotação do eixo da Terra de cima para baixo. O Sol e a Lua são estacionários acima e abaixo da Terra, respectivamente.	0; 1
5	A Terra gira em uma órbita elíptica que circunscreve o Sol e a Lua estacionários. Quando a Terra está mais próxima do Sol na sua órbita é dia, e quando é mais longe do Sol e mais perto da Lua, é noite.	0; 1
6	O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. Durante o dia, o Sol está acima da Terra, e a Lua gira para baixo, para o outro lado da Terra. Durante a noite, acontece o inverso.	0; 3
7	O Sol e a Lua se movem para cima e para baixo no espaço sideral (a área acima do céu) para o céu. Durante o dia, o Sol está no céu e a Lua se move de volta para espaço exterior. Durante a noite,	3; 1

	ocorre o inverso.	
8	O Sol e a Lua se movem para cima e para baixo, paralelos um ao outro, em lados opostos da Terra. Durante o dia, o Sol está acima e a Lua está abaixo da Terra. Durante a noite, acontece o inverso.	4; 1
9	O Sol e a Lua se movem para cima e para baixo, paralelos e em lados opostos da Terra. Durante o dia, o Sol está no céu e a Lua caiu no oceano abaixo da Terra. Durante a noite, ocorre o inverso.	4; 2
10	O Sol e a Lua são estacionários, localizados a leste e a oeste da Terra, respectivamente, e são tampados por nuvens.	4; 0
11	Modelo misto 1: O dia e noite são causados pelo eixo de rotação da Terra, que se dá de leste a oeste e pelo movimento para cima e para baixo do Sol e da Lua.	1; 0
12	Modelo misto 2: Criança explica dia e noite, como no modelo 1, mencionado anteriormente, mas não pode explicar como as pessoas que estão dentro da Terra vêem o Sol e a Lua.	0; 1

Fonte- Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996, p.570, tradução nossa).

Diante dos modelos expostos pelos alunos, os autores os agruparam em três categorias que explicam a causa dos dias e das noites:

- 1) Ao movimento da Terra, que pode ser: rodando em torno de seu eixo (modelos 1 a 4) e por uma órbita elíptica que translada o Sol e a Lua, que estão estacionários.
- 2) Ao movimento do Sol e da Lua, mediante uma revolução em torno da Terra estática (modelo 6) ou movendo-se abaixo e acima da Terra (modelos 7 a 9).
- 3) À ocultação do Sol e da Lua, ideia que expressa os astros serem tampados por nuvens (modelo 10).

Relativo à primeira categoria, os autores identificam que 13 crianças explicaram que os dias as noites ocorrem devido à rotação da Terra em torno de seu eixo. Seis dessas crianças apresentaram o modelo mental definido como 1, que é o mais próximo do cientificamente aceito. Os demais, modelos de 2 a 4, são considerados modelos sintéticos e divergem do científico (modelo 1), pois os alunos evidenciam ideias de que a Lua está em lado oposto ao Sol, com a Terra localizada entre ambos.

Na segunda categoria, 15 estudantes exibiram a ideia de que o ciclo dia/noite se dá devido ao movimento (linear) para cima e para baixo, descritos pelo Sol e pela Lua. Alguns deles expressaram a ideia de que o Sol e a Lua se movem acima e abaixo no espaço que circunda a Terra (modelo 8), e outros disseram que o Sol e a Lua sobem e afundam no mar que sustenta a Terra. Por fim, quatro discentes explicam o fenômeno atribuindo às nuvens serem as responsáveis pelo desaparecimento do Sol e aparecimento da Lua e vice-versa.

Os dados levantados por Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996), a respeito do conhecimento cosmológicos dos estudantes indianos, são relevantes a ser aqui apresentados, uma vez que foram consideradas, para tal discussão, as ideias dos alunos sobre a forma e movimento da Terra, bem como as explicações destes em relação ao dia e a noite, juntamente com as ideias que têm acerca do cosmos. Os autores classificaram tais ideias em: modelos Heliocêntricos, o qual foi subdividido em quatro outros tipos, e modelos Geocêntricos, também subdividido em outros quatro tipos.

Os alunos com ideias cosmológicas Heliocêntricas explicam o dia e a noite com o Sol assumindo uma posição central e a Terra descrevendo movimentos em seu redor. Apenas 32% dos participantes tinham alguma ideia que se enquadrava nesta categoria ou em suas subdivisões, que não serão por nós aqui mencionadas. Já as ideias que se relacionam, em partes, com o pensamento Geocêntrico e suas subdivisões, os autores encontraram cerca de 58% dos estudantes. Nesta categoria, os alunos não identificam o Sol em posição central.

Os autores também compararam as ideias sobre o dia e noite das crianças indianas com as americanas e encontraram cinco tipos de mecanismos que são:

- (a) oclusão do Sol e da Lua, (b) o movimento linear geocêntrico do Sol e Lua (para cima e para baixo ou para o leste e oeste), (c) o movimento orbital geocêntrico do Sol e da Lua (que vão ao redor da Terra), (d) o movimento orbital da Terra em torno do Sol e da Lua (a Terra gira em torno do sol e da lua), ou (e) rotação do eixo da Terra (SAMARAPUNGAVAM, VOSNIADOU E BREWER, 1996, p. 515, tradução nossa).

Os resultados identificados pelos autores assemelham-se aos divulgados por Vosniadou e Brewer (1994), quando concluem que as crianças mais jovens tendem a apresentar modelos iniciais permeados por uma ideia ingênua, oriunda de princípios físicos também ingênuos e que induzem às restrições aos modelos de Terra, diferenciando, assim, dos modelos cientificamente aceitos.

No ano seguinte, Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997) pesquisaram os modelos de Terra e do ciclo dia/noite com crianças membros de uma tribo indígena-americana (Lakota/Dakota). Participaram da pesquisa cerca de 26 crianças indígenas, sendo: 10 integrantes da 1ª série; 11 na 3ª série e 5 integrantes da 5ª série. Os autores se valeram da entrevista individual como meio para coletar os dados, os quais foram escritos e também gravados, com transcrições posteriores. Além das perguntas orais, em algumas ocasiões, era



solicitado aos alunos que fizessem desenhos, representando suas ideias. Estes também foram utilizados para interpretação dos resultados.

Na análise dos dados, as respostas dos estudantes foram organizadas em categorias, que, de acordo com a argumentação dada a cada uma delas, os autores as classificaram em 5 tipos de modelos mentais. Os modelos levantados pelos pesquisadores, juntamente com as respectivas formas de respostas prestadas pelos estudantes, bem como com a frequência que as respostas aparecem nas séries estudadas, são mostrados na tabela 7.

Tabela 7 - Tipos de modelos mentais sobre o ciclo dia/noite encontrados pelos alunos e sua frequência.

<b>MODELO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>FREQUÊNCIA DE ACORDO COM AS SÉRIES PESQUISADAS: 1ª; 3ª, 5ª</b>
1. Rotação avançada de Terra	A Terra gira em torno de seu eixo e faz com que ocorra o ciclo de dia / noite. O Sol é fixo e a Lua pode se mover ou não.	0; 1; 4
2. Rotação sintética da Terra	A Terra gira em torno do seu eixo. O Sol e a Lua são fixos em lados opostos da Terra.	1; 3; 0
3. Revolução do Sol e da Lua	O Sol e a Lua giram em torno de uma Terra estacionária.	1; 1; 0
4. Sol e a Lua sobem/abaixam (mecanicista)	O Sol e a Lua movimentam acima e abaixo de uma Terra estacionária.	1; 1; 0
5. Cultural - Animista	O Sol e a Lua causam o ciclo dia / noite; eles estão perseguindo um ao outro; eles não querem ser amigos; eles entraram em uma briga, etc.	1; 3; 0

Fonte - Adaptado de Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997, p. 170, 175, tradução nossa).

Com exceção do modelo 5- Cultural-Animista, fica evidenciado, nas respostas dos estudantes, que duas categorias se distinguem em relação às explicações do ciclo dia/noite: uma delas, a de Terra em movimento, quando consideramos os modelos 1 (Rotação avançada da Terra) e o modelo 2 (Rotação sintética da Terra); e outra de Terra estacionária, analisando os modelos 3 e 4. Essas categorias também foram encontradas em Vosniadou e Brewer (1994). Observando as respostas dos alunos, é importante ressaltar que o Sol e a Lua assumem posições opostas à da Terra. Se a Terra está em movimento, Sol e Lua se encontram estacionários, cabendo ao movimento executado pela Terra a alternância entre o dia e a noite. Se a Terra está estacionária, confere ao movimento do Sol e da Lua o fato de serem os responsáveis pelo ciclo dia/noite. A oposição de lados entre o Sol e a Lua assinala que o dia é causado pelo Sol e a noite pela Lua.

Cabe aqui ressaltar que os autores foram específicos, em algumas das questões da entrevista, a respeito da posição da Lua durante o dia e à noite, bem como as estrelas. Dessa forma, as respostas dos alunos estão pautadas em uma ideia de Lua inclusa no ciclo dia/noite. O mesmo não aconteceu no trabalho já mencionado, de Vosniadou e Brewer (1994), no qual os autores não trouxeram questões explícitas acerca da Lua durante o dia e noite, e nem das estrelas, fato este que foi citado por Vega-Navarro (2001) em trabalho posterior.

Os autores verificaram, em seu estudo, que cerca de 31% das crianças de 1ª e 3ª séries pensam que o dia e a noite são ocasionados pelo movimento para cima/baixo do Sol e da Lua, com uma ideia de Terra estática. No mesmo estudo, 15% das crianças mais velhas explicam tal fenômeno utilizando-se do modelo 2- modelo de rotação de Terra sintética (mostrado no quadro anterior); outros, cerca de 19%, baseiam-se no modelo de rotação avançado, ambos, com um modelo de Terra esférica.

Em sua tese de doutorado, Vega-Navarro (2001) objetivou compreender a organização mental das ideias de crianças do Ensino Fundamental em relação ao fenômeno dia/noite e planejou uma unidade didática que ajuda na compreensão do fenômeno estudado, envolvendo a família dos participantes. A autora desenvolveu sua investigação em uma escola pública espanhola, contando com cerca de 19 alunos da Educação infantil. Os estudantes foram divididos em dois grupos: um com crianças de idade entre 4-5 anos e outro com idades entre 5-6 anos, formados por 9 meninas e 11 meninos. O trabalho teve início em 1994, quando os alunos participaram de uma intervenção sobre os temas abordados e que foi retomada, posteriormente, em 1999, quando se encontravam finalizando a terceira série. Esta retomada teve como intuito reconhecer em que medida os modelos mentais exibidos pelos estudantes na escola infantil evoluíram com o passar do tempo e conhecer os conceitos apresentados pelos alunos sobre os temas anteriormente propostos.

Na primeira etapa do trabalho com as crianças da Educação infantil, os resultados revelados pela autora mostram que os participantes evidenciam cerca de 8 modelos mentais. Exibiremos na tabela 8, os resultados encontrados pela autora, suas características e números de alunos que os consideraram.

Tabela 8 - Tipos de modelos mentais apresentados por alunos da Educação Infantil, bem como suas características e número de ocorrências.

<b>MODELOS MENTAIS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS BÁSICAS</b>	<b>NÚMERO DE OCORRÊNCIAS</b>
1) Interruptor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sol e Lua são os mesmos astros, sem movimento.</li> <li>- Durante a noite, o Sol se apaga (pelas nuvens) e se torna Lua. Para o dia, a Lua é iluminada e se torna Sol.</li> <li>- Ideia de Terra plana.</li> </ul>	1
2) Tela	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O movimento das nuvens tapa alternadamente Sol e Lua, causando noite e dia.</li> <li>- Ideia de Terra plana.</li> </ul>	3
3) Tela e arraste	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As nuvens tapam Sol e a Lua e também os arrastam para que realizem seus movimentos. À noite, as nuvens tapam o Sol e o arrastam com elas. Para o dia, o processo inverte: as nuvens tapam a Lua e transportam o Sol.</li> </ul>	3
4) Fuga (saída)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sol e a Lua desaparecem alternadamente, movendo-se em direção a um local não especificado no céu.</li> <li>- Ideia de desaparecimento do astro no céu: de dia vai a Lua e de noite vai o Sol.</li> </ul>	4
5) Eclipse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um dos astros está parado, enquanto o outro se movimenta e o oculta.</li> </ul>	2
6) Ocultamento das nuvens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sol e Lua se movimentam.</li> <li>- Durante o dia, a Lua se move para se ocultar por trás das nuvens e o Sol, que está atrás, porque era noite, se movimenta e torna-se visível.</li> </ul>	3
7) Ocultamento pelas montanhas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Lua e o Sol se movem alternadamente, aparecendo e desaparecendo, ocultando-se ou dormindo atrás das montanhas.</li> </ul>	2
8) Translação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ideia de que a Terra é uma semiesfera, cuja parte plana é recoberta por uma cúpula transparente, que é o céu. Durante o dia, o Sol surge no horizonte e a Lua desaparece, e à noite o processo se inverte.</li> </ul>	1

Fonte - Adaptado de Vega-Navarro (2001, p. 409-416, tradução nossa).

Fica evidente que a maioria das crianças pensa que o dia e noite são ocasionados pelo aparecimento e desaparecimento do Sol e Lua, que se alternam no céu, produzindo o fenômeno.

Posteriormente, quando os alunos estavam com 8 anos de idade, participantes do 3º ano primário<sup>10</sup>, a autora voltou com as atividades de intervenção didática, que foi aplicada e contou com a participação dos pais. Compartilharam dessa etapa 18 alunos, sendo que 8 meninas e 10 meninos (um deles não se encontrava mais na escola).

Os resultados dos desenhos analisados dos estudantes após a intervenção indicaram a presença de 7 modelos mentais, que estão ancorados no modo de entendimento sobre a forma da Terra, nas explicações de localização e movimentos da Lua e do Sol, durante o dia e a noite. A seguir, na tabela 9, tais modelos são apresentados, incluindo suas características básicas e o número de alunos que os exibiram.

Tabela 9 - Tipos de modelos mentais apresentados por alunos da 3ª Educação Primária, bem como suas características e número de ocorrências.

<b>MODELOS MENTAIS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS BÁSICAS</b>	<b>NÚMERO DE OCORRÊNCIAS</b>
1) Científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O dia e a noite têm a ver com a presença/ausência da luz solar, e que é derivado da rotação da Terra.</li> <li>- A Terra é esférica. Ela parece plana, pois só se vê uma parte, ou porque é vista sob uma perspectiva diferente.</li> <li>- A associação da noite com a Lua não interfere na explicação correta de como se produz o dia e a noite.</li> </ul>	5
2) Rotacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O dia tem a ver com a presença do Sol e a noite com a da Lua.</li> <li>- Lua e Sol são estáticos e diametralmente opostos em relação à Terra.</li> <li>- Uso de expressões inapropriadas tais como: sair, vai se esconder, para baixo e para cima nas montanhas...</li> </ul>	2
3) Revolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concebem a Terra plana e semiesférica, com as pessoas vivendo em seu centro.</li> <li>- O ciclo dia/noite é explicado pela revolução diária do Sol e Lua entorno da Terra.</li> <li>- O Sol sai de dia e à noite fica oculto pelas montanhas, saindo por um lado e se pondo em outro, e depois troca de lugar com a Lua.</li> </ul>	1
4) Translação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Terra é esférica, constituída por duas semi-esferas: uma superior, que é o céu e uma outra plana, onde moramos.</li> <li>- A Lua é vista à noite, e não durante o dia, pois, neste momento, está em outros países. O mesmo ocorre com o Sol, que é visto durante o dia e à noite vai para outros países.</li> <li>- O movimento do Sol e da Lua é lateral.</li> </ul>	4

<sup>10</sup> Do original: “3º de Primaria” (VEGA-NAVARO, 2001, p. 537).

5) Eclipse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ideia de Terra plana.</li> <li>- A noite ocorre porque a Lua tapa o Sol; durante o dia, ela muda, indo esconder-se atrás das nuvens, permitindo o aparecimento do Sol.</li> </ul>	2
6) Tela	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ideia de Terra plana (mesmo que em alguns desenhos ela se apresente esférica).</li> <li>- Terra, Sol e Lua não possuem movimento.</li> <li>- A noite é explicada pela chegada das nuvens que tapam o Sol e o dia pela saída das nuvens que o deixam descoberto.</li> <li>- A Lua é vista no céu somente à noite.</li> </ul>	2
7) Inconsistentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantêm uma explicação escolar, que sofre interferência da crença e do cotidiano.</li> <li>- Apresentam uma ideia de Terra esférica, um movimento de rotação para explicar o dia/noite, mas entendem que existem duas Terras diferentes: uma que roda e outra do cotidiano, onde está o Sol e a Lua.</li> </ul>	2

Fonte - Adaptado de Vega-Navarro (2001, p. 550-557, tradução nossa).

Fica evidente, por meio dos resultados apresentados, que a maioria dos alunos passaram a construir modelos mais próximos aos cientificamente aceitos. A autora assegura que a ação foi um sucesso e que as mudanças ocorridas foram duráveis, até em relação às crenças que as crianças apresentavam anteriormente à sequência didática. Um dos dados relevantes assinalados pela autora é de que cerca de 66% dos integrantes da atividade educativas, neste segundo momento, afirmam que a Lua pode ser vista durante o dia, sendo este um dos grandes resultados observados, ao comparar os dados entre antes e pós intervenção. Outra comparação a destacar é que o modo significativo de simbolizar a noite, “se antes da intervenção era identificada com a Lua, após a mesma, outros símbolos estavam presentes como estrelas, faróis ou as luzes das casas” (VEGA- NAVARRO, 2001, p. 492, tradução nossa).

Por fim, a autora concluiu, expondo em um dos eixos delineados, que as crianças estabelecem relações causais para explicar o fenômeno do ciclo dia/noite. Durante a Educação infantil, os alunos mantiveram uma grande variedade de modelos mentais iniciais, originários anterior à escolaridade; que todos explicam o dia/noite, associando-o com o aparecimento do Sol e da Lua; os modelos mentais que se revelaram mais aprimorados são aqueles relacionados com movimento dos astros envolvidos. Tais resultados estão na direção e assemelham-se com outros estudos como os verificados por Vosniadou e Brewer (1994).

Outro trabalho a destacar é o de Chiras e Valanides (2008), que pesquisaram sobre o entendimento dos principais conceitos relativos ao fenômeno dia e noite com crianças do

Ensino Fundamental (não foi informada a localidade). Foram entrevistadas 80 crianças, sendo 40 da quarta série<sup>11</sup> e outras 40 da sexta série<sup>12</sup>. O instrumento utilizado foi uma entrevista semiestruturada, cujas questões versavam sobre a causa e duração do dia e da noite.

Como resultados, os autores identificaram que os estudantes construíram 18 modelos mentais para explicarem o ciclo dia/noite. Tais modelos foram classificados em três categorias: modelo Pré-Geocêntrico; modelo Geocêntrico e modelo Heliocêntrico. As características básicas de cada categoria, bem como o total de modelos pertencentes a cada uma delas, estão apresentadas na tabela 10 a seguir.

Tabela 10 - Características básicas e o número de Modelos Mentais dados pelos alunos, de acordo com as categorias elencadas.

<b>CATEGORIAS (MODELOS)</b>	<b>CARACTERÍSTICAS BÁSICAS</b>	<b>TOTAL DE MODELOS MENTAIS EM CADA CATEGORIA</b>
<b>PRÉ - GEOCÊNTRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Terra é plana e colocada entre o Sol e a Lua.</li> <li>- A Lua é um objeto com luz própria.</li> <li>- Só há um dia ou uma noite em toda a Terra.</li> <li>- A maioria das crianças pensa que a Lua está relacionada com a existência da noite.</li> <li>- O ciclo dia / noite é explicado em três na troca de posições entre o Sol e a Lua;</li> </ul>	4
<b>GEOCÊNTRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Terra é considerada um corpo esférico.</li> <li>- A Lua é um objeto com luz própria e necessária para a existência da noite.</li> <li>- Dias só existem no hemisfério que é iluminado pelos raios de Sol.</li> </ul>	8
<b>HELIOCÊNTRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Terra é esférica.</li> <li>- O dia só existe no hemisfério que é iluminado pelos raios de Sol.</li> <li>- A Terra está em rotação em torno de seu eixo.</li> <li>- O ciclo dia/noite é atribuído à rotação da Terra em torno de seu eixo.</li> </ul>	6

Fonte - Adaptado de Chiras e Valanides (2008, p.78-83, tradução nossa).

Os autores declaram que, no modelo Pré-Geocêntrico, os alunos pensam que a Terra é situada entre o Sol e a Lua, sendo nosso planeta considerado plano. Nesta categoria, as explicações dos discentes, relativas à alternância do dia e da noite, seguiram três caminhos

<sup>11</sup> Do original: “Fourth-grade” (CHIRAS; VALANIDES, 2008, p. 67).

<sup>12</sup> Do original: “Sixth-grade” (CHIRAS; VALANIDES, 2008, p. 67).

diferentes: o primeiro deles acredita que tal fenômeno ocorre devido ao movimento das nuvens; o segundo se dá pelo movimento em conjunto do Sol e da Lua, mas com troca de lugares entre os astros e, por fim, pensam que dia e noite se alternam devido ao movimento do Sol, por ora estar acima, ora abaixo.

No modelo Geocêntrico, a Terra é vista como um corpo esférico e que ocupa o centro do Sistema Solar. Os resultados mostram que o conceito de Terra esférica apresentado pelos alunos não é utilizado de modo consistente. Tal ideia é suscitada, quando explicam o desaparecimento da Lua por dois ângulos, sendo que um deles é pelo fato de que, se tal astro desaparecesse, o dia seria contínuo em todo o globo, e o outro, que a noite seria totalmente diferente, porque a Terra não ficaria completamente escura.

As ideias dos estudantes que se amparam pelo modelo Geocêntrico foram classificadas em duas subcategorias: uma, em que o Sol e a Lua estão em posições “diametralmente” opostas em relação a uma Terra estacionária. Para esse grupo de alunos, a alternância entre dia e noite se explica por meio dos movimentos do Sol e da Lua, que acontecem de modo instantâneo e pré-determinado. Outros pensam que o Sol e a Lua descrevem movimento simultâneo ao orbitarem a Terra. A outra subcategoria é de que a Terra assume uma posição de “girar” em torno de seu eixo, com o Sol e a Lua estacionários, mas a Lua pode também descrever uma órbita ao redor da Terra. Para explicar a alternância entre dia e noite, esses alunos recorrem à ideia de que a Terra rotaciona em torno de seu eixo.

No modelo Heliocêntrico, a ideia central é de que o Sol está no centro do Sistema Solar e que a Terra é um corpo esférico e realiza movimento em volta de seu eixo, dado este que explica a alternância do dia/noite pelos estudantes. As concepções apresentadas referentes a este modelo também são divididas em duas subcategorias. Na primeira delas, tanto Sol quanto a Lua são considerados estacionários e a Terra se movimenta em torno de seu eixo, enquanto revolve simultaneamente em volta do Sol e da Lua, formando uma curva helicoidal. Estes alunos pensam que a Lua é um corpo luminoso. A outra, de que a Terra descreve movimento em volta de seu eixo e gira ao mesmo tempo em torno do Sol, que se encontra estacionário. A Lua, nesse caso, está estacionária ou girando ao redor da Terra ou, até mesmo, descrevendo um movimento conjunto com o nosso planeta. Esse grupo de alunos pensa também que não é necessária a presença da Lua para ocasionar a noite e que ela não é um corpo luminoso.

A frequência com que cada modelo apareceu nas séries em estudos é mostrada na tabela 11.

Tabela 11 - Modelos mentais de crianças de acordo com as séries envolvidas.

<b>SÉRIE</b>	<b>MODELO PRÉ- GEOCÊNTRICO (MPG)</b>	<b>MODELO GEOCÊNTRICO (MG)</b>	<b>MODELO HELIOCÊNTRICO (MH)</b>
Crianças da 4ª série	5	28	7
Crianças da 6ª série	2	31	7
Total	7	59	14

Fonte - Adaptado de Chiras e Valanides (2008, p.68, tradução nossa).

Os dados informam que a maioria dos participantes apresenta um modelo Geocêntrico a respeito do fenômeno do ciclo dia/ noite. Os autores também relatam que os estudantes da 6ª série já haviam tido aulas sobre o tema em estudo, diferentemente dos da 4ª série, que não tinham participado do ensino acerca de tal tema.

Os autores inferiram, de modo geral, que o ensino não contribui para que as crianças evidenciem suas concepções sobre o tema pesquisado; que um grande número dos participantes não apresentam os pré-requisitos necessários para o entendimento do fenômeno; que as crianças têm dificuldades e se esforçam para explicar a ocorrência do dia/noite; e que o ensino contribui para um conhecimento restrito do fato vivenciado no cotidiano dos alunos.

Em relação aos pré-requisitos mencionados, Chiras e Valanides (2008) dizem que, para o entendimento do ciclo dia/noite e a sua duração, é essencial que os alunos saibam que:

a) A Terra tem uma forma esférica; b) o dia / noite é causado exclusivamente pela rotação da Terra em torno do eixo; c) é impossível ter só dia ou só noite em toda a Terra; d) o eixo da Terra é inclinado; e) a Lua é um corpo não luminoso, e não está relacionada com o ciclo dia / noite; f) corpos luminosos e não-luminosos emitem nos objetos raios de luz em linha reta (CHIRAS E VALANIDES, 2008, p.75).

Frède, Troadec e Frappart (2009) realizaram uma pesquisa sobre o desenvolvimento do conhecimento relativo ao ciclo dia/noite com 178 crianças francesas do Ensino Fundamental, com idades entre seis e onze anos. O objetivo dos autores, neste texto, foi o estudo comparado do ciclo dia/noite, mediante o olhar de duas abordagens: teórico e metodológica. Citaremos aqui, neste capítulo, apenas os dados relacionados com o conhecimento dos alunos sobre o ciclo dia/noite, sem nos atermos aos instrumentos de pesquisa utilizados. Tal análise será ressaltada no capítulo da metodologia, tratada mais à frente.



Os dados levantados pelos autores mostram que a maioria dos alunos dos 8 aos 9 anos de idade, cerca de 50% deles, atribuíram a explicação da alternância entre dia e noite ao fato de a Terra executar movimento (sem especificação de qual deles). Ainda considerando a mesma faixa etária, 37,5% utilizam de tal movimento para explicar o fenômeno em estudo. Já com os participantes de 10 a 11 anos, os índices sobem para 60,6% e 45,5%, respectivamente, quando recorrem aos movimentos executados pelo nosso planeta, como explicação para tais temas. Cerca de 40% dos estudantes, na faixa dos 6 aos 7 anos de idade, explicam que “o dia substitui a noite, sem oferecer maiores explicações” (FRÈDE, TROADEC E FRAPPART, 2009, p.161). As crianças dos 8 aos 11 anos empregam o modelo de Sol diametralmente oposto à Lua e que Sol e Lua giram em volta da Terra.

As questões que envolvem a Lua revelam que 48% dos mais jovens acreditam que o nosso satélite é estático e que está oculto durante o dia, enquanto os com idade superior pensam que a Lua substitui o Sol para explicar o fenômeno. Cerca de apenas 3,5% dos mais jovens, 12,5% dos com idade entre 8 e 9 e 9 % dos mais velhos compreendem que a Lua não está associada com a noite.

Outros índices relevantes são que cerca de 26,7% dos mais jovens, 25,9% dos alunos com 8 a 9 anos e 7,4% dos mais velhos responderam que a causa do dia e da noite é o movimento descrito pelo Sol. A respeito da Lua, uma surpresa, segundo os autores, foi observar que 40% dos alunos com 6 a 7 anos afirmaram que a Terra gira e a Lua não se move. Os índices das demais faixas etárias em relação a esta resposta foram de 37% e 55,6%, respectivamente.

Os autores indicam que há um pensamento errôneo presente nas explicações dos alunos acerca do ciclo dia/noite, ou seja, de que a Terra não gira e que a Lua se move. De modo geral, assinalam que os conceitos envolvidos no fenômeno são difíceis de adquirir e que as ideias dos estudantes são, na maioria, fragmentadas. Para tal averiguação, os autores sugerem fazer uma investigação nos modelos mentais sintéticos.

Em pesquisa acerca de novas práticas que contribuem com o raciocínio crítico de estudantes nas salas de aulas de Ciências, em Jerusalém, Schwarz et al. (2011) desenvolveram de uma série de atividades sobre o ciclo dia/noite. Para atender aos seus objetivos específicos, os autores elaboraram um questionário, dentre outras atividades, que foi respondido por 44 estudantes do Ensino Médio. Houve também a participação de 4 professores na pesquisa, mas para este trabalho, os dados não serão mencionados.

Tal questionário foi analisado segundo 5 aspectos de aprendizagem, sendo que um deles são os modelos mentais que os alunos levantaram a respeito do ciclo dia/noite. Iremos

registrar, na tabela 12, apenas os resultados relativos a este aspecto, por comungar com nossos interesses de pesquisa. Serão mostrados, nesta mesma tabela, os modelos mentais construídos pelos alunos, bem como suas características e também a explicação dada pelos estudantes, o que levou à categorização dos modelos exibidos a seguir.

Tabela 12 - Modelos mentais apresentados por alunos do Ensino Médio, com suas características e explicações.

<b>MODELOS MENTAIS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EXPLICAÇÕES DADAS</b>
1) Sem modelo mental	Não apresentaram explicações de modo a categorizar um tipo de modelo mental específico.	"Durante o dia, estamos para cima e no meio da noite estamos dormindo".
2) Modelo Geocêntrico	O Sol gira em torno da Terra/planetas.	"O Sol gira em torno da Terra, iluminando diferentes partes de cada vez".
3) Modelo Dual	Durante o dia, a Terra gira em torno do Sol e à noite ao redor da Lua.	"Durante o dia o Sol ilumina a Terra e na noite a Lua ilumina a Terra";
4) Modelo Heliocêntrico	A Terra gira em torno do Sol uma vez por dia.	"Dia e noite acontece porque a Terra está girando em torno do Sol";
5) Modelo Híbrido	A Terra gira em torno do seu eixo, e o Sol e a Lua estão nos dois lados opostos.	"Dia e noite acontece porque a Terra gira em torno de si uma vez por dia, e cada vez uma metade está virado para o Sol e a outra metade enfrenta a Lua";
6) Modelo Científico	A passagem do dia para a noite é causada pelo fato de os planetas girarem em torno de si mesmos.	"a Terra gira em torno de si uma vez por dia".

Fonte - Adaptado de Schwarz et al. (2011, p. 123; 125, tradução nossa).

Os autores mostraram também que, para 7 dos 32 alunos, no início das discussões, o fenômeno dia/noite acontece devido a um eclipse. Um segundo obstáculo que dificulta o aprendizado é relacionado com a geocentricidade, ou seja, a maioria dos alunos, cerca de 25 deles, pensam que tal fenômeno só ocorre na Terra. Tal ideia é reforçada quando os alunos respondem que, em Marte e na Lua, não existe ciclo dia/noite. Outros disseram que na Lua é sempre escuro, porque ela só é visível à noite.

Os resultados coletados pelos autores apontam que os alunos tiveram dificuldades em explicar o ciclo dia/noite, dado que corrobora as outras pesquisas anteriormente descritas. Levantam, também, que essas ideias iniciais foram substituídas por outras, manifestadas após os estudos, indicando que houve mudança conceitual.

Com base nas pesquisas relatadas (sem pretensão que a busca internacional fosse esgotada), fica explícito que, em distintas partes do mundo, foram realizados trabalhos em relação aos modelos mentais exibidos por alunos de diferentes idades, sobre o ciclo dia/noite. A importância de tais estudos é que o levantamento de tais dados venha a contribuir com as novas estratégias metodológicas que estreitem as relações entre o conhecimento apresentado pelo aluno com o conhecimento científico, e que estejam, de certo modo, relacionados com os fenômenos cotidianos vivenciados pelos estudantes.

Em âmbito nacional, procuramos por pesquisas que abordassem os modelos mentais exibidos por alunos a respeito do ciclo dia/noite. A busca se deu no Banco de Teses e Dissertações da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES); na Biblioteca Brasileira de teses e Dissertações; Biblioteca Nacional digital; Banco de Teses e Dissertações em Astronomia e no Portal de periódico CAPES. O termo inserido para busca foi: modelos mentais sobre o dia e a noite. Partindo desta busca, não foram encontrados, até a data desta realização, trabalhos nacionais que tratassem de tal tema em seus títulos. Nesse sentido, essa pesquisa revela ser a primeira a divulgar dados com alunos brasileiros a respeito do tema em estudo.

Os caminhos metodológicos que esta pesquisa trilhou serão detalhados a seguir.

## **4 A TRAJETÓRIA DA PESQUISA**

Exibimos, neste item, a trajetória que percorremos para que esta pesquisa fosse efetivada. Para melhor entendimento de como este trabalho se deu, apresentaremos, primeiramente, os fundamentos nos quais pautamos nossa metodologia. Na sequência, retomamos, novamente, o objetivo de nossa pesquisa, bem como o questionamento central desta. Avançamos com a mostra do cenário em que este trabalho se efetivou e, por fim, revelamos os critérios utilizados para a coleta dos dados, bem como sua apresentação e análise.

### **4.1 A pesquisa e seus fundamentos**

Como nosso foco de estudo são os modelos mentais evidenciados pelos estudantes, acerca de temas que envolvem a Astronomia, baseamos nossos estudos em autores que consideram a pesquisa qualitativa, bem como aqueles que abordam o Ensino de Ciências e, em específico, os trabalhos com os modelos mentais.

Caso se considere o que sugerem Bogdan e Biklen (1994), uma investigação qualitativa apresenta algumas características, às quais a pesquisa aqui proposta se alinha, porque prevê: um contato direto do pesquisador com o ambiente investigado (a pesquisa aconteceu na escola); os dados são descritivos (a pesquisa supõe filmagem das entrevistas para transcrição e detalhamento escrito dos dados levantados); e o significado das coisas tem papel relevante (à pesquisa interessa saber como os alunos interpretam suas experiências e entender sua vivência de mundo e suas percepções).

Ainda segundo os mesmos autores, a pesquisa qualitativa adquire um caráter amplo e abrangente, uma vez que permeia vários contextos, podendo ser, em cada um deles, um objeto de estudo com riqueza de detalhes, pormenores nas descrições e interpretações.

Como pesquisa que permeia o ensino escolar de Ciências, um de seus fundamentos metodológicos primários está em Carvalho (2006, p. 24), para quem as “[...] pesquisas deverão obedecer a um delineamento do tipo qualitativo, uma vez que irão interpretar a fala, a escrita, os gestos e ações dos professores e alunos durante as aulas”. As atividades ocorreram em uma escola como espaço de estudo. Neste, diz Carvalho (2006, p. 25), o “[...] objetivo é a descrição de fenômenos do Ensino de Ciências que leva os discentes a uma enculturação científica”.

No que se refere aos trabalhos com modelos mentais, conforme expõe Greca (2006, p. 397), “os protocolos verbais” devem vir de fontes diferentes, que são: “entrevistas, descrição em voz alta do que estão fazendo, que a seguir devem ser gravados, transcritos e analisados à luz de alguma teoria”. A autora enfatiza, também, que as técnicas que se servem de verbalização são as mais usadas para investigar as representações mentais.

A utilização de várias formas de coleta de dados, para que eles se cruzem em uma triangulação, é muito importante, propiciando “visões distintas do mesmo fenômeno”, como exposto por Carvalho (2006, p.28).

Nesta pesquisa, buscamos fazer a triangulação dos dados, utilizando como fontes: oral – que será obtida por meio da entrevista; gráfica – por meio dos desenhos produzidos, como sugerem Vosniadou e Brewer (1994); e imagética - oriunda da simulação com os modelos físicos.

No que diz respeito à realização das questões orais para a entrevista, procuramos, ao confeccionar nosso instrumento de coleta, dar atenção às recomendações apontadas por Vosniadou e Brewer (1994), quando sugerem a necessidade de realizar diversas questões com os entrevistados, de modo a averiguar se as respostas estão dentro de um padrão, em acordo com um modelo mental consistente expresso pelo indivíduo.

Na elaboração das perguntas para a entrevista, Frède, Troadec e Frappart (2009) propõem que estas permeiem a combinação de questões abertas e fechadas. Em seu trabalho, os pesquisadores levantaram que o método utilizado afeta os resultados, ou seja, quando as questões são abertas, os resultados mostram um maior percentual de explicações relacionadas com o modelo Geocêntrico, ao passo que as questões fechadas remetem a um maior percentual ligado ao modelo Heliocêntrico.

Já Vosniadou, Skopeliti e Ikospentaki (2004) criticam o uso de questionário fechado, afirmando que ele induz as crianças a aceitar o socialmente correto e que, também, a escolha entre duas opções é uma tarefa mais fácil de encontrar a resposta mais próxima ao cientificamente correto. Outra explicação é justificada pelos autores, no sentido de que as opções fechadas mascaram a exposição dos modelos sintéticos. Em relação aos questionamentos abertos, os autores defendem que, ao construir ou desenhar seus próprios modelos, as crianças apresentam seus modelos sintéticos, por isso, sugerem o uso de massinhas de modelar para uma representação em 3D, conferindo maior fidedignidade à ideia expressada pelo estudante. Segundo os autores, quando as crianças, na entrevista, manipulam a massinha de modelar para explicar suas ideias, agregam à explicação seu modelo de Terra, fator importante para entender as questões de representação do ciclo dia/noite. Na confecção

de nosso instrumento oral para a entrevista, seguimos as ideias propostas por Vosniadou, Skopeliti e Ikospentaki (2004).

Nesse contexto, a opção por esta abordagem se deu devido ao fato de ela oferecer subsídios para responder às questões levantadas nesta proposta de trabalho, mediante o estabelecimento de diálogos entre pesquisador e sujeitos.

#### **4.2 As questões e o objetivo da pesquisa**

Temos em vista que o estudo dos fenômenos cotidianos, dentre eles, o ciclo dia/noite, analisados sob diferentes referenciais, é relevante na Educação básica e considerado como fundamental para o entendimento dos temas astronômicos. Nesse sentido, a presente pesquisa tem como problemática central responder: *Quais modelos mentais são apresentados por estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio quando explicam o dia/noite, quando tomados da superfície da Terra e fora dela? Além disso, queremos saber se esses mesmos estudantes transitam em suas explicações sobre o mesmo fenômeno, quando o analisam a partir de diferentes referenciais?*

O objetivo por nós proposto nesta pesquisa foi o de *apontar subsídios para a elaboração de propostas voltada à Educação em Astronomia, no que se refere ao ensino do tema dia/noite, tendo por base modelos mentais de alunos dos Ensinos Fundamental e Médio, quando explicam tal fenômeno segundo um referencial pautado na superfície da Terra e fora dela.*

#### **4.3 Ambiente da pesquisa**

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma Escola da rede Estadual de Ensino da cidade de Uberlândia-MG. A instituição foi escolhida, devido ao fato de a pesquisadora fazer parte do quadro de funcionários. É de interesse justificar, que os sujeitos não foram identificados em nenhuma das etapas da pesquisa e que, todos os cuidados foram tomados neste sentido. No período da coleta dos dados, a pesquisadora se encontrava em afastamento parcial concedido pelo Estado, para dedicação ao curso de Doutorado, não ministrando, portanto, aulas para os alunos participantes deste trabalho.

Com 1200 alunos, é uma escola de bairro periférico, que atende estudantes do Ensino Fundamental I, II e Ensino Médio, divididos em três turnos. Os discentes, na grande maioria, vivem no entorno da escola, participando da comunidade local.

A escola oferece, no período da manhã, o Ensino Fundamental II (8º e 9º anos) e Ensino Médio (do 1º ao 3º ano); no turno da tarde, oferece Ensino Fundamental I (do 1º ao 5º ano) e Fundamental II (6º e 7º anos). No período noturno, apenas Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Para atender aos objetivos propostos, estiveram envolvidos com a pesquisa os estudantes que se encontravam no final das etapas dos diferentes níveis de ensino oferecidos pela escola, ou seja, alunos do 5º ano, final do Ensino Fundamental I; alunos do 9º ano, final do Ensino Fundamental II; e alunos do 3º ano, final do Ensino Médio. As justificativas de tais séries se dão em razão do fato de encerrarem etapas de currículos propostos pelos documentos oficiais – PCN/Ciências Naturais, e também, pelo fato de os temas que envolvem Astronomia estarem presentes em quase toda a Educação Básica.

Salientamos que os resultados levantados nesta pesquisa fazem parte apenas do universo pesquisado, não sendo generalizados para os demais alunos e nem tampouco para outras escolas de Educação Básica. Os dados foram coletados no segundo semestre do ano de 2015

Assim, as turmas envolvidas com a pesquisa foram: dois quintos anos, com alunos de 9 a 11 anos de idade, que estudam no período vespertino; dois nonos anos, com estudantes na faixa etária de 14 a 16 anos e um terceiro ano do Ensino Médio, no turno matutino, com discentes dos 15 aos 18 anos de idade. A seleção dos estudantes, para participar da pesquisa, foi mediante sorteio dos nomes dos matriculados e frequentes em cada série, uma vez que não tivemos o mesmo quantitativo de turmas. No total, os trabalhos foram iniciados com 60 alunos, sendo 20 deles correspondentes a cada série envolvida. O 5º ano, em específico, terminou com um quantitativo menor em relação às demais séries em estudo, 18 alunos, pois, durante a última etapa, que compreendia a simulação com os modelos materiais, uma das alunas mudou de escola e outro manifestou o desejo de não mais participar da pesquisa. Como estávamos próximo do término do ano letivo, não tivemos como substituir os participantes. Assim, o 5º ano teve um quantitativo de 18 alunos e não 20 como nas demais séries.

É importante ressaltar que não se trata de um estudo quantitativo, mas sim, de profundidade, sendo que os objetivos a cumprir inteiram esta característica.

#### 4.4 Procedimentos realizados para a coleta dos dados

Em um primeiro momento, foi realizada uma análise documental, consultando os PCN-Ciências da Natureza, CBC- Ciências da Natureza, verificando as recomendações de tais documentos relativas aos conteúdos ministrados no ensino de Astronomia, em quais séries seriam abordados e a relação destes com o cotidiano dos alunos.

A seguir, a autorização para realizar esta pesquisa foi dada pelo Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (sob número: 1.058.176). Com o posterior diálogo com a direção da escola, o projeto de pesquisa foi apresentado e também houve a coleta das assinaturas cabíveis. Na sequência, o projeto foi exposto aos demais professores das séries envolvidas e detalhada a participação dos alunos.

Na etapa seguinte, em parceria com os professores das turmas envolvidas, foi realizado o sorteio dos alunos participantes da pesquisa. Foram um total de 60 (sessenta) alunos envolvidos, sendo 20 (vinte) estudantes representantes de cada uma das séries. O docente da instituição exerceu um papel de relevante importância, sendo ele quem determinou, dentro de seu planejamento, o melhor momento da aplicação das etapas da pesquisa.

Assim que os nomes foram sorteados, os alunos foram chamados para se inteirarem a respeito da pesquisa e manifestaram sua intenção ou não em participar. Foi entregue aos interessados, o termo de assentimento do menor para assinatura. Nos casos de recusa na participação na pesquisa, por parte dos estudantes, estes foram substituídos por outro colega, também via sorteio.

Depois de estabelecidos os alunos participantes da pesquisa, junto com o apoio da direção da escola, foram marcadas reuniões com os pais dos envolvidos para apresentação do projeto, que foram conduzidas pela pesquisadora. Nesse momento, ocorreu também a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo responsável do menor participante. Para que o comparecimento dos pais fosse efetivo, foram ofertados três horários de reuniões em dias diferentes. Em consulta com a direção, os horários foram estabelecidos em acordo com as necessidades da comunidade escolar.

Em outro momento, aconteceu o acompanhamento de algumas aulas, pelo pesquisador, com o intuito de permitir a relação entre sujeitos e pesquisador, para que, quando ocorresse a aplicação da proposta, a presença do pesquisador não influenciasse de modo considerável nos participantes e nos resultados. Esta estratégia está pautada em Vianna (2003,



p.10), quando afirma que: “para minimizar a influência do efeito do observado, seria a presença do mesmo em sala, várias vezes, mas sem coletar dados, a fim de que professores e alunos acostumem com sua presença e possam agir com naturalidade [...]”.

Como citam Lüdke e André (1986, p.26), “A observação direta permite que o observador chegue mais perto da “perspectiva dos sujeitos”, um importante alvo nas abordagens qualitativas”. Para as autoras, quanto mais perto o observador se encontra do sujeito, quanto mais participa de sua rotina, melhor pode compreender a visão de mundo por ele estabelecida.

A princípio, para a coleta dos dados, os alunos foram no contra turno, ou seja, em horário oposto ao de aulas, para que a pesquisa não interferisse no andamento das atividades escolares. Os alunos do 9º ano (Ensino fundamental II) e 3º ano (ensino Médio) participaram das etapas da pesquisa no turno da tarde, em horários previamente estabelecidos, atendendo e adequando-o à rotina de cada um deles. O mesmo foi feito com os estudantes do 5º ano (Ensino fundamental I), que participaram no turno da manhã, também acatando as necessidades de cada um.

A coleta dos dados ocorreu no segundo semestre de 2015, mais especificamente, nos meses de setembro a novembro, e foi dividida em 3 partes distintas e compreendidas do seguinte modo: na primeira delas, foi o momento da entrevista<sup>13</sup> e a representação com a massa de modelar; na segunda parte, ocorreu os registros escritos<sup>14</sup> por meio de desenhos e, por fim, na parte III, houve a utilização dos modelos físicos<sup>15</sup>, com simulações usando-os, de acordo com as situações indicadas.

Relativo ao primeiro momento, os alunos participantes foram entrevistados individualmente, em sala separada da sua, cujas questões foram pautadas em Vosniadou e Brewer (1994), Diakidoy; Vosniadou; Hawks, (1997). Eles propõem a realização de várias perguntas ligadas ao tema, mas de modo diversificado. Nessa primeira parte, à medida que os alunos foram explicando suas ideias, eles também foram utilizando massinha de modelar para representar o que estavam expressando. Tal proposta também é sugerida pelos autores citados. O instrumento de coleta destes dados está apresentado no apêndice A.

O segundo momento ocorreu em data posterior a das entrevistas individuais com todos os alunos e séries participantes. Este se deu de modo coletivo, porém contemplando os estudantes da mesma série, ou seja, foram agrupados os alunos do 5º ano, em outro momento,

---

<sup>13</sup> Conforme Apêndice A

<sup>14</sup> Conforme Apêndice B

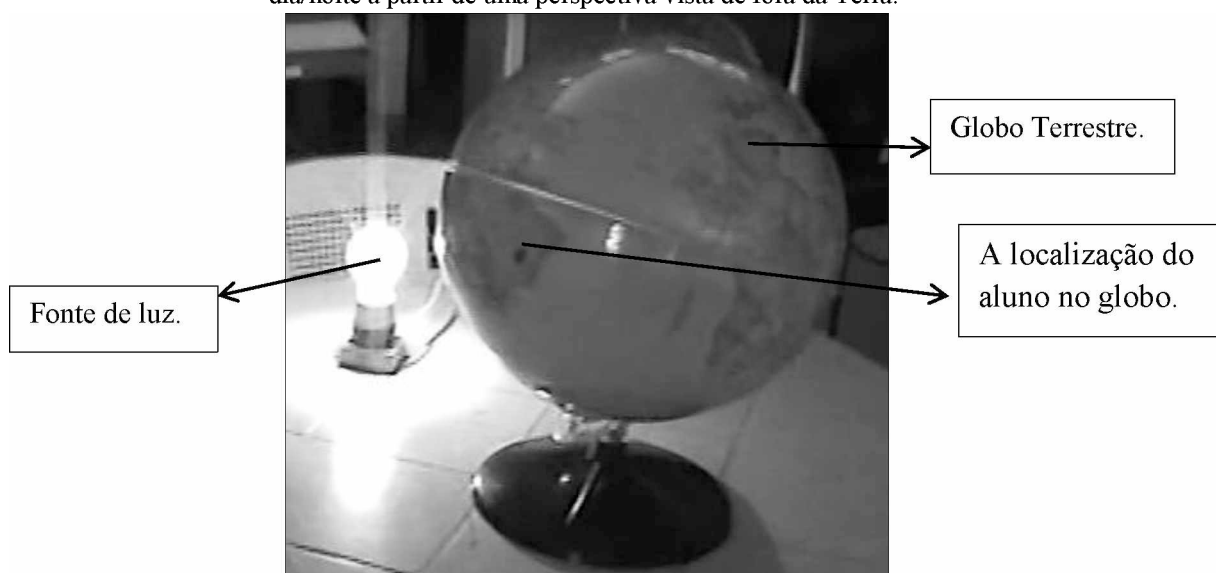
<sup>15</sup> Conforme Apêndice C

os do 9º ano e assim sucessivamente. Nessa etapa, foi solicitado que os alunos fizessem desenhos em respostas às questões apresentadas, mas que também estavam livres para complementar com escrita, caso os desenhos não expressassem a totalidade da ideia. Tais questões são mostradas no apêndice B.

Por fim, na terceira parte, os estudantes, individualmente, representaram suas ideias perante as questões propostas, manipulando os materiais que a eles foram entregues. Esta etapa foi dividida em duas situações, sendo uma delas ocorrida no pátio da escola, para que os alunos explicassem o fenômeno utilizando o céu real, assumindo uma posição topocêntrica, partindo do local onde se encontra na Terra, e outra na sala das entrevistas, com a manipulação de materiais, em que os estudantes iriam explicar o fenômeno em uma posição externa ao planeta, visto de fora. As questões levantadas estão no instrumento de coleta presente no apêndice C.

Os materiais utilizados na parte III foram por nós confeccionados, com o objetivo de analisar a forma como transitam os alunos, quando eles explicam suas ideias, partindo como observadores que se encontram em diferentes perspectivas, na superfície da Terra e fora dela. Na figura 7, apresentamos os materiais que foram empregados para a explicação do fenômeno, considerando uma perspectiva vista de fora da Terra.

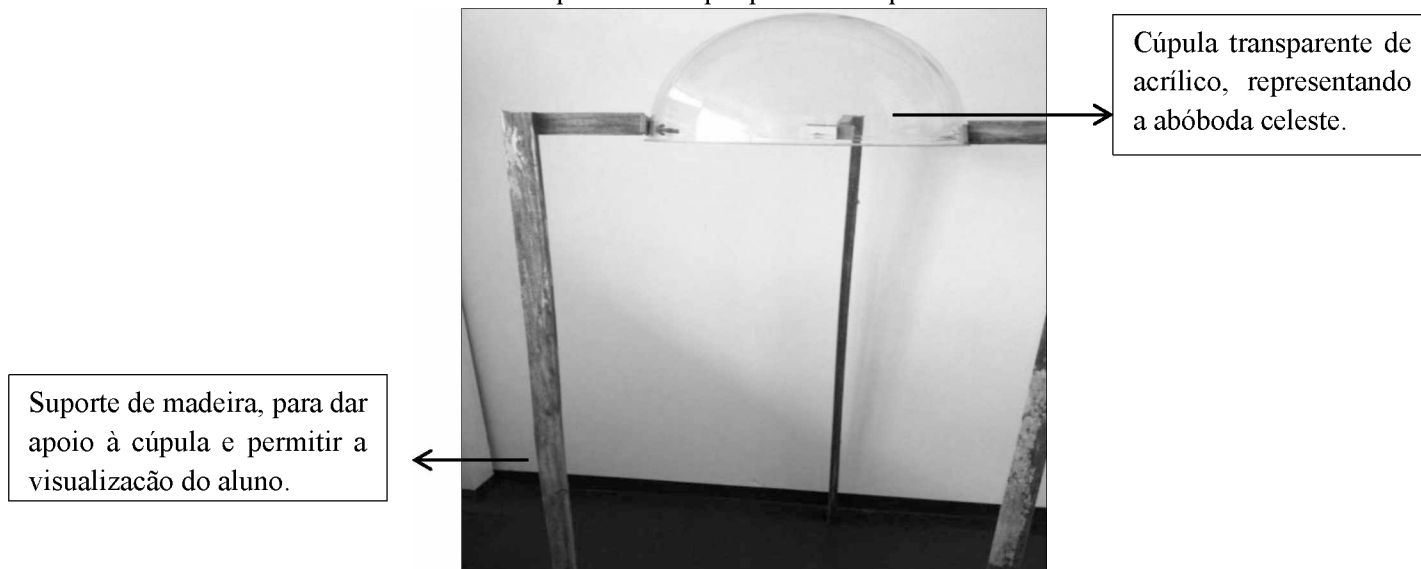
Figura 7 - Materiais utilizados na representação do fenômeno dia/noite a partir de uma perspectiva vista de fora da Terra.



Fonte - A autora

Já na figura 8, apresentamos o material utilizado para que o aluno representasse sua ideia partindo de uma visão topocêntrica, localizada na superfície da Terra. O material foi levado para o pátio da escola. Uma cadeira foi colocada no meio da armação, de modo que o estudante ficasse sentado com a cabeça embaixo da cúpula, a qual representa a abóboda celeste que o aluno estava vendo no momento da atividade. Ao mesmo tempo em que o discente ia explicando sobre os questionamentos feitos pela pesquisadora, ele ia com um pincel de quadro branco, marcando os pontos e a trajetória que o Sol e Lua descreviam no céu, para aquele local.

Figura 8 - Materiais utilizados na representação do fenômeno dia/noite a partir de uma perspectiva na superfície da Terra.



Fonte - A autora.

Ressaltamos que todos os registros produzidos pelos alunos serviram de análise para esta pesquisa e que estes não foram identificados, resguardando suas identidades. As sessões de entrevistas, modelagem, desenho e utilização com os materiais foram gravadas, e os modelos por eles confeccionados, com a massinha de modelar, foram também fotografados, para posterior confrontação entre os dados. Esses procedimentos foram realizados mediante consentimento e autorização das partes, com o objetivo de analisar os aspectos qualitativos, tais como: as explicações dos alunos, as exposições de suas ideias, a articulação do pensamento e o envolvimento dos participantes nas etapas da pesquisa. Posteriormente à transcrição dos dados e apresentação dos resultados, as gravações foram eliminadas. Os cuidados e estratégias empregados para que a gravação ocorresse estão pautados nos estudos de Lüdke e André (1986), Carvalho (2006), sendo, desta forma um instrumento útil e válido

nesta pesquisa. Com os dados em mãos, delinearemos, a seguir, uma proposta de apresentação e análise destes.

#### **4.5 A apresentação e metodologia de análise dos dados**

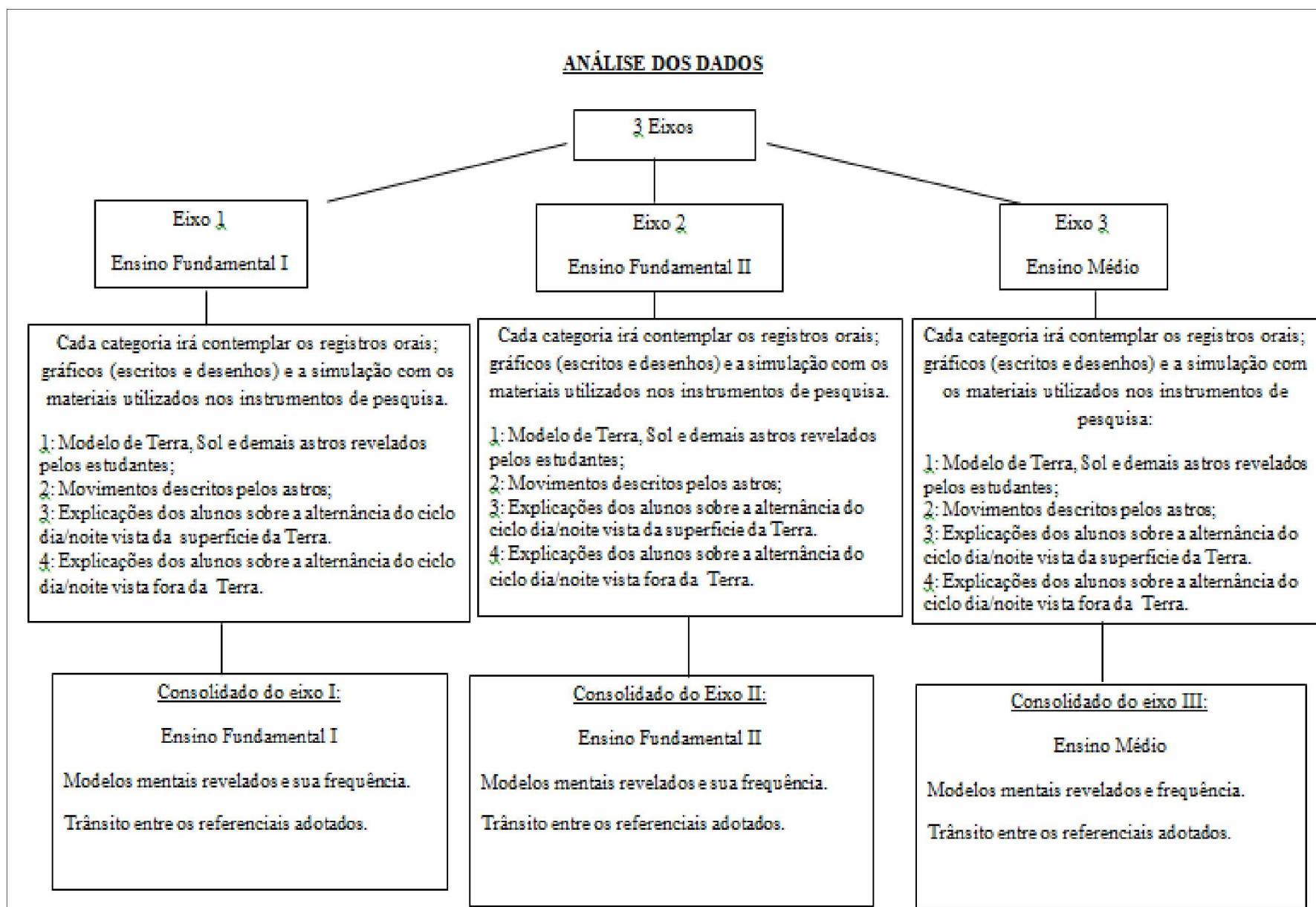
Primeiramente, os dados foram apresentados segundo três eixos de análises, que correspondem, cada um deles, aos três níveis de ensino aqui pesquisados. O eixo 1, correspondente aos dados levantados pelos estudantes do 5º ano, que contempla o final do Ensino Fundamental I; o eixo 2, dados relativos ao 9º ano, relacionado, portanto, ao Ensino Fundamental II, e o eixo 3, com as ideias expostas pelos discentes do 3º ano, fim do Ensino Médio. A divisão nestes eixos se justifica, quando entendemos que os modelos mentais levantados em cada nível de ensino, provavelmente, devam ser diferentes entre si, uma vez que se diferem quanto à faixa etária, as experiências vivenciadas pelos estudantes e outros aspectos.

Elencamos, para cada eixo, quatro categorias de análise que são: 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, visto da superfície da Terra; 4- Explicações dos alunos sobre a alternância do ciclo dia/noite, visto de fora da Terra. Cada categoria foi analisada mediante as três fontes utilizadas na coleta dos dados, sendo elas: a entrevista com a representação por meio da massa de modelar; os registros gráficos, compreendendo os desenhos e escritas para explicar o fenômeno em questão e a simulação com os materiais utilizando os modelos físicos.

Ao final dos dados apresentados e analisados em cada uma das categorias, exibimos um consolidado do eixo em questão, que contempla as ideias expostas pelos estudantes, com a finalidade de aglutinar as ideias afins, para que os modelos mentais e seus quantitativos sejam revelados.

Na sequência, delineamos a construção dos modelos mentais manifestados pelos alunos, pautados em suas explicações acerca do fenômeno em estudo, com suas características básicas, bem como a incidência (frequência) em que cada um deles aparece em acordo com os níveis de ensino pesquisados. Por meio dos dados levantados, mostramos também de que forma e como cada grupo de estudantes transitou, entre os referenciais tomados nesse estudo: fora da Terra e em sua superfície. Apresentamos a seguir, no fluxograma 4, uma síntese da estruturação da forma como os dados serão apresentados.

Fluxograma 4: Estruturação da apresentação e análise dos dados.



Fonte- A autora

Os dados serão discutidos, à medida que forem sendo exibidos, de modo que a análise ficará diluída nos eixos que contemplam esta pesquisa. Para a análise de cada categoria, apresentamos os registros dos alunos, sejam eles por meio da transcrição de falas, reprodução dos desenhos realizados e ou imagens da modelagem com a massa de modelar. Vale lembrar que os nomes aqui mostrados não identificam os envolvidos na pesquisa, uma vez que utilizamos de pseudônimos. Para a criação destes, valemos de dois critérios: primeiro, o nome escolhido não consta na listagem de alunos matriculados na série envolvida, mesmo dos não participantes na pesquisa; segundo, conservamos os nomes vinculados ao gênero, ou seja, para os meninos, atribuímos nomes masculinos, e meninas, femininos.

A seguir, apresentamos os resultados que obtivemos com este trabalho.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

Divulgaremos, a seguir, os resultados por nós obtidos durante esta pesquisa. Faremos, paralelamente, a análise e a discussão dos dados, seguindo a organização anteriormente descrita. Cada categoria foi levantada, por meio das 3 fontes que compõem o instrumento de pesquisa: oral, gráfica e a simulação com os materiais por nós apresentados, em conformidade com os questionamentos de cada uma delas. Assim, as ideias apresentadas pelos estudantes puderam ser levantadas para que os objetivos e questionamentos desta pesquisa fossem respondidos.

### 5.1 EIXO 1 : ENSINO FUNDAMENTAL I

#### 5.1.1 Categoria 1: Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes

A noção do modelo de Terra, Sol e demais astros, como Lua e estrelas, é de fundamental importância para a explicação do fenômeno dia/noite, conforme afirmam Vosniadou e Brewer (1994). Os autores apontam que as ideias destes astros são pautadas em pressupostos ontológicos que refletem nos modelos mentais do ciclo dia/noite expostos pelos alunos. Nesse sentido, julgamos importante, para esta pesquisa, considerar tal ideia.

As questões que envolvem tais noções estão contempladas, em nosso instrumento de pesquisa, em duas perguntas 10 e 11 (Apêndice A) e questões 1, 2 e 3 (Apêndice B), que abordam sobre a forma assumida pelos astros e onde as pessoas estão localizadas no planeta. As ideias expressas pelos estudantes estão descritas a seguir.

No que se referem ao nosso planeta, os discentes do 5º ano, com um total de 18 estudantes cerca de onze deles, asseguraram que a Terra é redonda e, destes, nove consideram que estamos localizados na sua superfície. Relativo à forma redonda do planeta, a fala de Violeta exemplifica algumas das ideias apresentadas por esse universo 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”*. Outros, como Talia, justificaram a forma redonda do planeta recorrendo a outras visões, como ao fato de terem já *“visto no globo terrestre”*. Outras respostas ainda, 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”*... Questionando o aluno a respeito da forma do planeta, ele acrescentou que a

professora já havia falado que: *“Há muitos e muitos anos atrás, a Terra... eu acho, que era... triangular, não lembro como ela [professora] falou..., mas acho que tinha outra forma a Terra... aí ela [professora] falou assim... que pois [colocaram] ela [Terra] redonda, para ficar mais fácil para a gente estudar...é porque faz muito tempo, acho que foi no início do ano que ela tava falando [...]”*.

As ideias mencionadas por Violeta e Rui, de que a forma do planeta se dá devido ao que é “visto pelos astronautas” ou na direção “acima e abaixo”, remetem a uma das cinco noções de Terra, apontadas por Nussbaum e Novak (1976). Segundo os autores, na noção 2, por eles intitulada, contemplam as visões dos discentes que defendem que a Terra é redonda, mas suas justificativas para com a forma do planeta reforçam uma ideia de Terra plana, cuja noção de espaço é limitada, quando vinculam ideias com as que são vistas pelos astronautas. Também dentro dessa noção estão aqueles que se justificam pautados nas direções: acima e abaixo, que vai contra, segundo Nussbaum e Novak (1976), o modelo esférico, voltando, assim, a uma noção de Terra plana.

Esses e outros alunos, mesmo com explicações diversas acerca da forma redonda do nosso planeta, afirmaram e representaram, em seus modelos, que estamos localizados na superfície do planeta, ou “do lado de fora”, como esboça a modelagem de Violeta e Rui, expostas na figura 9.

Figura 9- Modelos de Terra esférica e localização na superfície do planeta representados por alunos do 5º ano.

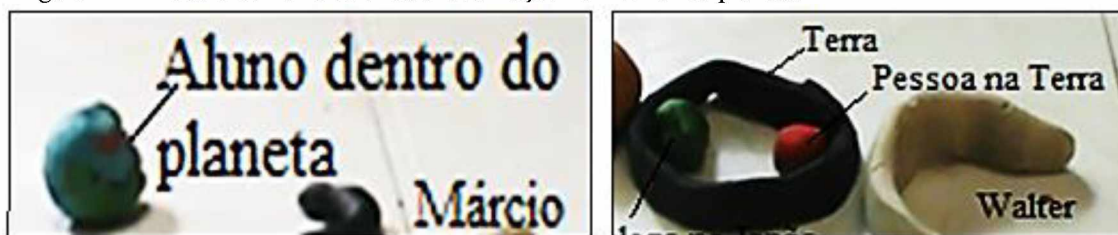


Fonte – A autora.

No entanto, para dois alunos desse grupo, estamos situados no interior do planeta, ou do lado de “dentro”, como representam o modelo de Márcio e Walter, na figura 10.



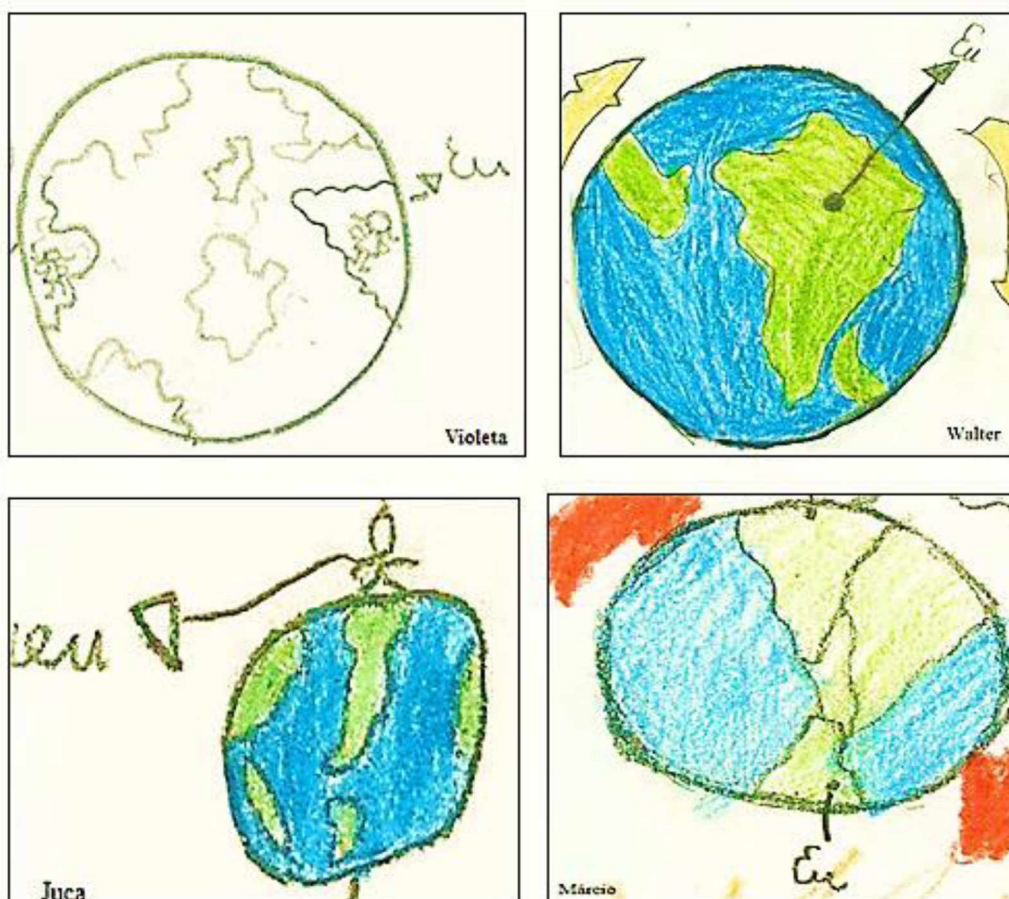
Figura 10 – Modelo de Terra esférica e localização no interior do planeta.



Fonte – A autora.

Para esse grupo de onze alunos, os registros orais e as modelagens por eles confeccionadas corresponderam com os desenhos por eles realizados, mantendo a forma redonda da Terra, bem como a posição em que se encontram no planeta. Tais ideias estão exemplificadas na figura 11.

Figura 11- Desenhos realizados pelos alunos do 5º ano sobre a forma esférica da Terra e a posição em que se encontram no planeta.

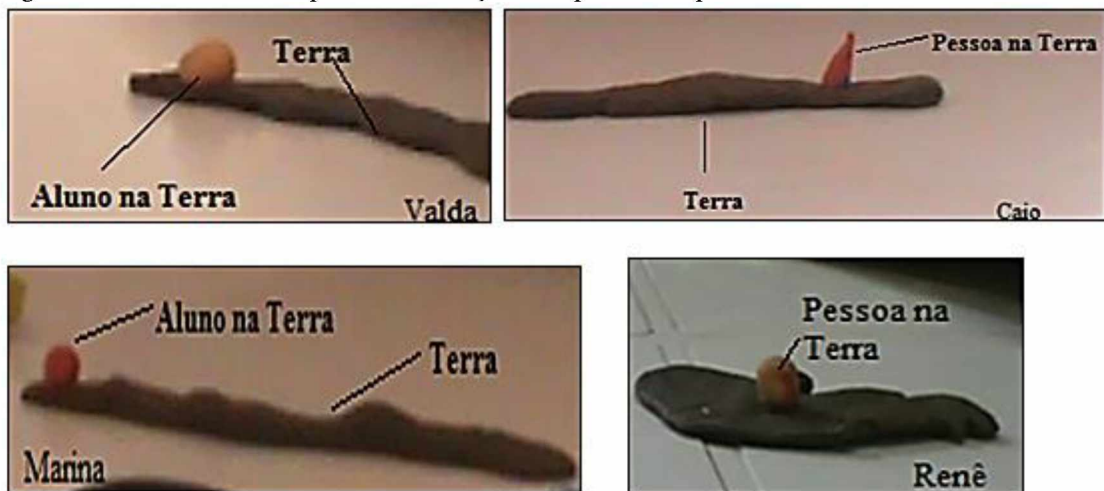


Fonte – A autora

Os sete alunos restantes modelaram a Terra com formato plano, exemplificados com os modelos de Valda, Caio, Marina e Renê, como exposto na figura 12. Alguns, antes de

confeccionar o modelo, hesitavam, mas, sem perguntar, representavam o planeta de modo plano. Quando perguntado aos alunos por que eles representaram a forma da Terra daquele modo, a resposta foi quase que unânime: “*porque eu acho que é assim*”. Apenas Renê perguntou: “*é para fazer... tipo um desenho?*” e obteve como resposta que era para fazer de acordo com o pensamento dele. Já os que levantaram a ideia de Terra plana, disseram também que estamos inseridos na superfície do planeta.

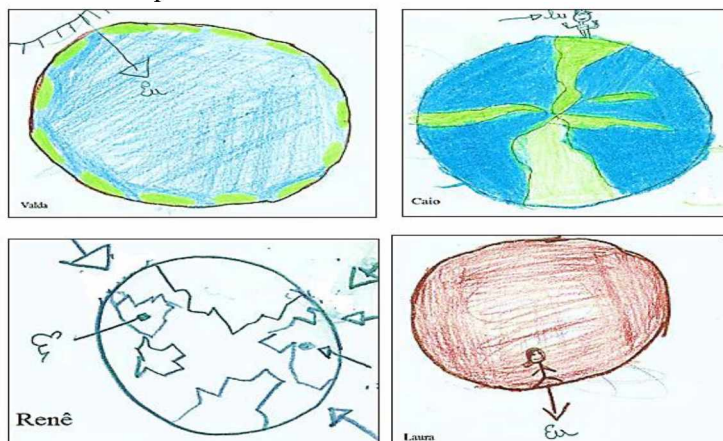
Figura 12 - Modelo de Terra plana e localização na superfície do planeta dos alunos do 5º ano.



Fonte – A autora.

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, como expõem os modelos inseridos na figura 13.

Figura 13- Alunos com desenho de Terra esférica, mas com modelagem com a forma plana.



Fonte – A autora.

Tais resultados vão na direção dos relatados por Bisch (1998), quando classifica os alunos que apresentam tal ideia como uma noção de Terra dupla. Para o autor, esses estudantes possuem uma concepção de Terra plana e outra de “Terra planeta”, separadas e distintas uma das outras. A primeira visão está condizente ao local onde estão inseridos, em que eles vivem, relacionando com o solo. Já a segunda remete ao que eles obtêm por meio de informações que chegam até eles, como a escola, a mídia e outras fontes.

Apenas uma aluna, Marina, manteve a ideia de Terra plana em seu desenho, como mostra a figura 14.

Figura 14- Ideia de Terra plana mantida tanto no desenho quanto na modelagem.



Fonte – A autora.

De modo geral, a maioria dos alunos, mesmo configurando a Terra com forma esférica, revela uma ideia de Terra plana, fato observado no prosseguimento das perguntas.

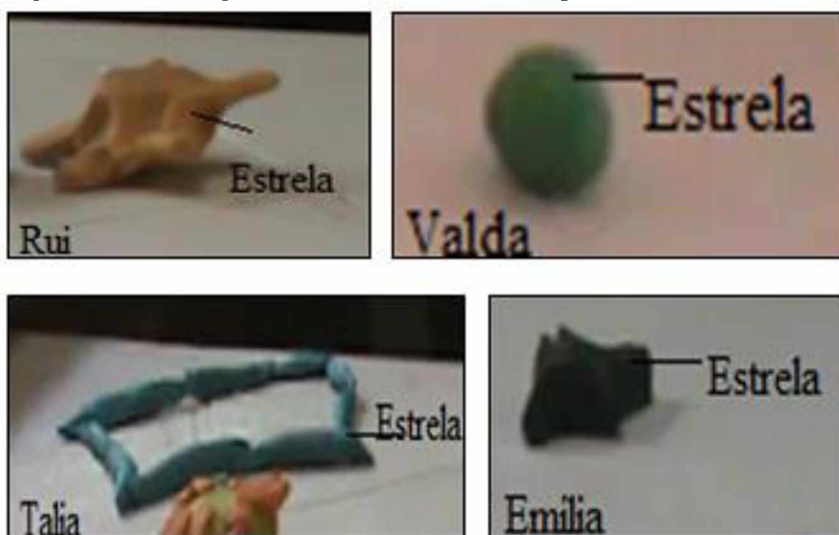
Naquilo que se relaciona aos demais astros, os estudantes do 5º ano possuem um consenso de que o Sol é redondo. Muitos atribuem tal forma ao astro, por ser esta a configuração com que ele se mostra no céu, como é o caso de Márcio, que diz que o Sol “é redondo por que já viu... em casa de olhar para o 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, justificando que é “por ser a forma mais fácil de modelar”, mas que assume outros aspectos, como um “semicírculo”, por exemplo.



As estrelas foram os astros que mais trouxeram dificuldades em sua modelagem. Alguns dos discentes as modelaram redondas, com cinco pontas e de formas aleatórias. Embora a maioria mencionasse sobre as estrelas na entrevista, os estudantes não as modelaram com a mesma intensidade com que falaram sobre tal astro. Alguns alunos, como Natacha, disse “*não dou conta de fazer as estrelas, mas elas têm pontas*”, não fazendo sua modelagem. Outros, como Valda, modelaram com a forma redonda por dizer que “*estrela... eu não dou conta...*” e Rui, que apesar da dificuldade encontrada, a modelou com a forma redonda e com cinco pontas. O fato é que, quanto à forma das estrelas, os estudantes apresentaram ideias diversas como mostra a figura 15.

Figura 15 – Modelagem de estrelas confeccionadas por estudantes do 5º ano

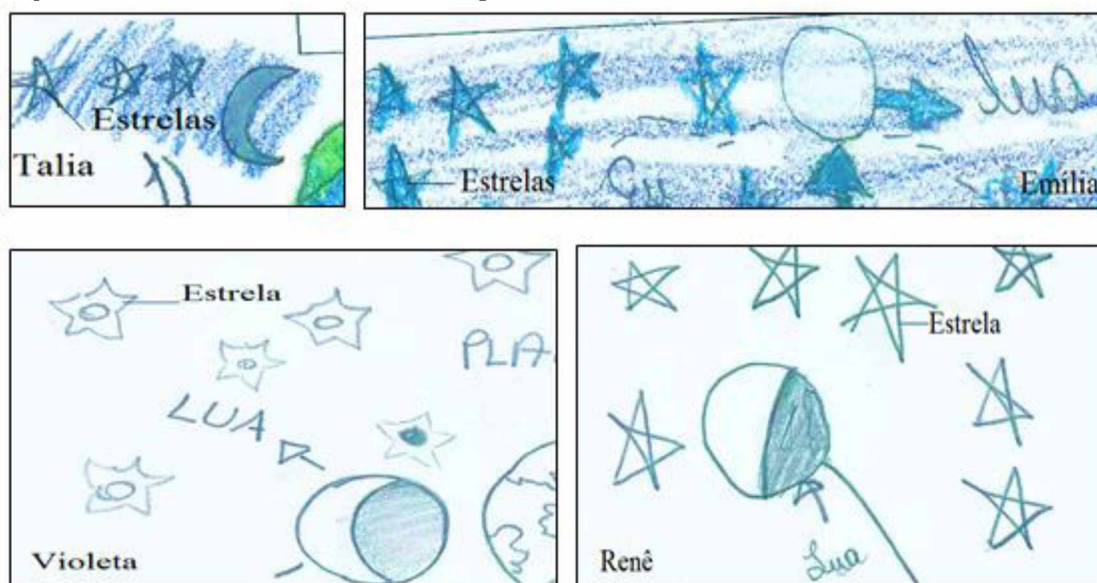


Fonte – A autora.

Apenas uma aluna, Violeta, fez a estrela redonda e explicou que: “*também já me falaram que as estrelas são redondas, mas que, como o brilho delas reflete muito... fica parecendo que elas têm pontas*”. Questionada sobre a origem destas informações, a aluna disse que foi na televisão, em um programa de desenho animado que chama: *O show da Luna*, cuja personagem “*é uma cientista que gosta de aprender sobre as coisas*”.

Em análise aos desenhos realizados pelos alunos, as estrelas, quando foram desenhadas, apareceram de modo unânime com a forma de cinco pontas, não correspondendo aos diversos modelos que haviam sido modelados, incluindo o de Violeta, como mostra a figura 16.

Figura16 – Modelos de estrelas desenhados pelos alunos do 5º ano.



Fonte – A autora.

Podemos considerar, neste primeiro momento, que a maioria dos estudantes modelou a forma da Terra redonda, e que um quantitativo inferior, porém expressivo, a modelou de modo plano, tal qual observamos em nosso cotidiano. Foi verificado, também, que a modelagem do astro feita pelos estudantes e sua representação gráfica, muitas vezes, não era compatível. Para muitos deles, a forma da Terra seguia um modelo, tal qual apresentado em livros didáticos e/ou visto nos globos terrestres, mas, quando questionados, não sabiam responder, ou não manifestavam respostas coerentes com a forma construída, remetendo a outra.

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, concomitantemente com a 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 as coisas, 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 em seus modelos para explicar o dia e a noite.

Para esses estudantes do 5º ano, de modo geral, o Sol possui forma redonda, pois é a maneira como o astro se apresenta no céu; a Lua, por sua vez, exibe modelos diferentes no firmamento, podendo assumir também, devido à observação direta do céu, a forma redonda e a de um semicírculo. As estrelas foram o astro com maior dificuldade de representação por parte dos discentes. A maioria as imaginou com um modelo com cinco pontas e outros nem souberam fazê-lo. Outro dado interessante é que a maioria dos alunos não relacionou o Sol como sendo uma estrela; a princípio, a ideia exposta é de que o Sol pertence a outra categoria de astros, diferente das estrelas. Apresentaram muita dificuldade em modelá-las, ficando evidente que os discentes não possuem conhecimentos e maiores informações a respeito de tais astros.

No que se refere à localização, a maioria acha que estamos na superfície do planeta, embora, na representação gráfica, fique evidente relacionarem tal posição apenas na parte superior e não colocarem pessoas na inferior, por exemplo.

A fim de extrairmos outros elementos que irão cruzar com as ideias já apresentadas pelos estudantes, no que se relaciona aos modelos que eles possuem dos astros, continuamos nossos questionamentos, enfatizando, agora, os movimentos que estes astros descrevem, ou não, no céu. É o que iremos elucidar a seguir.

### **5.1.2 Categoria 2 : Movimentos descritos pelos astros.**

As discussões nesta categoria mostram a ideia dos alunos acerca de quais astros realizam movimentos e como estes se dão. Tal noção é, para nós, importante, pois, a partir dela, podemos entender melhor o modelo mental apresentado pelos estudantes acerca do ciclo dia/noite. Nesta categoria, estão envolvidas as questões de números: 6; 7 e 14 da parte I, que se encontra presente no apêndice A, e a questão 3 da parte II, evidenciada no apêndice B.

Para os dezoito estudantes do 5º ano, onze admitem 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*”. Para Caio:

*“o mundo [referindo à Terra] é que tá girando...quando a gente olha para a Lua, ela vai passando assim...[ realiza movimento com os braços indo de um lugar a outro] mas só que... não é a Lua que anda...é o mundo que tá girando...aí chega uma hora e vai ficando de noite...[o aluno gira a Terra em círculos]. A gente pensa que é a Lua que tá andando...mas é o mundo que está girando”(CAIO).*

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

Relativo ao Sol, doze estudantes demonstram que o astro realiza movimentos, sendo que a maioria deles explicam 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, entende que: “*o Sol vai para cima e para baixo*”. A ideia de um Sol que se movimenta em torno da Terra é também presente, quando, no caso de Renê, expressa que: “*Sim...ele (referindo ao Sol) move devagar em torno da Terra*” e Juca, que diz: “*rodando na Terra*”, ou o de Marina, quando afirma: “*Ele (Sol) vai de leste para oeste...não sei...*”. Já Caio sustenta uma ideia de que o Sol possui um movimento aparente, quando diz:

*“Sim...ele [Sol] tem movimento, porque anda para lá. Assim, tá de dia...mas a gente pensa que o Sol tá andando para clarear...mas é a gente que tá girando...aí a gente pensa que é o Sol...mas é a Terra. Quando a gente tá andando...não parece que o Sol tá seguindo a gente? Então...é isso...só que é o mundo que tá girando, mas a gente pensa que é o Sol. É isso”(CAIO).*

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 diz Valter: “*Sim... devagar em volta da Terra*”. Outros seis estudantes citaram que a Lua não descreve movimento no céu, ficando parada; já os dois



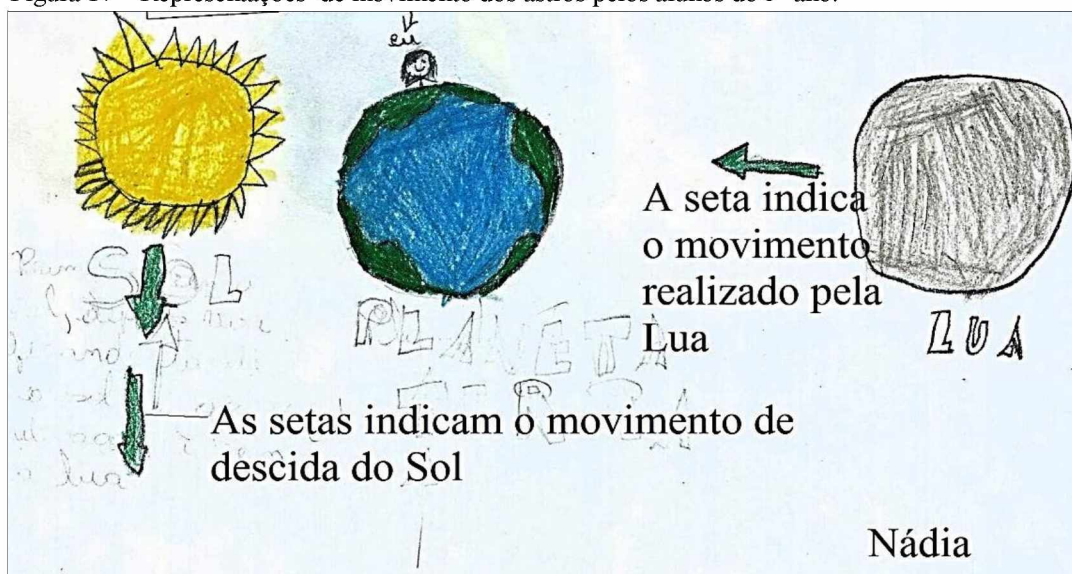
alunos restantes não mencionaram sobre o movimento da Lua, e quando questionados, disseram não saber.

Em relação às estrelas, a maioria dos estudantes não citou sobre movimento destes astros, totalizando um quantitativo de oito alunos. Outros sete asseguraram que tais astros não descrevem movimento, outro explicitou não saber sobre tal questão e apenas dois do total disseram que as estrelas possuem movimento no céu. Tal explicação pode ser encontrada na fala de Talia, quando acentua: “[...] *elas movimentam, parece que elas estão seguindo nós*” e na de Marina, quando afirma que: “*vão para outro lugar, junto com a Lua*”.

Ao solicitar para 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.

Dos sete discentes que consideraram a Terra parada, mas que Sol e Lua descrevem movimento, quatro explicaram suas ideias recorrendo a argumentos como os de Laura, que disse: “*o Sol fica aqui...[colocando o astro no alto], depois ele vem para cá, [colocando o astro abaixo da Terra], aí a Lua vai para cima [coloca o astro no alto] e depois muda*”. Tal ideia também foi expressa na modelagem e nos registros de Nádia, como mostra a seguir a figura 17.

Figura 17 – Representações de movimento dos astros pelos alunos do 5º ano.



Fonte – A autora.

Outros dois disseram que nosso planeta está parado, mas que o Sol e a Lua giram em torno dele, como é o exemplo trazido por Rui, quando declara: “*Sol e Lua rodam devagar em*



volta da Terra”. E também o de Marina, quando afirma: “a Terra fica parada e o Sol vai para o leste...ou oeste...não sei...e a Lua ocorre quando está noite....ai muda”. A representação gráfica de Marina é mostrada na figura 18.

Figura 18 – Modelo de Terra parada com Sol e Lua em movimento no céu.



Fonte – A autora.

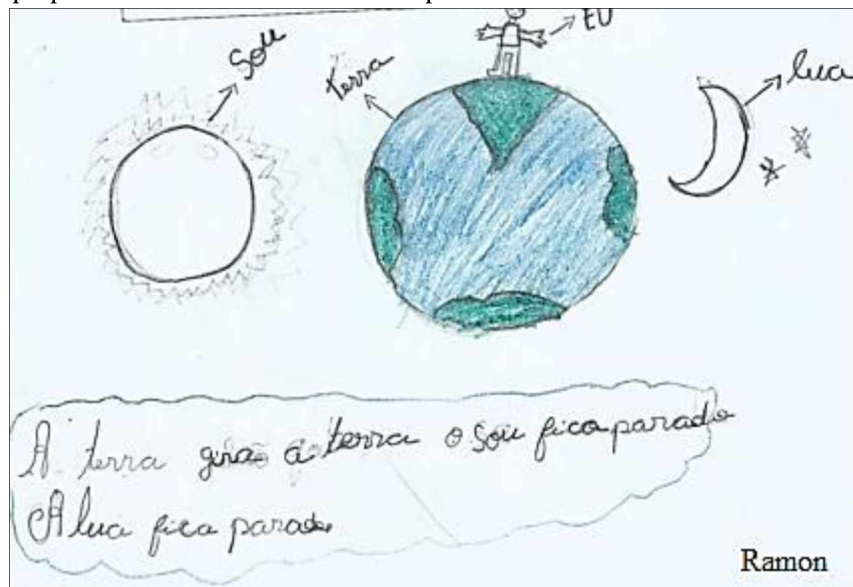
Um estudante atribui que a Terra está parada e que Sol e Lua saem e entram nas nuvens. Esse aluno disse que: “o Sol vai saindo para as nuvens... vai ficando por baixo e a Lua sai..”. Mas, na representação gráfica, não mencionou as nuvens.

Os discentes que apresentam as concepções acima citadas, ou seja, de um planeta parado, com os demais astros descrevendo movimentos de subida ou descida, ou de que o Sol e Lua giram em torno da Terra, ou até mesmo de que eles são encobertos pelas nuvens, trazem, em suas ideias, a noção de Terra plana, como a proposta por Nussbaum e Novak (1976), ou seja, explicam os fenômenos a partir do local onde se encontram no planeta.

Com ideias contrárias, onze dos alunos sustentaram que a Terra descreve movimento no espaço, sendo que seis deles presumem que o planeta realiza um movimento em torno de seu eixo ou em volta de si mesmo, com o Sol e a Lua parados, porém em lados opostos um do outro. É o caso de Ramon, quando afirma que: “A Terra gira bem devagar, entre o Sol e a Lua”; ou de Walter, quando diz: “Ela [Terra] vai girando de roda...em redor dela, bem

*devagar*”. Trazemos a ideia de Ramon, também em seu registro gráfico, pois a ideia desse aluno permaneceu a mesma na outra parte do instrumento de coleta, como mostra a figura 19.

Figura 19 – Modelo de Terra a girar entorno de seu eixo, entre o Sol e a Lua, que permanecem estáticos e em lados opostos.



Fonte – A autora.

Dos demais, quatro disseram que a Terra gira em torno de si e que Sol e Lua sobe e desce, como é o que expressa Joaquim: *“A Terra gira em volta dela...bem devagarzinho. O Sol e a Lua sobe e desce na Terra”*. A representação gráfica do aluno não representa o movimento dos astros.

Um aluno não soube descrever os movimentos que os astros realizam, apenas declarou que: *“a Terra fica girando sempre a noite e de dia”*. É a ideia de Joaquim, que não sabe como este movimento se dá e nem em relação aos demais astros.

Foi percebido que alguns discentes mudaram de ideia e alteraram a concepção primeira, quando passaram a simular ou representar os movimentos descritos pelos astros, ou seja, os conhecimentos antes mostrador foram modificados, perante uma nova estruturação e organização das ideias. É o caso de Emília, a aluna, que entendeu anteriormente, que a Terra girava em torno dela mesma, *“bem devagarzinho”* e que *“o Sol sobe e desce em volta da Terra e o movimento da Lua é igual ao do Sol”*. Porém, ao simular com os modelos e analisar a representação gráfica da aluna, vemos que ela passou a considerar que o Sol e Lua permaneciam estáticos no espaço e que apenas a Terra girava em seu entorno, como ilustra a figura 20.

Figura 20 – Ideia de Sol e Lua parados e Terra girando em volta de seu eixo.



Fonte – A autora.

Assim, mediante os dados apresentados, podemos levantar que, nessa categoria, a maioria dos alunos imagina que a Terra, o Sol e a Lua realizam movimentos. A ideia comum 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.

Quanto aos demais estudantes, quase a metade dos que 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 baseado no que veem ao olhar para o céu. Os modelos levantados pelos discentes se fundamentam em uma ideia de Terra estacionária revelam que não entendem que o planeta descreve algum movimento, pois, quando olhamos para o céu, parece ser este a estar 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 possui do entorno, como o fato de estarem localizadas em um terreno plano.

Foi percebido que as questões relativas às estrelas foram, mais uma vez, marcadas por dúvidas verbalizadas pelos estudantes, sendo que a maioria não sabia se esses astros realizam ou não movimento no céu. Novamente, notou-se também, que os estudantes não relacionam o fato de o Sol ser considerado uma delas.

Outro fato a ponderar é que os estudantes não lançaram mãos de recursos gráficos para expressarem seus pensamentos em relação aos movimentos dos astros. Percebe-se que lançaram mão de trechos escritos, desenhos, setas e outras formas que auxiliariam na exposição de suas ideias.

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

Esta categoria envolve 7 questões, as de números: 1; 2; 3; 4; 8; 9; e 13, da primeira parte de nosso instrumento de pesquisa, que se encontram no apêndice A. São questionamentos que versam sobre a localização dos astros no céu, como Sol, Lua e estrelas durante o dia e a noite, bem como investiga como acontece a alternância entre o dia e a noite a partir do ponto de vista da superfície da Terra. Também faz parte desta categoria a questão 5 da parte II, que está no apêndice B, que solicita ao estudante representar de modo gráfico o dia e a noite vistos da superfície de nosso planeta.

Os alunos do 5º ano, de modo quase que unânime, atribuem à dicotomia dia/noite a presença do Sol/Lua, justificando que é dia, pois “está claro” e noite pela “escuridão”. As respostas de Sabrina, Laura e Joaquim vão, respectivamente, nesta direção, quando supõem que é dia: *“porque fica claro, tem Sol...eu olho e vejo o Sol”*; *“ porque está claro...tem Sol”*; *“ porque o Sol faz ficar claro”* e noite, porque: *“fica escuro, tem Lua e estrelas”*; *“tem Lua e estrelas”* e *“fica escuro, tem Lua e estrelas”*. Para outros, um dos astros vai embora, enquanto o outro vem surgindo, como expressam as falas de Valda: *“ O Sol vai embora... aí vai ficar noite e vem a escuridão, a Lua e estrelas”*; de Gediel: *“ porque o Sol vai sai para baixo e a noite vem, com a Lua e estrelas”*; de Natacha: *“ porque o Sol desaparece e começa a ficar escuro. O Sol sai do céu e a Lua aparece...e as estrelas também”* e de Marina: *“porque não tem mais Sol, ele vai sumir....ele vai para o leste e tem Lua, estrela e nuvem”*.

Nesses casos, os alunos fazem uma associação de claridade com o dia e escuridão com a noite, correspondendo à ideia de que um astro desaparece para dar lugar a outro.

Para duas alunas, Nádia e Violeta, o dia e a noite estão determinados com a hora relógio, estabelecendo uma aproximação entre as atividades cotidianas com o fenômeno em si. Elas pensam que o efeito é a causa, ou seja, é porque fica escuro que é noite e não o contrário. As estudantes relacionam a presença dos astros no céu com o papel desempenhado pelo relógio, como exemplifica Nádia: “[...] *as horas do relógio vão passando... e o Sol vai sumindo [...]*” e Violeta: “*porque vai ficando escuro, as horas vão passando e dá sono na gente...aí vamos dormir*”.

As explicações levantadas nesta pesquisa, pelos discentes, para a diferenciação do dia e da noite, vão na direção dos resultados retificados por Vega-Navarro (2001). A autora apontou que, para caracterizarem tais períodos, parte de seus pesquisados estabeleceram relação de Sol com claridade e Lua com escuridão; outra que a noite e o dia se dão devido à aparição ou não do Sol e da Lua no céu; outras explicações ainda, de como o fato de tal alternância estar associada ao término de nossas atividades cotidianas, como hora de dormir, de levantar e outras.

Quanto à localização dos astros no céu, durante o dia ou noite, as respostas foram as mais variadas possíveis. No caso do Sol, houve uma ideia geral de que, durante o dia, este astro está no “céu”. Tal noção é atribuída ao fato da observação diária por parte dos alunos. Mas, no que se refere à localização de tal astro no período da noite, houve divergências. Para a maioria dos estudantes, durante a noite, o Sol está “em outro país” ou “do outro lado do mundo” ou, até mesmo, “do outro lado da Terra”. As ideias de Ramon, Violeta, Caio e Valter, exemplificam na ordem citada, tais evidências: “[...] *o Sol está no Japão, do outro lado do mundo.*”; “*O Sol está em outro lugar, tipo...lá no Japão*”; “*Em outro lugar...em outro mundo... na China [...]*”.

Diferentemente, outro grupo pensa que à noite o Sol está “*atrás das nuvens*”, como disseram Renê e Valda, ou “*tapados pelas nuvens*”, como apontaram Gediel e Márcio.

Outro, ainda, aventava que o Sol, à noite, desloca-se para outras partes do planeta, como mostra o exemplo trazido por Laura, Marina e Nádia, que asseguram, concomitantemente: “*Durante à noite, o Sol está debaixo da Terra*”; “*o Sol vai para o leste*” e “*O Sol sai do lugar...vai para baixo e aí muda de dia para noite*”.

Somente uma aluna, Emília, atribuiu que o Sol, à noite, é tapado pela Lua, quando responde: “*à noite, ele [Sol] está atrás da Lua*” e que o Sol também tapa a Lua, durante o dia, quando assinala: “*a Lua de dia, está atrás do Sol*”.



As noções da localização de Lua e estrelas também foram analisadas, e encontramos que grande parte dos discentes sustenta que a Lua, durante a noite, está no céu e que, durante o dia, não pode estar no firmamento. Porém as justificativas para o fato da localização diurna do astro é que foram diversas. Para estes, a maioria declarou que nosso satélite se encontra em outra localidade, como revelam Ramon, Nádia e Marina, quando explicam respectivamente: *“Para nós, durante o dia, a Lua está no Japão”*; *“durante o dia a Lua está embaixo da Terra”* e *“escondida no norte”*. Já para Márcio, ela está *“atrás das nuvens”*. Para os que disseram ter Lua durante o dia, todos afirmaram que é porque já viram, ou seja, fato que remete à observação do céu, como lembram Vosniadou e Brewer (1994).

As estrelas são os astros que, para a maior parte dos discentes, estão acompanhando a Lua. Em um quantitativo quase igual, os estudantes apresentaram as mesmas justificativas a esses astros, quando atribuem que estão na mesma localidade que a Lua, como exemplifica a fala de Ramon: *“durante o dia, as estrelas estão no Japão”*; Nádia: *“Não tem estrelas no céu durante o dia, elas estão embaixo da Terra”* e Marina: *“em outro lugar, junto com a Lua”*. Outros se fundamentaram que o astro está no “Universo” ou “espaço”.

As noções evidenciadas pelos discentes, de como estes pensam acerca da localização dos astros no céu, são importantes para que as respostas relativas à questão de número 3, do instrumento de pesquisa (Apêndice A), sejam entendidas e analisadas.

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 dezoito alunos pesquisados, cerca de oito deles pensam 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 explicam 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 dizem 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”*.

Analisando os desenhos desses alunos, o único em que as imagens não correspondem ao ponto de vista apresentado foi o de Márcio. O aluno expressou uma ideia oposta ao que havia descrito na questão 3. Como exposto anteriormente, desenhou um planeta redondo, como o visto por um observador de fora da Terra e não a partir do local de onde se

encontrava, como o solicitado na questão 5 do apêndice B. Indicou, também, em seu desenho, por meio de uma seta, que a Terra realiza movimento, fato que não corresponde às demais discussões apresentadas, em que menciona que nosso planeta está parado. O estudante diz uma coisa, com pensamento de Terra parada, e registra outra, com ideias de Terra em movimento. O aluno considerou a ocorrência do dia e da noite devido ao fato de a Terra girar entre o Sol e a Lua, como mostra a figura 21, embora não tenha representado a Lua.

Figura 21 – Alternância do dia e da noite vista de uma perspectiva topocêntrica segundo Márcio.



Fonte – A autora.

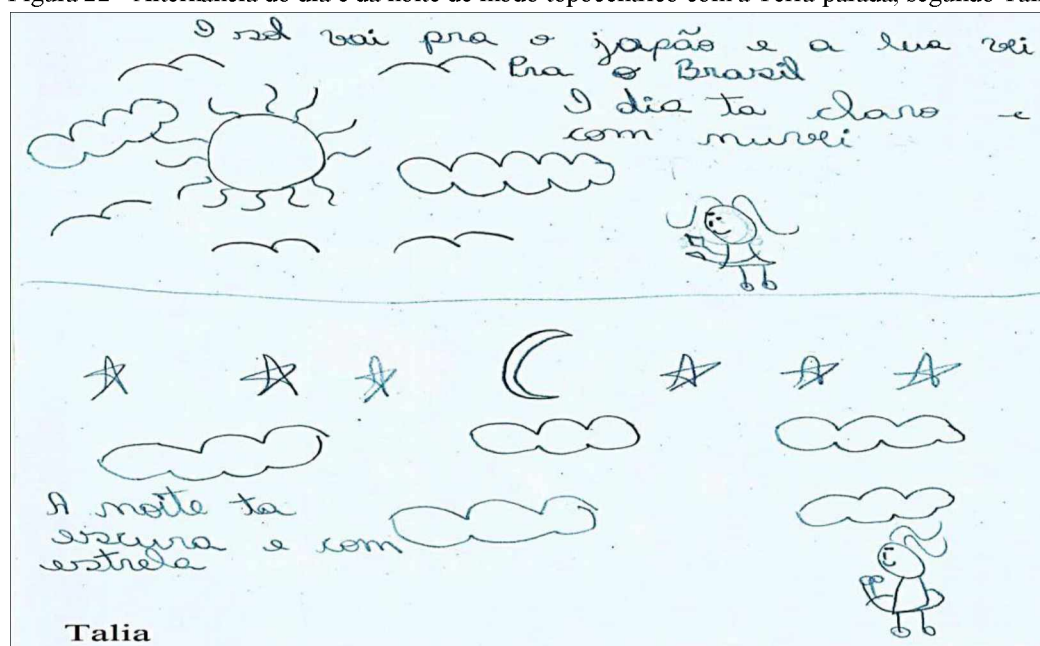
Todavia, nas explicações em outros registros e na simulação com os modelos, o aluno manteve uma ideia uniforme de Terra parada, com o Sol e Lua subindo e descendo no céu. O fato de o registro gráfico ter sido diferente das demais ideias pode ser justificado mediante a observação de que os discentes, no geral, julgaram o registro difícil de ser feito e que, também, a maioria remeteu aos modelos figurados pelo livro didático, globo terrestre, registro de imagens televisão, dentre outros. O fato é que tais informações foram resgatadas no momento da execução da atividade, sendo elas utilizadas como parâmetro para expressar suas ideias.

Outros dois estudantes disseram que tal fato se dá porque o Sol vai para outra região, como exemplificam as ideias de Marina, quando explica: “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 expõe 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 explica Renê: “O Sol vai indo para as nuvens e a Lua vai saindo”. A outra, Talia, não soube especificar o motivo que ocasiona o fenômeno, mas em seus desenhos a aluna demonstra, por meio de uma visão Topocêntrica, que o planeta se encontra parado, com a alternância das posições do Sol e da Lua, como mostra a figura 22.

Figura 22 - Alternância do dia e da noite de modo topocêntrico com a Terra parada, segundo Talia.

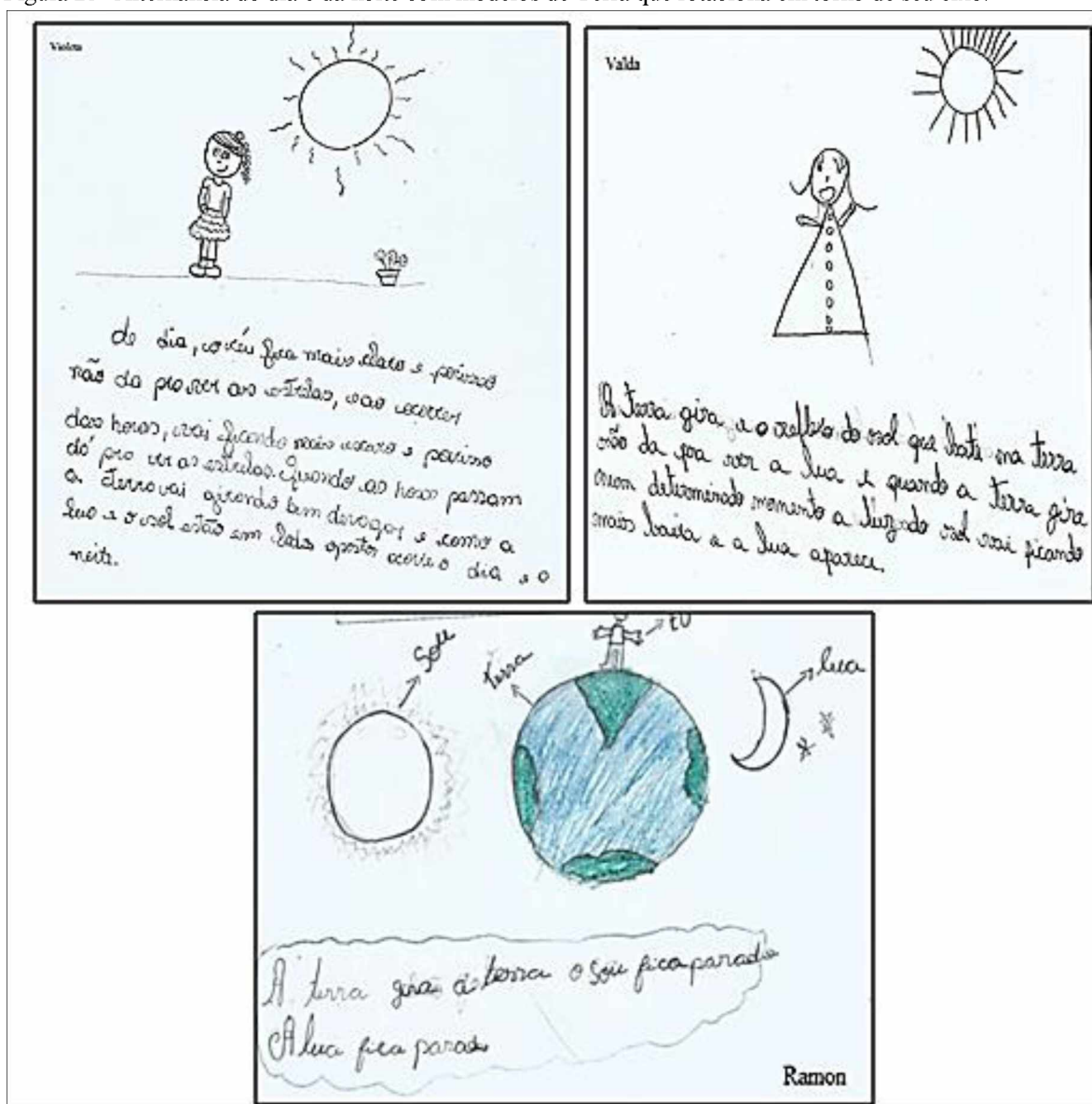


Fonte – A autora.

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 garantem 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 reportam 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”. As ideias dos estudantes foram mantidas em suas representações gráficas, como ilustra a figura 23.



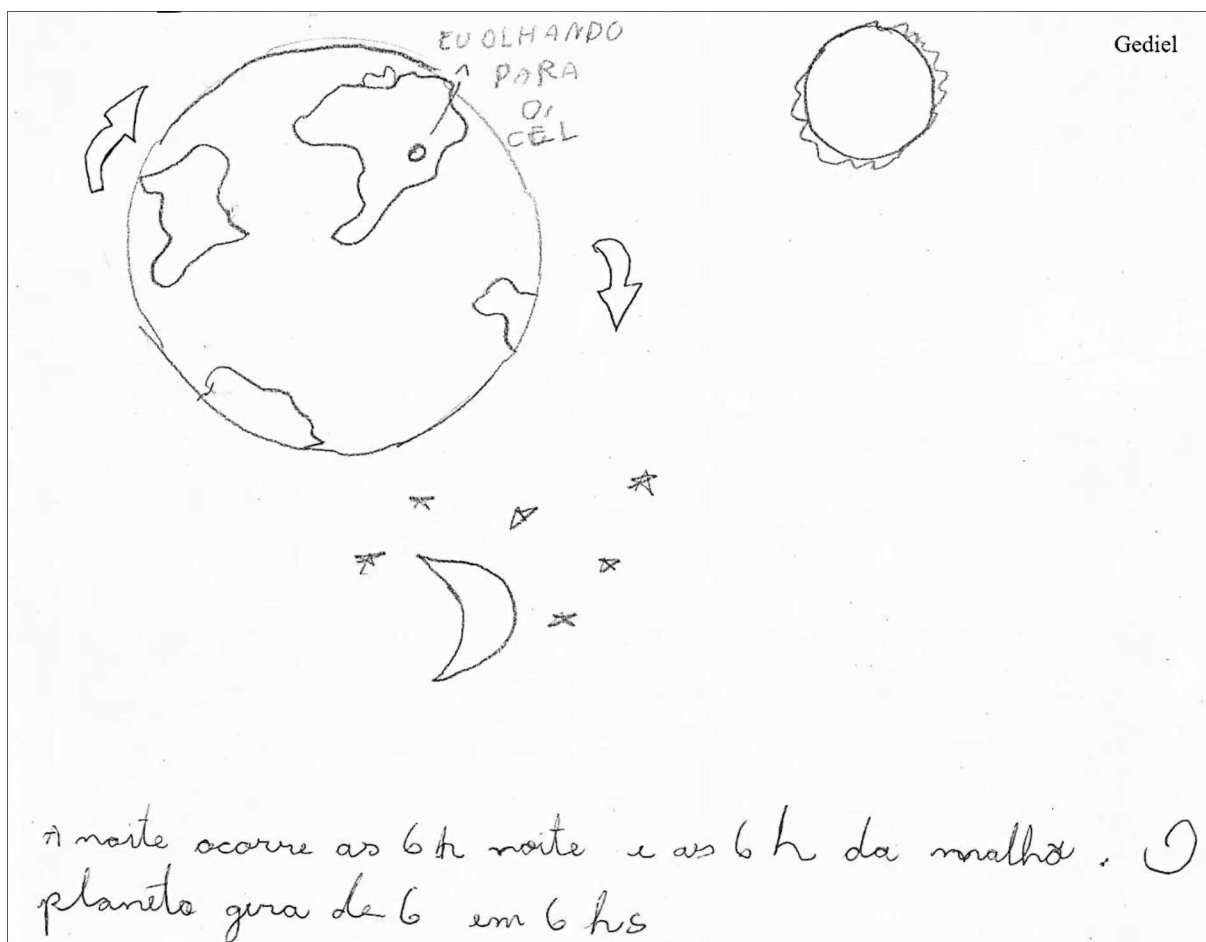
Figura 23- Alternância do dia e da noite com modelos de Terra que rotaciona em torno de seu eixo.



Fonte – A autora.

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”, mas, em análise aos desenhos do estudante, este expressa melhor tal ideia, como exhibe a figura 24.

Figura 24 – Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico do aluno Gediel.



Fonte – A autora.

O outro estudante, Renê, explica que: “O Sol vai indo para as nuvens e a Lua vai saindo”, mas tal ideia não confere com os desenhos apresentados. Neles, o aluno não deixa claro que são as nuvens que ocasionam a mudança do dia e da noite, mas que apenas os astros “aparecem com o tempo”, conforme revela a figura 25.

Figura 25 – Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico do aluno Renê.

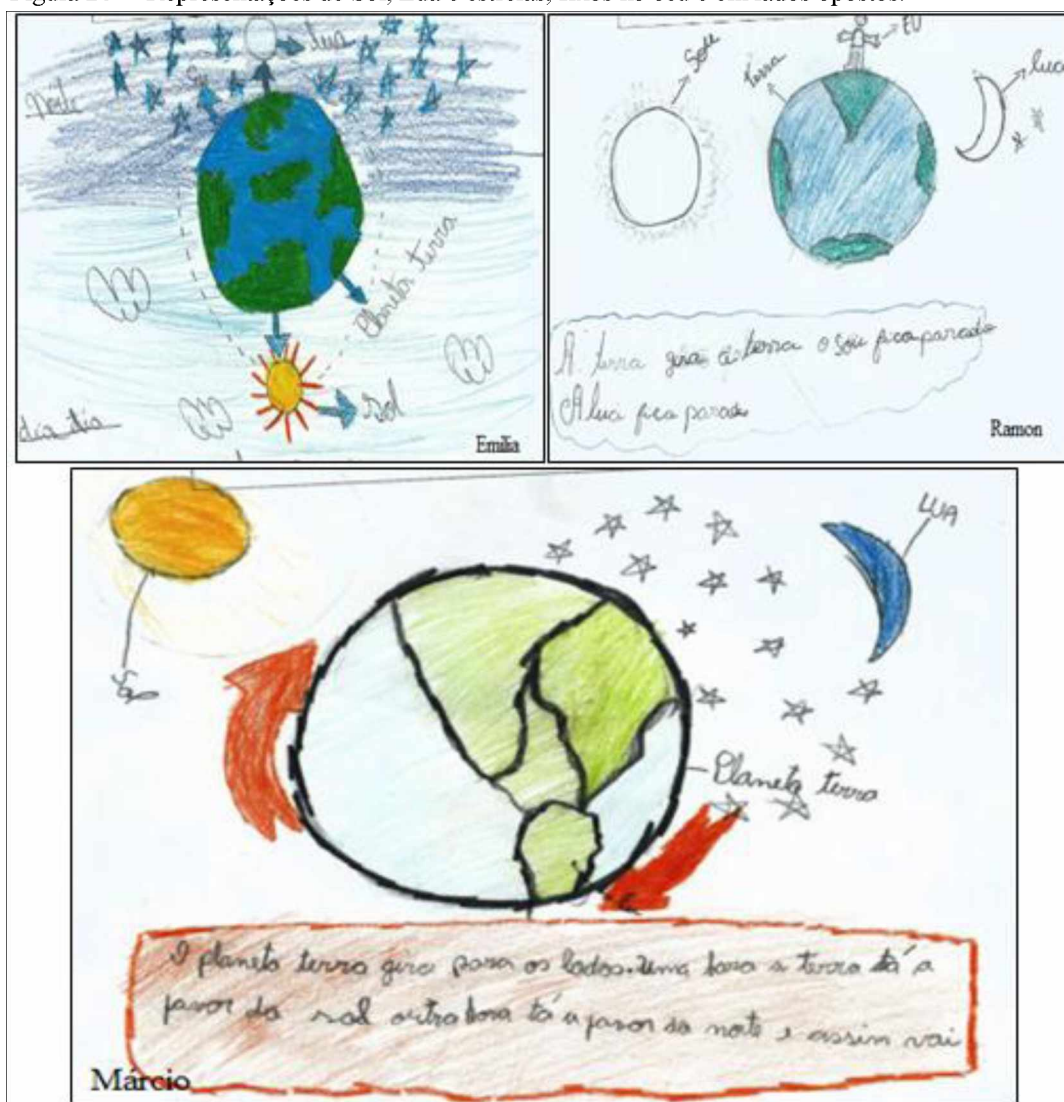


Fonte – A autora.

Os dois últimos afirmaram não saber explicar sobre o fenômeno e nem desenharam de modo que leve a uma interpretação plausível sobre este. Os desenhos não representaram ideias que possam relacionar com o fenômeno em questão.

No que tange à questão 13, a relação entre os astros citados pelos estudantes com o ciclo dia e noite expõe uma ideia unânime de que o Sol está relacionado com o dia e que a Lua e estrelas com a noite (apenas uma aluna disse que tem estrelas durante o dia). Avançando nos questionamentos, essa ideia se difere em dois grupos, quando solicitada uma interpretação acerca da relação entre os astros citados com o fenômeno envolvido. Um dos grupos relaciona os astros em locais opostos no céu, porém fixos, como se o firmamento fosse dividido em duas partes definidas: uma com o Sol, resultando no dia e outra com a Lua e estrelas, ocasionando a noite. Tal ideia está exposta nos registros gráficos de alguns alunos, como Emília; Márcio e Ramon, exibidos na figura 26.

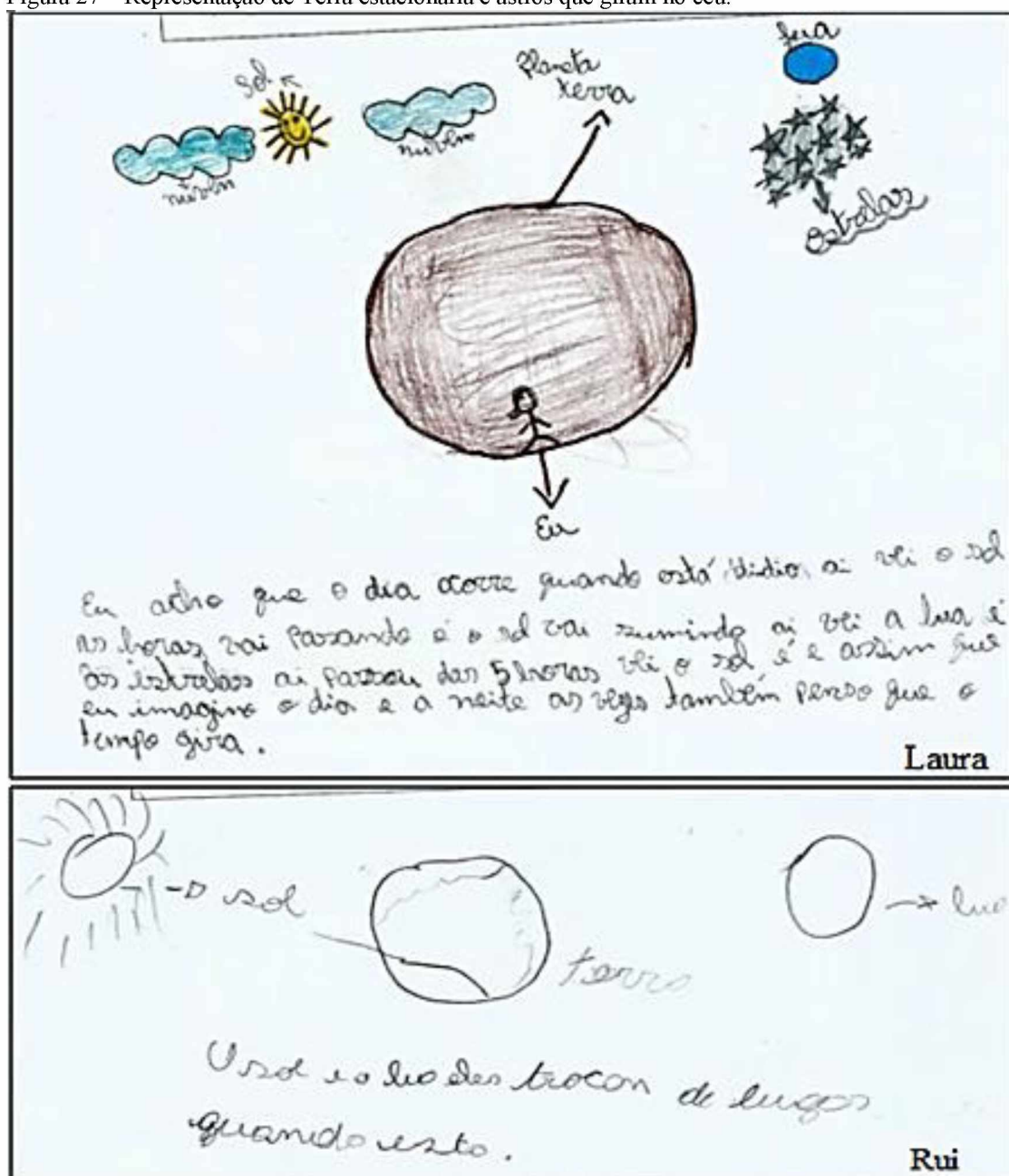
Figura 26 – Representações de Sol, Lua e estrelas, fixos no céu e em lados opostos.



Fonte – A autora.

Outro grupo, com menor número de participantes, também estabeleceu a relação do Sol com dia e da Lua e estrelas com a noite, porém entendem e explicam o fenômeno de modo diferente. Para esses discentes, a Terra está estacionária e os demais astros é que se movem no céu, ocasionando, no local onde eles estão, o dia e a noite. Tais ideias estão representadas nos registros de dois alunos, Laura e Rui, indicados na figura 27.

Figura 27 – Representação de Terra estacionária e astros que giram no céu.



Fonte – A autora.

Diante dos dados apresentados, percebe-se que os discentes possuem explicações pulverizadas sobre a alternância do ciclo dia/noite. Todos os discentes do 5º ano 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 do 5º ano, 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 apresentam ideias consistentes sobre o ciclo dia e noite, pautado nas análises realizadas nas diversas etapas de nossa pesquisa. Outro dado que corrobora a tal inferência é quando perguntado acerca da origem das informações. Para a maioria, as informações apresentadas foram elaboradas da própria “cabeça”, afirmando, a maioria, que nunca estudaram sobre esses temas e que lançam mão de alguma memória, remetendo aos filmes, imagens dos desenhos, mas quase nunca aos conhecimentos aprendidos na escola.

#### **5.1.4 Categoria 4: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial fora da Terra.**

Nesta categoria, estão incluídas as questões de números: 5; 12 e 15, do instrumento de pesquisa, que se encontra no apêndice A, e a questão de número 4, do apêndice B. São questões que abordam a respeito da explicação do dia e da noite, na perspectiva de um observador externo ao planeta Terra.

De modo unânime, todos os alunos pensam que uma pessoa do outro lado do mundo está em uma situação oposta da aqui presente, ou seja, se no Brasil, é dia, no Japão, por exemplo, será noite e vice-versa. Percebemos que os alunos demonstram este conhecimento sem suscitar dúvidas. Ao perguntar aos discentes acerca da origem dessa informação, a grande maioria relatou que tal conhecimento é oriundo da televisão, e que a mídia deixa claro que, do outro lado do mundo, a situação do fenômeno em estudo é contrária da que está presente no Brasil. Mas, quando solicitada a explicação do fenômeno do ciclo dia/ noite, empregando os modelos mentais por eles confeccionados, o resultado não se mostrou tão confiante, quando comparado com o que haviam verbalizado. Notamos que as explicações se distinguiram,

basicamente, acerca do movimento ou não do planeta Terra. Assim, as explicações levantadas foram distribuídas em dois grupos distintos, sendo um, composta 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 dezoito alunos pesquisados, cinco 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 de onde estamos no planeta. As explicações de Ramon; Valda e Violeta ilustram tal noção, quando dizem, 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”.*

As simulações desses estudantes, quando comparadas com suas respostas em outras questões do instrumento de coleta, foram coerentes, sendo esta a ideia que perpassa por suas mentes. Foi percebido que esses grupos de alunos não encontraram tanta dificuldade em manter suas ideias iniciais, uma vez que afirmavam, desde o início da entrevista, que nosso planeta descreve um movimento.

O segundo grupo, com cerca de doze 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 observa: *“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 expõe 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 referem que o Sol e a Lua circundam a Terra, como exemplificado por Rui, quando aponta: *“De modo contrário. Se aqui (Brasil) é dia, lá (Japão) será noite, porque o Sol e a Lua roda 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

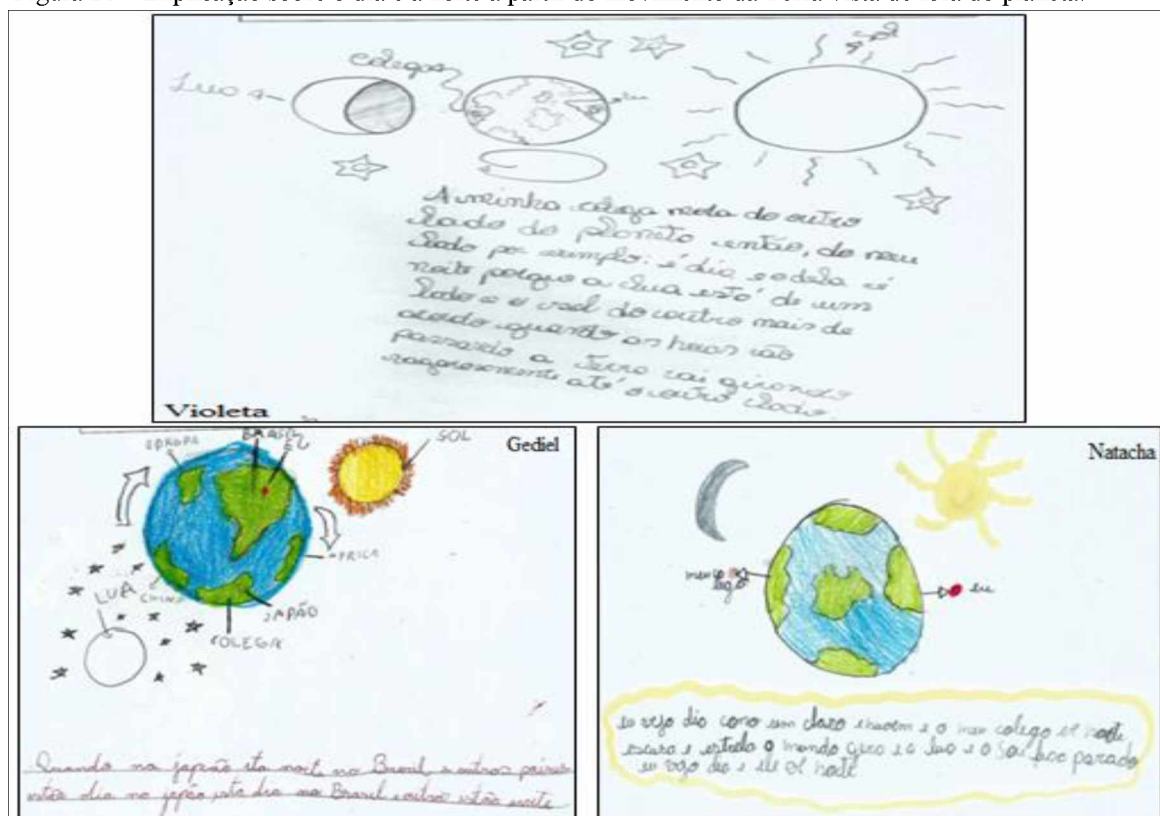


dia e a noite, tanto para ele, situado no Brasil, quanto para um amigo no Japão. Na representação, o aluno manteve a nuvem parada, e o Sol e a Lua entraram e saíram dela.

Quanto à representação gráfica dos discentes, para explicarem sobre como ocorrem o dia e noite para pessoas que estão em lados opostos do planeta, pode-se dizer que dez deles mantiveram uma explicação coerente com as ideias iniciais e sete discentes expuseram ideias contraditórias com as anteriormente ditas.

Em relação ao primeiro grupo, estão os participantes que mantiveram seus registros gráficos coerentes com suas explicações, durante a entrevista e com a simulação com a massa de modelar, quando perguntado como ocorre o dia e a noite para eles e para um colega que está em lado oposto no planeta. Para esses estudantes, a Terra gira em torno dela mesma; com isso, parte dela fica voltada para o Sol, sendo dia, e outra parte voltada para a Lua, ocasionando a noite, e estão em lados opostos e parados. A alternância do movimento dá oportunidade de vermos o dia e a noite de modo diferente em algumas regiões distintas do planeta. Exemplificamos, na figura 28 tal ideia, com os registros realizados pelos discentes: Violeta; Gediel e Natacha.

Figura 28 – Explicação sobre o dia e a noite a partir do movimento da Terra vista de fora do planeta.

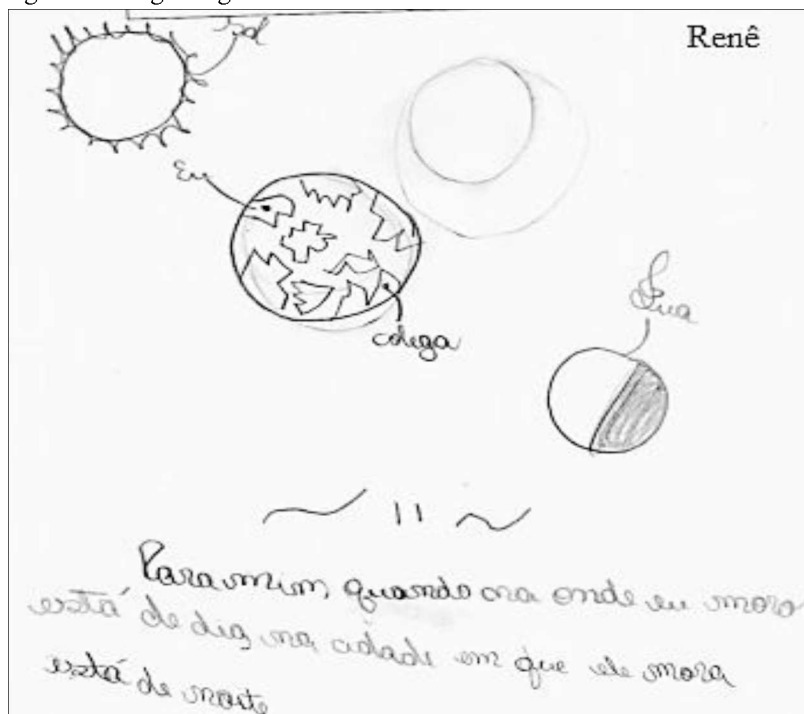


Fonte – A autora.



O outro grupo, com sete alunos, revelaram ideias contraditórias em relação às suas explicações acerca do dia e da noite em locais diferentes do planeta. Alguns haviam considerado a Terra estática, e nos registros gráficos passaram a acatar a ideia da Terra em movimento, como é o exemplo de Renê. Na explicação do fenômeno do dia/noite, utilizando modelos com a massinha, o aluno inferiu: *“O Sol vai chegando perto da nuvem, aí a Lua sai, o Sol entra debaixo da nuvem e a Lua sai. De dia, a nuvem tapa a Lua e o Sol fica longe da nuvem. A nuvem fica parada... o Sol e a Lua é que chegam até ela”*. Em seu registro gráfico, desenhou a Terra entre o Sol e a Lua, com os astros em posições opostas, sem a presença de nuvens, como representado na figura 29.

Figura 29- Registro gráfico acerca do fenômeno dia/noite do aluno Renê.



Fonte – A autora.

Outro exemplo é o de Márcio. O aluno havia dito, primeiramente, que a Terra não realizava movimento, ou seja, se encontrava parada no espaço e que *“o Sol roda em volta da Terra, para cima e para baixo. A Lua também faz o mesmo movimento que o Sol... para cima e para baixo em volta da Terra”*. Em seus desenhos, representou a Terra movimentando-se em torno do Sol e da Lua, com estes astros em lados opostos e estáticos. Isso fica evidente na figura 30.

Figura 30 – Registro gráfico acerca do fenômeno dia/noite do aluno Márcio.



Fonte- A autora.

De modo geral, podemos considerar, nessa categoria, que os discentes entendem que o fenômeno do dia e da noite não ocorre 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. Nesta ideia, os astros se encontram em lados opostos à Terra e estacionários, corroborando os resultados apontados por Schwarz et al. (2011), quando discorrem sobre o modelo híbrido do ciclo dia/noite. Para os autores, nesta perspectiva, os estudantes pensam que tal fenômeno acontece devido ao movimento que a Terra realiza em torno de si, e que, à medida que esta altera sua posição, vai ocasionando o dia e a noite. Tal concepção também corrobora as encontradas por Vosniadou e Brewer (1994); Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996) e Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997). Os autores afirmam que o Sol e a Lua estão em lados opostos, e isso implica o fato de o dia ser causado pelo Sol, e a noite pela Lua, dados também presentes em nosso trabalho.

### **5.1.5 Consolidado do eixo 1**

Diante dos dados expostos anteriormente, trazemos, nesta etapa, uma síntese destes, tecendo as ideias dos alunos a partir da noção de Terra que eles apresentaram. Segundo Vosniadou e Brewer (1994), a noção que os discentes expõem sobre os astros, bem como seus movimentos, são elementos que influenciam nas explicações relativas ao ciclo dia /noite. Seguindo com as considerações dos autores mencionados, se um aluno pensa que a Terra é plana, é difícil apresentar uma explicação sobre a alternância do dia e da noite, pautada no movimento de rotação do planeta, pois a ideia inicial que o estudante possui a respeito do astro vai orientar suas noções acerca do fenômeno em estudo. Os autores ainda declaram que os pensamentos existentes são base para a construção dos novos modelos que serão por eles engenhados.

#### **5.1.5.1 Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência**

Antes de exibirmos os modelos mentais concebidos pelos estudantes, bem como suas frequências, apresentamos primeiramente, um quadro síntese, com as respostas dadas pelos estudantes, pautadas nas noções mostradas anteriormente. Para cada bloco de ideias, exibimos o conteúdo das ideias levantadas pelos alunos, o que nos permitiu sequenciar a construção destas, apoiadas nas categorias que anteriormente descrevemos, para que se consiga observar o encadeamento das ideias expostas.

O quadro 2, exposto a seguir, mostra uma síntese, contemplando as noções de Terra, movimento realizado pelos astros, explicações sobre o dia e a noite fundamentadas nos diferentes referenciais adotados nesta pesquisa. Para cada uma das ideias apresentadas, colocamos, também, o quantitativo de alunos que abarcam cada noção, a qual está denominada de frequência.

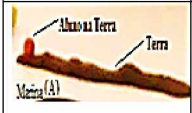


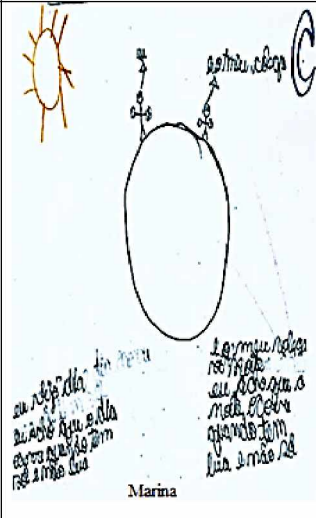
Quadro 2 – Consolidado das ideias apresentadas pelos 18 alunos do 5º ano e sua frequência.

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)
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 (freq.1)	<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)

Como podemos observar, os alunos do 5º ano apresentam duas concepções de Terra: uma plana e outra redonda, e elas embasam suas explicações do fenômeno dia/noite, aqui em estudo.

Analisando os que evidenciam, primeiramente, a noção de Terra plana, podemos inferir, mediante os dados apontados no quadro, que cerca de sete modelaram o planeta de modo plano. Quatro deles pensam que a Terra não realiza movimento. Desses, uma aluna, Marina, manteve a ideia de Terra plana ao longo do processo. Ela modelou a Terra chapada, desenhou-a do mesmo modo, e considera nosso planeta sem movimento; atribuiu movimento do Sol de leste para oeste, o mesmo para a Lua, embora não soubesse dizer onde é leste e oeste, mencionou que pode também ir para o norte, mas o movimento de tais astros é oposto um ao outro. Explicou a alternância entre dia e noite, vista daqui da Terra, dizendo que o Sol vai embora (não sabe para onde), a Lua vem para o céu, alternando do dia para a noite. Na explicação do dia e noite, baseada na perspectiva fora do planeta, desenhou a Terra redonda, com as pessoas (ela e a amiga imaginária, na parte de cima do planeta), conferindo a ideia de que a Terra é plana e o Sol e a Lua mudam de lugar. A figura 31 mostra a construção das ideias apresentadas pela aluna, bem como a origem das explicações, caracterizando o modelo 1. Consideramos importante, ao final da entrevista, conversar com os estudantes, sabendo dos meios que pautam suas explicações, de onde retiraram suas informações, pois, como sustentado anteriormente, os modelos mentais partem de construções do indivíduo que estão sendo reformuladas ao longo da vida.

Figura 31 – Construção do modelo 1 pautado nas ideias de Marina sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 1			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DO CICLO DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
 <p>Aluna Marina</p>	<p>O Sol vai para leste e vem a Lua. Depois ela vai para o norte e o Sol vem... mas não sei explicar como ela (Lua) vai para o norte.</p> 		
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p> <p>Terra: Não... ela é parada.</p> <p>Sol: Ele vai para o leste... ou oeste não sei....</p> <p>Lua: Está escondida no norte... não sabe explicar.</p>	<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p> <p>Da minha cabeça... nunca estudei na escola estas coisas... já ouvi falar, mas não sei muito.</p>		

Fonte – A autora



Tais dados configuram o modelo 1, e correspondem a modelos levantados por outros autores, porém com denominações diferentes, como Vosniadou e Brewer (1994); Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997); de Vega-Navarro (2001); o de Chiras e Valanidaes (2008), quando apresentam as ideias de seus pesquisados, justificando que a alternância do dia e da noite se dá mediante ao aparecimento e desaparecimento do Sol e da Lua no céu.

Os dados também mostram que os outros três estudantes restantes, que modelaram a Terra de modo plano, também afirmaram que nosso planeta é parado, sendo, para esses estudantes, o movimento do Sol e Lua idênticos, de subida e descida em relação à Terra, estando os referidos astros em lados opostos um do outro. Quanto à explicação do fenômeno, fundamentada em diferentes referenciais, esses estudantes lançam mão do mesmo raciocínio, explicando o ciclo dia/noite do mesmo modo. Este grupo de alunos também corrobora a ideia de Terra plana, como proposta por Nussbaum e Novak (1976). Eles não admitem de imediato que nosso planeta é plano, até porque o desenharam com a forma redonda, mas, ao avançar nos questionamentos, suas ideias remetem a um modelo plano. As explicações dos fenômenos diários, nesta perspectiva, se dão com base no que é visto, no que é observado ao olhar para o céu, como mencionam Vosniadou e Brewer (1994). Então, ainda validando as considerações dos autores citados, os alunos que desenharam a Terra redonda não necessariamente pensam em um planeta com conceito de esfericidade e, sim, a reprodução do que lhes é dito.

Para ilustrar a análise desses três estudantes, exibimos as ideias de uma das participantes, para que seja entendida no conjunto de suas explicações a noção que se tem acerca do fenômeno em estudo. Neste modelo 2, colocamos as ideias apresentadas por Nádia, representando este grupo de alunos, que está presente na figura 32.


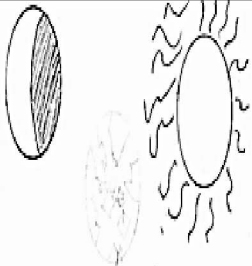


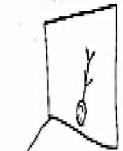



ideia vai na direção dos modelos iniciais propostos por Vosniadou e Brewer (1994), partindo da noção de Terra estacionária. Tais dados também corroboram os modelos mentais de número 7, estipulados por Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996), quando indicam que os estudantes creem que o Sol e a Lua se movem para cima e para baixo no espaço sideral, alternando em dia e noite. Concordam, também, com o modelo mecanicista, apresentado por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997), quando afirmam que 31% das crianças (1ª e 3ª séries) por eles pesquisadas pensam que o movimento de subida e descida do Sol e da Lua explica a causa do ciclo dia/noite. Em nosso trabalho, chamamos este modelo mental exposto por esses estudantes de número 2.

Outros três alunos que modelaram a Terra plana, desenharam-na redonda, mas, no avançar das demais etapas, como na simulação, demonstraram acreditar em uma Terra plana, que descreve um movimento em torno de si. Diferem suas explicações em relação aos movimentos de Sol e Lua, sendo que dois deles asseguram que tais astros se encontram parados no céu, sendo as ideias de Valda e seu colega, explicando que Terra (plana) gira em torno dela, passando pelo Sol e pela Lua, que são estacionários. Já Renê, pensa que Sol e Lua se movimentam até às nuvens, sendo que elas (nuvens) sejam a responsáveis pela mudança entre dia e noite. O aluno acredita que a Terra plana gira em torno de si, e que tal movimento não interfere no ciclo dia/noite, deixando apenas para as nuvens a justificativa do fenômeno. As ideias de Renê estão representadas na figura 33, como modelo 3.




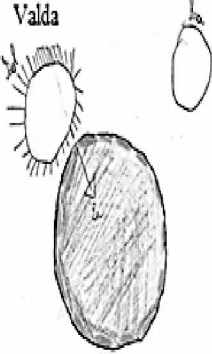
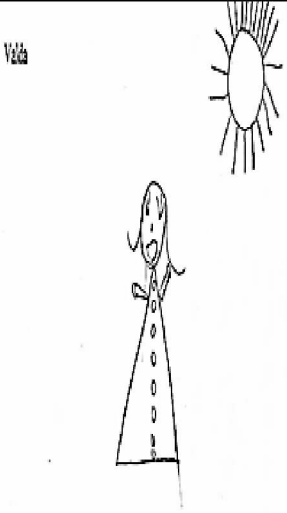
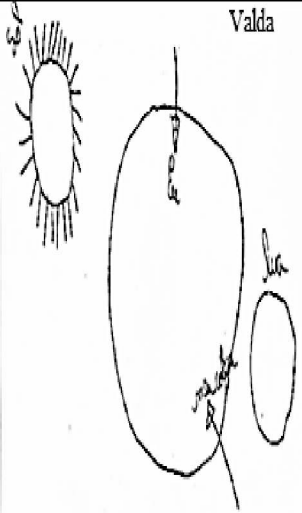
Figura 33 – Construção do modelo 3 pautado nas ideias de Renê sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 3			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>O Sol vai chegando perto da nuvem aí, a Lua sai, o Sol entra debaixo da nuvem e a Lua sai. De dia, a nuvem está tapando a Lua e o Sol fica longe da nuvem. Aí é dia. A nuvem fica parada... o Sol e a Lua é chegam até ela.</p>		
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Não, ela não movimenta.			
SOL: Sim... indo para de trás das nuvens			
LUA: Sim... q Lua movimenta para as nuvens..			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
Gosta do assunto, mas nunca estudou na escola... é tudo de minha cabeça e de ver as coisas.	 <p>Renê</p>	 <p>Eu estou deitado no meu quarto olhando para o céu.</p> <p>~ 11 ~</p> <p>A lua não aparece com o tempo e vai chegando com o tempo que o sol aparece.</p>	 <p>Renê</p> <p>~ 11 ~</p> <p>Passa o tempo quando o sol e a lua estão de dia, mas quando o sol e a lua estão de noite.</p>

Fonte – A autora

A seguir, o modelo 4 compreende as ideias de dois alunos, que será representada pelos seus registros de Valda, conforme mostra a figura 34. Tais explicações também encontram semelhança com os autores citados, como Vosniadou e Brewer (1994); Vega-Navarro (2001) e Chiras e Valanides (2008).


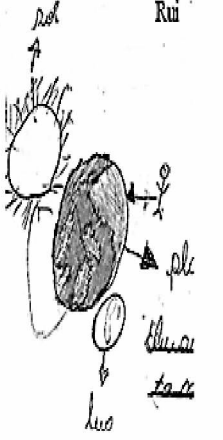
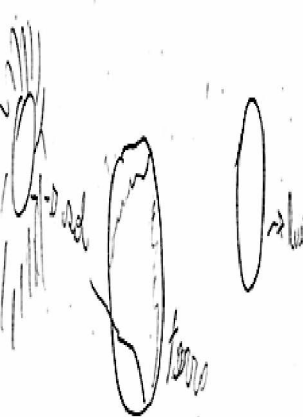
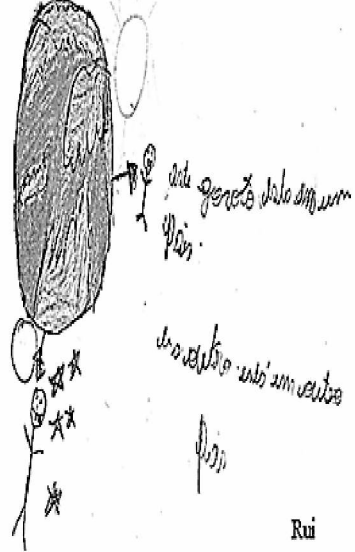
Figura 34 – Construção do modelo 4 pautado nas ideias de Valda sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 4			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>Ao girar, em torno de si (gira a Terra em volta dela mesma), a Terra passa pelo Sol, ficando virada para ele, ocasionando o dia... depois fica virada para a Lua, estrelas, ocasionando a noite.</p> 	<p>Valda</p> 	<p>Valda</p> 
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Sim... ela gira [rodando em torno de si mesma]			
SOL: Não... fica parado			
LUA: É parada também...			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
Da cabeça... Em outra escola... já tinha estudado um pouco sobre essa matéria.	<p>Valda</p> <p>Disse q a lua não gira, só q a distância da lua é muito pra a gente ver q ela gira a lua 1 vez ao dia.</p>	<p>A terra gira a o redor do sol que está na terra não dá pra ver a lua e quando a terra gira num determinado momento a lua não está ali ficando mais longe e a lua aparece.</p>	<p>Quando a terra gira para o lado da lua que está do lado do mundo então dá pra ver a lua e quando a terra gira para o outro lado não dá pra ver a lua e isso acontece todo dia. E isso determina o tempo pra mim até de noite e pra de manhã de dia.</p>

Fonte – A autora

Os alunos que modelaram a Terra redonda, e a desenharam com a mesma forma, são em número de onze. Destes, três pensam que a Terra está parada, e que Sol e Lua se movimentam, divergindo na explicação do modo como isso se dá. Para Rui, Sol e Lua giram em volta da Terra a cada 24 h, determinando o dia e a noite, cuja ideia é considerada como o modelo 5, representada na figura 35.


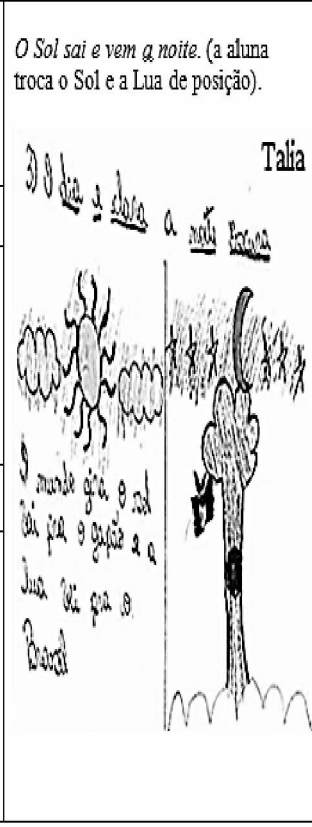
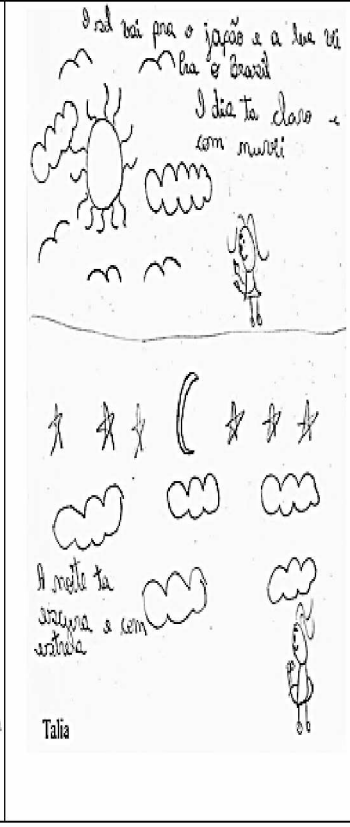
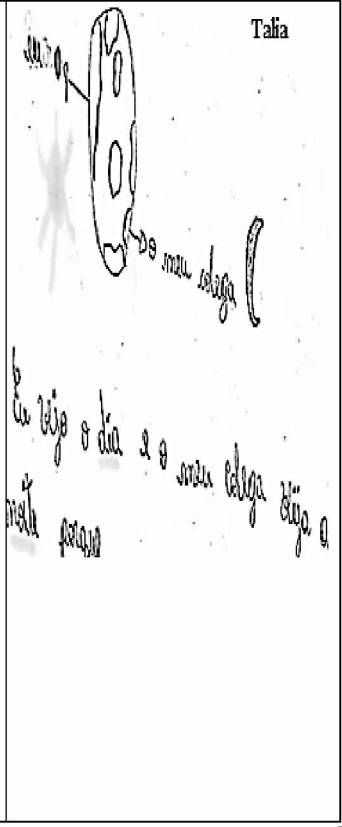
Figura 35 – Construção do modelo 5 pautado nas ideias de Rui sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 5			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
 <p>Pessoa no planeta</p> <p>Terra</p> <p>Rui</p>	<p>O Sol e a Lua vão girando em torno da Terra e vai mudando de dia para noite.</p>  <p>Rui</p>	 <p>Rui</p>	 <p>Rui</p>
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Não...ela é parada.			
SOL: Sim...devagar em volta da Terra.			
LUA: Sim... em volta da Terra, mas ela está do outro lado do Sol.			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
Acho o tema curioso... conversei com minha mãe			

Fonte – A autora

Já Talia explica o fenômeno dia/noite atribuindo a mudança de posição entre Sol e Lua no céu: enquanto um está de um lado do planeta, o outro está do outro lado. Ao trocarem de lugar, vemos o dia e a noite. Esta é outra forma de pensar, que diverge das citadas, sendo classificada como modelo 6, e mostrada na figura 36.


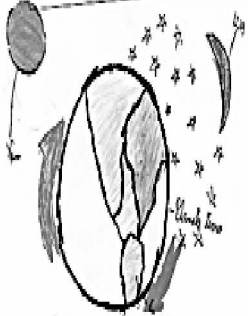
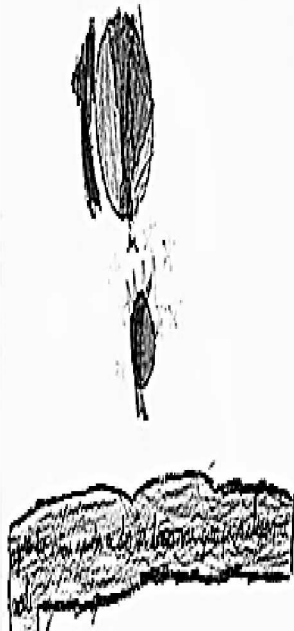
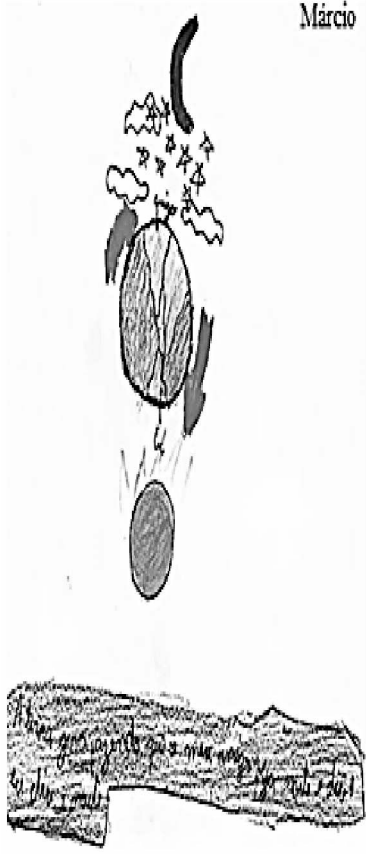
Figura 36 – Construção do modelo 6 pautado nas ideias de Talia sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 6			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>O Sol sai e vem q noite. (a aluna troca o Sol e a Lua de posição).</p> 		
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Não... ela não moviment.			
SOL: Sim...			
LUA: Sim...			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
Aprendi na televisão e leio. Não estudei na escola sobre o tema. Foi tudo da minha cabeça... Acho importante a gente saber sobre esses assuntos.			

Fonte – A autora

Em outra direção, Márcio afirma que os referidos astros sobem e descem em relação à Terra. A princípio, ele revelou que, ao subirem e descerem no céu, Sol e Lua são tapados pelas nuvens, mas, em seus registros gráficos, desenhou a Terra girando em torno de si. As ideias verbalizadas e simuladas pelo estudante não são coerentes com as registradas de forma gráfica. O aluno admitiu, na entrevista, que estava com muitas dúvidas, porque nunca tinha pensado sobre o assunto. Cada vez que tentava explicar algo por meio da simulação, ele adequava sua ideia ao que o sistema apresentava. Ele mudava de opinião constantemente, não evidenciando convicção em suas ideias. Consideramos tais explicações como sendo o modelo de número 7. Os registros de Márcio estão representados na figura 37.

Figura 37 – Construção do modelo 7 pautado nas ideias de Márcio sobre o fenômeno dia/noite.


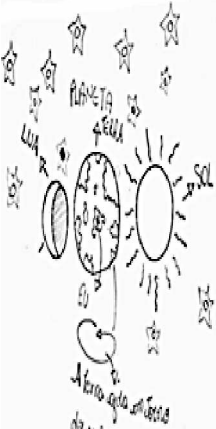
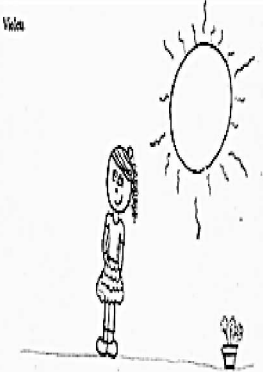
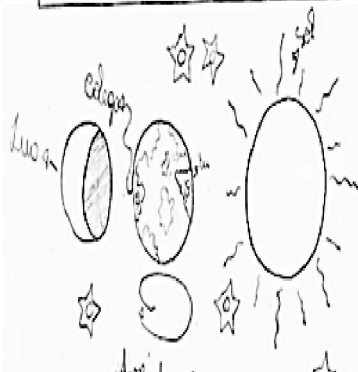
MODELO 7			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>A Terra fica parada, o Sol roda em volta dela, para cima e para baixo. Aí vem a nuvem, que tampa o Sol e a Lua aparece, fica a noite. A Lua movimentada para cima e para baixo em volta da Terra. E as nuvens também... e tampam o Sol e a Lua sendo o dia e a noite.</p>  <p>Aluno dentro do planeta Márcio</p>	 <p>Márcio</p>	 <p>Márcio</p>
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Não... ela fica parada.			
SOL: Sim... ele move..			
LUA: a Lua movimentada			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
Olhando para o céu... e por vídeos.			

Fonte – A autora

Os outros oito alunos modelaram e desenharam a Terra redonda e asseguraram que ela realiza um movimento em torno de si mesma. Eles manifestaram divergências nos movimentos dos astros e na explicação em relação ao fenômeno do dia/noite.

Quatro deles afirmaram que o Sol e a Lua estão parados e que a alternância do dia e da noite se dá em decorrência do movimento que o planeta descreve ao girar em torno deles. Esta explicação será por nós considerada o modelo 8. As respostas e ilustrações de Violeta representam este grupo de estudantes, apresentadas na figura 38.

Figura 38 - Construção do modelo 8 pautado nas ideias de Violeta sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 8			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
<p>Aluna na superfície</p>  <p>Violeta</p>	<p>A Terra gira em torno dela mesma. O Sol e a Lua ficam parados e enquanto a Terra vai girando...vai dando o dia e a noite.</p>  <p>Violeta</p>	<p>Visão</p>  <p>do dia, o sol fica mais alto e próximo não do pelo do céu, mas a altura dos horas, até quando não estão o próximo do pelo do céu, quando ao longo do tempo a altura vai aumentando um pouco, e assim a Lua e o sol estão em dois pontos entre o dia e o noite.</p>	 <p>Antes de chegar nela do outro lado do planeta, então, do meu lado por exemplo: o dia se dá e noite porque o dia só é de um lado e o sol de outro, mais de outro quando o sol não passa a Terra vai ficando noite, então até o sol chegar.</p> <p>Violeta</p>
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p>			
<p><b>TERRA:</b> Sim...ela gira em torno dela mesma.</p>			
<p><b>SOL:</b> Não movimentado</p>			
<p><b>LUA:</b> Ela não movimentado.</p>			
<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p>			
<p>Já havia pesquisado na internet sobre a Lua e estrelas...e assiste a programas na televisão. Já estudou em aulas de ciências.</p>			

Fonte - A autora

Os outros quatro alunos acreditam que Sol e Lua se movimentam em volta da Terra e esta em torno de seu eixo, explicando o fenômeno pela mudança de posição da Terra. À medida que Sol e Lua alteram sua trajetória no espaço, ocorre o dia e a noite. Apenas um aluno pensa que, neste conjunto, a Lua está estacionária, mas que não sabe bem ao certo se sua ideia está correta. Relativo às explicações sobre a alternância do dia e da noite, este grupo levantou ideias pulverizadas e que já estão contempladas nas explicações acima citadas e exemplificadas. Dois deles (Juca e Walter) apresentaram ideia em que não estabeleceram relações de plausibilidade e coerência. Afirmaram que a Terra descreve um movimento em torno de si, o Sol em torno da Terra e a Lua também, mas que, ao simular, mantiveram o planeta e a Lua estacionários e o Sol a realizar um movimento em torno dos dois astros. Os registros gráficos manifestam outro perfil em suas respostas, no qual os astros foram mostrados isoladamente, sem relação entre si e estáticos. Assim, esse quantitativo está



fenômeno estudado nesta pesquisa, é importante levar em conta as noções de Terra; de movimentos dos astros: Terra, Sol e Lua, bem como a explicação que expressaram sobre o ciclo dia/noite. Concordamos com os autores que as explicações dos discentes para o fenômeno sejam fundamentadas nas noções levantadas neste tópico.

Diante de tais considerações, os resultados levantados e analisados pelos estudantes do 5º ano, para a explicação do ciclo dia e noite, estão organizados no quadro 3 abaixo, em acordo com os modelos por eles já apresentados.

Quadro 3 - Modelos mentais construídos pelos 18 discentes do 5º ano sobre o fenômeno dia/noite.

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 24h.	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.

Fonte – A autora

Observamos que os modelos mentais expostos pelos estudantes, no quadro 3, expõem algumas características em comum e, assim, foram reagrupados em cinco categorias, 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.

- 1) Plana e estacionária: são explicações que remetem à ideia de discentes que disseram que o Sol vai embora enquanto a Lua vem, sem saber ao certo para onde ele vai e de onde a Lua vem. Só sabem que os astros se alternam no céu. Contemplam, também, as ideias de que o Sol é tapado pelas nuvens, que estas, quando estão na frente do Sol o tapam, ocasionando o dia, e quando na frente da Lua, ocasionam a noite. Os estudantes que apresentaram esta ideia pensam que os astros, é que vão até as nuvens. Nesta categoria, estão aquelas explicações que descrevem um movimento de subida e descida no céu, alternando-se com sua posição com a Lua. Os discentes que apresentaram este argumento pensam que enquanto o Sol se põe, a Lua vai subindo no céu e vice-versa. Estão agrupados nesta categoria os discentes que se enquadram nos modelos mentais 1; 2 e 3 exibido no quadro 3.
- 2) Redonda e estacionária: utilizam-se de explicações que consideram que o Sol e a Lua trocam de lado um com o outro, assumindo posições opostas no céu, com a Terra no meio dos astros em lados contrários. Entram, também, aqueles discentes que consideram a Terra parada e atribuem o dia e a noite ao movimento do Sol e a da Lua em torno do nosso planeta a cada 24 horas. Estão agrupados, nesta categoria, os discentes que se enquadram nos modelos 5 e 6, conforme mostra o quadro 3.
- 3) Redonda e movimenta: para esse grupo de estudantes, a Terra gira em torno de si, sendo que, para uns alunos, o Sol e a Lua mantêm-se estacionários enquanto nosso planeta vai girando e voltando-se para cada astro, determinando o dia e a noite. Já para outros, todos os astros se movem, a Terra, que gira em torno de si e o Sol e a Lua que também descrevem movimento em torno da Terra. Contemplam esta categoria os modelos mentais, presentes no quadro 3, de números: 4, 8, 9.
- 4) Esférica e rotacional: são discentes que assimilam uma ideia articulada nos conceitos em que estes se relacionam para a explicação do fenômeno dia/noite. Expressam explicações fundadas em conhecimentos permeados pela cientificidade, como a forma do planeta, o movimento de rotação que a Terra realiza em torno de seu eixo, bem como o sentido em que este se dá, sendo executado de oeste para leste; que o Sol é fixo, e a Lua, como satélite da Terra, descreve um movimento de rotação em torno desta. Essas três condições, apresentadas em conjunto, como é proposto por

Vosniadou e Brewer (1994), são necessárias para o entendimento do aluno acerca do ciclo dia/noite, pois, com elas, estes demonstram entendimento a respeito dos astros de que se movimentam, como se movimentam e que a Lua não é a causa do ciclo dia/noite. Relativo a esta categoria não houve representação por parte dos discentes do 5º ano.

- 5) Inconsistentes: são estudantes que lançaram explicações diversas, mas que não se relacionam, como, por exemplo, dizem que a Terra é redonda e estacionária, mas em outras afirmam e assinalam uma concepção de Terra plana. Ao explicar o fenômeno via simulação, passam a considerar o planeta em movimento. De modo geral, quando perguntado, contradizem o que haviam dito, mudando de opinião, não denotando plausibilidade e consistência. Estão nesta categoria, os discentes que apresentaram modelos mentais, segundo o quadro 3, correspondentes aos de número: 7.

Cada uma destas categorias descritas representa um conjunto de ideias para explicar a alternância dia/noite, que forma modelos mentais aos quais intitulamos, respectivamente, 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. Os estudantes que estão classificados neste modelo mental, estão presentes na primeira categoria, apresentada anteriormente e intitulada de: plana e estacionária. A noção desses discentes é a de que o planeta possui a forma plana e parada, 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, por nós intitulado de “introdutório”, possui elementos das concepções prévias e culturais trazidas pelos estudantes, não evidencia cientificidade em suas explicações e nem informações com indícios de cientificidade. Consideramos o modelo mais primitivo. É entendido como um modelo base, sendo que, por meio dele, novas construções se estabelecerão, transformando-o em outros novos, 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 3.

Modelo Intermediário: São os estudantes que admitem que o planeta possui forma esférica, que pode estar estacionário ou em movimento, englobando, aqui, as categorias de números 2 e 3, acima mencionadas. 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 mostram 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 entorno 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 redonda 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 assemelha-se aos modelos de revolução do Sol e da Lua, propostos 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 quadro3.

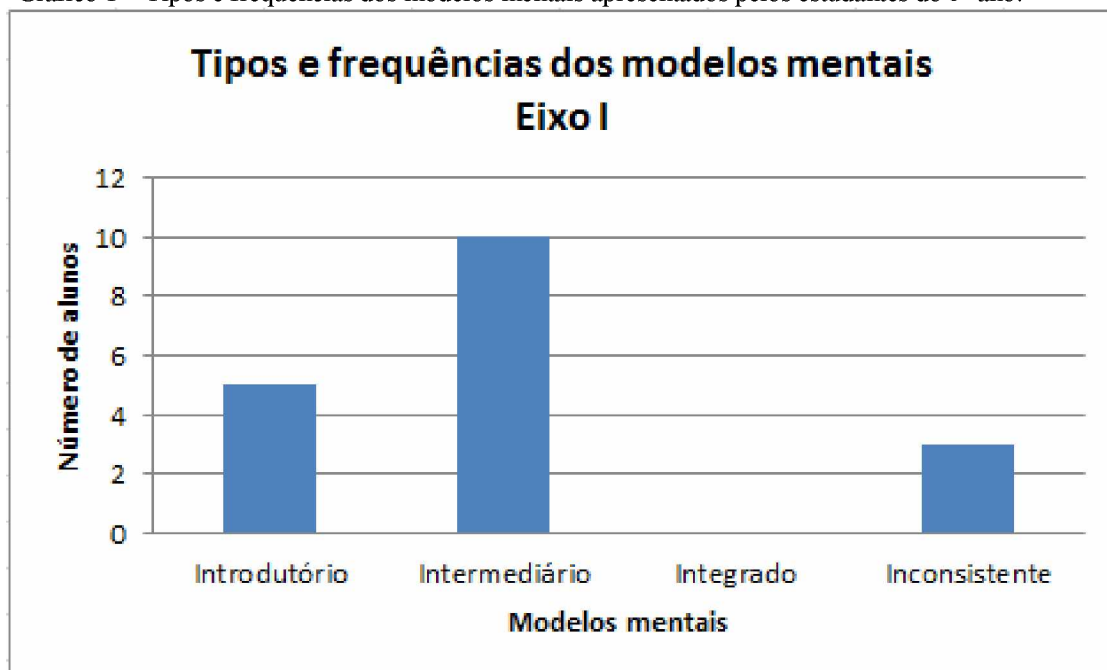
Modelo Integrado: são aqueles que associam as concepções prévias com as informações e conhecimentos adquiridos, contendo certo grau de cientificidade, ou seja, se avizinham, em alguns aspectos, do culturalmente aceito pela ciência. Como proposto por Vosniadou e Brewer (1994), são os estudantes que incorporam 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), entendem que os estudantes explicam o dia e a noite como sendo causado pela rotação do eixo da Terra, com o Sol estacionário e a Lua a girar em torno da Terra. 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, vai 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, levantado por Samarapugavam, Vosniadou e Brewer

(1996). Pertence a esta classificação o modelo mental, anteriormente exposto no quadro 3, de número 7.

Diante dos modelos apresentados, é importante saber acerca da frequência com que cada um aparece nos registros dos dezoito alunos do 5º ano envolvidos na pesquisa. Assim, registramos, no gráfico 1, a frequência com que cada modelo está presente para esses alunos.

Gráfico 1 – Tipos e frequências dos modelos mentais apresentados pelos estudantes do 5º ano.



Fonte – A autora

Percebemos que a maioria dos alunos do 5º ano apresentou explicações com alguns elementos de coerência com o fenômeno do dia/noite. A maior frequência, a do modelo intermediário, se deu 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 explicar 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. Entendem, 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, de um lado dia, com a presença do Sol, e de outro a 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 do 5º ano. 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 do 5º ano está, na 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 um outro, com um percentual um pouco 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 aceitos. 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, à medida que avançam em seus estudos e experiências de vida.

Diante das impressões da pesquisadora em conversa com todos os alunos acerca da origem das informações expostas, pode-se dizer que foi unânime a dificuldade em explicar o fenômeno. A grande maioria justificou suas ideias apresentadas, ao fato de “olharem para o céu” (o que corresponde aos índices dos modelos introdutórios), ou de terem retirado da

“minha cabeça” (justificam aqui, os índices dos modelos inconsistentes). Alguns disseram que outra fonte de conhecimento é a TV, programas ou filmes que abordam o assunto, seguidos de conversas com amigos e pais. Em último lugar, foram citadas as informações advindas da escola, como o resultado de já ter estudado o tema nas aulas, ou ter participado de alguma apresentação ou exposição relativa ao fenômeno. Essas discussões são importantes para que, em análise dos modelos mentais exibidos pelos discentes, possamos mais à frente inferir algumas considerações.

#### **5.1.5.2 Trânsito entre os referenciais adotados**

Firmados pelos modelos apresentados pelos discentes e pela simulação com os materiais que correspondem à parte III do nosso instrumento de pesquisa, será mostrado, neste item, como os alunos explicam o fenômeno dia/noite a partir de diferentes referenciais, estando eles localizados na superfície da Terra e fora dela. Esta concepção é importante, pois, a nosso ver, permite-nos, em certa medida, que tenhamos uma noção das competências e habilidades desenvolvidas pelos discentes ao estudarem os temas astronômicos no ensino formal. Apoiadas nos documentos oficiais, e nas diretrizes curriculares (BRASIL, 2000), as habilidades e competências indicam os aspectos necessários, para que os alunos estabeleçam significados entre os conhecimentos que adquiriram ao longo do seu processo de formação escolar e os fatos vivenciados no cotidiano. Nesta concepção, as competências são desenvolvidas juntamente com os conhecimentos a serem adquiridos ao longo do processo (BRASIL, 2000). Neste mesmo documento (p. 15), é esclarecido que não existe uma definição única e nem tampouco uma distinção entre competências e habilidades. Assim, é importante saber como os estudantes lidam com essas informações no sentido de contribuir com seu aprendizado e, também, para resolver as perguntas do mundo onde ele está inserido. Por meio desta visão, os modelos mentais levantados anteriormente pelos discentes nos são importantes para analisar em que medida eles entendem um fenômeno diário, como o dia e a noite, a partir de perspectivas diferentes, ou seja, como transitam em suas explicações entre esses diferentes referenciais.

Para esta etapa do nosso trabalho, utilizamo-nos do cruzamento dos dados anteriormente levantados e analisados com a simulação dos materiais que contemplam questionamentos pertinentes a cada um dos referenciais envolvidos. Tais perguntas estão presentes na parte III do nosso instrumento de pesquisa (Apêndice C).

De modo geral, observamos que a simulação com os modelos fizeram com que os alunos explicitassem as dificuldades na interpretação do fenômeno. Foi percebido que, na simulação com a cúpula (situação I), relativa a uma visão topocêntrica, os estudantes não conseguiram relacionar o que estavam observando no céu com suas explicações anteriores. Estas se deram de modo aleatório e sem estabelecer relações com os conhecimentos já adquiridos. Os alunos evidenciaram dificuldades em descrever os movimentos aparentes dos astros sobre a cúpula, ao buscarem expressar suas ideias sobre o ciclo dia/noite. Muitas vezes, o que explicavam não correspondia ao que estavam, de fato, vendo no céu naquele instante. Isso, apesar de o Sol estar presente no céu, e de apontarem sua localização naquele momento e horário. Na ocasião da entrevista, os estudantes não fizeram menção aos outros astros, ficando restritos ao Sol e à Terra. Houve referência às nuvens para aqueles que, anteriormente, haviam atribuído a elas a ocorrência do ciclo dia/noite.

Relativo à segunda simulação (situação II), que tratava de um referencial externo ao planeta, foi percebido que os discentes lidaram com os materiais de modo corriqueiro, ou seja, demonstraram proximidade com o globo terrestre e a fonte de luz, indicando-a como o Sol. Embora esta observação não implique, necessariamente, respostas coerentes com o fenômeno, houve, por parte dos estudantes, uma demonstração de convicção nas explanações em relação a esta perspectiva.

Os dados encontrados nessas duas situações, bem como os anteriormente já apresentados, foram relacionados com os modelos mentais expostos pelos discentes, para que a análise do trânsito entre os referenciais abordados seja apresentada. Tais resultados compõem o quadro 4 que se encontra a seguir.



Quadro 4 – Ideias dos alunos do 5º ano sobre o fenômeno dia/noite pautados em diferentes referenciais.

MODELO MENTAL DO CICLO DIA/NOITE	IDEIAS APRESENTADAS SOBRE O CICLO DIA/NOITE NAS ETAPAS ANTERIORES À SIMULAÇÃO		IDEIAS APRESENTADAS SOBRE O CICLO DIA/NOITE DURANTE A SIMULAÇÃO	
	VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA	VISTO DE FORA DA TERRA	VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA	VISTO DE FORA DA TERRA
INTRODUTÓRIO	*O Sol vai embora e a Lua vem, ficando noite. (freq.2)	*Terra parada e mudou o Sol e a Lua de lugar. (freq. 2).	* O Sol nasce em um ponto aleatório e se põe em outro. A Lua surge no céu, enquanto o Sol vai para outro país. (freq.2)	* Gira o Sol em torno da Terra, explicando o ciclo dia/noite. (freq.2)
	* O Sol sobe e desce no céu, a Lua faz o mesmo movimento que o Sol, porém em momentos opostos. (freq.2)	* O Sol sobe e desce no céu, a Lua faz o mesmo movimento que o Sol, porém em momentos opostos. (freq.2)	*O Sol sobe e desce, está bem longe da Terra. Não mencionou sobre a Lua (freq. 2)	* Pega o Sol e fez movimentos de subida e descida em torno da Terra. (freq.2)
	* De dia a Lua é tapada pelas nuvens e de noite o Sol é tapado pelas nuvens. (freq. 1)	* De dia a Lua é tapada pelas nuvens e de noite o Sol é tapado pelas nuvens. (freq. 1)	*Teve muita dificuldade em simular e disse que o Sol vai embora e a Lua vem. (freq.1)	*Simula o Sol subindo e descendo no planeta Terra, sendo que, quando desce e vai sumindo, temos a noite e quando sobe, o dia. (freq.1)
INTERMEDIÁRIO	* O Sol e Lua giram em torno da Terra a cada 24 horas. (freq. 2)	* O Sol e a Lua giram em volta da Terra. (freq. 2)	* O Sol nasce em um ponto aleatório e se põe em outro. A noite, o Sol está no Japão. (freq.2)	* Gira o Sol em torno da Terra, explicando o ciclo dia/noite. (freq. 2)
	* O Sol e a Lua trocam de posições, um está de um lado no planeta e o outro está em outro. (freq.2)	*Enquanto o Sol está no céu a Lua está no Japão (freq.2)	* O Sol nasce em um ponto aleatório e se põe em outro. À noite, o Sol está no Japão. (freq. 2)	* A Terra gira em torno dela, mas também gira o Sol em torno da Terra, explicando o ciclo dia/noite. (freq.2)
	* Terra gira em torno de si, passando pelo Sol e Lua, que estão estacionários. (freq.4)	*A Terra gira em torno dela e na medida em que ela vai passando, fica dia e noite. (freq.4)	*Sol nasce, descreve uma trajetória no céu e se põe. (freq.4)	* Gira a Terra e manteve Sol parado. (freq.4)
	*Terra gira em torno dela e Sol e Lua também descrevem movimentos em torno da Terra (freq.2)	*A Terra gira. Para uma parte do planeta está de dia e a outra está de noite. (freq. 2)	* O Sol descreve um movimento no céu e vai para o lado oposto da Terra durante a noite. (freq.2)	* A Terra gira em torno dela, e o Sol sobe e desce no céu ocasionando o dia e a noite. (freq.2)
INTEGRADO	-----	-----	-----	-----
INCONSISTENTE	*Sol e Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq.3)	*A Terra gira em torno dela e o Sol e Lua ficam parados. (freq.3)	* O Sol, à noite, é encoberto pelas nuvens. (freq.3)	*A Terra fica parada e o Sol descreve uma volta em torno da Terra a cada 24 horas. (freq.3)

Os alunos com modelo mental introdutório, que mantinham uma ideia de Terra plana, aqui 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. Percebe-se que, mesmo utilizando os materiais de Terra esférica, representada por um globo terrestre, o estudante explica o fenômeno de modo como é visto no céu, ao olhar para cima. Ao acompanhar as explicações dos discentes, anteriores à simulação, e durante esta, percebe-se que as ideias de Terra estática, com Sol e Lua descrevendo movimento em torno do planeta, não são alteradas, mesmo quando o referencial de observação é modificado.

Assim, podemos inferir que os cinco alunos que expressaram um modelo mental introdutório, para explicar o ciclo dia/noite, cujas explicações estão assentadas nas observações pessoais que possuem do fenômeno, ou seja, explicam do mesmo modo como o veem no céu, não estabelecem um trânsito em suas explicações acerca do fenômeno, a partir de diferentes referenciais. São estudantes que desenvolvem uma análise do fenômeno de modo topocêntrico, a partir da experiência cotidiana, sem associá-lo a outros conhecimentos. Estes estudantes, mesmo vendo o Sol no céu, tiveram dificuldades em se localizar no espaço da abóboda celeste, bem como no desenho da trajetória descrita pelo astro.

Os dez estudantes que evidenciaram modelo mental intermediário, para explicação do ciclo dia/noite, possuem modo diferentes em relacionar suas explicações com os diferentes referenciais. Dois deles não conseguiram explicar o ciclo dia/noite a partir de um ponto de vista externo ao planeta, mesmo com a simulação. São estudantes que assinalam uma visão topocêntrica em suas explicações, ao mencionar que o Sol gira em torno da Terra para que o dia e a noite ocorram. Assim, estes dois estudantes não denotam um trânsito entre os diferentes referenciais adotados, pois não conseguem explicar o fenômeno como um observador externo ao planeta, mesmo utilizando-se de materiais para isto.

Os outros quatro discentes avançam 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. Assim, esses dois estudantes até consideram outra perspectiva além da topocêntrica, mas suas explicações se deram de modo aleatório, não sabendo organizar suas ideias a partir de outro referencial. Na realidade, eles tentaram transitar, mas não conseguiram devido a uma falta de conhecimentos que lhes dê suporte para avançar. 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 si e que, na realidade, o Sol está estacionário e o planeta que gira em volta dele mesmo. 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. Demonstraram ideias topocêntricas em três explicações, e em outra, consideraram que a Terra gira em torno de seu eixo, mas tal noção não foi mantida ao longo das demais etapas da pesquisa. 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: estão presentes os alunos que 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: os discentes que entendem que a mudança de referencial alteram as explicações, mas não possuem elementos<sup>16</sup> para irem além, considerando movimentos aleatórios dos astros em outra perspectiva.
- 3) Apresenta trânsito: os alunos que se expressam de modos diferentes para 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.

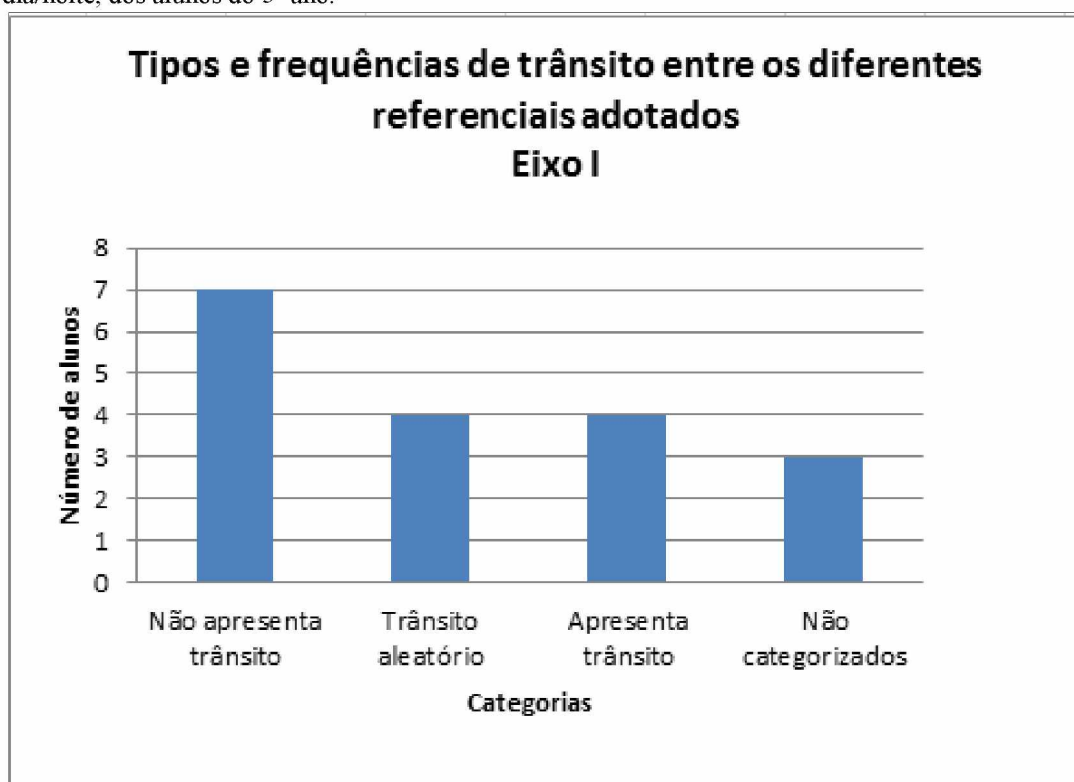
---

<sup>16</sup>Os “elementos” são considerados por nós, em dois aspectos diferentes. Primeiro, estão aqueles relacionados com os conhecimentos necessários para o entendimento e a explicação do fenômeno nas diferentes perspectivas, tais como: o movimento que os astros realizam; como se dão esses movimentos; como são vistos a partir de diferentes referenciais; a noção de espacialidade, levando ao entendimento e uma explicação articulada entre o que se vê no céu com os conhecimentos aprendidos, para a explicação do fenômeno. Em segundo, às competências e habilidades que o estudo do tema requer, ou seja, se o aluno atinge tais parâmetros, eles alcançarão os elementos atrelados ao conhecimento, fazendo com o assunto seja entendido e articulado com as questões do cotidiano.

4) Não categorizados: estão os discentes que não trouxeram ideias coerentes em suas explicações, não exibindo elementos capazes de ser 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 do 5º ano relativo à classificação que cada um se enquadra para o trânsito entre os diferentes referenciais abordados.

Gráfico 2 – Frequência entre os tipos de transições nos diferentes referenciais adotados para explicar o ciclo dia/noite, dos alunos do 5º ano.



Fonte – A autora

Os dados nos mostram que a maioria dos estudantes não evidencia trânsito em relação aos diferentes referenciais abordados, ou seja, eles não conseguem explicar o fenômeno dia/noite mediante um observador que se encontra na Terra e outro que está localizado fora dela. Esses discentes explanam o fenômeno por uma única via, não estabelecendo relações com os diferentes referenciais. Os sete estudantes que estão nesta classificação possuem uma explicação topocêntrica para o fenômeno, não o relacionando com outros conceitos e elementos que contribuem para uma explicação de outra perspectiva.

Levando em conta essa faixa de escolaridade, o documento oficial que modela 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 dezoitos alunos pesquisados nesta etapa da Educação Básica, 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 façam 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 que base, para que, ao longo do processo, ele possa construir e reconstruir suas ideias.



## 5.2 EIXO 2 : ENSINO FUNDAMENTAL II

### 5.2.1 Categoria 1: Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes

Como enunciado anteriormente, nesta categoria, analisamos as ideias dos alunos do 9º ano acerca das concepções de Terra, Sol e Lua, que refletem, mais à frente, nas suas explicações a respeito do ciclo dia/noite. Para entendermos tais noções, as questões pertinentes ao tema estão presentes no instrumento de pesquisa apresentadas com os números: 10 e 11, que se encontram no apêndice A, e as de números: 1, 2 e 3, contempladas no apêndice B.

De modo quase unânime, 19 dos 20 alunos do 9º ano, participantes nesta pesquisa, apontam que nosso planeta e o Sol possuem forma redonda. Justificam tal ideia, com argumentos de que: “*viram na T.V.*”, como expressa Amarílis; “*sei que é redonda, por causa das fotos do google*”, afirma Isaura; outros, sendo a maioria, justificaram como Gurgel, que sabe da forma por ter visto “*nos livros, filmes e fotos*”; e Tânia, por meio “*dos mapas e livros*”. Já Breno justificou a forma esférica da Terra, como tendo o formato de uma “*laranja, porque já li em um livro*”.

As ideias da maioria dos alunos representam também que as pessoas estão localizadas na superfície do planeta. Apenas Breno indicou que estamos dentro da Terra, como mostra a figura 40.

Figura 40 – Modelos de Terra esférica e localização no planeta por alunos do 9º ano.

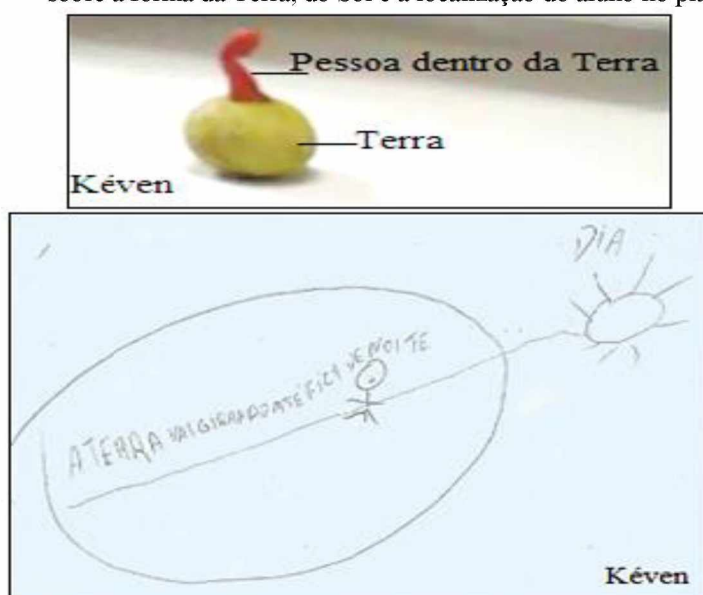


Fonte – A autora

Houve também justificativas diferentes acerca da esfericidade do planeta, como a de Kéven, que disse nosso planeta possui a forma redonda, mas a explicação é *“porque passa na televisão, mas eu mesmo nunca vi e não acho que ela é redonda”*. O pensamento do aluno evidencia a reprodução de uma ideia que lhe foi passada ao longo de sua trajetória de vida, mas vê-se que ele mesmo não acredita em tal noção. Essa visão é explicada no trabalho de Nussbaum (1992), quando afirma que, para os discentes compreenderem o formato da Terra, não basta mudar a ideia de Terra plana para esférica, se eles não mudarem também a noção do espaço plano e limitado que envolve o planeta e que, também, quando os corpos caem, descrevem linhas verticais e perpendiculares à superfície plana da Terra. Ainda segundo o autor, o aluno só entende o formato esférico do planeta, quando essas noções também são modificadas simultaneamente.

Além disso, Kéven afirma que estamos dentro do planeta, mas que também podemos estar de fora, *“só quando a gente pega...igual os astronautas...a nave, lá no espaço...ai estamos de fora, mas nós aqui, igual agora, é dentro do planeta”*. Para entender o que, para ele, era “dentro” e “fora”, pois o discente o localizou na superfície da Terra durante a entrevista, estendemos a conversa e pudemos perceber que o “dentro” é no interior da abóboda celeste, como se ela formasse um “escudo”, envolvendo tudo o que aqui está. Assim, para esse aluno, a Terra é cercada por um espaço limitado, reforçando a ideia de Nussbaum (1992), já citada. Quanto aos registros escritos, o discente o representou dentro do planeta, em uma Terra oval, quase plana. Na figura 41, apresentamos os registros do aluno.

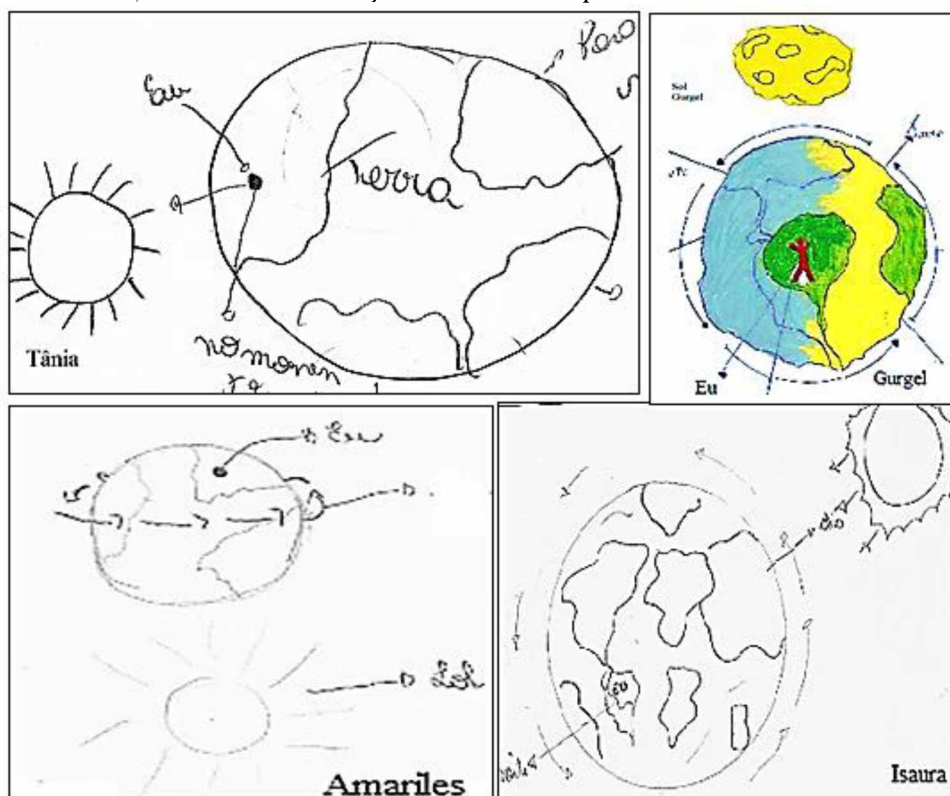
Figura 41- Registros realizados por Kéven (9º ano) sobre a forma da Terra, do Sol e a localização do aluno no planeta.



Fonte – A autora

Para os 19 estudantes que dizem que a Terra e Sol têm forma esférica, suas ideias corresponderam com os registros escritos. Quanto à localização do aluno no planeta, a maioria desse grupo indicou que estamos na superfície da Terra. Os registros mostrados na figura 42 expressam esta ideia.

Figura 42 – Desenhos realizados por um grupo de alunos do 9º ano sobre a forma da Terra e Sol, bem como a localização dos mesmos no planeta.



Fonte – A autora

Desse quantitativo representado, apenas Kéven e Breno afirmam que estamos dentro do planeta, como já apresentado anteriormente.

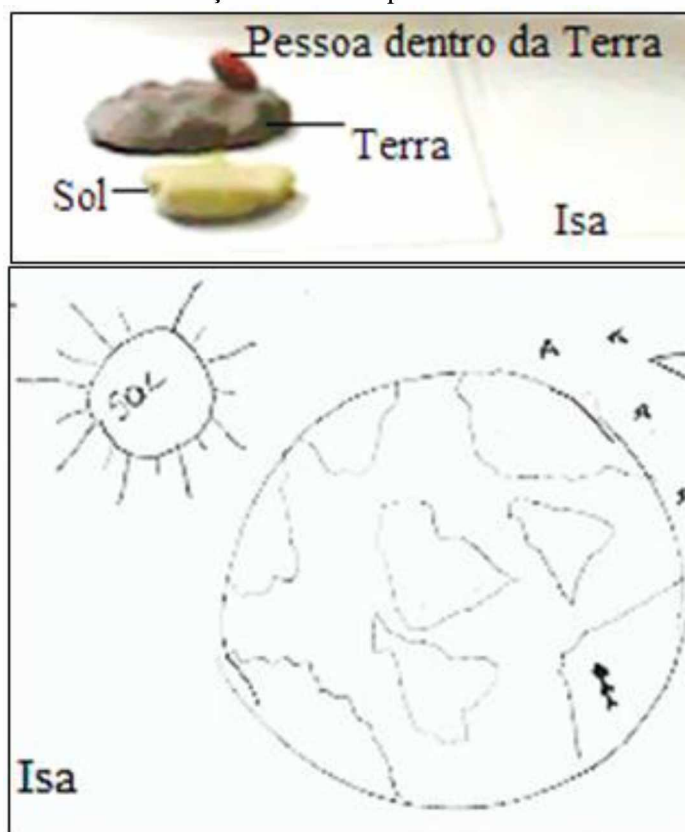
Do universo de estudantes do 9º ano participantes da pesquisa, apenas uma aluna, Isa, disse que a Terra e o Sol são planos, com forma arredondada, justificando que: “*vi nos mapas*”. A estudante também afirma que, em relação à localização, estamos dentro do planeta, mas que, ao ser questionada, entendemos que ela possui uma ideia de Terra dupla. Para a aluna, é como que se existissem duas Terras: uma onde moramos, dentro da qual estamos e outra distante, na qual estamos fora. Para a aluna, a noção de que existe uma “Terra planeta” e outra em que vivemos é referenciada nos resultados apontados por Bisch (1998). Para o autor, esta é uma concepção, denominada de Terra dupla, ou seja, os alunos



apresentam ideias de Terras distintas, em que a ideia de Terra como planeta se difere da terra solo, local onde vivemos.

Em contrapartida, os registros escritos da aluna não correspondem à ideia inicial, por ela apresentada, pois desenha a Terra e o Sol de modo esférico, mas os modelam em formato plano. Os registros da aluna estão mostrados na figura 43.

Figura 43 – Desenhos realizados por Isa sobre a forma da Terra, do Sol e a localização do aluno no planeta.



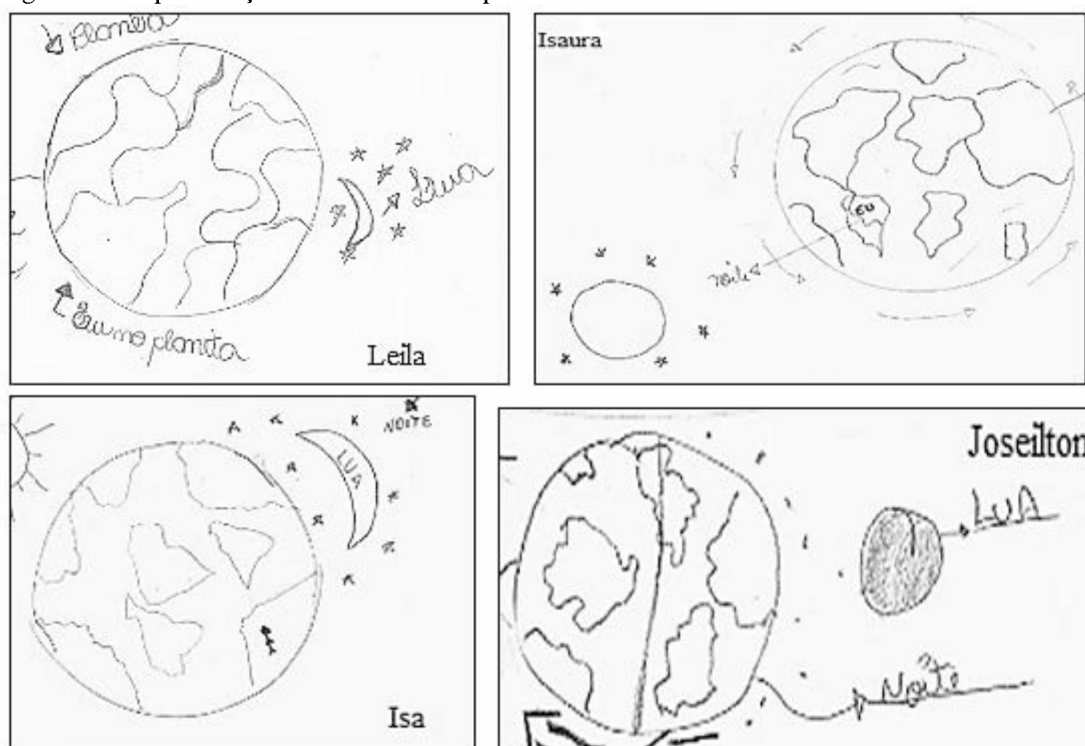
Fonte – A autora

Quanto à Lua, a maioria dos discentes, cerca de 16 deles, afirmaram que o astro tem forma redonda, embora mencionem que ela possui, também, outras formas<sup>17</sup>, como expressa Guido: “A Lua é redonda, porque a gente vê no céu, mas vê também outras formas, como minguante, crescente, cheia...”. O relato de Brenda também reforça tal ideia: “A Lua é redonda, por que é o modelo mais comum, mais tem outros...”; e Leila “A Lua...uai...tem ela redonda e a da metade...são duas Luas diferentes, eu vou fazer a redonda”. Os demais alegaram que o astro tem a forma de semicírculo.

<sup>17</sup>Vale ressaltar que não foi o foco do nosso trabalho discutir acerca da “mudança de forma” da Lua. Além disso, os dados não são suficientes para entendermos se os discentes assumem que a forma da Lua é alterada ou se trata apenas de resultado da forma como a luz do Sol é refletida pela superfície do astro.

As estrelas não foram mencionadas pela maioria dos estudantes. Do total, apenas cinco alunos disseram que as estrelas têm a forma redonda. Esses também foram os mesmos que, em seus registros, representaram o astro no céu, embora com o formato diferente do que haviam dito, representando-as com cinco pontas. Apenas Joseilton a representou de modo redondo. Esses alunos possuem a ideia de que as estrelas aparecem somente à noite e que circundam a Lua, estando presentes apenas nesta faixa do céu, como ilustra a figura 44.

Figura 44 - Representação de estrelas no céu por alunos do 9º ano



Fonte – A autora

Os demais estudantes, sete deles, não mencionaram a respeito das estrelas e o restante disse que não sabia sobre a forma delas, atribuindo, quando perguntados, uma forma aleatória. Exemplos desta ideia são citadas por Ticiane, quando diz: *“As estrelas...não sei desenhar, pode ter qualquer forma.”*; Breno disse que elas *“parecem a forma de um cometa”* e Tânia disse que as estrelas são *“complicadas de fazer”*.

De modo geral, os discentes do 9º ano, nesta categoria, atribuem uma forma esférica para a Terra, embora a concepção de Terra plana esteja presente no avançar das conversas com alguns dos alunos. Estas noções, sem considerar, necessariamente, a mesma faixa de escolaridade, estão presentes nos trabalhos de Nussbaum e Novak (1976), Nussbaum (1992), Vosniadou e Brewer (1992), Bisch (1998).

Os trabalhos de Nussbaum e Novak (1976) e Nussbaum (1992) apontam que o fato de os estudantes mencionarem que o planeta possui forma esférica, não é suficiente para que eles entendam, de fato, que a Terra possui esta forma. Para que os discentes alcancem tal ideia, é preciso que eles entendam alguns aspectos, como a concepção de espaço ilimitado e a noção de que quando os corpos caem, são atraídos para o centro da Terra.

Para Bisch (1998), a incoerência nas respostas dos alunos, ao longo das etapas em que compunham sua pesquisa, denota que eles não possuem uma ideia formada acerca dos conceitos astronômicos, fazendo-se valer de um “conhecimento feito de chavões reinterpretados pelo senso comum” (p. 14), ideia denominada pelo autor de “realismo ingênuo”.

Percebemos que os astros que são vistos no céu, como o Sol, por exemplo, foram, por unanimidade dos participantes da pesquisa, revelados com a forma esférica, uma vez que todos disseram ser esta a configuração como o astro se apresenta no céu, todos os dias. O mesmo se deu com a Lua, nosso satélite, a que também foi atribuída a forma esférica, mas que, segundo eles, em épocas diferentes, apresenta fases distintas, não especificando e nem dando maiores informações sobre estas fases.

Quanto à localização dos próprios alunos na Terra, a maioria acredita que as pessoas estão na superfície do planeta, mas observamos que, nos desenhos feitos por estes, nenhum colocou as pessoas nesta posição e sim, situadas em uma Terra idealizada em forma de mapa, desenhada dentro do globo terrestre. Tal observação ressalta que os alunos têm uma ideia de Terra pautada no mapa mundi.

As estrelas foram, para os alunos do 9º ano, o astro com maior dificuldade de representação. Os discentes não relacionam o fato de o Sol ser uma delas e que, quando perguntado a respeito desses astros, dizem não ter conhecimento ou informações sobre o assunto. Os desenhos dos poucos estudantes que as representaram indicam que a ideia é de que as estrelas estão presentes em uma parte específica do céu, em volta da Lua. Apesar de terem dito que elas possuem forma redonda, aos desenhá-las, representaram-nas com cinco pontas. Mas, para a grande maioria dos discentes, as estrelas possuem forma aleatória e que são difíceis de fazê-las, segundo eles, demonstrando uma falta de conhecimento em relação ao seu formato.

Essas foram as ideias levantadas pelos estudantes do 9º ano acerca da forma da Terra, Sol, Lua, estrelas e da sua localização. Outras ideias, tão importantes, serão apresentadas a seguir, dentre elas, o movimento realizado pelos astros.

### 5.2.2 Categoria 2: Movimentos descritos pelos astros

Esta categoria apresenta as concepções dos estudantes acerca dos movimentos realizados pelos astros, que são importantes no entendimento de suas explicações acerca do fenômeno do ciclo dia/noite. Tal noção é significativa para a compreensão dos modelos mentais expostos pelos discentes. As questões relativas a esta categoria são as de números: 6; 7 e 14, encontradas no apêndice A e, também, a questão de número 3, presente no apêndice B.

Considerando o total dos vinte alunos do 9º ano participantes na pesquisa, cerca de 16 deles afirmaram que nosso planeta descreve um tipo de movimento no espaço, movimento este que gera controvérsias entre os discentes, pois a maioria diz, como Kéven, que “*ela [Terra] vai girando entorno dela mesma*”; ou na afirmação de Guido, “*ela [Terra] gira entorno de seu próprio eixo*”, ou como diz Gaspar, que “*ela [Terra] gira entorno do Sol*”; ou ainda, como citado por Luciano, que nosso planeta “*movimenta em torno do Sol, num período de 12 horas [...]*”. Desse quantitativo, apenas Gurgel nomeou um dos movimentos descrito pela Terra, quando disse: “*sim, ela realiza movimento de rotação*”. Outro pensamento, exemplificado por Leila, afirma que “*ela gira entorno dela mesma, mas permanece parada no mesmo lugar*” e ainda a ideia expressa por Lana, quando diz que: “*a Terra gira entorno do Sol, todos os dias [...]*”. A figura 45 mostra exemplos de duas ideias de movimento da Terra representada por este grupo de alunos.

Figura 45 – Ideias de Terra em movimento representada por alunos do 9º ano.



Fonte – A autora

O outro grupo, formado por quatro estudantes, acredita que nosso planeta não descreve movimento, como revelam Abreu, Breno, Samara, quando afirmam: “*não...fica parada*”; e Magno, quando diz que “*ela [Terra] é parada, não realiza nenhum movimento*”.

Relativo ao movimento ou não do Sol, os estudantes apresentaram ideias opostas. Do total dos vinte participantes, cerca de dez deles entendem que o Sol descreve um movimento no espaço. Alguns dos representantes desse grupo, como Brenda, Joseilton, disseram que “*Sim, ele [Sol] movimenta no céu*”, mas sem maiores explicações quanto ao tipo de movimento descrito. Já outros justificaram, em certa medida, o movimento realizado pelo Sol, como é o caso de Isa, que diz: “*só sei que quando vai chegando a noite, ele [Sol] vai sumindo... e não dá mais para vê*”; para Samara, “*ele [Sol] gira entorno da Terra*”; já para Magno: “*ele [Sol] realiza movimento acima ou abaixo da Terra...*”.

A outra metade dos participantes entende que o Sol não descreve movimento, e responderam apenas com um “*não*”, como é o caso Luciano, Gurgel, Gaspar e outros. No entanto outros alunos desse grupo tentam justificar o não movimento do Sol com algumas explicações, como é o caso de Kéven, que afirma “*ele fica parado, no mesmo lugar, só a Terra é que movimenta para encontrá-lo*”; ou como Ticiane, quando diz que “*somente a Terra é que roda*”; para Leila, a ideia é de que “*tudo é parado [mencionando os astros no céu] só as nuvens é que movem*”.

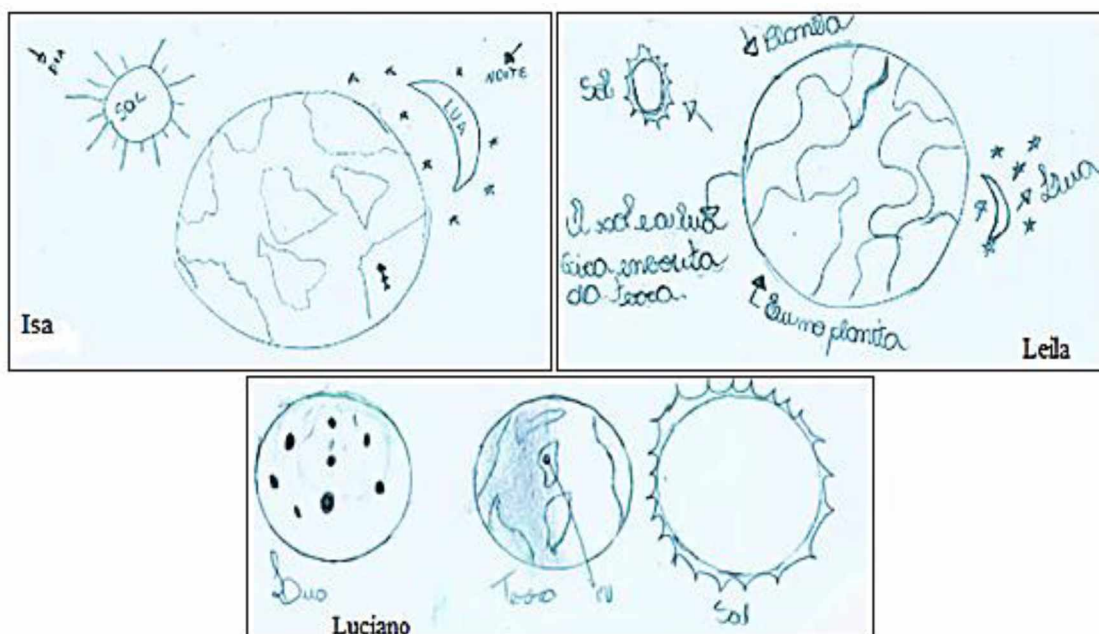
Quanto à Lua, onze alunos apontam que nosso satélite realiza movimento no céu, embora a maioria desse quantitativo não soubesse justificar e nem explicar sobre como esse movimento se dá. Alguns, como Leila, justificaram o movimento da Lua, como: “*ela esconde atrás das nuvens*”; para Breno, “*a Lua faz a mesma rotação que o Sol*”; ou como Joel, que diz “*a Lua movimenta mais lenta, mas em volta dela mesma*”. Os nove estudantes restantes pertencem ao grupo dos que pensam que nosso satélite não descreve nenhum movimento.

No que diz respeito às estrelas, este foi um astro pouco mencionado pelos alunos. A maioria deles não descreveram nenhuma menção em relação a elas, nem tampouco estabeleceram ligação de que o Sol é uma estrela. Quando perguntado sobre o astro, disseram não saber falar devido à falta de informações e conhecimento.

Relativo à simulação dos movimentos descritos pelos astros, alguns estudantes tiveram dúvidas e mudaram de opinião. Dos dezesseis discentes que ponderaram que a Terra realiza algum tipo de movimento, cerca de três estudantes justificaram considerando, como no caso de Isa, que “*a Terra gira em volta dela, mas que o Sol sai com a escuridão*”. Para Leila, os astros possuem movimento, mas escondem-se atrás das nuvens; e para Luciano, a Terra e Lua realizam movimento, mas o Sol fica parado. Todavia os desenhos representados pelos

discentes não expressam a ideia apresentada ao longo da entrevista e nem durante a simulação com os modelos por eles confeccionados, como evidencia a figura 46.

Figura 46 – Representação de alunos do 9º ano que não condizem com as ideias apresentadas sobre os movimentos dos astros.

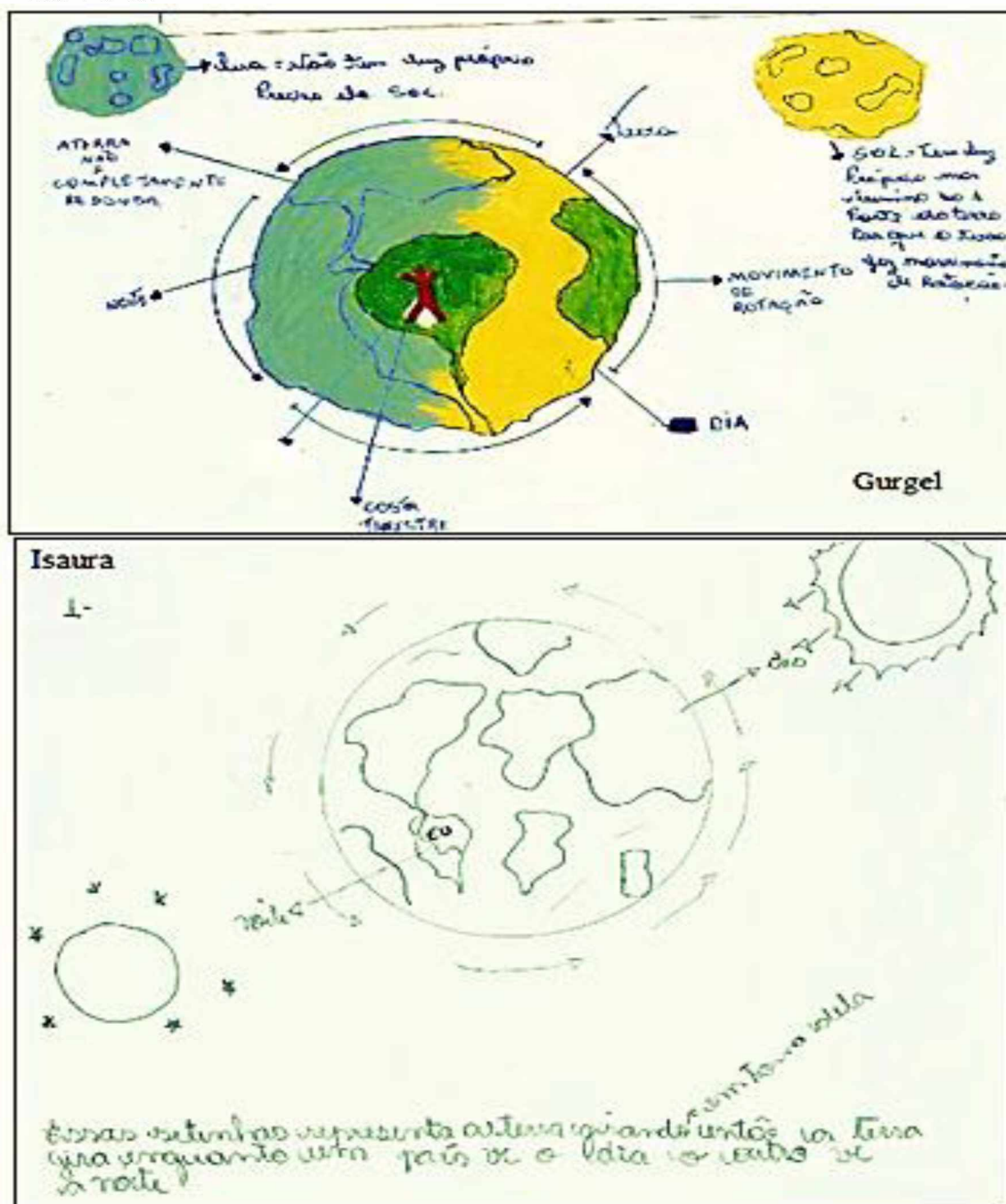


Fonte – A autora

Outro grupo, com nove participantes, disse que nosso planeta gira e os demais astros (Sol e Lua) ficam parados. O tipo de movimento descrito pela Terra faz com que as ideias dos estudantes sejam diferentes. Nos argumentos de Gurgel, a Terra “*realiza movimento de rotação e os outros astros, como o Sol e a Lua, não realizam movimento, ficam parados*”. Para Isaura, “*apenas a Terra realiza movimento e Sol, Lua, não possuem movimento, ficam parados no céu*”. As ideias dos alunos também foram representadas e condizentes em seus desenhos, como mostra a figura 47.



Figura 47 – Representações de movimento da Terra por um grupo de alunos do 9º ano, com Sol e Lua estacionários.

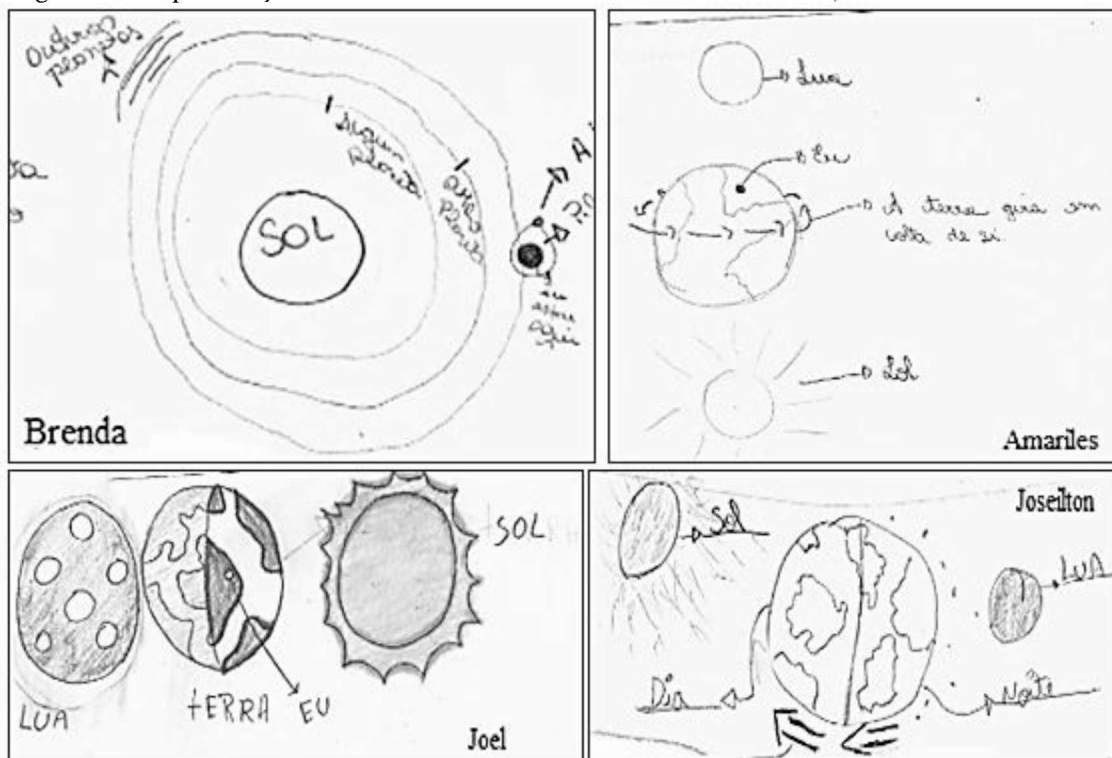


Fonte – A autora

Outro conjunto, com cerca de quatro alunos, afirmou que a Terra, Sol e Lua, realizam movimentos. Na versão de Brenda, a aluna diz que: “A Terra realiza movimento em torno de si, o Sol executa um movimento em torno da Terra e arrasta a Lua, que tem movimento mais lento que o Sol”. Para Joel: “a Terra gira em torno dela mesma, Sol e Lua giram ao redor dos planetas”. Já Joseilton e Amarílis pensam no movimento de todos os astros no céu, mas, segundo Amarílis, não “dou conta de explicar, só sei que todos movem”. Apesar de pensar

que Terra, Sol e Lua se movem no céu, esse grupo de estudantes, mesmo com justificativas diversas, não representaram em seus registros gráficos a ideia expressa na simulação. Ambos mostraram um modelo cujo movimento é percebido apenas na Terra, sendo que, para os demais astros, não demonstraram a ideia de movimento. As imagens estão presentes na figura 48.

Figura 48 – Representações de alunos do 9º ano sobre o movimento da Terra, Sol e Lua.

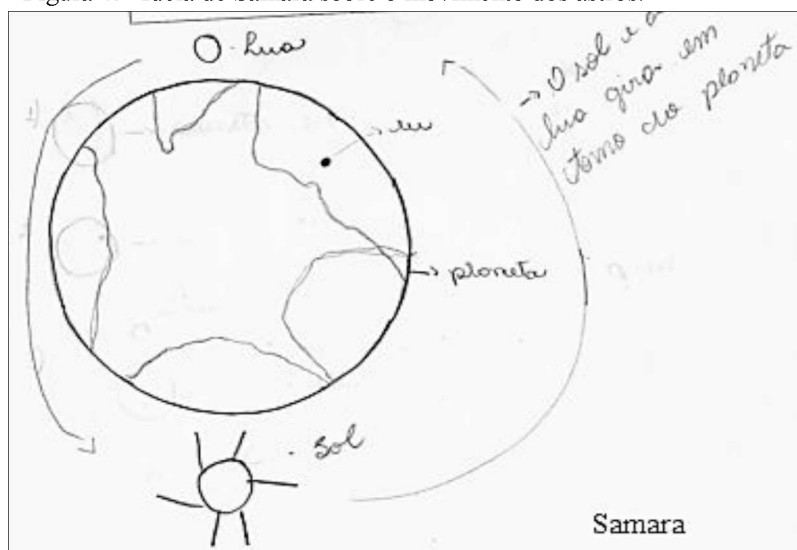


Fonte – Os autores

Os discentes que sustentaram que nosso planeta não realiza movimento, atribuíram este ao Sol e à Lua. Esse foi o caso de Abreu, que manteve a Terra parada e o Sol a girar em torno dela, ou de Kéven e Samara, que disseram que o Sol faz um movimento de translação em torno da Terra, estando nosso planeta parado. Por fim, Magno pensa que a Terra está parada no espaço e que o Sol e a Lua descrevem movimentos para cima e para baixo em relação ao planeta, estando tais astros em lados opostos. A figura 49 representa a ideia de Samara.



Figura 49- Ideia de Samara sobre o movimento dos astros.



Fonte – A autora

Nessa categoria, percebemos que a maioria entende que a Terra descreve movimento no espaço, embora a forma como isso ocorre não seja clara para todos os discentes. Notamos que as controvérsias explicitadas pelos discentes, em relação ao modo como a Terra realiza tal movimento, interferem nas ideias acerca do movimento dos demais astros. Ainda é notória a ideia de Terra plana, uma vez que parte de alguns alunos afirmam que nosso planeta está parado, e o Sol e a Lua descrevem movimentos em volta da Terra. Tal ideia vai na direção dos trabalhos de Nussbaum e Novak (1976), quando apresentam dados sobre as concepções de alunos acerca da forma da Terra.

Os movimentos do Sol e da Lua, para cima e para baixo em relação a uma Terra estacionária, ou em revolução em volta do planeta, também foram os resultados que encontramos e que foram anteriormente apresentados nas pesquisas de Samapungavan, Vosniadou e Brewer (1996), embora a faixa etária dos alunos fosse diferente dos nossos.

A Lua, para a maioria dos estudantes, não realiza movimento no céu. Este dado, quando comparado com os resultados dos alunos do 5º ano, vai na direção contrária, uma vez que eles afirmaram que nosso satélite descreve uma trajetória no céu, em contrapartida os discentes do 9º ano, que pensam que a Lua não descreve nenhum movimento. Este resultado corrobora os dados apontados por Vosniadou e Brewer (1994), quando dizem que crianças mais novas acreditam que a Lua se move, ao contrário das mais velhas, que pensam que o astro não realiza movimentos.

Um fator a ser aqui levantado é que os discentes, na maioria das vezes, não apresentam coerência entre o que dizem e o que representam em seus desenhos, ou seja,

muitos estudantes, dentro do universo pesquisado, não representaram nos desenhos as ideias levantadas durante a entrevista. Foi percebido que eles revelaram representações de um conhecimento escolar, pautado no livro didático, com a reprodução de desenhos e falas que estavam desconectados uns dos outros e que, quando comparamos com as ideias, anteriormente, por eles levantadas, ficam com dúvidas e se fazem valer de explicações aleatórias e incoerentes. Nestes casos, não ocorre uma relação entre os conhecimentos adquiridos na escola com os experienciados, de modo a explicar os fenômenos cotidianos.

### **5.2.3 Categoria 3: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial na Terra**

Apresentamos, a seguir, as ideias dos alunos relativas ao entendimento do ciclo dia/noite, quando o explicam a partir do local em que se encontram na Terra. Para esta interpretação, há a presença de questionamentos sobre a localização dos astros no céu em diferentes períodos, bem como a compreensão de que os discentes apresentam em relação à alternância do ciclo dia/noite. Para isso, pautamo-nos nas questões de números: 1; 2; 3; 4; 8; 9 e 13, que estão no apêndice A e a questão 5, presente no apêndice B.

Para a maioria dos alunos do 9º ano que fazem parte da pesquisa é dia, pela presença do Sol e/ou porque está claro. Em contrapartida, é noite porque escureceu. As respostas de um grupo de estudantes, como Isaura, Ticiane, Kéven, vão respectivamente, nessa direção, representando a maioria dos estudantes, quando apontam que é dia: *“Porque o céu está claro... tem Sol”*; *“Por causa do Sol...da claridade”*; *“porque tem claridade e a luz solar...tem Sol”*. Este mesmo grupo de alunos explica a noite, concomitantemente, do seguinte modo: *“Porque o céu vai ficar escuro e tem a Lua e as estrelas”*; *“Porque vai escurecendo e tem Lua e estrelas”*; *“Porque tem a escuridão, tem Lua e estrelas”*. Houve também respostas que apontam outros elementos em suas justificativas, como é o exemplo de Abreu. Para o discente, é dia, *“por causa do Sol”*, mas é noite devido ao *“fato de o Sol passar para outro lugar no mundo... aí vem a Lua...e a escuridão”*. Ou ainda a ideia de Luciano, que diz que é dia *“por causa do céu que está claro”* e noite *“por causa que a Lua tapa o Sol e a claridade acaba”*. Para finalizar, Breno justifica que é dia *“porque está claro no céu”* e noite *“por causa da rotação do Sol, que foi para o outro lado... Japão. Por causa da Lua e das estrelas.”*

Fica evidente a associação entre claro com o Sol, caracterizando o dia, e escuro com a Lua e as estrelas, diferenciando a noite. Na literatura, este resultado corresponde aos

apresentados por Vega-Navarro (2001), quando com entrevistas com crianças, apontou que o aparecimento e desaparecimento do Sol e Lua ocasionam o dia e noite para os alunos. Esta oposição entre Sol e Lua, com a ideia de que por estar em posições opostas no céu isso resulta em um entendimento do dia causado pelo Sol e a noite pela Lua e as estrelas, dados que foram também mostrados por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997).

Quanto à localização dos astros (Sol, Lua e estrelas) no céu diurno ou noturno, as respostas dos estudantes foram divididas. No questionamento de onde o Sol está à noite, para a maioria dos estudantes, cerca de doze deles, o Sol se encontra distante da Terra. Respostas como de Joel, Breno, Isaura e Lana representam este quantitativo e indicam, respectivamente, esta ideia: *“no espaço em lugar diferente... um lugar muito distante um do outro”*; *“Do outro lado... no Japão... em lugar diferente.”*; *“Longe da Terra”*; *“À noite... o Sol em outra parte, no Japão”*. Já outros, como Joseilton, Gaspar e Brenda pensam que o Sol à noite é encoberto pela Lua: *“à noite, o Sol está atrás da Lua, por isso que a gente não vê o Sol”*; *“à noite, o Sol está atrás da Lua”*; *“O Sol à noite, está atrás da Lua”*. Para Leila, *“à noite, o Sol esconde atrás das nuvens”*. No entendimento de Isa, *“o Sol, à noite é tampado pela escuridão”*. Os demais não souberam explicar onde o Sol se encontra à noite.

Relativo à Lua, onze alunos pensam que ela não está no céu diurno. Para eles, nosso satélite está em lado oposto ao Sol no céu, não podendo, assim, estar presente ao mesmo tempo com o Sol, no céu. Para Abreu, *“não tem Lua durante o dia, ela está do outro lado do mundo também, quando o Sol vem, ela vai”*. Segundo Lana, *“estão do outro lado do mundo... não aqui”*. Samara entende que *“a Lua e as estrelas durante o dia estão no Japão”*. Breno afirma que *“não tem Lua durante o dia, somente à noite, mas não sei onde ela está... é no espaço. A Lua faz a mesma rotação que o Sol”* e Leila discorre *“que a Lua está atrás das nuvens”*. Os demais discentes que presumem a Lua esteja no céu diurno justificam suas respostas de modo pulverizado, fazendo-se valer ideias aleatórias, como o exemplo de Luciano, quando declara que *“tem Lua durante o dia, só que ela não está no rumo do Sol, por isso a gente não vê”*. Ou como a resposta de Guido, *“sim, mas não dá para vê-la, porque a luz não reflete nela”*.

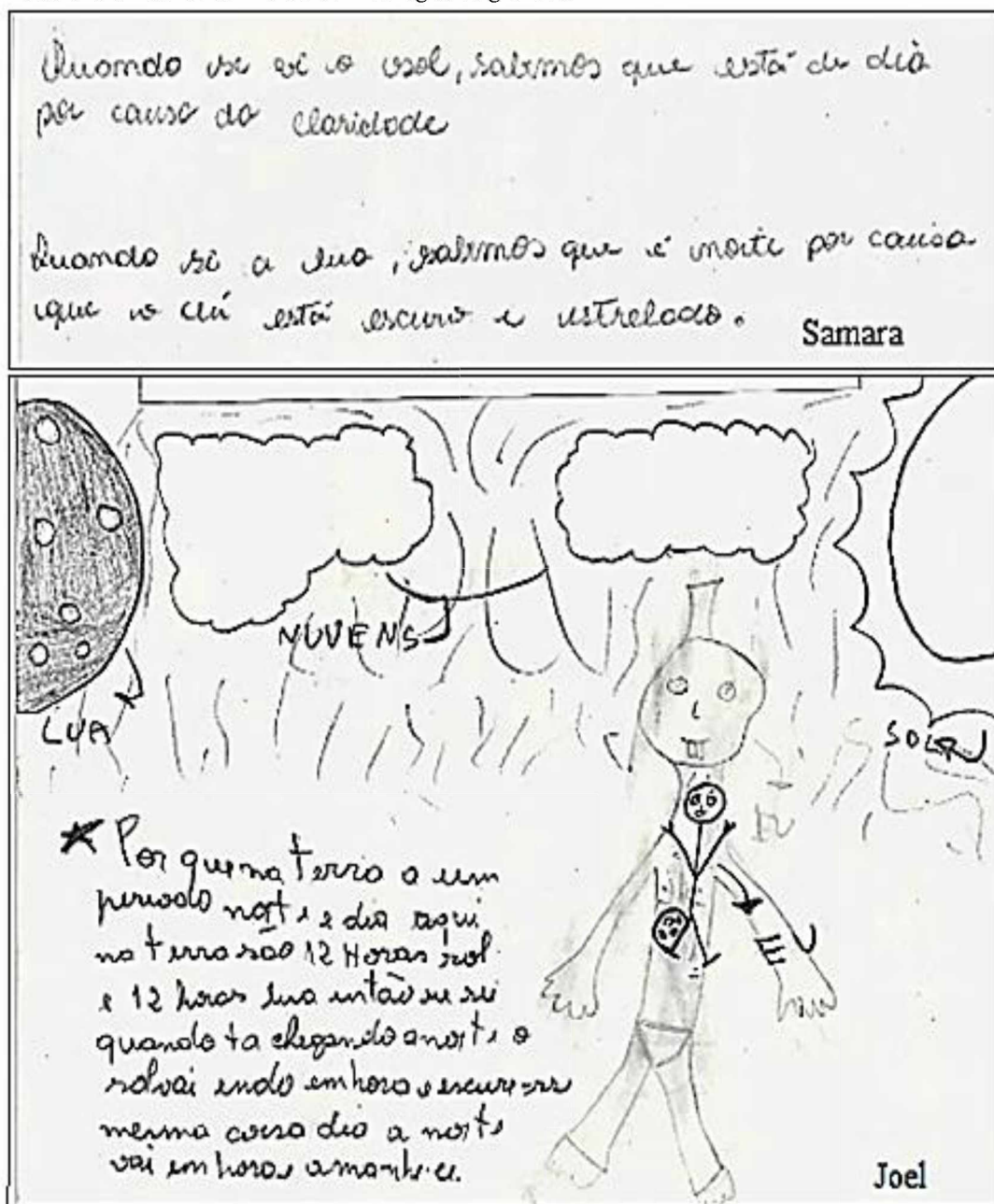
As estrelas novamente foram, por parte dos discentes, astros pouco mencionados. A maioria disse não saber acerca das estrelas, a ponto de nem citarem sobre o astro. Os que arriscaram apontaram que o astro acompanha o mesmo movimento que a Lua, como é o exemplo de Samara, quando diz *“as estrelas estão durante o dia no Japão... junto com a Lua”*; ou Magno, quando afirma que *“as estrelas estão ao redor da Lua, acompanham seu movimento”*; ou ainda Leila, para a qual *“as estrelas estão no céu durante o dia... junto com a*

*Lua. Elas estão tapadas pelas nuvens*”. Outras justificativas, como as de Luciano e Joseilton, também estiveram presentes, quando alegam que *“tem estrelas, só que não dá para vê, por causa da claridade do Sol”*. A explicação de Isaura também vai nessa direção, ou seja, as estrelas estão *“no céu...só que não dá para vê, por conta da luz do Sol. E à noite fica escuro e o brilho das estrelas aparecem”*.

As explicações sobre o dia e a noite por parte dos discentes foram separadas em dois grupos: um deles contempla os alunos que imaginam que o nosso planeta descreve algum tipo de movimento, e outro que não concebe a ideia de Terra em movimento.

Primeiramente, apresentamos as ideias dos discentes que consideraram o entendimento do ciclo dia/noite pautado em uma Terra estacionária. Do total de vinte participantes, quatro deles pensam que nosso planeta não realiza nenhum tipo de movimento, como são exemplificados pelas explicações de Samara, Magno, Breno e Joel. Para Samara e Breno, ambos entendem que o dia e a noite ocorrem porque *“a Terra está parada e o Sol, a Lua e as estrelas é que mudam de lugar, giram em lados opostos em volta da Terra”*. Para Magno, *“O Sol e a Lua sobem e abaixam em relação à Terra, que está parada”*. Na visão de Joel, *“o Sol e a Lua afastam e aproximam da Terra”*. Analisando os registros escritos desse grupo de alunos, percebemos que no de Samara não houve representação em desenho, apenas escritos e que estes não estabeleceram relação com os movimentos descritos pelos astros, como dito anteriormente. Joel também foi nessa linha, embora representasse sua ideia, o aluno não relacionou sua interpretação com a concepção primeira de Sol e Lua afastando-se e aproximando-se da Terra. A figura 50 expõe esta visão dos alunos.

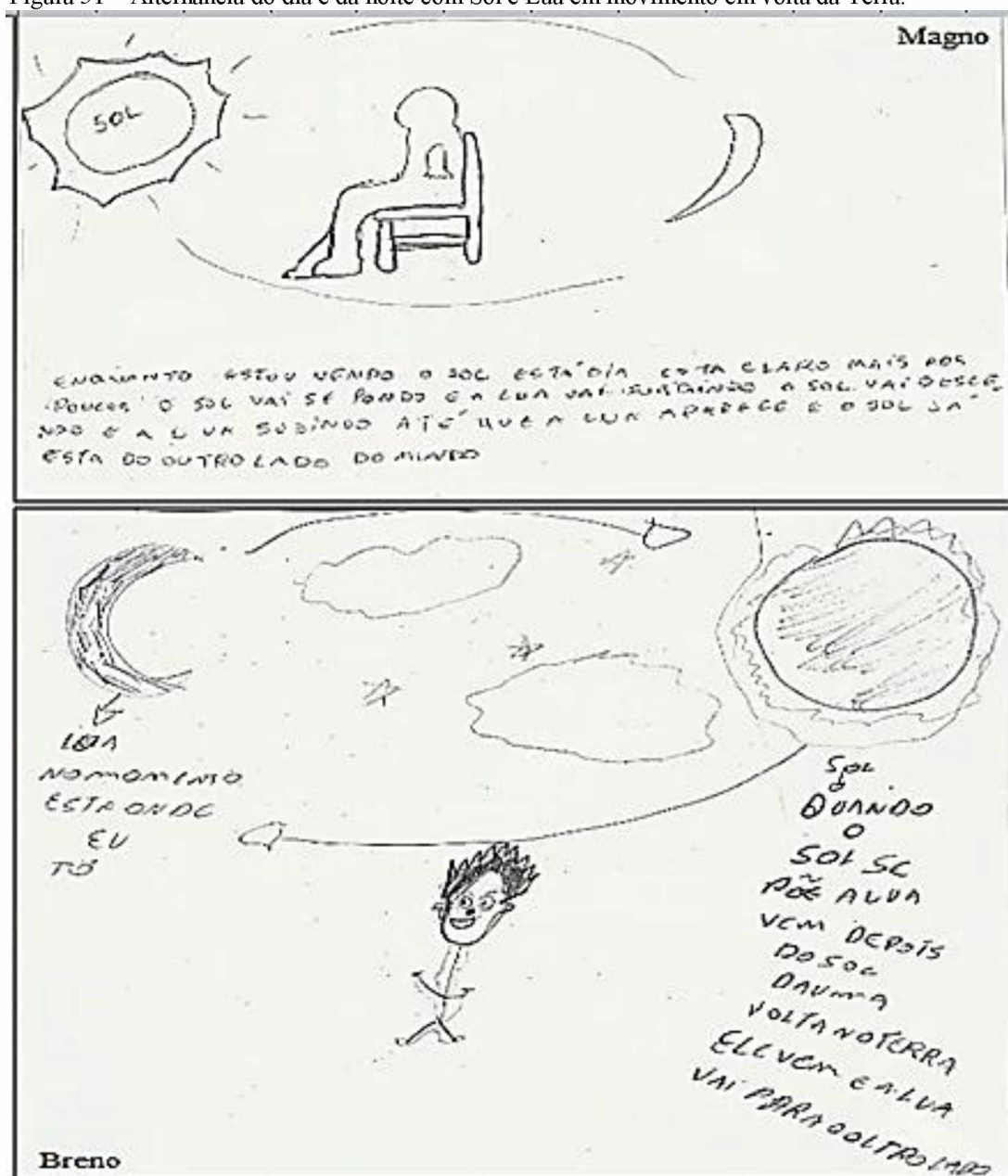
Figura 50 – Alternância do dia e da noite, pautado na perspectiva topocêntrica, de estudantes que não relacionaram as ideias iniciais com os registros gráficos.



Fonte – A autora

As ideias apontadas por Breno e Magno estabeleceram coerência com as informações anteriormente apresentadas. Em seus registros, os alunos continuaram com as explicações de Sol e Lua em movimento e Terra parada. A figura 51 ilustra a ideia dos alunos quanto ao fenômeno estudado.

Figura 51 – Alternância do dia e da noite com Sol e Lua em movimento em volta da Terra.



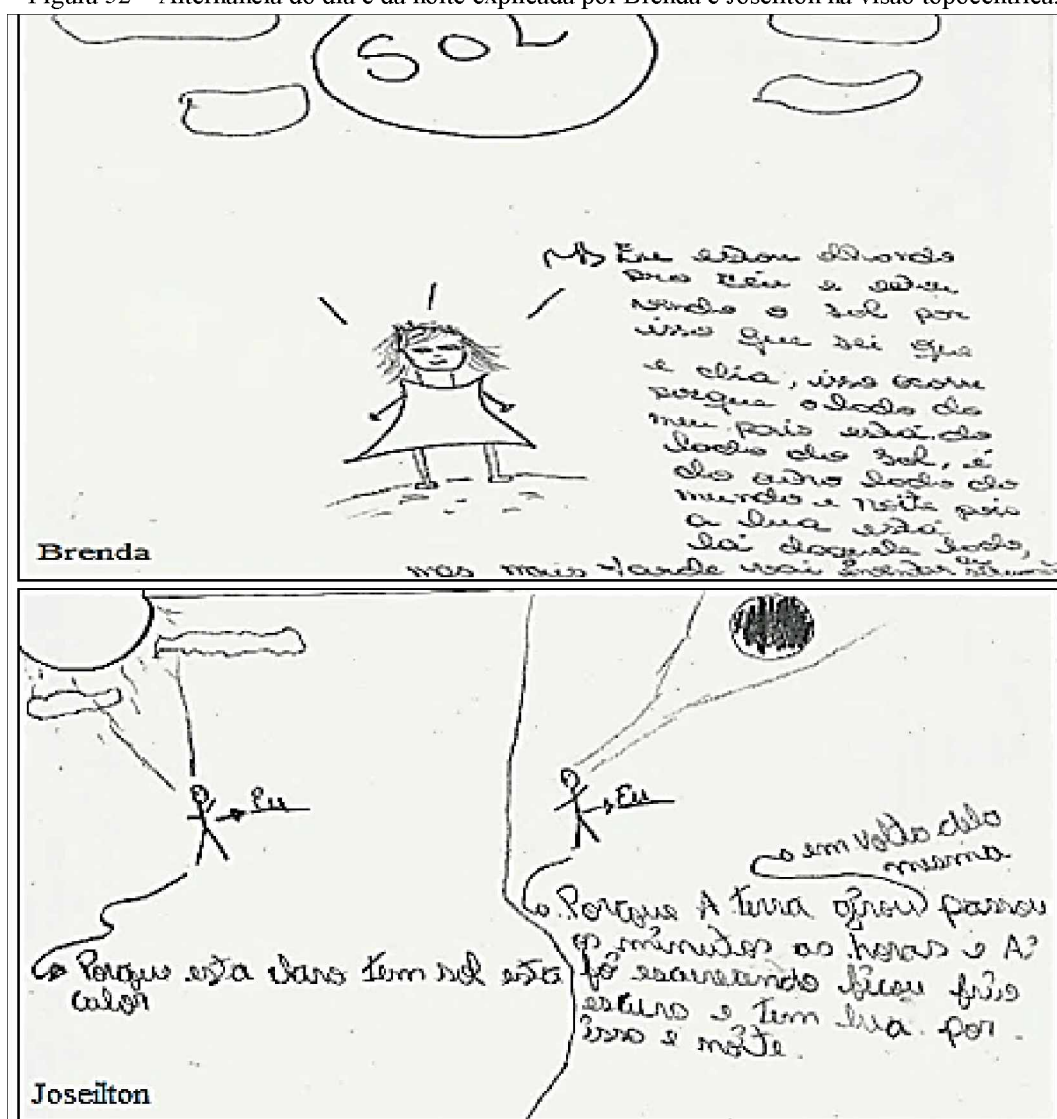
Fonte – A autora

O outro grupo, formado por dezesseis estudantes, pautou suas explicações sobre o dia e a noite devido ao movimento executado pelo nosso planeta e pelos demais astros. Este quantitativo de alunos apresentou cinco explicações diferentes, baseadas nos movimentos realizados pelos astros. A primeira delas está formada por quatro discentes, sendo representada por: Joseilton, Brenda, Ticiane e Isa, que justificaram que o ciclo dia/noite ocorre devido ao fato de que a Terra gira em torno dela mesma, e ao mesmo tempo, o Sol arrasta a Lua, sendo que ambos descrevem um movimento em volta da Terra. Tal ideia está expressa nas falas desses estudantes apresentadas, respectivamente, a seguir: “A Terra gira



em volta dela, bem devagarzinho...aí o Sol vai sumindo e vem trazendo a Lua e aí passo a ver a noite”; “A Terra gira em redor dela... o Sol, vai rodando também ao redor da Terra...na frente e a Lua vem atrás” ; “A Terra roda em volta dela mesma...e que o Sol e a Lua vai girando, contornando a Terra” e que “A Terra roda, mas parada...e aí o Sol vem passando e girando em torno da Terra e a Lua vai aparecendo atrás”. Ao comparar estas ideias exibidas por esse grupo de discentes com seus registros escritos, percebemos que Brenda e Joseilton tiveram dificuldades em representar, no papel, o pensamento antes exposto, mas que, de certa forma, deixaram evidente uma imagem de como pensam e de como observam no céu. A figura 52 representa os registros dos estudantes.

Figura 52 – Alternância do dia e da noite explicada por Brenda e Joseilton na visão topocêntrica.



Fonte – A autora

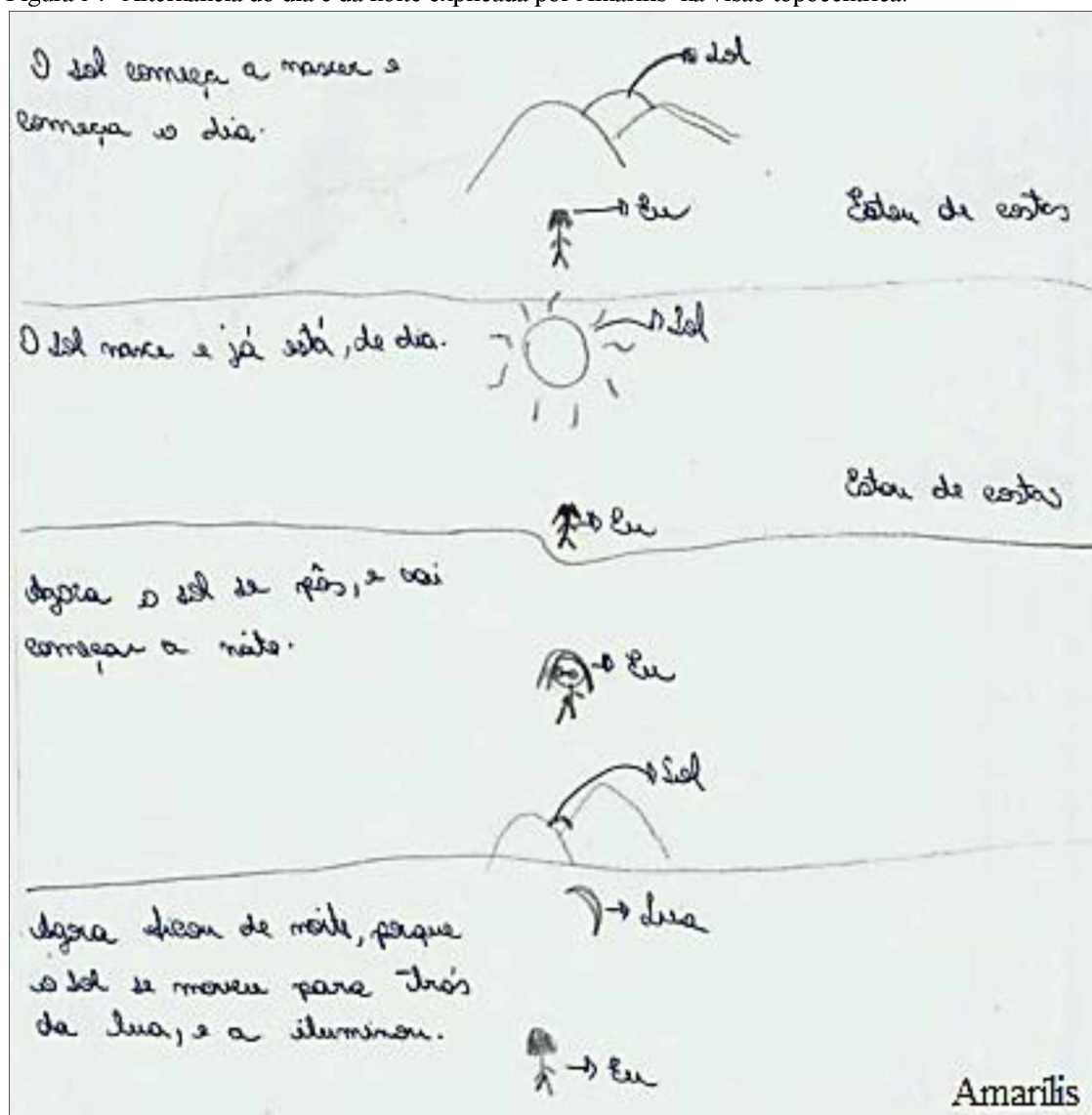




*desaparece e a Lua vem, aí a Lua vem atrás, e ele vai para trás".* O registro de Kéven descreve que *"o mundo vai girando e o Sol vai sumindo e passo a ver a Lua"*.

Os registros escritos desse grupo de discentes indicam que apenas Amarilis foi coerente entre o seu pensamento com os registros exibidos. A aluna apresenta uma sequência de ideias da trajetória do Sol, mostrando que o astro se esconde atrás da Lua, como também atrás das montanhas, conforme mostra a figura 54.

Figura 54- Alternância do dia e da noite explicada por Amarilis na visão topocêntrica.

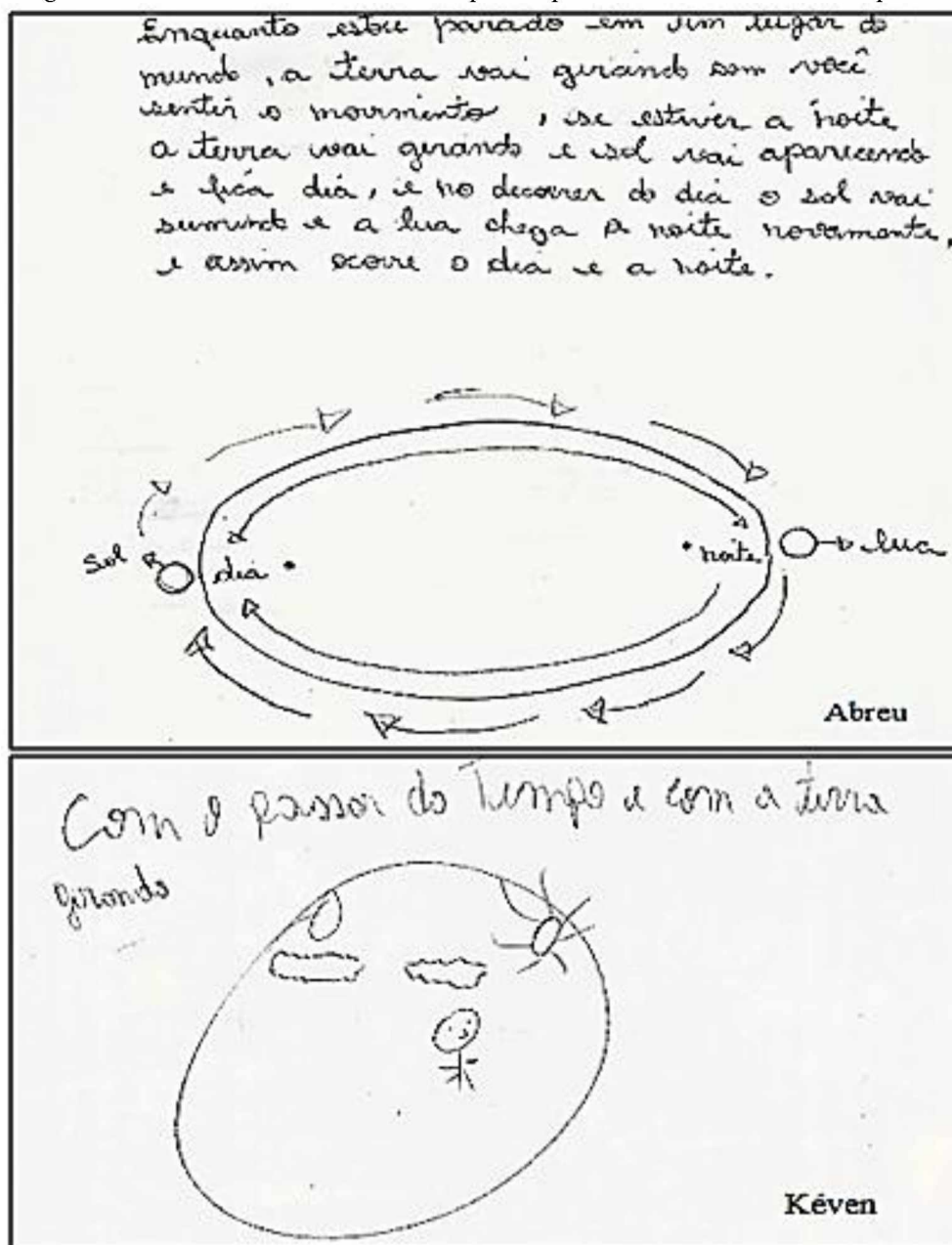


Fonte – A autora

Abreu e Kéven não representaram ideias coerentes entre suas falas e registros. Os estudantes expressaram verbalmente a dificuldade em saber sobre o movimento realizado

pelos astros, emitindo, assim, opiniões diferentes a cada questionamento. Os registros dos alunos estão representados na figura 55.

Figura 55- Alternância do dia e da noite explicada por Abreu e Kéven na visão topocêntrica.

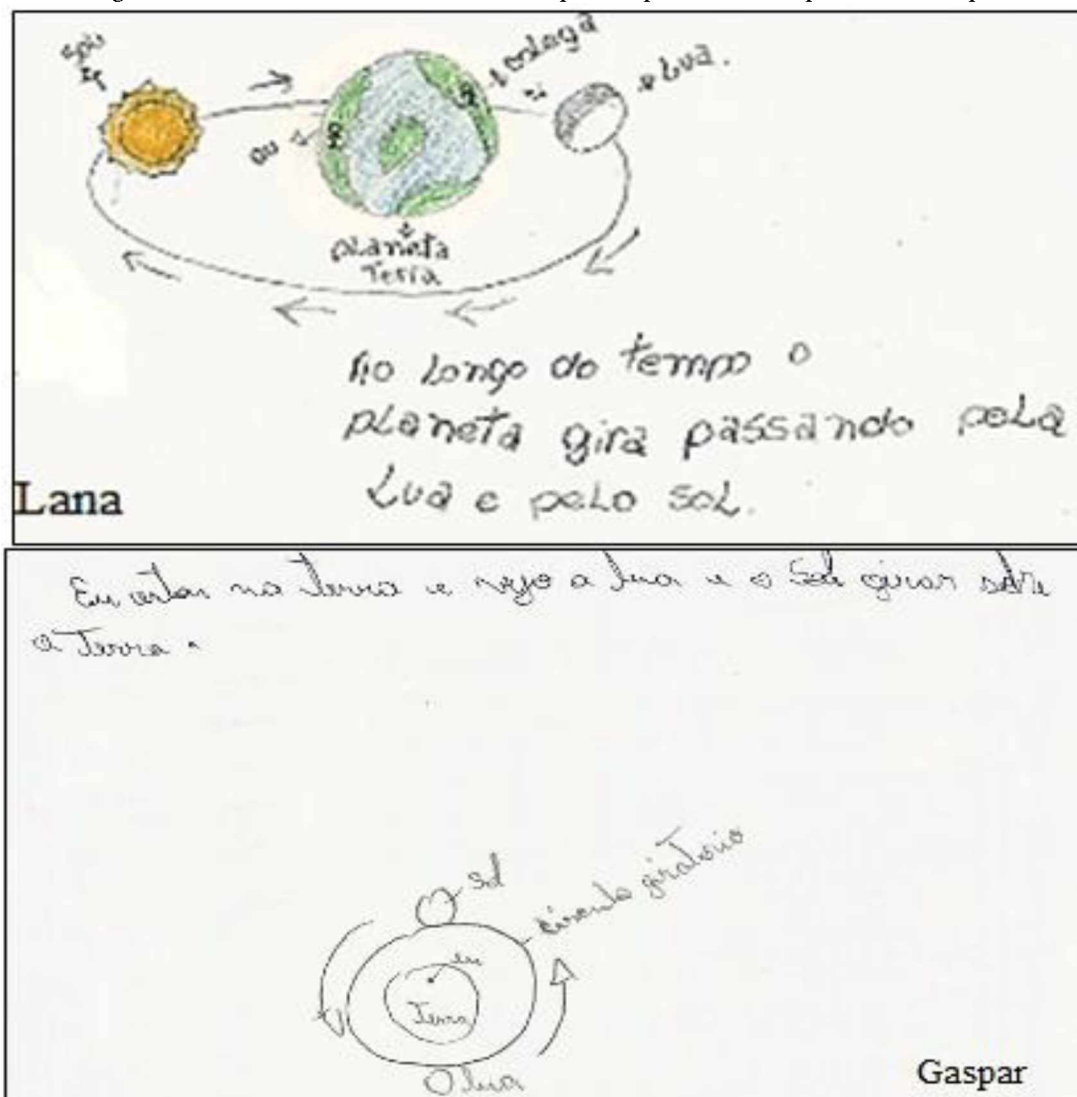


Fonte – A autora

O terceiro grupo de alunos apresentam ideias em que afirmam que a Terra gira em volta do Sol e da Lua, a cada 24 horas. Lana e Gaspar representam este quantitativo de estudantes, quando explicam respectivamente: “*Todos os dias a Terra dá uma volta completa em volta do Sol e vai girando e passa pela Lua, ficando a noite.*”; “*Ela [Terra] gasta 24h. para girar em volta do Sol, da Lua e estrelas, que ficam todos parados*”. Os registros escritos

de Lana correspondem às ideias iniciais, já os de Gaspar não fazem tal correspondência, uma vez que o aluno deixa clara, em seu desenho, a ideia de Terra estacionária com o Sol e a Lua a girar em volta do planeta. Tais ideias estão apresentadas na figura 56.

Figura 56 - Alternância do dia e da noite explicada por Lana e Gaspar na visão topocêntrica.

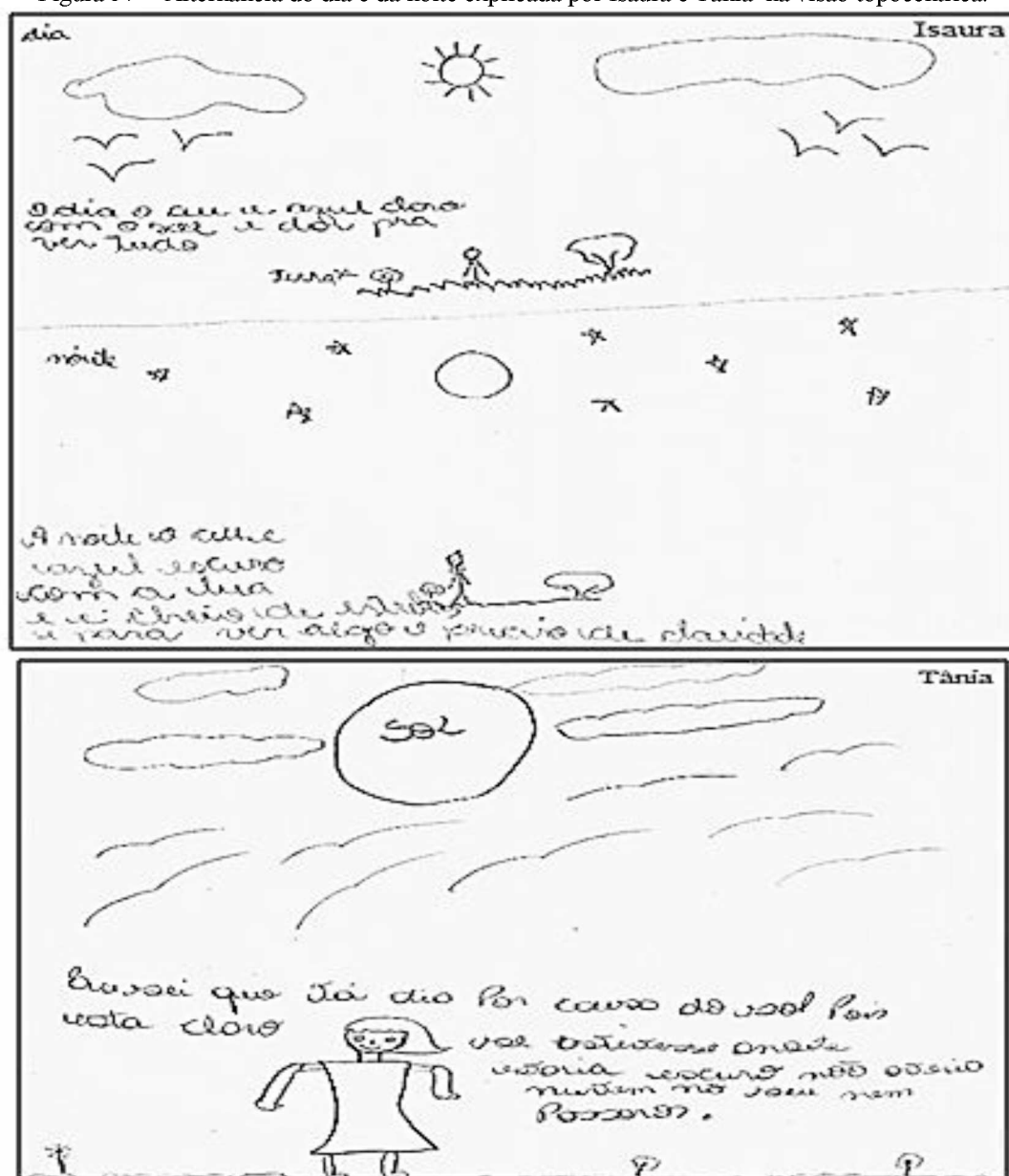


Fonte – A autora

O quarto grupo de ideias, com um maior quantitativo de representações, contempla explicações em que o nosso planeta descreve um movimento em torno dele mesmo, estando o Sol e a Lua estacionários em lados opostos no céu. Este grupo está representado por Isaura, Tânia, Nadini, Luciano, Guido e Gurgel, quando expõem, nesta ordem, que: “Porque a Terra gira em volta dela, devagarzinho, aí o Sol está iluminando outras partes e a Lua vem”; “A Terra gira [mas não sei explicar como] o Sol e a Lua ficam parados. Quando chega na Lua, é noite, no Sol é dia.”; “A Terra gira e o Sol e a Lua continuam no mesmo lugar”; “A Terra

vai girando bem devagar em volta dela e quando vira para o Sol é dia e para a Lua é noite.” ; “A Terra gira em volta dela...aí uma parte fica escura e a outra fica clara.” ; “A Terra faz movimento de rotação e vira para o Sol e depois para a Lua”. Os registros escritos desses alunos indicam que, no caso de Isaura e Tânia, as discentes não relacionaram as ideias expostas com os desenhos apresentados, pois, nestes, as alunas não mencionaram os movimentos dos astros, aos quais elas se referiam. A figura 57 indica esta análise.

Figura 57 - Alternância do dia e da noite explicada por Isaura e Tânia na visão topocêntrica.

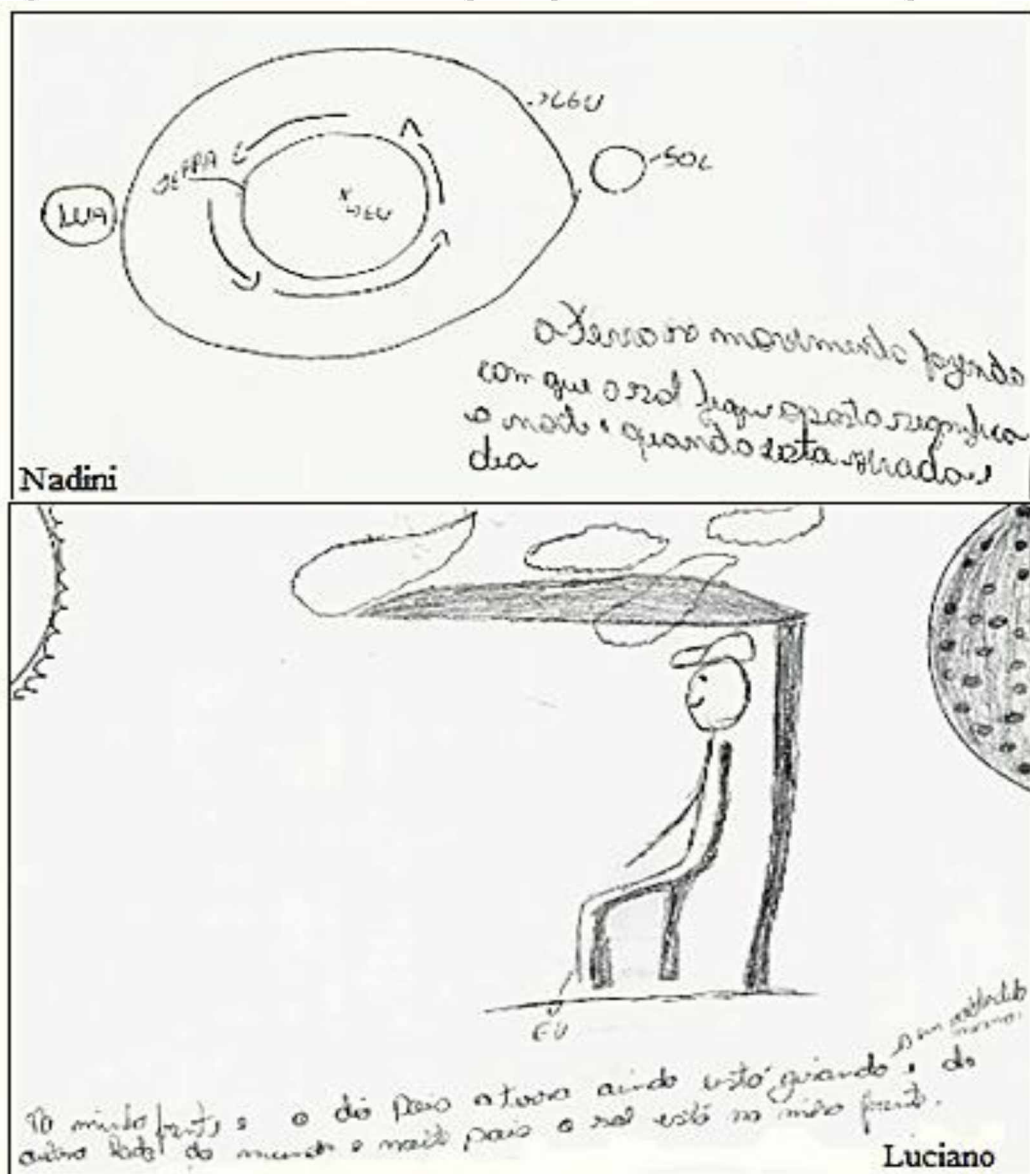


Fonte – A autora

Já os registros de Nadini e Luciano foram coerentes com suas ideias durante a entrevista. Os alunos demonstraram, em seus registros, o que antes tinham dito, que a Terra

gira em torno dela e que, ao realizar este movimento, fica virada ora para o Sol, ora para a Lua. A figura 58 mostra tal ideia.

Figura 58 - Alternância do dia e da noite explicada por Nadini e Luciano na visão topocêntrica.



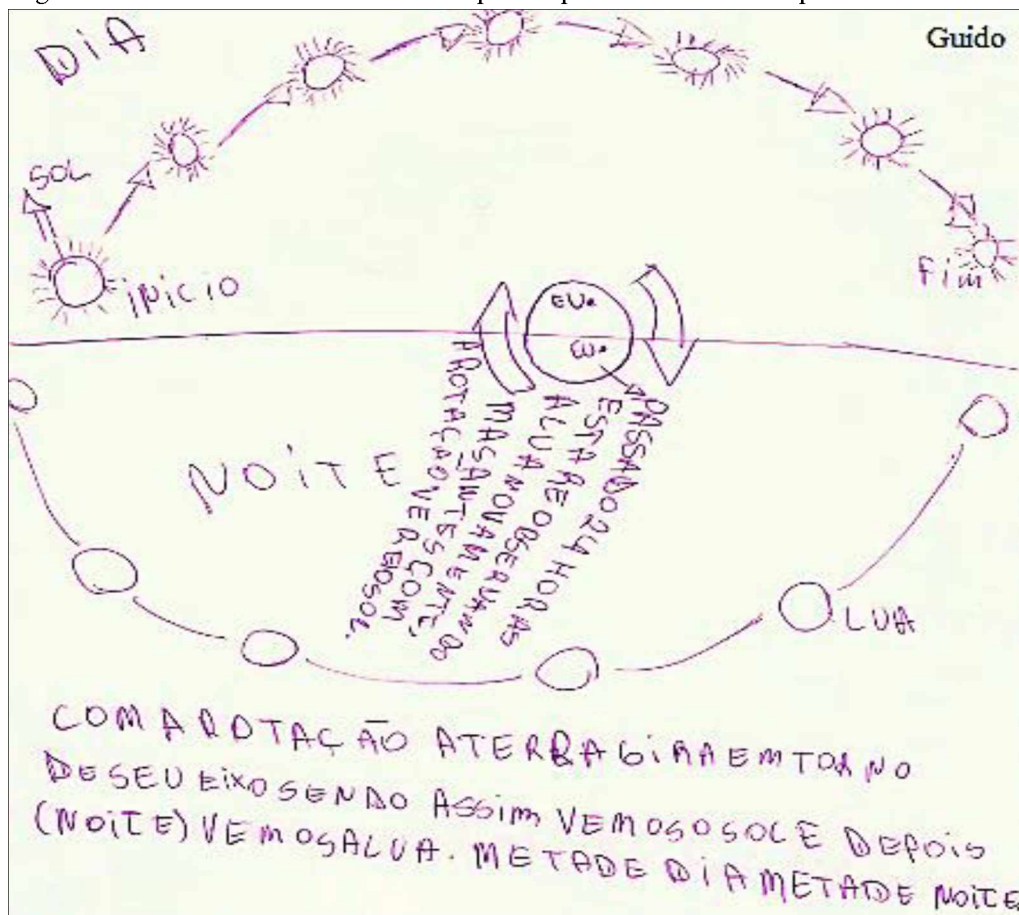
Fonte – A autora

Os dois últimos representantes desse grupo, Guido e Gurgel, também manifestaram coerência entre suas ideias e representações. Eles foram os únicos alunos, considerando todo o quantitativo do 9º ano, que mencionaram o nome do movimento descrito pela Terra. Eles utilizaram de desenhos, conceitos e termos que se aproximam ao cientificamente aceito. As explicações de Guido e Gurgel para o fenômeno em estudo apontam que: “Porque a Terra possui um movimento de rotação, no qual ela [Terra] gira em volta de seu eixo, passando pelo Sol e Lua”; “A Terra faz o movimento de rotação e vira para o Sol e depois para a



*Lua*”. Quanto aos registros escritos dos estudantes, estes mostram a mesma ideia apresentada. Na representação de Guido, o estudante pauta suas explicações numa visão topocêntrica do fenômeno, considerando a ideia de Terra plana, e em outra, o movimento da Terra em torno de si, quando vista do espaço, apresentando uma noção de espacialidade. Tal ideia é mostrada na figura 59.

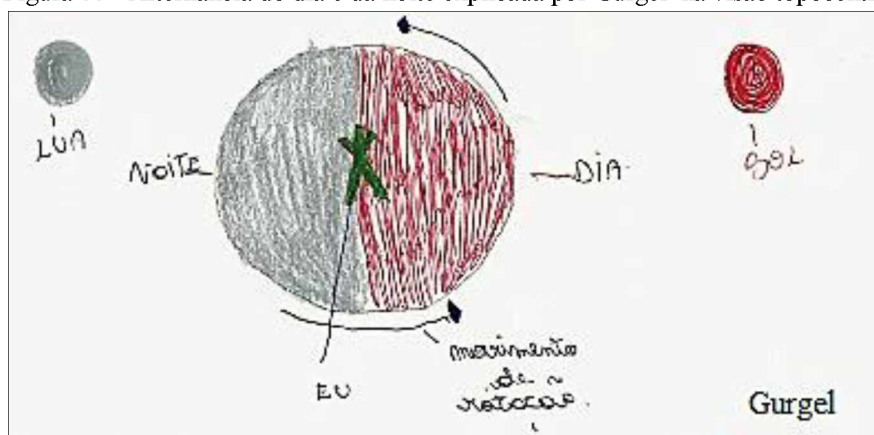
Figura 59 - Alternância do dia e da noite explicada por Guido na visão topocêntrica.



Fonte – A autora

As representações de Gurgel indicam, também, coerência entre suas ideias e registros, porém, de certo modo, o aluno não apresentou a noção de referencial topocêntrico, explicando o fenômeno e representando-o com a Terra redonda, como que vista do espaço. A figura 60 expõe a ideia do aluno.

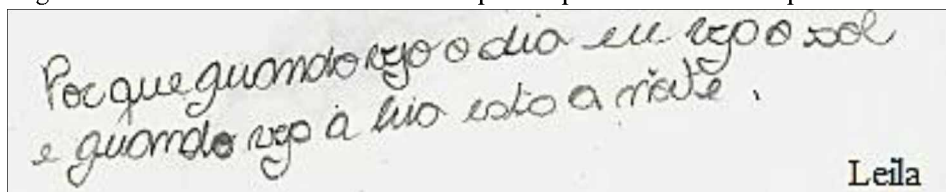
Figura 60 - Alternância do dia e da noite explicada por Gurgel na visão topocêntrica



Fonte – A autora

A quinta explicação é representada apenas por uma aluna, Leila, que pensa o fenômeno dia e noite ocorrer devido ao movimento das nuvens, que tapam o Sol e a Lua. A ideia da estudante é de que: *“A nuvem fica perto do Sol, aí a nuvem passa na frente do Sol e tapa, aí a nuvem movimenta e vai para a Lua, mas a Terra gira em volta dela mesma, mas parada”*. Porém seus registros escritos não mostram tal ideia, conforme exposto na figura 61.

Figura 61 - Alternância do dia e da noite explicada por Leila na visão topocêntrica.



Fonte – A autora

A alternância do dia/noite, segundo a perspectiva topocêntrica, por parte dos estudantes pesquisados do 9º ano revela que estes possuem ideias diferentes em relação ao fenômeno. Uma minoria entende que a Terra é estacionária e que Sol e Lua se movimentam em lados opostos. Apesar das explicações serem dadas de modo diferentes, estas se baseiam na troca de lugar entre o Sol e Lua e ou no movimento destes astros de assumirem posições acima e abaixo em relação ao nosso planeta. As explicações deste grupo, nesta pesquisa, formado por quatro estudantes, estão em acordo com os resultados apresentados por Chiras e Valanides (2008), quando caracterizam os discentes que apresentam tais ideias, pautadas no modelo pré-Geocêntrico. Os autores incluem, neste grupo, os que pensam na alternância do dia e da noite com base na troca de posições entre o Sol e a Lua no céu e no modelo Geocêntrico, por eles elencados. Segundo os autores, em seu trabalho, incluem neste grupo os

que pensam na alternância do dia e da noite, segundo a concepção de Terra esférica, mas que o Sol e a Lua ocupam posições diametralmente opostas em relação à Terra estacionária.

Em contrapartida, uma maioria considerável dos participantes desta pesquisa afirmam que a Terra descreve um movimento no céu, enquanto Sol e Lua permanecem parados ou com movimento parcial, além de estarem em lados opostos. Novamente, as explicações dadas quanto ao tipo de movimento descrito pela Terra e que pautam as explicações sobre o fenômeno em estudo são as mais variadas possíveis. As justificativas que pautam as explicações dos alunos estão orientadas no movimento dos astros, porém com ideias errôneas e repletas de imprecisões científicas, que, como expõem Vosniadou e Brewer (1994), são relativas a três dimensões: ao astro que move; como se dá o movimento destes astros e como esses movimentos influenciam no ciclo dia/noite. Estes resultados também assemelham-se aos encontrados na literatura, como os apontados por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997); Vega-Navarro (2001); Frède, Troadec e Frappart (2009).

Apenas dois alunos, do universo pesquisado por nós, mencionaram o nome do movimento realizado pela Terra; os demais não o imaginam e não apresentam convicção nas ideias expostas.

Os resultados evidenciam, também, que o Sol está atrelado ao dia, à claridade, e que a Lua, à noite e à escuridão, dados igualmente levantados por Vosniadou e Brewer (1994) e Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996). As estrelas foram astros pouco mencionados, revelando um desconhecimento destes por parte dos estudantes de modo geral.

Uma observação mostrada ao longo da aplicação dos questionamentos foi que os discentes possuem dúvidas em relação aos movimentos descritos pelos astros. De modo quase unânime, afirmaram não ter certeza do que estavam dizendo e que não havia, como citado por muitos, aprendido tal tema na escola. Muitos declararam que os conhecimentos são oriundos da televisão.

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

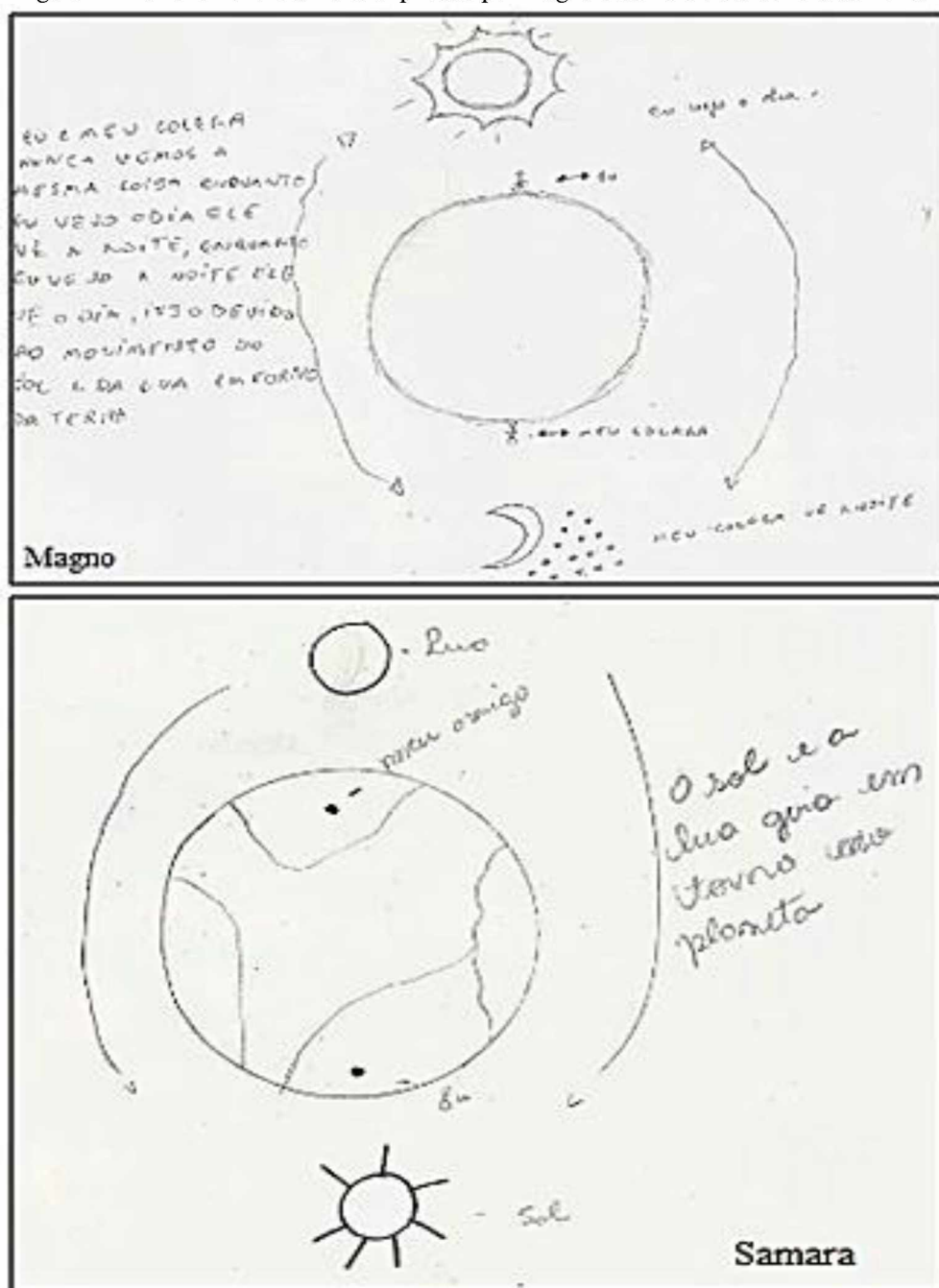
Para análise desta categoria, são levantados os dados correspondentes às questões de números: 5; 12 e 15, que estão no apêndice A, e a questão de número 4, que faz parte do apêndice B. São questões que embasam a explicação do ciclo dia/noite a partir de outro referencial, considerando, aqui, um observador que se encontra externo à Terra.



Os alunos participantes da pesquisa apresentaram de modo unânime a concepção de que um amigo do outro lado do mundo visualiza uma situação oposta do fenômeno dia/noite, quando toma por base uma pessoa no Brasil. Eles entendem que uma pessoa localizada no Japão, por exemplo, está em uma posição oposta a uma que se encontra no Brasil, por exemplo, e que assim, não observam a mesma porção do céu. Enquanto que, para uma pessoa no Brasil, é dia, para outra, que se encontra no Japão, é noite e vice-versa.

Quanto às explicações sobre o fenômeno dia/noite e as simulações com os materiais por eles confeccionados, as ideias apresentadas foram diversas. Dos vinte estudantes participantes da pesquisa, cerca de quatro deles (Isa, Samara, Breno e Magno) simularam que o dia e a noite ocorrem devido ao movimento do Sol e da Lua em torno da Terra, que se encontra parada. Isa entende que: *“não sei bem... mas acho que a Terra fica parada e que o Sol e a Lua passa por ela* [os astros estão em lados opostos no céu e descrevem movimentos sincronizados]”. Para Samara: *“O Sol e a Lua vão fazendo assim* [girando os astros em torno da Terra, que permanece parada] *bem devagarzinho, até mudarem de lugar, saindo o dia e chegando a noite*”. Breno manifesta a mesma ideia de Samara. Magno, na mesma direção, assegura que: *“A Terra fica parada, o Sol e a Lua, passam por cima e por baixo da Terra, trocando de lugar*”. Os registros gráficos de Magno e Samara representam as ideias desse grupo de alunos, como exposto na figura 62.

Figura 62 – O fenômeno dia/ noite explicado por Magno e Samara visto de fora da Terra.

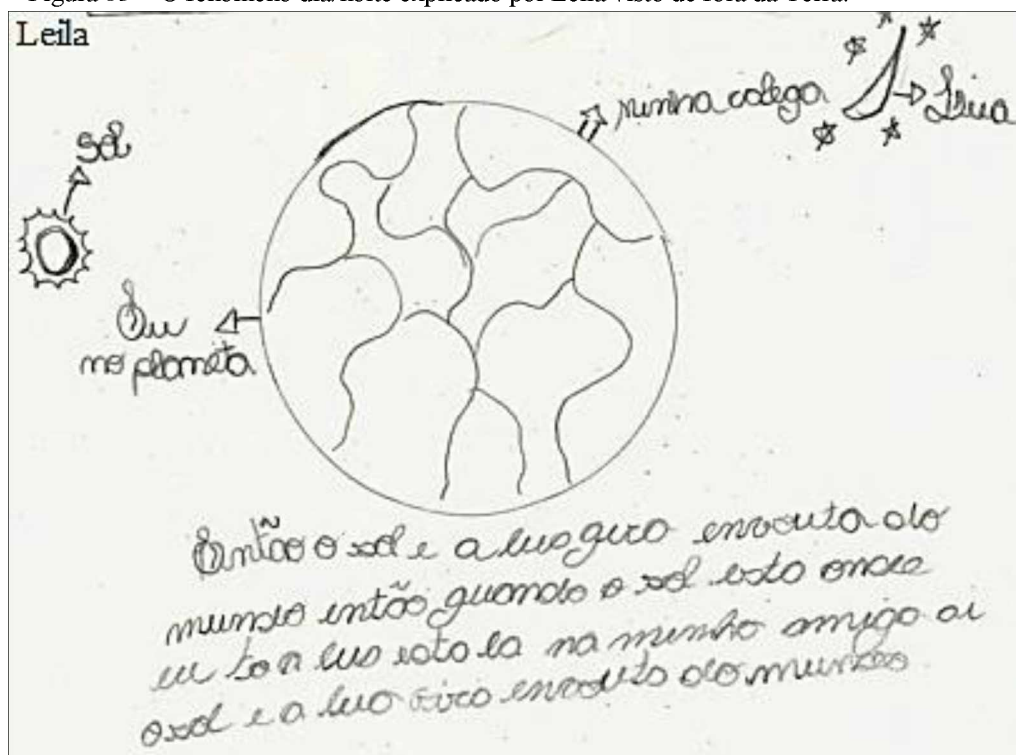


Fonte – A autora

Ideias sustentadas no movimento das nuvens foram expostas por Leila. A aluna pensa que o dia e a noite se dão mediante o movimento que a nuvem realiza ao tapar o Sol, ocasionando o dia. Por sua vez, a Lua provoca a noite. Tal ideia é expressa quando a aluna diz que: “A nuvem fica perto do Sol, aí a nuvem passa na frente do Sol e encobre...aí a nuvem movimenta e vai para a Lua”. Mas, ao comparar a noção acima apresentada com seus registros gráficos, a discente não mostrou coerência em seus pensamentos, pois passou a

ponderar que o Sol e a Lua movimentam-se em torno da Terra, ideia esta que não foi demonstrada nos demais instrumentos de pesquisa. Esta noção é ilustrada na figura 63.

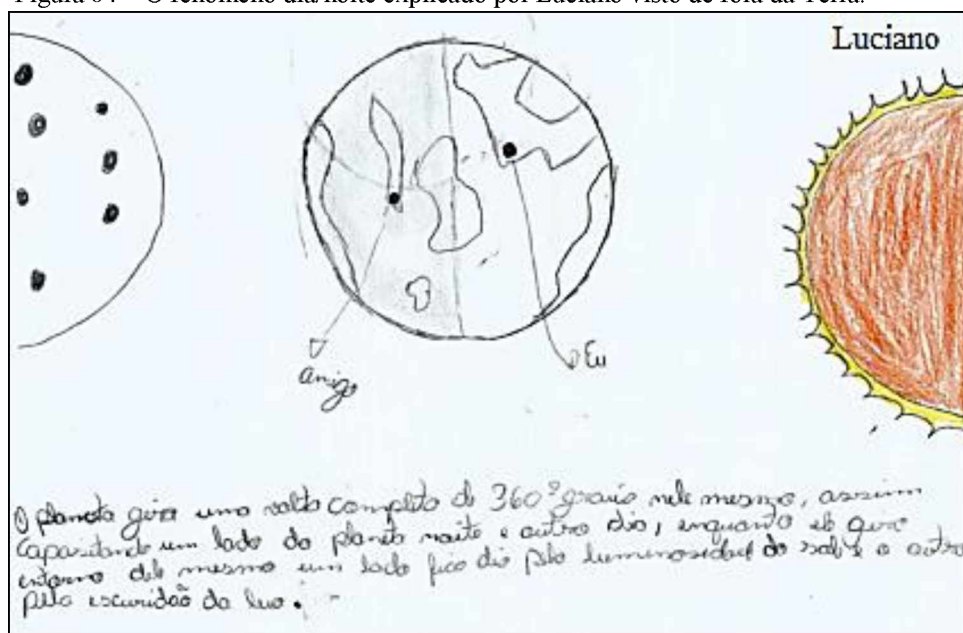
Figura 63 - O fenômeno dia/noite explicado por Leila visto de fora da Terra.



Fonte – A autora

Outra explicação que não corresponde aos registros mostrados foi a de Luciano. Para o discente, o fenômeno dia/noite se dá mediante o movimento realizado pela Lua, ao passar entre Sol e Terra, que se encontram parados. A ideia é apresentada, quando o aluno diz que: *“A Lua vai passando em volta do Sol e quando topa com a Terra, fica noite. Ela fica entre o Sol e a Terra, que gira em volta dela também”*. Mas os desenhos do estudante não representam tal pensamento, passando a mostrar que o nosso planeta é que gira em torno de si, ideia esta que não se sustenta nas demais etapas. A figura 64 mostra a ideia desenhada pelo estudante.

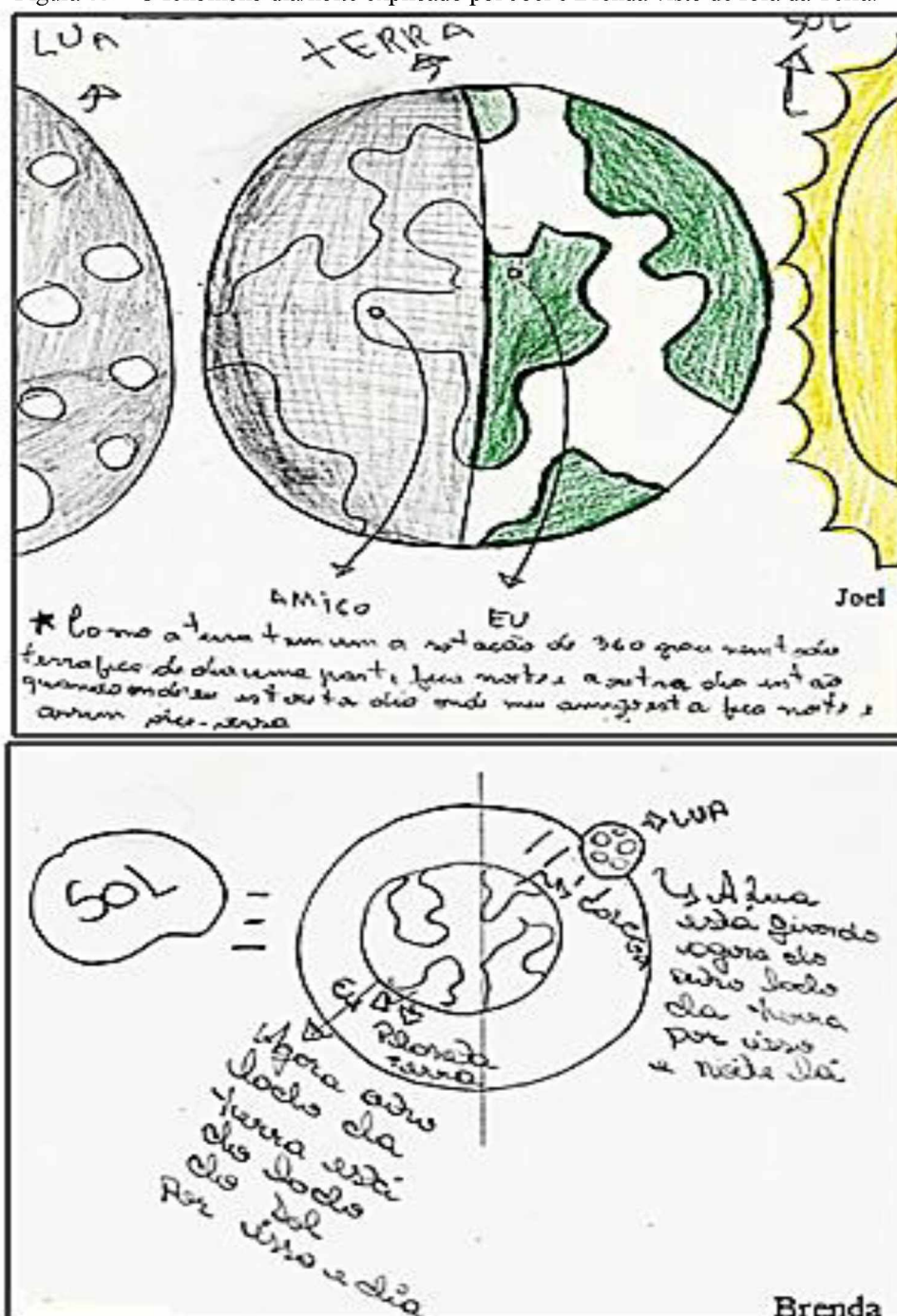
Figura 64 – O fenômeno dia/noite explicado por Luciano visto de fora da Terra.



Fonte – A autora

Dois estudantes, Joel e Brenda, explicaram e simularam o fenômeno do dia e da noite com base no movimento dos três astros (Sol, Terra e Lua). Para os discentes, o dia e a noite ocorrem devido ao movimento dos astros, girando em torno de si e também, ao mesmo tempo, em volta uns dos outros. Expressam essa ideia quando dizem respectivamente: *“A Terra fica parada girando em volta dela, o Sol afasta e a Lua vai, depois muda”*. *“A Terra gira em redor dela, e o Sol vai rodando também ao redor da Terra. Ele [Sol] vai rodando na frente e a Lua atrás... quando chega na outra parte do planeta, vai ficar só a Lua, aí o brilho do Sol faz ela ficar brilhante”*. Os registros dos estudantes mostram, em parte, suas ideias. O de Joel não menciona o movimento do Sol e da Lua, como acredita o aluno, o de Samara está mais coerente com a ideia primeira apresentada. A figura 65 expõe tal análise.

Figura 65 – O fenômeno dia/noite explicado por Joel e Brenda visto de fora da Terra.



Fonte – A autora

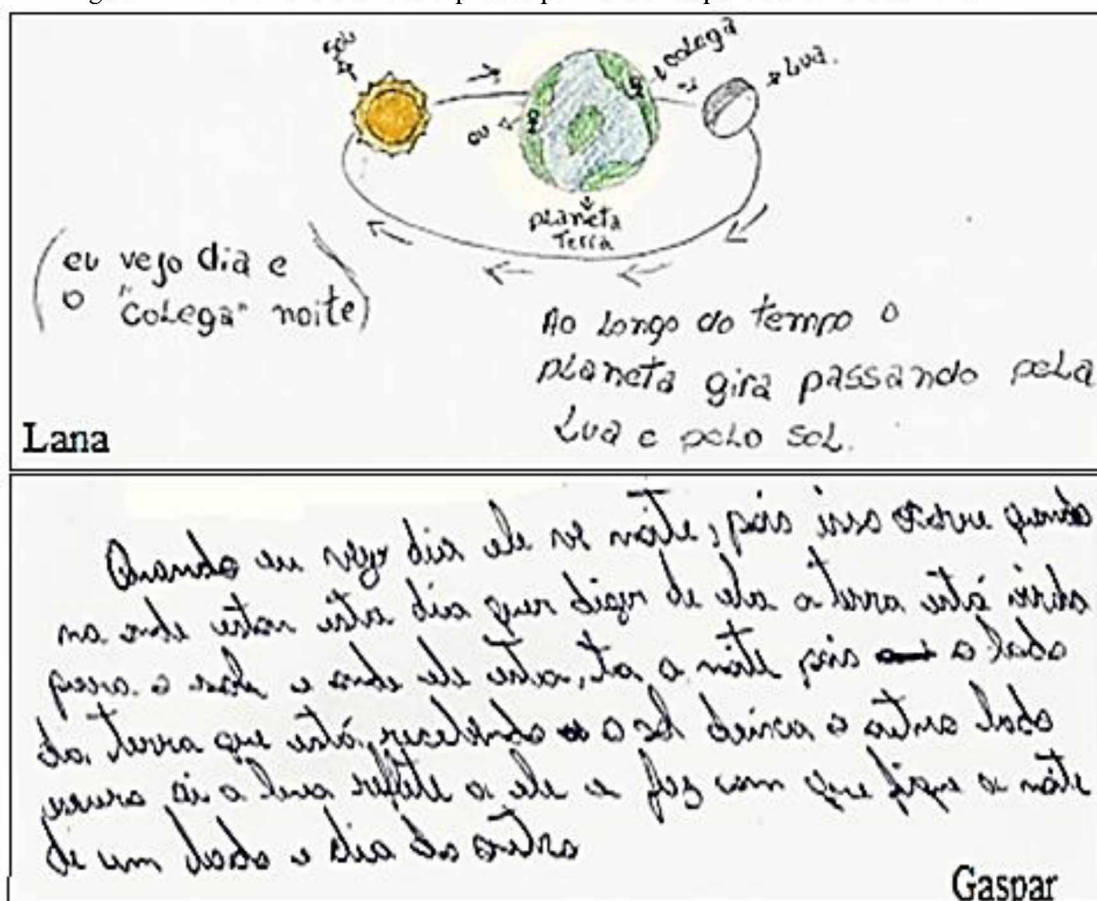
Outro grupo de alunos, formado por três discentes, expuseram suas ideias fundamentadas no movimento da Terra em volta do Sol e da Lua. Para Lana, Gaspar e Amarílis, a Terra gira em torno do Sol e da Lua. Fica evidente essa ideia, quando explicam, respectivamente, que:

“A Terra vai girando em volta do Sol e na medida em que ela vai passando, vai dando o dia e a noite. Quando ela [Terra] passa pela Lua, é noite”; “A Terra gira em círculo em volta do



*Sol, aí nesse giro, ela vê a Lua e passa por ela [Lua]. Aí é noite. Ela [Terra] gasta 24h para girar em torno do Sol*"; e *"A Terra gira e o Sol vai para o outro lado [pegou o Sol e levou para o lado oposto] e a Lua vem também [trocou a Lua de posição com o Sol]"*. Os registros dos alunos Lana e Gaspar mostram que estes, em certa medida, conseguiram expressar seus pensamentos. Tal noção é apresentada na figura 66.

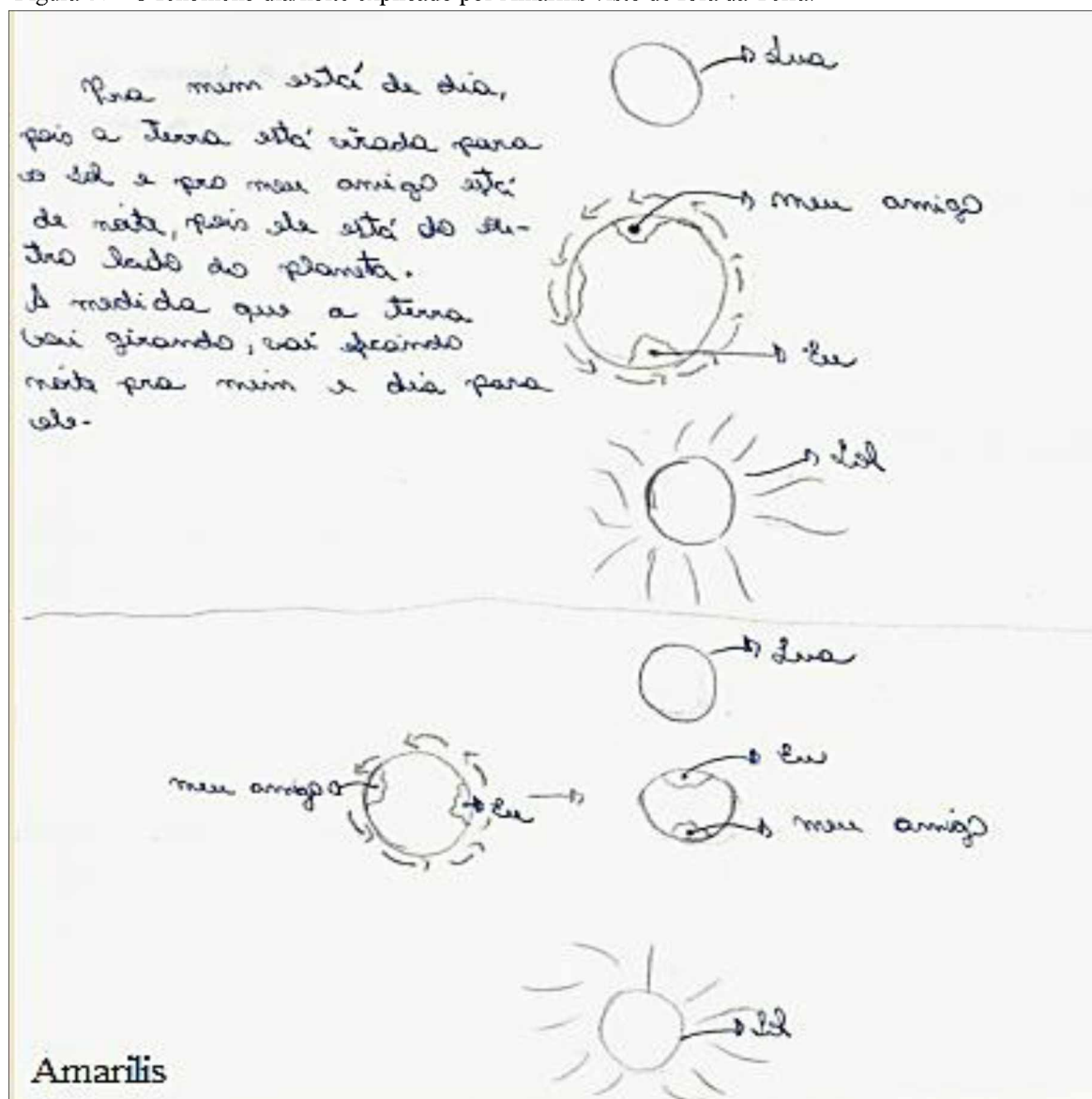
Figura 66 - O fenômeno dia/noite explicado por Lana e Gaspar visto de fora da Terra.



Fonte – A autora

Já os registros de Amarílis indicam que a estudante não revelou coerência entre a sua explicação com seus registros. Ela não representou, em seus desenhos, o movimento que disse que o Sol realizava, indo para um outro lado, e a Lua da mesma forma, para outro. A figura 67 exhibe os registros da aluna, que não conferem com a ideia expressa.

Figura 67 - O fenômeno dia/noite explicado por Amarilis visto de fora da Terra.

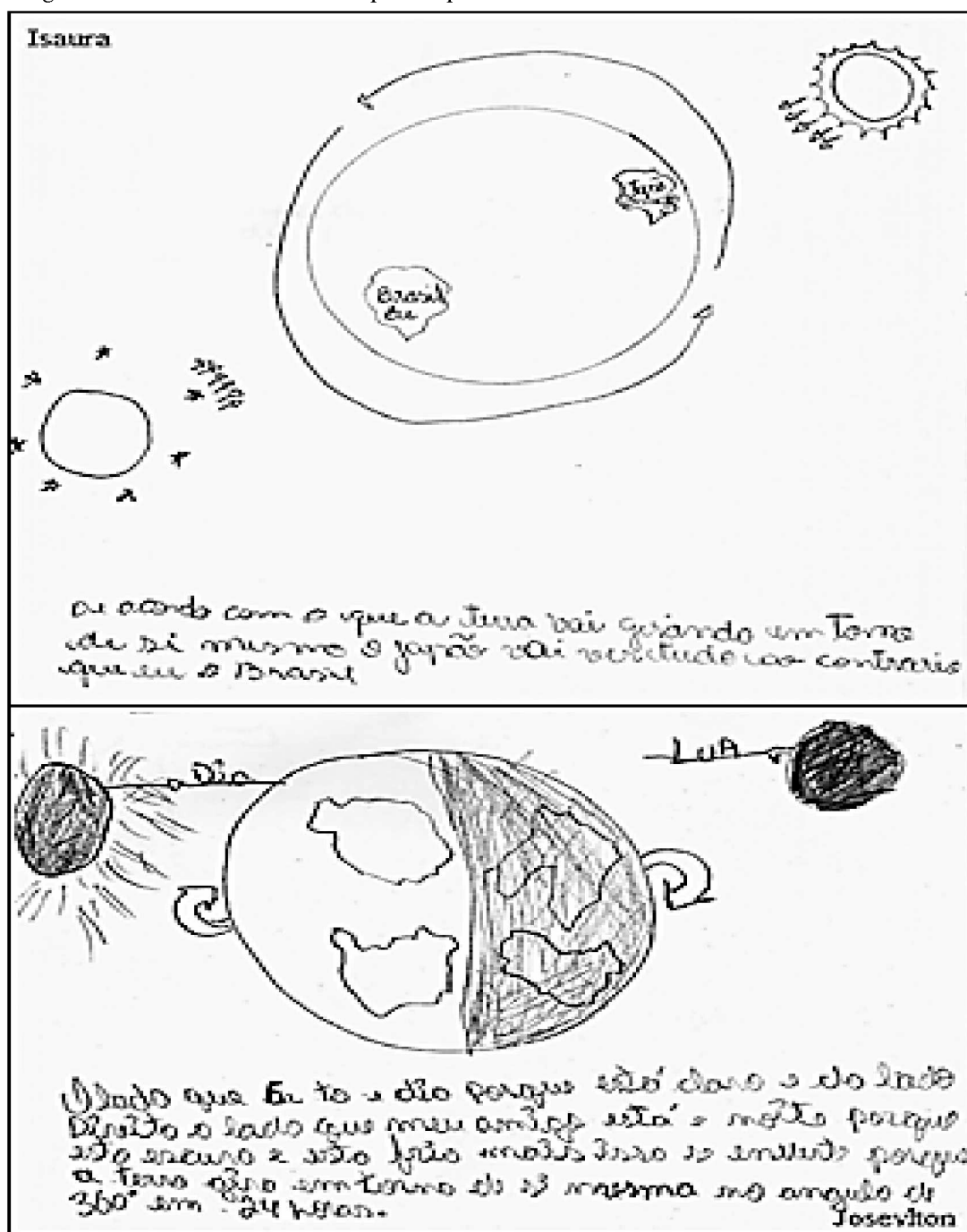


Fonte – A autora

Outro grupo, envolvendo as concepções de seis alunos, explicou o fenômeno pautado no movimento da Terra entorno de si, ficando ora virada para o Sol ora para a Lua. Os registros de Kéven, Joseilton, Isaura, Nadini, Tânia e Ticiane indicam tal ideia, quando dizem, respectivamente, que: “A Terra gira em volta dela, devagar, aí o Sol vai sumindo e passo a ver a noite, que tem Lua”; “A Terra gira em volta dela mesma e passa pelo Sol e pela Lua”; “A Terra gira em volta dela e o Sol ilumina outros países, vai virando, enquanto um país vê o dia, com o Sol, o outro vê a noite, com a Lua”; “As pessoas vão vendo o dia e a noite, à medida que a Terra vai rodando”; “Não sei explicar, mas acho que a Terra vai girando, quando chega na Lua é noite, e quando vira para o Sol é dia”; “A Terra roda em volta dela mesma. Quando está de frente para o Sol é dia e quando vai virando para a Lua, vai sendo

noite”. Os registros dos alunos citados conferem com as noções por eles apresentadas. A figura 68 ilustra as ideias do grupo, sendo representadas pelos registros de Isaura e Joseilton.

Figura 68 - O fenômeno dia/noite explicado por Isaura e Joseilton visto de fora da Terra.



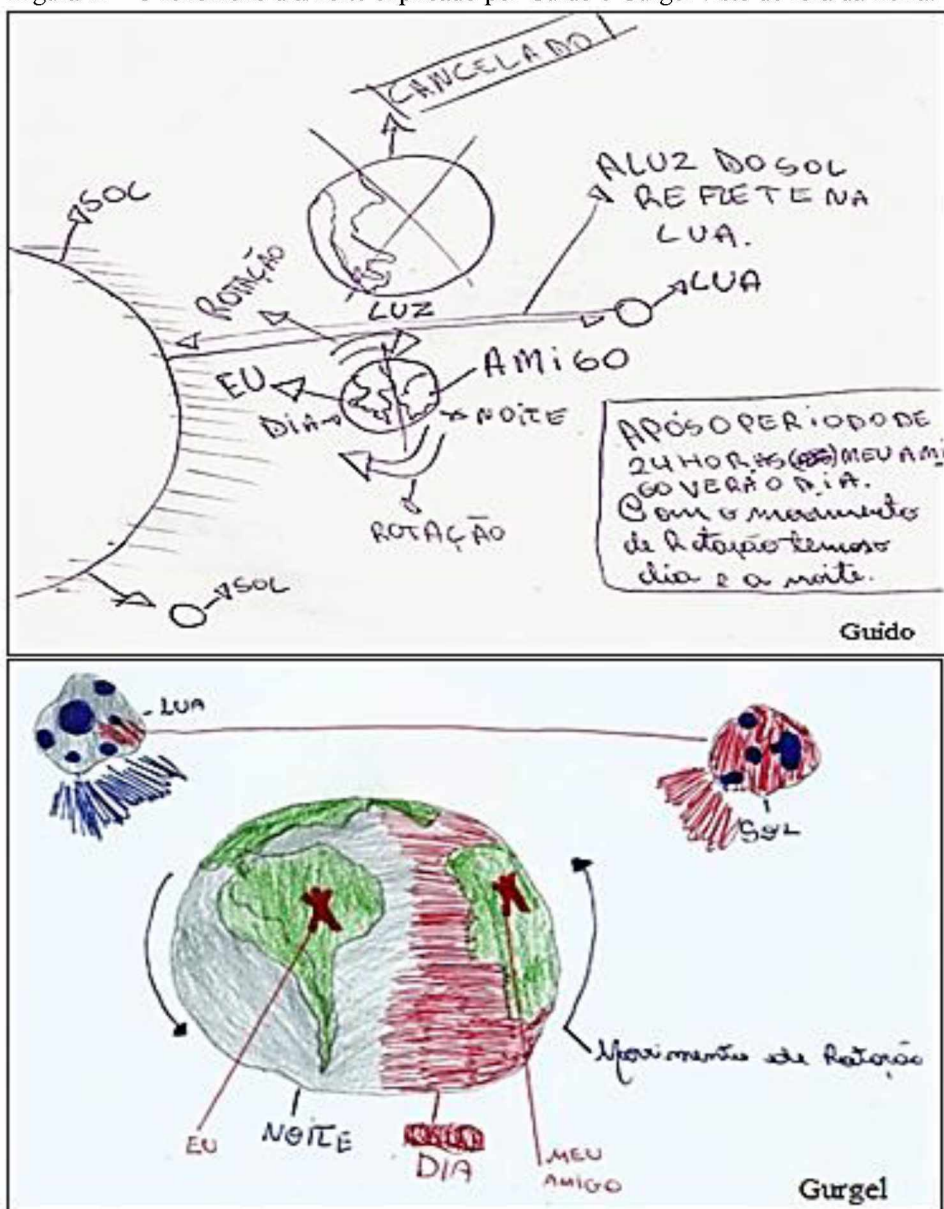
Fonte – A autora

Guido e Gurgel também formam um grupo de alunos, os quais foram os únicos dois estudantes, de todo o quantitativo do 9º ano, envolvidos com a pesquisa, que mencionaram o nome do movimento descrito pela Terra. Explicaram, na ordem citada, suas ideias, dizendo:



“A Terra gira em volta dela, rotação, aí uma parte fica escura, e a outra clara”; “A Terra vai fazendo o movimento de rotação. Aí ela fica direcionada para o Sol, sendo o dia. Depois ela fica voltada para a Lua, sendo noite”. Suas representações também foram condizentes com as concepções levantadas. A figura 69 exemplifica tal fato.

Figura 69 - O fenômeno dia/noite explicado por Guido e Gurgel visto de fora da Terra.

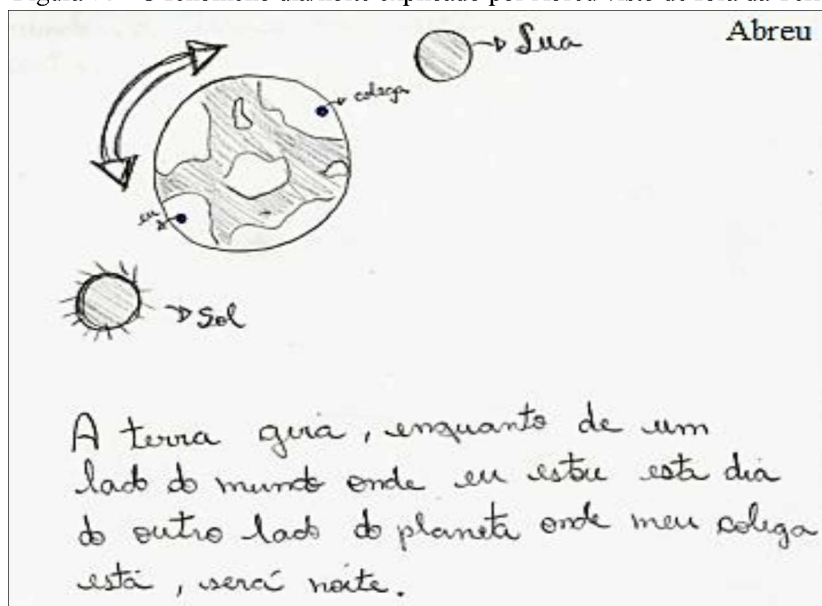


Fonte – A autora

Apenas um discente, Abreu, não simulou suas ideias acerca do fenômeno, pois, com os modelos em mãos, disse não saber como se dá o movimento dos astros. Afirmou saber que todos (Sol, Terra e Lua) descrevem movimento, mas não sabe como estes movimentos acontecem para a formação do dia e da noite. A fala do aluno expressa tal ideia: “Eu já ouvi

*falar que a Terra gira em volta do Sol, mas que o Sol também gira, junto com a Lua, mas não sei como isso acontece, só sei que movimenta".* A representação do aluno está presente na figura 70, que, apesar da incerteza durante a simulação, conseguiu expressar seu pensamento.

Figura 70 - O fenômeno dia/noite explicado por Abreu visto de fora da Terra.



Fonte – A autora

A explicação do ciclo dia/noite dos alunos do 9º ano, quando analisada a partir de uma perspectiva externa ao planeta Terra nos aponta que sabem que, quando é dia em um lugar no planeta, é noite em seu lado oposto. De modo unânime, os discentes asseveram que o dia e a noite, em um mesmo intervalo de tempo, se dá de modo alternado nos diferentes lugares do planeta, ou seja, se é dia em determinada região, no lado oposto, a essa mesma região será noite e vice e versa. Entendem que no planeta não é somente dia ou noite em toda a Terra. A fonte responsável por esta explicação, por parte dos envolvidos na pesquisa, é a televisão. Segundo relato dos participantes, este meio de comunicação é o responsável pelas informações levantadas e que, seja por telejornal ou programas específicos, as informações chegam até eles.

A explanação sobre o dia e a noite a partir de uma perspectiva vista de fora do planeta não se deu de modo tal simples. Diversas explicações foram levantadas, de modo que os discentes do 9º ano possuem ainda ideias de senso comum acerca do fenômeno em estudo. Uma minoria atribui a formação do fenômeno ao movimento ocasionado pelas nuvens. Na visão desses discentes, todos os dias, as nuvens tapam o Sol e a Lua, para que o dia e a noite aconteçam, tal resultado foi encontrado e justificado no trabalho de Vosniadou e Brewer

(1996). Os autores inferem que crianças com estes pensamentos, por eles chamados de modelos iniciais, acreditam que a Terra seja plana e estacionária, mesmo que verbalizem o contrário. Bisch (1998) também afirma que pessoas com uma interpretação do Universo, tal qual o percebem, possuem uma percepção realista ingênua, ou seja, elaboram suas representações suportadas na observação direta do fenômeno, sem agregar elementos científicos.

A grande maioria dos pesquisados do 9º ano explicam o fenômeno orientados na ideia de que a Terra gira entorno de si, mas que Sol e Lua se encontram em posições opostas no céu, sendo este dividido em dois lados: uma parte clara, que é o dia, e uma parte escura, onde encontramos a Lua e as estrelas, caracterizando a noite. Esta noção é presente nos dados levantados por Trumper (2001), quando declara que existem diferentes modelos nas explicações das crianças sobre o ciclo dia/noite. Os resultados de Frède, Troadec e Frappart (2009) levantaram que cerca de 55% dos estudantes maiores, por eles pesquisados, afirmaram que a Terra gira, e que a Lua não descreve movimento. No trabalho de Vosniadou e Brewer (1994), estes dados são também estão presentes, quando os autores constatarem que as crianças mais velhas tendem a apresentar que a Lua é causa do ciclo dia e noite. Estes alunos descrevem, segundo classificação levantada pelos autores, um modelo sintético acerca do fenômeno dia/noite, cujas ideias passam pelo movimento dos astros, porém com equívocos científicos.

Relacionando nossos dados com os divulgados por Chiras e Valanides (2008), a maioria das representações dos estudantes do 9º ano indicam que nossos discentes possuem uma visão, de modo geral, de explicações do fenômeno, centradas em um modelo Geocêntrico. Segundo os autores, são classificados neste modelo aqueles estudantes que pensam que nosso planeta gira em torno de si, com o Sol e a Lua estacionários em lados opostos, resultados que corroboram a maioria dos aqui levantados. Assim, fica evidente que as respostas apresentadas por nossos alunos são de concepções Geocêntricas, não interferindo, as explicações dos estudantes, na mudança de perspectiva.

Foi percebidos e relatados por vários participantes dúvidas acerca dos movimentos realizados pelos astros. Os estudantes não sabiam quais deles descreviam movimentos, como se davam estes movimentos e o que os acarretava.

A maioria dos alunos nos relatou que as informações apresentadas são oriundas do meio externo à escola, ou seja, para muitos, as explicações foram fundadas em programas de televisão ou em notícias veiculadas pela mídia. Afirmam que, na escola não “aprenderam” muito sobre o tema. Um número considerável explicou que nunca estudou e outro que teve

uma noção dos temas, mas que não houve um estudo sistemático. De modo geral, todos enfatizaram que não sabem sobre o tema e que a escola deveria abordá-los com maior frequência.

### **5.2.5 Consolidado do eixo 2**

Conforme já exposto e detalhado anteriormente, no consolidado do eixo I, este item apresenta uma síntese das ideias dos estudantes, partindo das noções de Terra, Sol e Lua, os movimentos realizados por estes astros, bem como as explicações dos discentes do 9º ano sobre o ciclo dia/noite, levando em conta os diferentes referenciais adotados nesta pesquisa. As concepções aqui mostradas fazem parte das categorias já analisadas, que foram sendo tecidas para a apresentação de quais modelos mentais os estudantes construíram. As categorias e características de cada tipo de modelo mental por nós intitulado, bem como a classificação quanto ao trânsito ou não, nos diferentes referenciais adotados pelos discentes, já foram detalhadas no eixo I e seguem neste eixo II, com as mesmas distinções.

#### **5.2.5.1 Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência**

As ideias aqui expostas fazem parte das categorias já analisadas que foram sendo tecidas para a confecção do quadro 3 a seguir. Neste, expomos as opiniões dos estudantes acerca dos temas que perpassam este estudo, em acordo com sua frequência, dado relacionado com o quantitativo de estudantes que levantou tal pensamento. As colunas presentes no quadro, juntamente com as linhas, tecem um conjunto da análise feita para cada concepção apresentada pelos grupos de estudantes envolvidos. Em seguida, as ideias trazidas pelos discentes serão exibidas em blocos e de modo sequenciado, para que a construção dos modelos expostos pelos alunos seja entendida.

Quadro 3 – Consolidado das ideias apresentadas pelos 20 alunos do 9º ano e sua frequência

MODELA GEM 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: (1 aluna)	Redonda (freq.1)	Gira em volta dela (freq. 1)	Movimenta (freq. 1)	Parada (freq. 1)	- O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 1)	- O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 1)
Redonda Frequência: (19 alunos)	Redonda (freq. 19)	<u>Parada</u> (freq. 4)  <u>Movimenta:</u>  - Gira em volta dela. (freq. 10)  - Gira em volta do Sol. (freq. 5)	<u>Parado</u> (freq. 10)  <u>Movimenta:</u> (freq. 8)  <u>Não sabe:</u> (freq. 1)	<u>Parada</u> (freq. 8)  <u>Movimenta:</u> (freq. 9)  <u>Não sabe:</u> (freq. 2)	- Os astros são estacionários. O movimento das nuvens é que tapa o Sol e a Lua. (freq. 1)  - Terra estacionária, com Sol e Lua em lados diametralmente opostos, girando em torno da Terra. (freq. 3)  - A Terra gira em volta dela mesma e arrasta o Sol e a Lua, que descrevem movimento em torno da Terra. (freq. 4)  - A Terra gira em volta dela, o Sol vai para trás e para frente da Lua, ou também que o Sol desaparece, esconde ou some. (freq. 3)  - A Terra gira em volta do Sol e da Lua a cada 24h. (freq. 2)  - A Terra gira em torno dela mesma, Sol e Lua, estacionários e em lados opostos no céu. (freq. 4)  - A Terra descreve movimento de rotação, estando ora voltada para o Sol, ora para a Lua. (freq. 2)	- Os astros são estacionários. O movimento das nuvens é que tapa o Sol e a Lua. (freq. 1)  - O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 3)  - Movimento da Lua, na frente do Sol e Terra, que se encontram parados. (freq. 1)  - Movimento do Sol, Terra e Lua em torno de si e em volta uns dos outros. (freq. 3)  - A Terra gira em torno do Sol e da Lua. (freq. 3)  - A Terra gira em torno de si, ficando ora virada para o Sol e ora para a Lua. (freq. 6)  - A Terra, por meio do movimento de rotação, volta-se ora para o Sol ora para a Lua. (freq. 2)




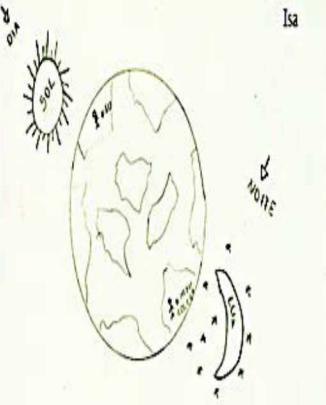
Fonte – A autora

Percebemos que os alunos do 9º ano manifestam suas explicações para o fenômeno do dia/noite fundamentadas em suas concepções de Terra. Notamos que os discentes que pensam que nosso planeta é estacionário apresentam a noção de Terra plana, mesmo que tenham dito ou desenhado que ela é redonda. As interpretações de quatro estudantes vão nessa direção, quando explicam o fenômeno dia/noite, levando em conta a Terra estacionária, com o Sol e Lua girando em torno dela. As ideias aventadas por Isa ilustram esse grupo de alunos, revelando como diferença entre os demais, a modelagem da Terra. De modo concreto, Isa moldou o planeta plano, ao passo que os outros três discentes o fizeram com a forma redonda, mas, nos demais registros e explicações, mantiveram a ideia de uma Terra estacionária, com Sol e Lua a girar em sua volta. Os discentes explicam o fenômeno a partir do local onde se encontram, expondo, assim, o mesmo modelo para explicar o ciclo dia/noite, independentemente do referencial solicitado.

No desenrolar das atividades, apesar de os quatro estudantes terem desenhado a Terra com forma diferente, em suas escritas, fica evidente o modelo plano, quando dizem que o Sol e a Lua giram em torno da Terra, que permanece parada. Assim, o fato de terem desenhado a Terra redonda, não revela uma mudança de pensamento por parte dos alunos. Isso também é apontado por Nussbaum e Novak (1976); Bisch (1998), quando expressam que os estudantes até afirmam que a Terra é redonda, mas a pensam de modo plano, ou seja, constroem suas explicações em argumentos que observam a partir da superfície, pautados numa visão imediata do mundo, tal qual o observam. A figura 71 apresenta a construção das ideias de Isa, representante deste grupo de quatro alunos e de onde suas explanações são baseadas. Denominamos de modelo 1 o conjunto dessas explicações, neste caso, específico, exemplificado pelo de Isa.



Figura 71 – Construção do modelo 1 pautado nas ideias de Isa sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 1			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
 <p>Pessoa dentro da Terra</p> <p>Sol</p> <p>Terra</p> <p>Isa</p>	<p>A Terra gira e o Sol sai com a escuridão.</p>  <p>Isa</p>	 <p>Isa</p>	 <p>Isa</p>
MOVIMENTO DOS ASTROS			
<p><b>TERRA:</b> Vai rodando, mas parada, onde está.</p> <p><b>SOL:</b> [...] não sei, mas ele vai sumindo.</p> <p><b>LUA:</b> Sim, ela gira.</p>	<p>→ Em cada país tem uma hora e o sol e a lua aparecem em terra da lua, por isso tem país que o dia e a noite vai</p>		<p>→ Em cada país tem uma hora e o sol e a lua aparecem em terra da lua, por isso tem país que o dia e a noite vai</p>
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
<p>Da minha cabeça, é assim que imagino, não tem como vê essas coisas.</p>			

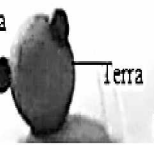
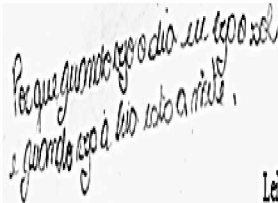
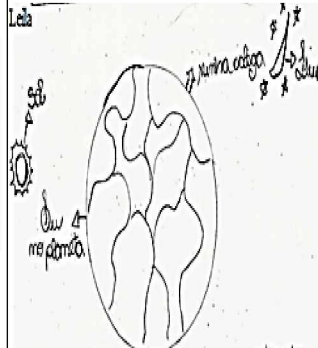
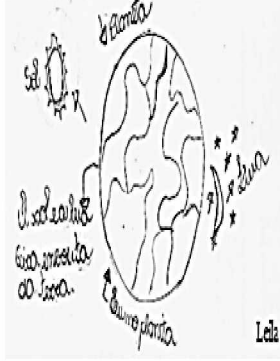
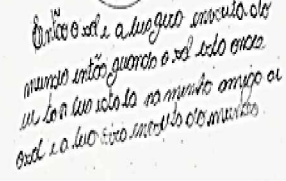
Fonte – A autora

O modelo construído pela aluna corresponde a outros apontados na literatura, como os modelos iniciais de Vosniadou e Brewer (1994); o chamado de: revolução do Sol e da Lua, proposto por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997); em partes, com o modelo de Revolução, de Vega-Navarro (2001) e o Pré-Geocêntrico, sugerido por Chiras e Valanides (2008).

Na sequência, também temos outra ideia, que se firma a explicação acerca do fenômeno dia/noite em uma Terra estacionária, mas, nesta, tanto o Sol quanto a Lua estão parados no céu. Nesta perspectiva, os três astros são estacionários, atribuindo a alternância do dia/noite ao movimento realizado pelas nuvens. Para a aluna Leila, que representa este modelo, o deslocar das nuvens no céu, tapando ora o Sol e ora a Lua, é que ocasiona o fenômeno. Os astros ficam todos parados, sendo apenas as nuvens a realizar movimento. Na figura 72, expomos a construção do modelo 2 representado por Leila.



Figura 72 – Construção do modelo 2 pautado nas ideias de Leila sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 2			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
<p>Pessoa na Terra</p>  <p>Leila</p>	<p>A nuvem fica perto do Sol... aí a nuvem passa na frente do Sol e tapa... aí a nuvem movimenta e vai para a Lua.</p>	 <p>Leila</p>	 <p>Leila</p>
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p> <p><b>TERRA:</b> Ela gira, mas parada, onde está.</p> <p><b>SOL:</b> Não... é parado.</p> <p><b>LUA:</b> Não... ela é parada.</p>	 <p>Leila</p>		
<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p> <p>Eu já vi sobre esses assuntos na televisão, na escola também, mas menos.</p>			



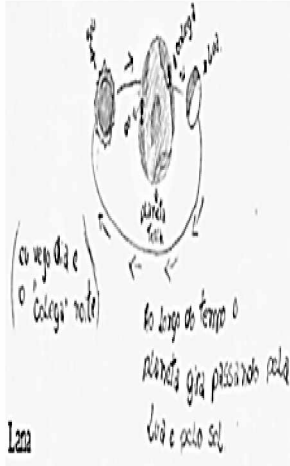

Fonte – A autora

Essa noção está presente nos estudos dos autores como Vosniadou e Brewer (1994), quando levantam as características dos modelos iniciais; no modelo de número 10, proposto por Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996); nos modelos: interruptor e de tela, apresentados no trabalho de Vega-Navarro (2001).

Os demais alunos do 9º ano, cerca de quinze deles, apoiam suas explicações acerca do ciclo dia/noite na noção de Terra em movimento. Para esses estudantes, diferentes explicações acerca do fenômeno foram dadas, mas todas partem do pressuposto de que a Terra descreve algum tipo de movimento.

O primeiro grupo, composto por dois estudantes, afirma que a Terra gira em torno do Sol e da Lua a cada 24h, sendo que o Sol e a Lua estão parados. A ideia de Sol e Lua em posição oposta no céu está presente, caracterizando a dicotomia céu claro, dia, e céu escuro, noite. O ciclo dia/noite é justificado pelo movimento diário da Terra, que passa pelos dois astros (Sol e Lua), sendo que é dia, quando a Terra está passando pelo Sol, e noite, quando passa pela Lua. As noções e registros de Lana representam as ideias dela e de seu colega, compondo o modelo 3, presente na figura 73.

Figura 73 – Construção do modelo 3 pautado nas ideias de Lana sobre o fenômeno dia/noite.


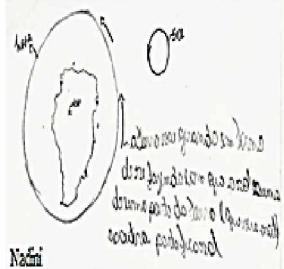
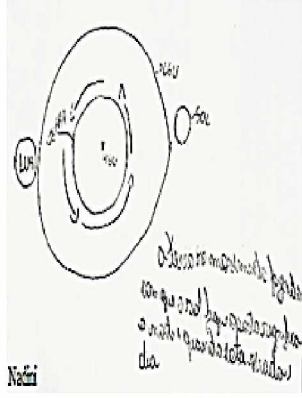
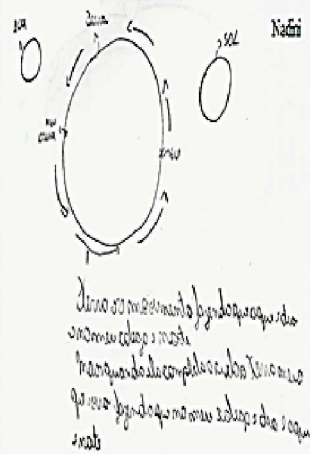
MODELO 3			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>A Terra gira em volta do Sol e da lua que ficam no mesmo lugar.</p>		
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p> <p><b>TERRA:</b> Sim, ela gira entorno do Sol e da Lua.</p> <p><b>SOL:</b> Não</p> <p><b>LUA:</b> Não</p>	<p>Lana</p> 		
<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p> <p>Ouvi as pessoas falarem, na TV. Não estudou muito na escola.</p>			

Fonte – A autora

O modelo 3, apresentado pelos discentes e representados pelas ideias de Lana, assemelha-se, em certa medida, como o de número 5, expostos por Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996). Neste, os autores identificam os mesmos dados de estudantes para quem a Terra gira em volta do Sol e da Lua, que são estacionários.

Outra explicação dos estudantes, para o fenômeno dia/noite, passa pelo movimento do nosso planeta em torno de si, com o Sol que some, desaparece, ou até mesmo se move para trás ou para frente da Lua, que se encontra parada. Esta noção foi evidenciada nos registros de três estudantes, que serão aqui representados por Nadini, caracterizando o modelo 4. Para a aluna, a ideia apresentada é de que o Sol que some, como indicado na figura 74.

Figura 74 – Construção do modelo 4 pautado nas ideias de Nadini sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 4			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
<p>Nadini</p>  <p>Pessoa na Terra</p>	<p>A Terra gira, aí o Sol vai embora... para outra parte</p> 		
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Sim, gira entorno dela mesmo, mas parada, entendi?			
SOL: Não			
LUA: Não, continua no mesmo lugar.			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
<p>Explicou com as ideias vinda da cabeça, às vezes assiste filmes de espaço. Não estudei muito o tema na escola.</p>			


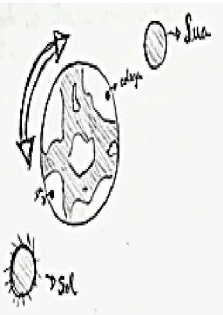
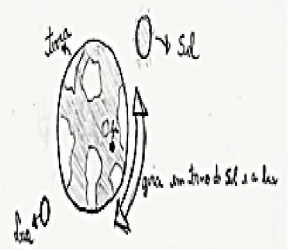
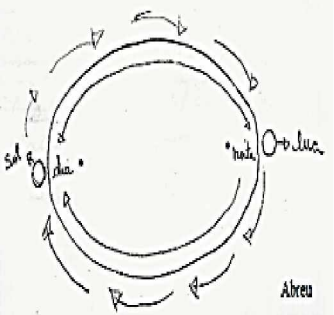
Fonte – A autora

É percebido que os registros da aluna delimitam o espaço ocupado pelo céu, apresentando a ideia de espaço limitado, como afirmam Nussbaum e Novak (1976). Segundo os autores, esta é uma das três concepções necessárias para que os discentes compreendam, de modo científico, o formato da Terra. Os registros também evidenciam a noção de Sol e Lua em lados opostos no céu, sendo o dia representado pelo claro e a noite pelo escuro. Percebe-se, também, que não consta nos registros da aluna a ideia do Sol “sumindo”, fato relatado ao longo do processo.

Outro grupo, que acredita no movimento da Terra, justificou suas ideias para o fenômeno baseado na noção do giro da Terra em volta dela e que o Sol e a Lua são “arrastados” e acabam, ainda, girando em volta da Terra. A concepção figurada por este grupo de quatro alunos mostra um sistema, com Sol, Terra e Lua em movimento, mas de modo travado, de forma que todos giram como em conjunto. Os discentes aqui envolvidos não conseguiram representar esta ideia com clareza em seus registros escritos, mas, de modo verbal, mantiveram tal noção, que, de certa forma, está evidente em seus registros. O grupo expressou dúvidas em relação aos movimentos realizados pelos astros e não sabiam como este se dava. Ele tampouco soube estabelecer relação entre a simulação e suas explicações. Como expressam Samarapugavam, Vosniadou e Brewer (1996), a noção sobre a forma e movimento

da Terra é relevante para a construção do modelo mental dos estudantes acerca do fenômeno. Estas ideias contemplam o modelo 5, sendo o grupo simbolizado pelos registros de Abreu, que se encontram na figura 75.

Figura 75 – Construção do modelo 5 pautado nas ideias de Abreu sobre o fenômeno dia/noite.

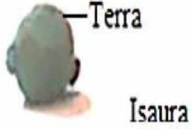


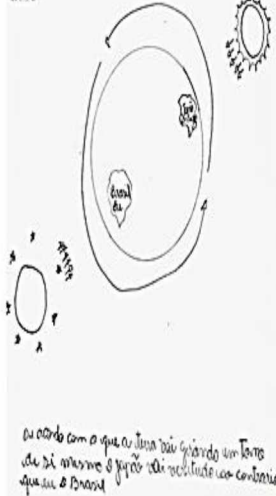
MODELO 5			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
 <p>Abreu</p>	<p>A Terra vai girando e tudo [Sol e Lua] vai indo junto com ela.</p>	<p>Enquanto estiver parado em um lugar do mundo, a terra vai girando com você e então o movimento, se estiver a noite a terra vai girando e sol vai aparecendo e fica dia, e no decorrer do dia o sol vai sumindo e a lua chega a noite novamente, e assim ocorre o dia e a noite.</p>	 <p>Abreu</p>
MOVIMENTO DOS ASTROS			
<p>TERRA: Sim, vai girando...movimenta..</p> <p>SOL: Não</p> <p>LUA: Não sei, mas acho que não.</p>			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
<p>Ainda não aprendi sobre o tema na escola. Acho que ainda devo aprender. O que falei foi porque já aprendi quando pequeno, de conversas.</p>	<p>A terra gira em torno do Sol e enquanto um lado do mundo é dia, do outro lado é noite.</p> <p>Abreu</p>	 <p>Abreu</p>	<p>A terra gira, enquanto de um lado do mundo onde eu estou está dia do outro lado do planeta onde meu colega está, será noite.</p>

Fonte – A autora

Outro grupo, representado também, por quatro estudantes, acredita que o fenômeno dia/noite é causado pelo movimento que a Terra descreve quando gira em torno de seu eixo, com o Sol e a Lua situados em lados opostos e estacionários. Para este grupo de alunos, a Terra está localizada entre Sol e Lua. Assim, à medida que gira voltando para cada um dos astros, o fenômeno vai se caracterizando. A face voltada para o Sol distingue o dia, e a face em situação oposta, a noite, sendo formada pela Lua e estrelas. A ideia do grupo está exibida na figura 76, pelos registros da aluna Isaura, que demonstra o modelo 6.



Figura 76 – Construção do modelo 6 pautado nas ideias de Isaura sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 6			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>A Terra gira em volta dela, aí o Sol está iluminando outros países e vai virando.</p> 		
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p> <p><b>TERRA:</b> <i>Sim...ela gira entorno dela.</i></p> <p><b>SOL:</b> <i>Não...somente a Terra é que roda.</i></p> <p><b>LUA:</b> <i>Não, ela fica parada.</i></p>			
<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p> <p><i>Eu já estudei sobre esses assuntos na 4ª série, então é por isso que sei.</i></p>			


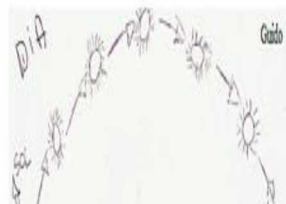


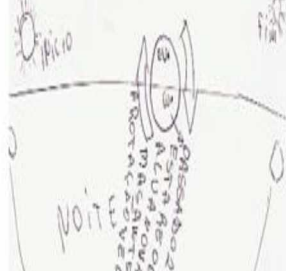
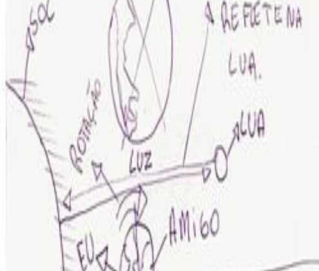
Fonte – A autora

Os registros da aluna evidenciam a ideia descrita, ou seja, de que há dois céus diferentes, separados um do outro. O céu claro representa o dia e o escuro, a noite, estando presente neste, a Lua e estrelas. Este pensar corrobora os dados apresentados por Vosniadou e Brewer (1994), quando afirmam que os estudantes revelam dúvidas em relação ao movimento realizado pelos astros no que tange a quais se movem, como se movem, e que a Lua influencia o ciclo dia/noite. Os resultados expressos por este grupo de alunos assemelham-se ao modelo “rotação terrestre avançada”, citado por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997); ao modelo “rotacional”, caracterizado por Vega-Navarro (2001), e ao modelo “híbrido”, apresentado por Swarcz et al. (2011).

De todo quantitativo do 9º ano, outro grupo, formado por dois alunos, mencionou o nome do movimento realizado pela Terra. Eles explicaram que o dia e a noite ocorrem devido ao movimento de rotação do planeta, que faz com a Terra esteja girando e, nesse movimento, parte é iluminada pelo Sol, sendo dia, e parte não, sendo noite. O diferencial deste grupo em relação aos demais foi quanto à clareza na explicação dos movimentos. Os discentes apresentaram alguns conceitos que dão sustento científico às suas explicações no que tange ao

movimento de rotação da Terra. Em contrapartida, não o atribuem à Lua como satélite a orbitar nosso planeta e, sim, como um astro no céu, caracterizando a noite, pois pensam que esta não realiza movimento, estando parada no firmamento. Estas explicações embasam o modelo 7 e estão representadas, na figura 77, pelos registros de Guido, que expressam as ideias do grupo.

Figura 77 – Construção do modelo 7 pautado nas ideias de Guido sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 7			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>Porque a Terra possui um movimento em torno de seu próprio eixo, <u>rotação</u>... aí uma parte fica escura e a outra clara...</p>		
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: Sim, ela gira entorno do seu próprio eixo... <u>rotação</u> .			
SOL: Não... é parado			
LUA: Não... ela também é parada			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
Apreendi isso, porque gosto de ver os documentários na TV.			

Fonte – A autora

Diante dos sete modelos apresentados, foram por nós organizados no quadro 4, com suas respectivas informações, para que se tenha um panorama das noções expostas pelos alunos. Em cada modelo construído, registramos, inclusive, a frequência de estudantes presente em cada uma das ideias levantadas.

Quadro 4 – Modelos mentais construídos pelos discentes do 9º ano acerca do fenômeno dia/noite.

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 em torno da Terra a cada 24h.	Movimenta em torno da Terra a cada 24h.	Terra parada. Sol e Lua giram em volta da Terra. (4)
2	Plana e estacionária.	Estacionário.	Estacionária.	Terra, Sol e Lua, parados. O movimento das nuvens tapando o Sol e a Lua é a explicação do ciclo dia/noite. (1)
3	Redonda e gira em torno do Sol e da Lua a cada 24h.	Estacionário.	Estacionária.	Terra passa pelo Sol e Lua a cada 24h. (2)
4	Redonda e gira em torno de si.	Movimenta tapando a Lua.	Estacionária.	Terra gira em volta dela mesma. O Sol tapa a Lua, desaparecendo, indo para trás, frente ou sumindo em relação à Lua. (3)
5	Redonda e gira em torno de si.	Estacionário.	Estacionária.	Terra ao girar em torno de si, <u>arrasta</u> o Sol e a Lua. (4)
6	Redonda e gira em torno de seu eixo.	Estacionário.	Estacionária.	Terra situada entre o Sol e a Lua. Gira em torno de si, ficando ora virada para o Sol ora para a Lua. (4)
7	Redonda e rotacional em torno de seu eixo.	Estacionário.	Estacionária.	Movimento de rotação realizado pela Terra faz com que fique voltada ora para o Sol, ora para a Lua. (2)

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

Fonte – A autora

Em análise aos modelos mentais apresentados, percebemos que estes se formam em um conjunto de ideias que se aproximam e explicam o ciclo dia/noite por meio de



características comuns. Seguimos a mesma categorização e características já apresentadas no Eixo I.

- 1) Plana e estacionária: envolve as explicações que remetem à ideia de Terra plana e sem movimento, com explicações pautadas no Sol e na Lua a girarem em torno do planeta; ou que as nuvens passam na frente do Sol e o tapam, caracterizando a noite, ou que passam na frente da Lua e ocasionam o dia. Temos ainda outra ideia, a de que o Sol vai embora, sumiu, desapareceu, ou que tapa a Lua, para ocasionar a noite e vice versa. Os discentes que pensam desse modo podem até dizer que a Terra descreve algum tipo de movimento, não sendo estacionária, mas tal ideia não se sustenta, ao simular o movimento realizado pelo Sol e Lua. Assim, estão presentes, nesta categoria, os modelos mentais de números: 1, 2 e 4, presentes no quadro 4.
- 2) Redonda e movimenta: compreende aqueles que pensam em uma Terra esférica, considerando uma gama de explicações, devido ao fato de que trazem, em certa medida, alguma cientificidade em seus comentários, embora isto não signifique que tenha, necessariamente, coerência. Mas que, quando comparadas com os modelos pautados em Terra plana, já possuem certa articulação e elaboração das ideias. As explicações baseadas no movimento da Terra trazem todo o sistema Sol-Lua fazendo com que estes girem como um sistema “travado”, estão contempladas nesta categoria. Entram aqui, também, explicações pautadas no movimento da Terra em torno de si, com o Sol e a Lua em lados opostos e estacionários, ficando ora virada para o Sol, caracterizando o dia e, quando virada para a Lua, a noite. Fazem parte desta categoria, os modelos de números: 5, 6 e 7, que se encontram no quadro 4.
- 3) Esférica e rotacional: compreendem explicações pautadas em conhecimentos permeados pela cientificidade, como sendo a forma do planeta, o movimento de rotação que a Terra realiza em torno de seu eixo, que se dá de oeste para leste. Incluem aqui, também, a ideia que o Sol é fixo e a Lua, enquanto, satélite da Terra, descreve um movimento de rotação em torno de nós. Essas três condições, apresentadas em conjunto, são necessárias para o entendimento do aluno acerca do ciclo dia/noite. Relativo a esta categoria, não houve, por parte dos alunos do 9º ano, quantitativo de alunos que contemplem estas ideias.

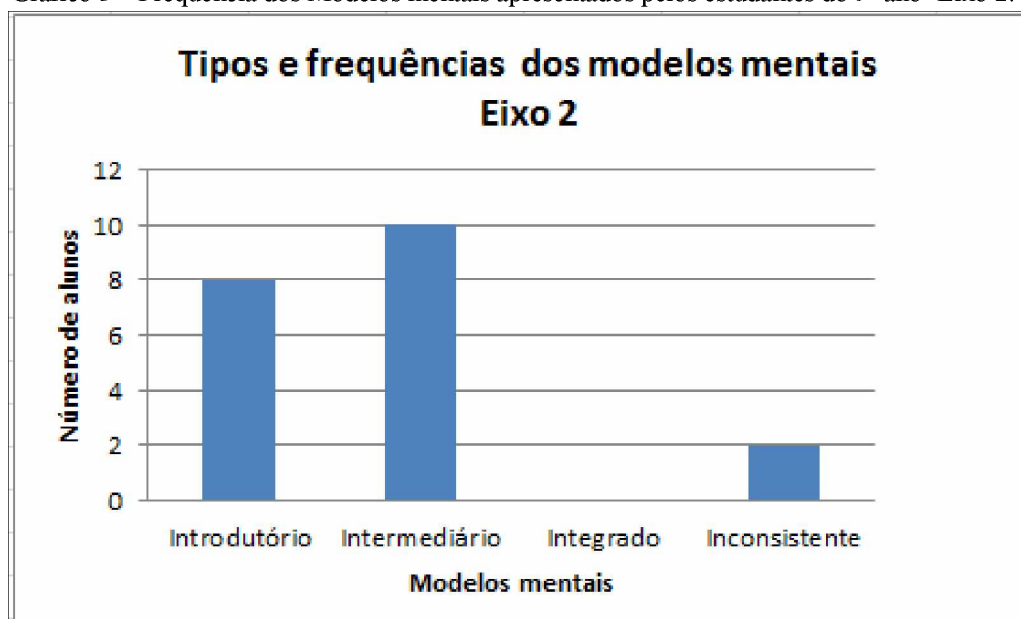
- 4) Inconsistentes: são aqueles pensamentos que não se relacionam e que, em certa medida, não se articularam ao longo das atividades propostas, mesmo que de modo equivocado. Não houve coerência e nem plausibilidade, nas explicações apresentadas pelos discentes, levantando ideias pulverizadas e inconstantes ao longo do processo. Está presente, nesta categoria, os discentes que apresentaram o modelo 3, conforme mostrado no quadro 4.

Diante das categorias apresentadas e a frequência de respostas dos estudantes em cada uma delas, distribuímos os dados acima nos quatro modelos mentais por nós intitulados de: Introdutório; Intermediário; Integrado e Inconsistente. As características de cada um deles já foram detalhadas, conforme já explanamos anteriormente, quando no consolidado do eixo I.

O modelo Introdutório compreende o quantitativo de alunos envolvidos na categoria de: Terra plana e estacionária, totalizando oito discentes. O modelo Intermediário corresponde aos abarcados na categoria de: Terra redonda e movimentada, totalizando dez deles. O modelo Integrado considera a categoria de: Terra esférica e rotacional, não tendo nenhum representante. Já o modelo Inconsistente considera os estudantes que não apresentaram ideias articuladas, tendo um quantitativo de dois alunos.

Assim, o gráfico II indica a frequência e os tipos de modelos apresentados pelos alunos do 9º ano, em acordo com os modelos mentais anteriormente apresentados.

Gráfico 3 – Frequência dos Modelos mentais apresentados pelos estudantes do 9º ano- Eixo 2.



Fonte – A autora

O gráfico mostra que a maioria dos alunos do 9º ano mostram alguns elementos pautados na cientificidade, quando explicam acerca do fenômeno dia/noite. A maior frequência se deu ao fato de os estudantes apresentarem a noção de Terra esférica, que descreve um tipo de movimento, seja em relação a ela mesma, ou em relação ao Sol e à Lua. Nessa direção, também ficou evidente o entendimento de o fenômeno dia e a noite na Terra não ocorrer de modo simultâneo em todo o planeta. Percebem que, em diferentes partes, possa ser dia, enquanto que em outras, possa ser noite. De modo equivocado, pensam que o Sol e a Lua dividem o céu em dia e noite e atribuem ao nosso satélite a causa do fenômeno acontecer. Para a maioria dos estudantes, a Lua está atrelada à noite, não sendo, observada durante o dia.

O modelo Introdutório apresenta um quantitativo inferior, porém expressivo, quando comparado com o modelo Intermediário. Representa os discentes que explicam o fenômeno, com base em uma Terra plana e estacionária, com argumentos baseados no cotidiano e na vivência diária.

O resultado que nos chama a atenção é o fato de não haver estudantes com os conhecimentos pautados no modelo Integrado, cujos argumentos vão na direção dos cientificamente aceitos. É percebido que os estudantes do 9º ano pesquisados não apresentaram, em seus modelos mentais sobre o ciclo dia/noite, elementos relativos aos movimentos dos astros, tais como: 1) a rotação da Terra, que se dá no sentido oeste-leste; 2) que a Lua, como satélite, gira em torno da Terra, não sendo a causa do fenômeno dia/noite; 3) que o Sol assume uma posição fixa no céu. Este foi o único ponto a ser mencionado pelos estudantes em relação à explicação do fenômeno, mesmo assim, gerou dúvidas e incertezas nas explicações. As três noções, de modo concomitante, não foram apresentadas por nenhum dos discentes pesquisados.

Os dados corroboram os de Vosniadou e Brewer (1994), quando, no estudo com crianças do 5ª série (nomenclatura utilizada pelos autores), apresentam maior número de modelos mentais sintéticos que iniciais. O fato é que os discentes do 9º ano estão em idade e escolaridade superiores a dos alunos apontados pelos autores.

Os alunos manifestaram dificuldades em relação aos movimentos executados pelos astros, em citar qual deles movimentava como se dá este movimento e o que ocasionam. Essas foram as dúvidas mais recorrentes durante a aplicação das atividades. Eles expuseram que a escola deveria abordar mais os conteúdos astronômicos, uma vez que, para a maioria, os temas astronômicos, não foram ainda abordados. Muitos justificaram suas explicações oriundas de documentários e programas a que assistem na TV, ou aos filmes.

### 5.2.5.2 Trânsito entre os referenciais adotados

Este item apresenta o pensamento dos alunos quando explicam o fenômeno do dia/noite a partir de diferentes perspectivas, ou seja, quando observado daqui da Terra, assumindo uma dimensão Topocêntrica, e quando analisam o fenômeno como se estivessem fora dela. Para tal análise, partimos dos modelos mentais construídos pelos discentes, associado à simulação de materiais que contemplam questionamentos (presentes no Apêndice C) relacionados a cada um dos referenciais abordados.

De modo geral, podemos inferir que a etapa I, correspondente à simulação e discussão pautada em um referencial Topocêntrico, foi, sem dúvida, a que gerou maior grau de dificuldade por parte dos estudantes. Estes não sabiam se localizar, embora estivessem realizando-a em um ambiente externo, com o Sol exposto para contribuir com as discussões. A dificuldade em relacionar suas explicações anteriores com o que estavam observando no céu não foi tarefa simples. Percebemos que a maioria lançava ideias de modo aleatório, não havendo, às vezes, relação entre o que explicavam com o que de fato estavam observando.

Já a simulação II, que corresponde a um referencial externo à Terra, apresentou um maior grau de facilidade pelos estudantes. Nesta, os modelos utilizados (globo terrestre e fonte de luz) lhes eram mais familiares e aproximavam mais das explicações que encontram nos livros didáticos e com o que veem nos programas de TV.

Os dados encontrados nesta etapa, associados aos modelos mentais construídos, juntamente com as ideias apresentadas antes da simulação de cada grupo de alunos, estão presentes no quadro 5 mostrados a seguir.

Quadro 5 – Ideias dos alunos sobre o fenômeno dia/noite pautados em diferentes referenciais.

MODELO MENTAL DO CICLO DIA/NOITE	IDEIAS APRESENTADAS SOBRE O CICLO DIA/NOITE NAS ETAPAS ANTERIORES À SIMULAÇÃO		IDEIAS APRESENTADAS SOBRE O CICLO DIA/NOITE DURANTE A SIMULAÇÃO	
	VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA	VISTO DE FORA DA TERRA	VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA	VISTO DE FORA DA TERRA
INTRODUTÓRIO	* O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 1)	* O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 1)	* O Sol nasce em um ponto aleatório e se põe em outro. Vai rodando e a Lua vem, ficando noite. (freq. 1)	* Girou o Sol em torno da Terra, mantendo esta parada. (freq. 1)
	* Os astros são estacionários. O movimento das nuvens é que tapa o Sol e a Lua. (freq. 1)	* Os astros são estacionários. O movimento das nuvens é que tapa o Sol e a Lua. (freq. 1)	* A nuvem movimentada tapando o Sol e Lua. Quando tapa o Sol é noite e quando está na frente da Lua é dia. (freq. 1)	* Manteve Terra e Sol parados e movimentou a nuvem na frente do Sol. (freq. 1)
	* Terra estacionária, com Sol e Lua em lados diametralmente opostos, girando em torno da Terra. (freq. 3)	* O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 3)	* O Sol nasce em um ponto aleatório e se põe em outro. Vai rodando e a Lua vem, ficando de noite. (freq. 3)	* O Sol gira em torno da Terra, mantendo esta parada. E a Lua está do outro lado. (freq. 3)
	* A Terra gira em volta dela, o Sol vai para trás e para frente da Lua, ou também que o Sol desaparece, esconde ou some. (freq. 3)	* A Terra gira em torno do Sol e da Lua. (freq. 3)	* Apresentou muita dificuldade, mas considerou o Sol nasce em um ponto aleatório e se põe em outro. Vai sumindo e a Lua vem, atrás do Sol, ocasionando a noite. (freq. 3)	* O Sol girou em volta da Terra, esta se manteve parada, mas disse ter dúvidas. (freq. 3)
INTERMEDIÁRIO	* A Terra gira em volta dela mesma e arrasta o Sol e a Lua, que descrevem movimento em torno da Terra. (freq. 4)	* Movimento da Lua, na frente do Sol e Terra, que se encontram parados. (freq. 1) * Movimento do Sol, Terra e Lua em torno de si e em volta uns dos outros. (freq. 3)	* O Sol vai girando em volta da Terra. A noite ele está do outro lado do mundo e a Lua vem. (freq. 4).	* Manteve a Terra parada e o Sol girando em torno do planeta. Não mencionou sobre a Lua. (freq. 4)
	* A Terra gira em torno dela mesma, Sol e Lua, estacionários e em lados opostos no céu. (freq. 4)	* A Terra gira em torno de si, ficando ora virada para o Sol ora para a Lua (freq. 4)	* O Sol descreve uma trajetória no céu e se põe. A noite está do outro lado do mundo. (freq. 4)	* Girou a Terra e manteve o Sol parado. (freq. 4)
	* A Terra descreve movimento de rotação, estando ora voltada para o Sol, ora para a Lua. (freq. 2)	* A Terra por meio do movimento de rotação direciona ora para o Sol ora para a Lua. (freq. 2)	* O Sol descreve uma trajetória no céu ao longo do dia, mas não é ele que move e sim a Terra. (freq. 2)	* Girou a Terra e manteve o Sol parado. (freq. 2)
INTEGRADO	----	----	----	----
INCONSISTENTE	* A Terra gira em volta do Sol e da Lua a cada 24h. (freq. 2)	* A Terra gira em torno de si, ficando ora virada para o Sol ora para a Lua (freq. 2)	* O Sol nasce no horizonte, fica alto e depois desaparece, circulando a Terra, que está parada. A noite, vai para o outro lado da Terra. A Lua do mesmo modo. (freq. 2)	* Girou a Terra e deixou Sol parado. (freq. 2)

Diante dos dados apresentados, podemos afirmar que os alunos que pautaram suas explicações em um modelo mental introdutório, baseado em uma Terra plana e estacionária, continuaram, durante as simulações, a explicação do ciclo dia/noite na mesma direção. Para esses estudantes, mesmo com a mudança de referencial, suas explicações são relacionadas na observação diária do céu, onde Sol e Lua descrevem movimentos em torno de nosso planeta. Esses alunos não conseguiram transitar entre os diferentes referenciais abordados nas atividades. Suas explicações são as mesmas mediante as alterações de referencial. Assim, podemos dizer que esses alunos (segundo nomenclatura por nós criada e já esclarecida anteriormente no eixo I) não apresentam trânsito em suas explicações do fenômeno. Neste trabalho, temos um quantitativo de cinco discentes com esta característica.

O último grupo de explicações do modelo mental Introdutório e o primeiro do modelo Intermediário mostram respostas de alunos que disseram que nosso planeta possui movimento em torno de si, mas pautaram suas explicações, quando, na troca de referencial, no movimento do Sol em volta da Terra. São estudantes que não apresentaram, em certa medida, elementos que ajustassem suas convicções e não conseguiram ir além do observável no céu. Eles até entendem as mudanças de referencial, mas não conseguem articular as explicações de modo plausível para explicar o fenômeno, tal qual veem. A esse grupo de estudantes denominamos que apresentam trânsito aleatório, devido à alteração das explicações em relação aos referenciais adotados. Segundo os dados expostos no quadro acima, eles são cerca de sete.

Os dois últimos modelos mentais Intermediários manifestados pelos discentes exibem explicações diferentes do fenômeno, mas que permanecem coerentes em relação ao referencial adotado para explicá-lo. Não quer dizer que os argumentos narrados sejam, necessariamente, coesos com o que de fato ocorre, mas expõem suas ideias baseados em elementos topocêntricos e, quando vistos de fora da Terra, as explicações se articulam com coerência. Em relação ao quadro, são alunos que disseram que a Terra descreve movimento em torno de si, ou de seu eixo, com o Sol e a Lua estacionários em lados opostos. Ao simularem o fenômeno, num referencial topocêntrico, conceberam o Sol a descrever uma trajetória no céu, porém, na mudança de referencial, consideraram a Terra a girar em volta de si e o Sol a permanecer parado. Para esse grupo de estudantes, dizemos que eles conseguiram transitar entre os referenciais, por nós adotados. Com estas características, temos um total de seis estudantes.

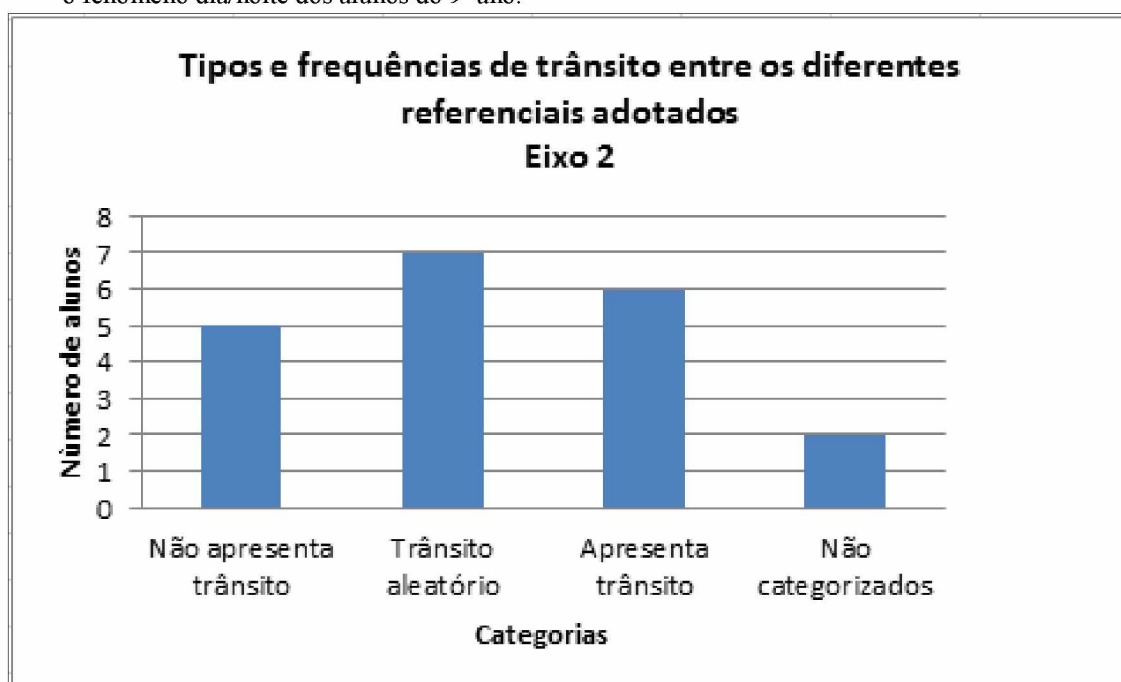
Os discentes que apresentaram modelos mentais inconsistentes não serão analisados, quanto ao trânsito ou não, em suas explicações, uma vez que não mostraram ideias coesas e



nem com plausibilidade, não sendo possível tal apreciação. Assim, mediante os dados levantados no quadro 5, temos cerca de dois estudantes que entram nesta classificação.

Diante do exposto, apresentamos os dados de modo organizado no gráfico III, indicando os trânsitos realizados pelos alunos do 9º ano, bem como a frequência com que cada um manifestou.

Gráfico 4 – Frequência entre os trânsitos nos diferentes referenciais adotados para explicar o fenômeno dia/noite dos alunos do 9º ano.



Fonte – A autora

Os dados mostram que a maioria dos estudantes do 9º ano exibem trânsito aleatório, ou seja, até entendem que, para cada referencial adotado, há um modo de explicar o fenômeno, porém não possuem elementos para inferir tais explicações. Não possuem conhecimentos necessários para organizar um pensamento coeso. Os estudantes que aqui se encontram lançam mão de ideias variadas, sem estabelecer uma articulação entre as atividades desenvolvidas com seu pensamento.

Em um segundo lugar, temos um quantitativo de estudantes que apresentam trânsito em suas explicações, ou seja, entendem a mudança de referencial para explicar o fenômeno de modo diferente e lançam elementos que correspondem a cada um deles para orientar suas interpretações.

Esta faixa de escolaridade contempla o final do Ensino Fundamental, que, segundo os documentos oficiais (BRASIL,1998; SEE/MG, 2014a), propõe o estudo dos modelos



Geocêntricos e Heliocêntricos do Universo, baseados em diferentes referenciais, bem como a utilização do globo terrestre para a sugestão de novas metodologias e para o entendimento sobre a duração do dia, nascimento e ocaso do Sol, da Lua e outros temas. Os movimentos do planeta, como forma de entender os dias e as noites (SEE/MG, 2014b), são temas que perpassam pelos currículos, tanto nacional quando estadual. Assim, é entendido que, ao final desta etapa da escolarização básica, os estudantes devem ser capazes de dar explicações plausíveis acerca do fenômeno aqui estudado, bem como nos diferentes referenciais adotados nesta pesquisa. A saber, os resultados nos indicam caminhos contrários, com um quantitativo expressivo de alunos que ainda não construíram seus modelos em acordo com as competências exigidas para esta etapa escolar. Sabemos que o avanço dos discentes depende de um ensino que contribua com uma compreensão adequada e significativa do modelo Sol-Terra (SEBASTIÀ, 2004); de atividades pautadas na observação do céu, tanto diurnas quanto noturnas (LANCIANO, 2014); da utilização de imagens que trabalhem com as diferentes perspectivas e representações do modelo Sol-Terra (SEBASTIÀ, 2004), dentre outras. São propostas que permitem a construção de novas ideias a serem agregadas para que outras construções mentais, mais elaboradas, sejam reconstruídas. Pois, se as informações não lhes fazem sentido e coerência com o que vivem, os novos modelos não são construídos, e os alunos não conseguem avançar em seus conhecimentos. Tais considerações devem ser valorizadas na elaboração de novas propostas para a sala de aula.

### **5.3 EIXO 3 : ENSINO MÉDIO**

#### **5.3.1 Categoria 1: Modelo de Terra, Sol e demais astros revelados pelos estudantes**

Esta categoria, contempla as noções de Terra, Sol, Lua e estrelas levantadas pelos discentes, quando responderam às questões de números 10 e 11 (Apêndice A) e questões 1,2, e 3 (Apêndice B). Como já mencionado, tais ideias são importantes, pois pautam as suas explicações acerca do fenômeno dia/noite. Segundo Vosniadou e Brewer (1994), o modelo mental construído e apresentado pelos estudantes é embasado nas concepções que os alunos exibem sobre os astros. Sendo assim, tais considerações são importantes neste trabalho.

Dos 20 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, participantes desta pesquisa, todos disseram que a Terra é “redonda”. As justificativas quanto à forma do nosso planeta se deram de modo variado. Para Valquíria, a Terra é redonda e meio achatada, porque “*já viu em desenhos e na televisão*”; Daiana já viu “*em livros, televisão e na internet*”. Para Iago, tal

formato se dá mediante ao que “*viu em documentários e estudou na escola*”. Janderson, pelas “*imagens do espaço e filmes*”. Enzo, por causa dos “*mapas*”. Fábio, devido às “*imagens de satélites que descobrem novas coisas do espaço*” e também pela ideia de Elisa, que diz nosso planeta ser redondo “*porque a gente cresce aprendendo que ela [Terra] é redonda... mas a gente não percebe*”.

As demais respostas, explicitadas pelos estudantes, quanto à forma da Terra, foram nesta direção. Esse grupo de alunos afirmou também que estamos localizados na superfície de nosso planeta, conforme expõe a figura 78.

Figura 78 – Modelos de Terra esférica e localização na superfície do planeta representado por alunos do 3º ano do Ensino Médio.



Fonte – A autora

Percebe-se que o modelo de Terra redonda e achatada representado e verbalizado por Valquíria, foi, também, explicado por Vosniadou e Brewer (1992), quando, com o estudo com crianças norte-americanas, apontou esta concepção, de uma Terra esférica, mas com a superfície plana.

Para esse grupo de estudantes, seus registros gráficos corroboram as ideias modeladas, uma vez que todos desenharam o planeta com a forma redonda e com as pessoas situadas na sua superfície. A figura 79 mostra tais registros.

Figura 79 – Desenhos dos alunos do 3º ano sobre a forma da Terra e a posição em que se encontram no planeta.



Fonte – A autora

Com exceção de Jane, a localização das pessoas no planeta se dá de modo diferente. Para a discente, a Terra possui a forma redonda, porém as pessoas estão situadas em seu interior, como mostra a figura 80, sendo, em (A), relativo à modelagem e, em (B), ao registro gráfico da aluna.

Figura 80- Modelo de Terra redonda de Jane e pessoa localizada dentro do planeta, em (A) modelagem e (B) registro gráfico.



Fonte – A autora

A ideia expressa por Jane, ao representar que as pessoas estão dentro do planeta, concebe uma noção de espaço cósmico limitado e finito. Tal impressão corrobora os argumentos levantados por Nussbaum (1992), quando aponta que a compreensão de espaço ilimitado não é tão óbvia o quanto parece e que, para o entendimento do estudante acerca da forma esférica da Terra, este é um dos obstáculos a ser vencido. Vosniadou e Brewer (1994) também inferem que os modelos mentais dos astros trazidos pelos estudantes influenciam em suas explicações sobre o fenômeno dia/noite.

Outra representação de Terra que merece destaque é a de Natália. A aluna afirma que nosso planeta tem a forma redonda, porém é oco, e as pessoas estão em seu interior. Esta noção de Terra oca está também presente nos resultados de outros autores, como Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996), quando, em pesquisas com crianças indianas, levantaram uma categoria com tal modelo. O trabalho de Bisch (1998), com investigações das concepções de professores e estudantes do Ensino Fundamental sobre temas astronômicos, também encontrou resultados semelhantes. Segundo os autores mencionados, as crianças com tais modelos pressupõem que a parte do hemisfério superior é o céu, que forma uma cúpula sobre o hemisfério inferior, que é representada pelo solo, local onde se vive.

Ao ser questionada sobre esse modelo, a aluna inferiu que: “*A Terra é redonda, mas oca...dentro do buraco [indicando a parte interna do círculo] estão os países, e a gente tá aí dentro*”. O modelo confeccionado pela aluna e seu registro gráfico estão indicados na figura 81, respectivamente, com denominação (A) e (B).

Figura 81- Modelo de Terra oca da aluna Natália, em (A) modelagem e em (B) registros gráficos.



Fonte – A autora

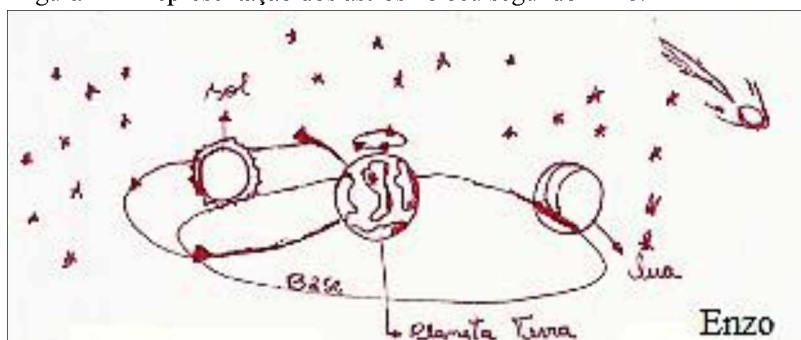
Relativo aos modelos de Sol, pode-se dizer que todos os estudantes modelaram o Sol com a forma redonda. As justificativas foram pautadas na observação direta do astro no céu e pela internet, segundo eles. Exemplos nessa direção são apresentados pelos registros de Isadora: “*É redondo, porque a gente olha e vê*”; de Jane, “*é assim [redondo] porque já vi na internet e que também dá para ver pelo céu*”; e de Félix: “*Ao olhar direto para o céu e observar o astro*”.

Outros astros a serem modelados pelos estudantes foram a Lua e estrelas. Para a maioria dos estudantes, a Lua é redonda, podendo assumir outra forma, como expressa Pablo: “*Foi representada redonda, mas pode assumir outras fases*”; Geovane: “*Representei*

*redonda porque foi a mais fácil, mas ela [Lua] tem outras formas e fases... minguante, crescente...*” ou quando afirma Iago: *“Fiz redonda, pois é uma das fases que ela apresenta”*.

Quanto às estrelas, os discentes apresentaram ideias pulverizadas sobre o astro. A maioria não soube levantar informações e até mesmo, nem as representou. Os que arriscaram a mencionar algumas de suas características as modelaram com a forma redonda, sendo que, os poucos que as registraram graficamente as desenharam com pontas. De todo quantitativo de envolvidos, apenas um aluno, Enzo, representou as estrelas em uma extensão do céu que não seja somente à noite. O estudante compreende que esses astros estão presentes no céu diurno, conforme mostra a figura 82.

Figura 82 - Representação dos astros no céu segundo Enzo.



Fonte – A autora

Podemos considerar, nesta categoria, que os estudantes do 3º ano do Ensino Médio, na sua maioria, reproduzem a ideia de que a Terra possui forma redonda, mas que, avançando os questionamentos, uma porção considerável deles não sustenta, em suas explicações e registros, tal concepção. A noção de Terra plana e Terra Oca, como indicam Nussbaum e Novak (1976), Nussbaum (1992), Vosniadou e Brewer (1992), Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996), Bisch (1998), ainda persistem em algumas das explicações dos discentes. Os mesmos autores também consideram que tais noções são de fato compreendidas pelos estudantes, quando estes superam alguns conhecimentos, como, por exemplo, a noção de espaço limitado e a queda dos corpos. Quanto à localização no planeta, a maioria entende que as pessoas estão na superfície, mas, em seus registros, apenas dois estudantes demonstraram tal ideia. Os demais apontaram sua localização, como sendo o planeta um mapa, similar à representação de um globo terrestre. Percebemos que tal ideia é muito forte no estabelecimento da orientação pelos estudantes.



É percebido, também pelos estudantes, que a forma do Sol é relatada pela observação direta do astro no céu e que a Lua apresenta diferentes fases, porém a maioria não relaciona o astro como satélite da Terra.

Como nos demais eixos pesquisados, as estrelas são astros pouco conhecidos pela maioria discente e que não citam que o Sol é uma delas.

Outro aspecto percebido, segundo relatos dos alunos, é que a maioria das informações foi obtida por meio da televisão, filmes e documentários. Poucos atribuíram que a fonte de contribuição de tais ideias apresentadas fosse a escola. Muitos ressaltaram que a escola deveria abordar mais esses conteúdos, para que tivessem um melhor conhecimento a respeito de tais fenômenos. Outros ainda atribuíram tal conhecimento mediante à participação em projetos de Astronomia oferecidos no espaço escolar.

De modo geral, estas foram as noções apresentadas pelos discentes o 3º ano do Ensino Médio acerca da forma assumida pelos astros no céu, bem como a localização das pessoas no planeta. Outros aspectos, para a construção dos modelos mentais dos estudantes, serão delineados a seguir.

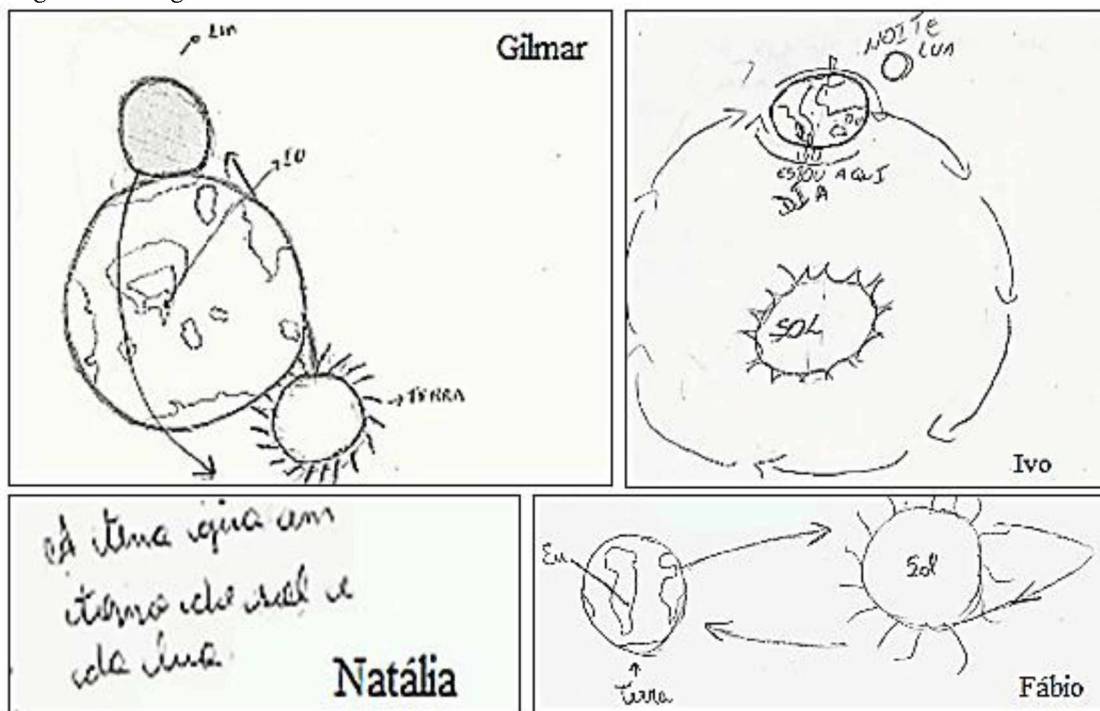
### 5.3.2 Categoria 2: Movimentos descritos pelos astros

Os conhecimentos apresentados pelos estudantes, acerca dos movimentos realizados pelos astros, contribuem, segundo Vosniadou e Brewer (1994), na construção dos modelos mentais dos discentes acerca do ciclo dia/noite. Assim, tal análise será discorrida nesta categoria, compreendendo as questões de números: 6, 7, e 14, presentes no Apêndice A e a de número 3, que se encontra no Apêndice B.

Todos os vinte participantes do 3º ano do Ensino Médio disseram que a Terra descreve algum tipo de movimento. De modo divergente, as explicações foram pautadas nas variações de como o movimento da Terra se dá, sendo que, para a maioria deles, nosso planeta gira em torno de seu eixo, como exemplificado por Janderson: “*Sim, ela [Terra] gira entorno dela mesma*”; por Daiana: “*Sim, ela [Terra] gira em rotação*”; Sandra: “*Ela [Terra] gira em torno de si*”. Em outra direção, também estavam presentes ideias que atribuem o nosso planeta a girar em torno de outros astros, como a explicação de Carlito: “*Sim, ela [Terra] gira em torno do Sol*”; as ideias de Pablo: “*Sim, ela [Terra] gira em volta dos dois: Sol e Lua*”; Enzo: “*Sim, ela [Terra] gira 360º em torno do Sol e do Sistema Solar*”; ou de Geovane, que afirma também que a Terra a “[...] *gira 360º em torno do Sol e dos outros planetas*”. Algumas dessas

ideias podem ser observadas nos registros gráficos de alguns discentes, como mostra a figura 83.

Figura 83 – Registros de discentes do 3º ano do Ensino Médio sobre o movimento da Terra.



Fonte – A autora

Relativo ao movimento do Sol, os discentes apresentaram ideias divergentes, mas que se equilibraram em termos de quantitativo. Nove deles afirmaram que o Sol descreve algum tipo de movimento no céu, enquanto outros nove alunos pensam que o Sol fica parado. As ideias de movimento do Sol, referentes ao primeiro grupo, mantiveram-se com justificativas pulverizadas, como exemplificam: Natália, “*Sim, ele vai [girando] igual a Terra*”; Sandra: “*Ele [Sol] movimenta assim [movimentou as mãos aproximando e afastando o globo terrestre]... mais para perto e mais para longe da Terra*”; Jane: “*Sim, ele [Sol] movimenta em torno da Terra*”; Lúcio: “*Ele [Sol] vai atrás da Lua*”.

Os dois discentes restantes disseram não saber se o Sol descreve ou não movimento.

No que se refere ao movimento da Lua, as ideias também foram divergentes, sendo que oito discentes disseram que nosso satélite não descreve nenhum tipo de movimento no céu, já dois afirmaram não saber opinar sobre esta informação e dez asseguraram que a Lua realiza algum tipo de movimento. As justificativas desse último grupo de estudantes foram em direções diferentes, como mostram a ideia de Carlito, quando diz: “*Ela [Lua] gira em volta da*



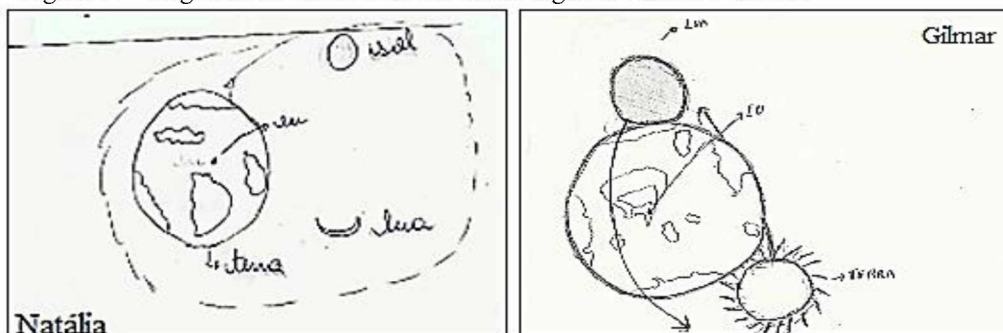
Terra” e Janderson: “*A Lua gira em torno da Terra e do lado inverso do Sol*”; e Natália: “*Ela movimenta igual ao Sol*”.

Quanto ao movimento das estrelas, não houve manifestação expressiva nas ideias dos estudantes. Do total, seis não mencionaram sobre o movimento do astro, e outros seis afirmaram que as estrelas não possuem movimento no céu, considerando-as estacionárias. Ainda em outro grupo de seis estudantes asseguraram que estas realizam movimentos no céu. As justificativas, também de modo variado, foram que: “*Elas [estrelas] se movimentam igual ao Sol*” (Natália); outros que este movimento se dá “*junto com a Lua*”, como afirma Jane. Para Janderson: “*Elas movem para bem distante*”; e outros apenas disseram que movimentam, mas que não sabem como.

No que se refere à simulação dos movimentos dos astros empregando os modelos confeccionados pelos discentes, percebemos que houve alterações das ideias iniciais anteriormente levantadas. Alguns alunos passaram a considerar estáticos os astros que diziam estar em movimento e vice versa. Tal ideia pode ser exemplificada em relação ao movimento da Terra. Conforme já apontado, todos os discentes disseram que nosso planeta descreve algum tipo de movimento no céu. Na simulação, dois alunos mudaram suas ideias iniciais e passaram a considerar um modelo de Terra estacionária. Para esses jovens, no arranjo dos movimentos dos astros para ocasionar o dia e a noite, nosso planeta se encontra parado, com o Sol e a Lua girando em torno de nós. Esta análise pode ser percebida, quando, nos registros iniciais de Natália, a aluna diz que: “*A Terra gira em torno de si, com o Sol e a Lua girando em sua volta*”; e também nos de Gilmar, quando expressa que: “*A Terra gira em torno de seu eixo, enquanto ela passa pelo Sol e Lua [que estão parados]*”.

Porém, em suas simulações, as imagens mostram que os alunos mantêm a Terra parada e colocam o Sol, e a Lua girando em torno da Terra, ideia que confirma os registros gráficos dos mesmos, como apresentado na figura 84.

Figura 84 – Registros de movimento dos astros segundo Natália e Gilmar.

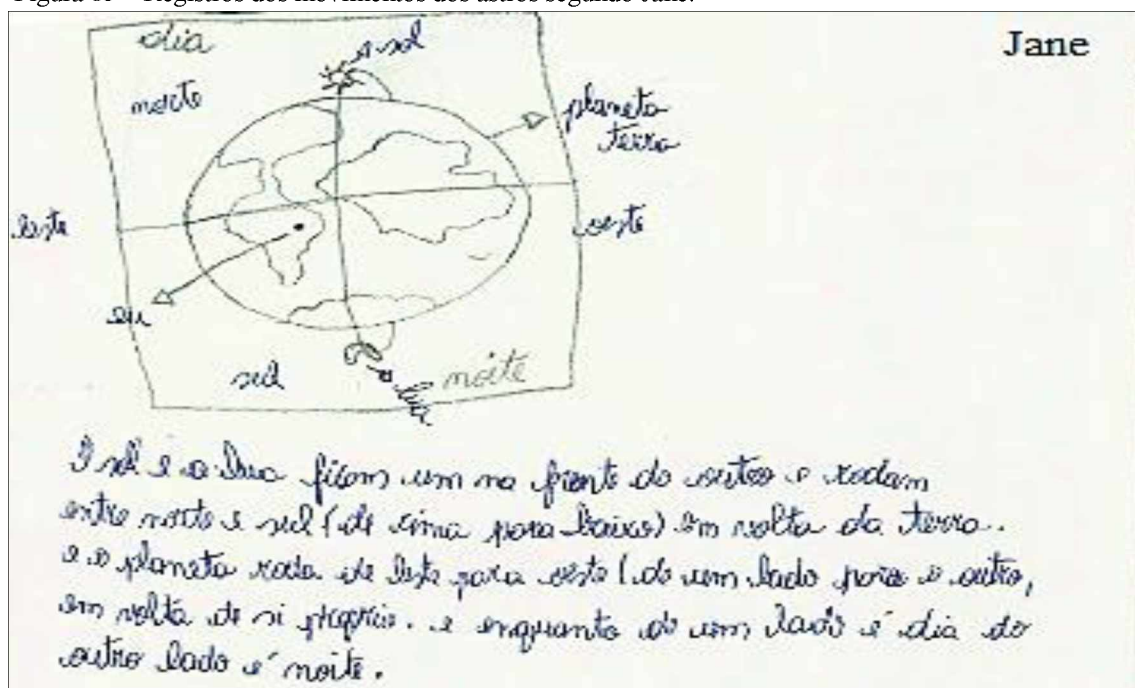


Fonte – A autora

Esta noção de Terra estacionária, com Sol e Lua circundando nosso planeta, remete a uma concepção, por parte dos discentes, de Terra plana, uma vez que explicam o fenômeno do dia e da noite pautado no movimento como se estivessem olhando para o céu a partir de um ponto de vista local (BISCH, 1998).

A noção de Terra em movimento foi apresentada pelos outros 18 estudantes, sendo que dois deles, Jane e Lúcio, atribuíram a justificativa do fenômeno ao movimento realizado pelos três astros: Terra, Sol e Lua. A discente Jane demonstra que o fenômeno dia/noite se dá pelo movimento da Terra em torno de seu eixo, juntamente com o movimento descrito pelo Sol e Lua, em lados opostos um do outro. Os registros da aluna estão presentes na figura 85 e evidenciam tal ideia.

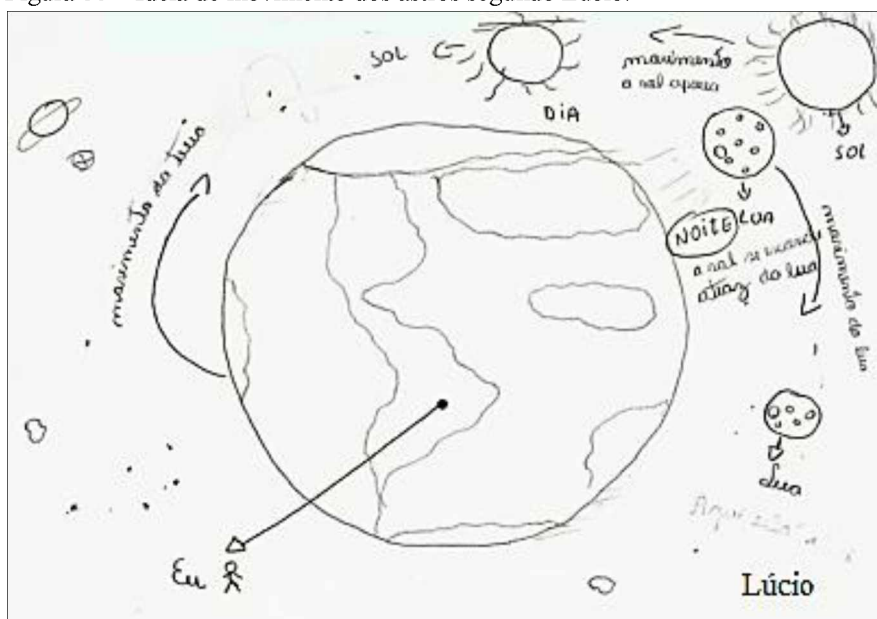
Figura 85 – Registros dos movimentos dos astros segundo Jane.



Fonte – A autora

A ideia de Lúcio confirma o movimento dos três astros, quando afirma que “a Terra gira, vai girando e, conseqüentemente, vai movendo aqui [arrasta a Lua] e aí o Sol se esconde, vindo para trás da Lua”. Ele entende que é por meio do movimento da Terra e dos astros que o conjunto todo se desloca, sendo que a Lua tapa o Sol, quando este se movimenta. A representação de sua ideia está presente, na figura 86.

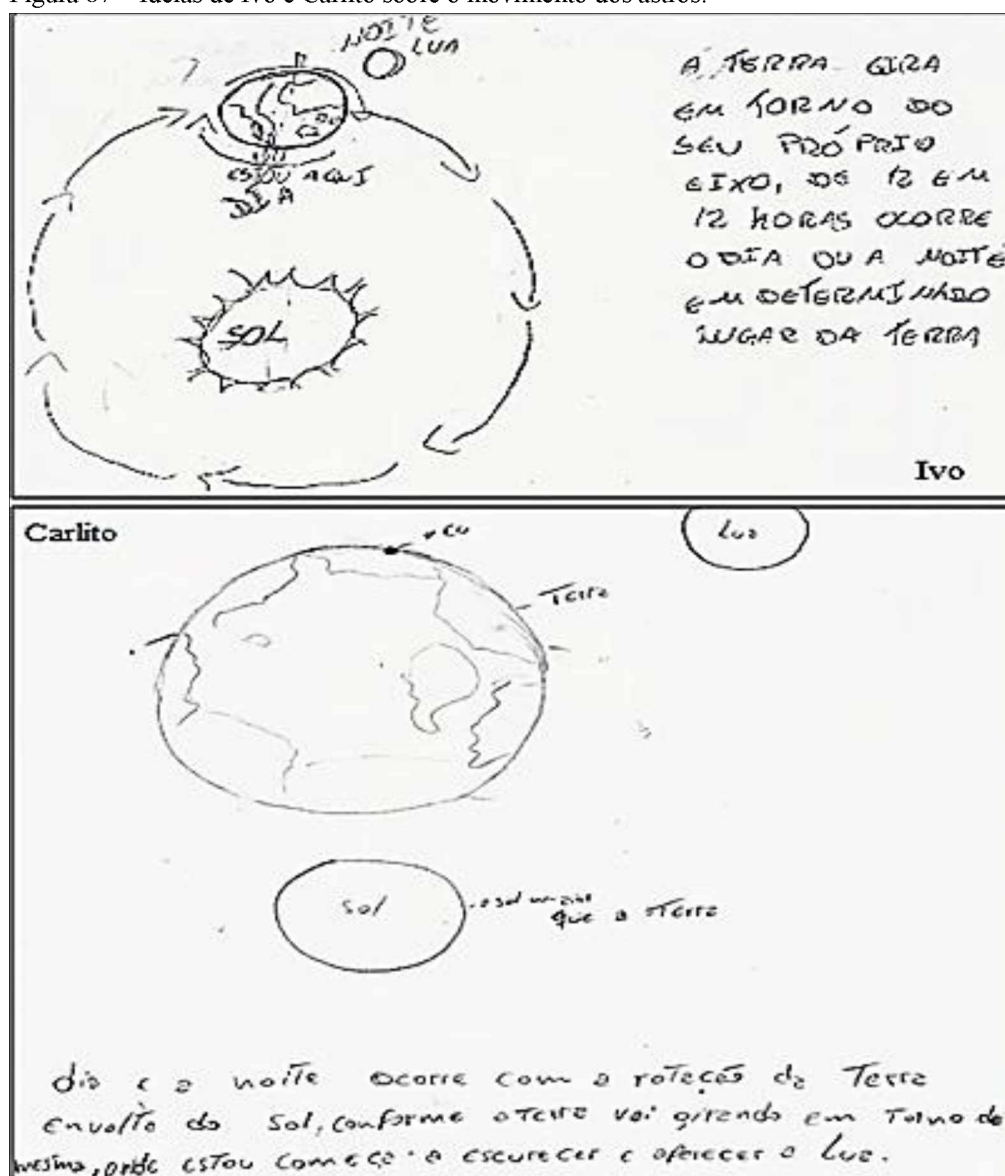
Figura 86 – Ideia de movimento dos astros segundo Lúcio.



Fonte – A autora

Outra ideia foi apresentada por um grupo de quatro alunos, representados por: Ivo, Carlito, Elisa e Janderson. Estes simularam que o ciclo dia/noite ocorre por causa do movimento da Terra em torno de seu eixo, estando o Sol parado em lado oposto ao da Lua, que também se movimenta (embora o movimento da Lua não tenha sido mencionado nos registros gráficos dos alunos do grupo). As explicações, aqui levantadas por Janderson e Érica, respectivamente, vão na direção de que: “a Terra vai girando em volta dela e com isso muda sua posição em relação ao Sol, a Lua vai girando também e vai dando noite e dia”; ou que: “a Terra vai girando, o Sol está parado, aí ela [Terra] vai girando, girando, aí a Lua chega e fica noite”. Nas representações gráficas, utilizamos dos registros de Ivo e Carlito, que mostram na figura 87 suas ideias, resumindo este grupo.

Figura 87 – Ideias de Ivo e Carlito sobre o movimento dos astros.



Fonte – A autora

Percebe-se que os discentes não representaram (nem os demais do grupo) o movimento que disseram ser realizado pela Lua, durante a simulação. Carlito não conseguiu simbolizar nenhum tipo de movimento que disse que os astros realizam. Assim, fica evidente a dificuldade que os discentes apresentam em expor seus pensamentos.

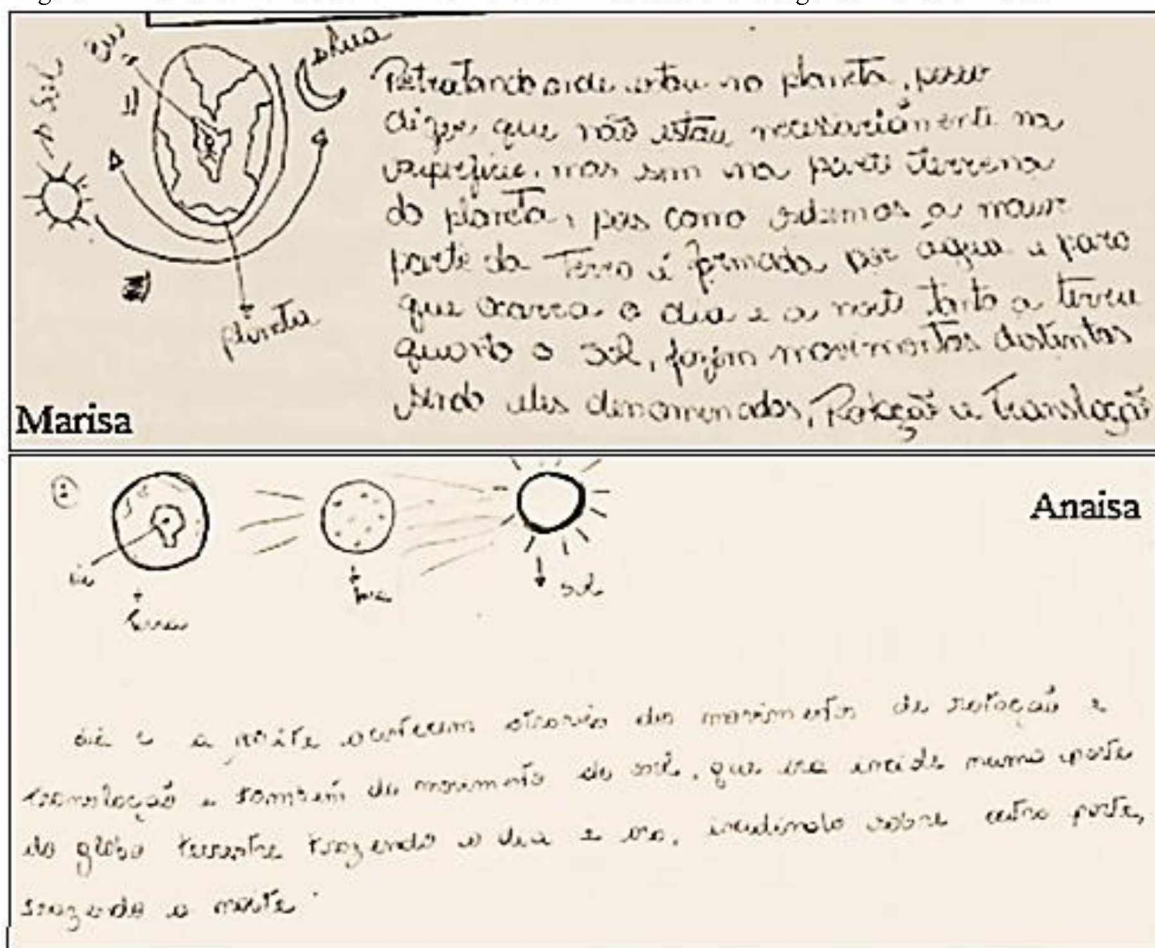
Um outro grupo, formado por cinco discentes, afirmou que a Terra gira em volta de seu eixo, que o Sol também descreve um movimento em torno da Terra e que a Lua se encontra estacionária em lado oposto no céu. Participam deste grupo: Anaísa, Marisa, Fábio, Daiana e Valquíria. Exemplos das ideias dos alunos estão validados nas falas de Daiana, quando diz que “A Terra gira assim [e roda a bola entorno de seu eixo] e também o Sol gira em volta da Terra [deixou a Lua parada]” e de Valquíria, quando apresenta que “a Terra gira



*em torno dela e do Sol, que gira em torno dele e a Lua fica parada...aí não sei se é assim mesmo...”.*

Os registros gráficos de Marisa e Anaisa expressam a ideia defendida pelo grupo, conforme mostra a figura 88.

Figura 88 – Ideias de Terra e Sol em movimento com Lua estacionária segundo Marisa e Anaisa.

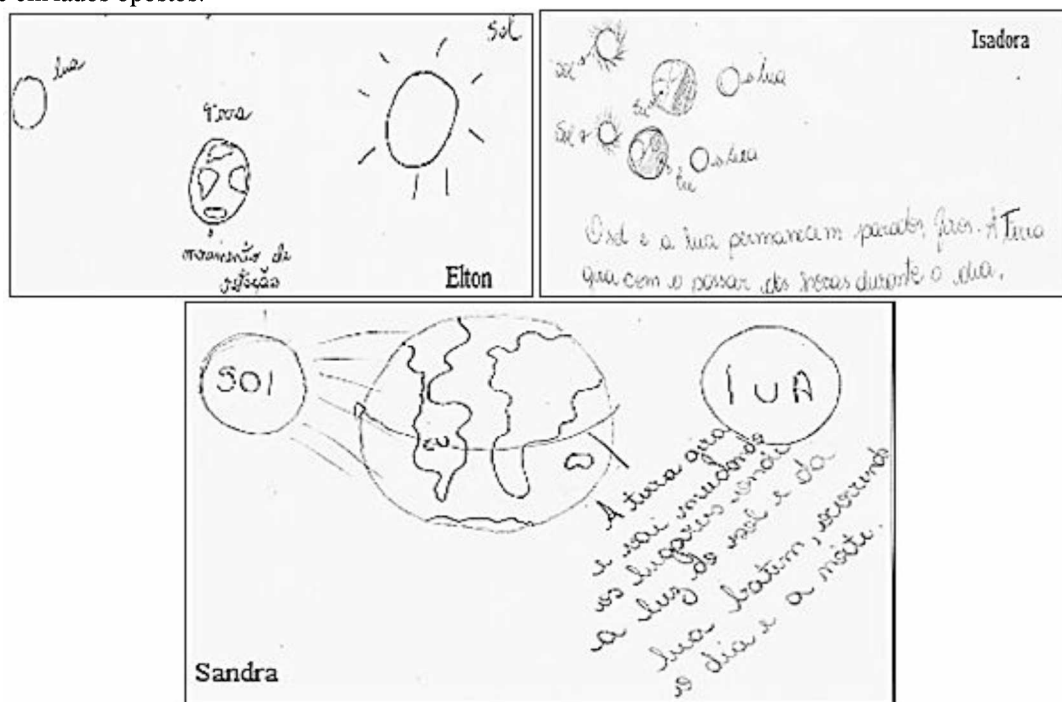


Fonte – A autora

A última ideia apresentada foi a exposta pela maioria dos discentes, compreendendo cerca de sete deles. Para esses alunos, o ciclo dia/noite é explicado mediante o movimento da Terra, que rotaciona em torno de seu eixo, com o Sol e a Lua parados em lados opostos. As falas de Sandra e de Isadora exemplificam, respectivamente, a noção exibida pelo grupo, quando dizem que “*para mim, a Terra gira assim [roda a Terra em volta dela mesma] e os dois [referindo ao Sol e Lua] ficam no mesmo lugar e aí a Terra vai girando e vai pegando nos outros países*”; “*A Terra vai girando, bem devagar e vai passando pelo Sol...aí vai se pondo, continua girando, e fica virada para Lua, sendo noite*”.

Tal ideia está representada por um grupo de alunos exemplificado pelos registros de Elton, Isadora e Sandra, que se encontram na figura 89.

Figura 89 – Ideias de Elton, Isadora e Sandra, acerca da Terra em movimento com Sol e Lua estacionários e em lados opostos.



Fonte – A autora

De modo geral, podemos dizer que nesta categoria os discentes entendem que Terra, Sol e Lua descrevem algum tipo de movimento. A compreensão de tais movimentos, por parte dos estudantes, passa por diversas explicações, que, na maioria das vezes, não se sustentam e nem apresentam justificativas coerentes com o cientificamente aceito. A noção comum mostrada pelos discentes é de que a Terra gira em torno de si, com o Sol e a Lua parados em lados opostos.

Houve alunos que apresentaram o movimento do nosso planeta com base em uma noção de Terra plana, quando explicam que esta não realiza movimento, e o que vemos, ao olhar para o céu, é o movimento do Sol e da Lua em volta da Terra. Estas ideias vão na direção dos resultados levantados por Nussbaum e Novak (1976); Vosniadou e Brewer (1994), quando afirmam que a noção de Terra plana é construída a partir da experiência cotidiana, e por Vosniadou e Brewer (1992); Bisch (1998), ao interpretarem o fenômeno, mediante a localização a partir de um plano, no caso, o local de onde se encontra, corroborando uma visão topocêntrica do fenômeno.

Outro apontamento que percebemos é que, para a maioria dos discentes, a Lua realiza algum tipo de movimento, embora muitos deles tenham expressado não saber como este movimento se dá. Todavia tal dado diverge dos levantados por Vosniadou e Brewer (1994). Para os autores, as crianças mais novas tendem a acreditar, e quando comparada com as crianças mais velhas, que nosso satélite descreve algum tipo de movimento. Este dado, nesta pesquisa, não se sustentou, uma vez que a maioria dos discentes do 3º ano do Ensino Médio disse que nosso satélite descreve algum movimento, embora a maioria não soubesse explicá-lo.

De modo geral, ficaram explícitos, pelos discentes, dúvidas acerca dos movimentos realizados pelos astros, esses disseram não saber quais astros se movem, como se movem e as implicações destes movimentos nas questões cotidianas. Estes dados confirmam os levantados por Vosniadou e Brewer (1994), quando fazem tal apontamento.

Outro aspecto a abordar é que as explicações expostas pelos estudantes partem de ideias fragmentadas, que não se articulam, fazendo com que os alunos, em suas explicações, entrem em contradição de ideias, apresentando justificativas fragilizadas e superficiais. Tal dado valida o que, já anteriormente, foi levantado por Frède, Troadec e Frappart (2009). Na mesma direção, Trumper (2001) aponta que há discrepância nas concepções de alunos do Ensino Médio<sup>18</sup> em relação a alguns conceitos básicos de Astronomia, e que esforços devem ser feitos para que os estudantes tenham, na sala de aula, a compreensão destes conceitos.

Assim, podemos dizer que a maioria das ideias apresentadas pelos estudantes participantes da pesquisa acerca dos movimentos realizados pelos astros são inconstantes, fragmentadas e que não se sustentaram na maioria das explicações dadas.

### **5.3.3 Categoria 3: Explicações dos alunos sobre a alternância do fenômeno dia/noite visto de um referencial na Terra**

Esta categoria envolve questões que versam sobre a localização dos astros no céu, em períodos do dia e da noite, como exposto nas questões: 1, 2, 3, 4, 8, e 9 (Apêndice A); a relação destes astros no ciclo dia/noite, questão 13 (Apêndice A); e também, como os discentes entendem o fenômeno do dia/noite, pautado em uma localização na superfície da Terra, envolvendo a questão 5 (Apêndice B).

---

<sup>18</sup> Do original: “senior high school students” (TRUMPER, R., 2001, p. 105)



Os alunos do 3º ano do Ensino Médio, em sua maioria, atrelam a questão dia/noite com a presença de Sol/claridade e da Lua/escuridão. Exemplos de alguns alunos, como Pablo, Marisa e Janderson, vão respectivamente nesta direção e dizem que é dia: *“Porque tem Sol e luminosidade”*; *“Porque tem Sol, o dia está claro, iluminado”* e *“porque está claro, por causa do Sol”* e noite, *“Por causa que tem Lua...escuro”*; *“Porque escureceu e aparece a Lua e estrelas”*; *“Porque fica escuro e tem Lua e estrelas”*. Outros atribuem a ocorrência do fenômeno dia/noite ao aparecimento/desaparecimento dos astros, como mostra as falas de Lúcio e Félix, quando respectivamente explicam: *“Porque o Sol vai sumir e a Lua vai aparecer”*; *“Porque de noite o Sol esconde e a Lua vem para a gente ver”*. Outros atrelaram suas explicações às atividades do cotidiano, como expressa Isadora, para justificar o dia: *“porque eu consigo ver as coisas sem ascender a luz, o Sol bate na janela sem gastar energia”*, e à noite, *“porque percebo que ascende a luz de casa, se estiver na rua está escurecendo e encontro com a Lua e estrelas”*. O relato de Sandra também vai nesta linha de pensamento, quando conclui que é dia ou noite *“Por causa do horário”*, e também o de Natália, quando afirma que é noite *“pela tranquilidade, porque o céu está escuro”*.

As ideias aqui apresentadas pelos discentes do Ensino Médio sobre a caracterização do dia/noite encontram base nos resultados apontados por Vega-Navarro (2001). A autora exhibe que seus entrevistados também atrelaram o ciclo dia/noite à aparição do Sol, remetendo à claridade, como sendo dia e à noite, com a presença da Lua e escuro e devido a fatos relacionados com as atividades cotidianas, como hora de dormir e ascender a luz.

Para metade dos participantes, o Sol à noite está em outro local no planeta, ideia exemplificada pelas falas de Félix, Geovane e Jane, quando dizem, respectivamente, que: *“Ele [Sol] está do outro lado do planeta”*; *“Ele [Sol] está na outra parte do mundo”*; *“Ele [Sol] está do outro lado da Terra, em frente à Lua”*. Para a outra parcela de discentes, há aqueles que dizem que o Sol não altera sua posição no céu, como indicam os pensamentos de Pablo *“Ele [Sol] está fixo no céu, porque não move”*; e Sandra *“Ele [Sol] está no mesmo lugar que estava durante o dia”*. E ainda os que pensam que o Sol se esconde, como Lúcio, quando afirma que o astro *“Pode estar atrás da Lua, de alguma forma ele [Sol] tem que se esconder atrás de alguma coisa”* ou Natália, quando assegura que *“já me falaram que ele [Sol] fica atrás da Lua”*.

Quanto à Lua, sua presença, durante o dia no céu, foi mencionada por cerca de nove discentes, como mostram Gilmar: *“Ela [Lua] está no céu, mas o brilho do Sol ofusca a Lua”*; e Sandra: *“Durante o dia ela [Lua] está no mesmo lugar, até já vi Lua durante o dia”*. Esse grupo de estudantes, que narraram ter visto a Lua durante o dia, como afirmam Vosniadou e

Brewer (1994), remete a uma ligação com a observação do céu, pois deixam explícito, em suas respostas, tal fato. Em contrapartida, cerca de sete participantes dizem que nosso satélite está em outro lugar, como diz Geovane, “[...] *está em outra galáxia*”; Jane: “*está do outro lado da Terra, em frente ao Sol*”.

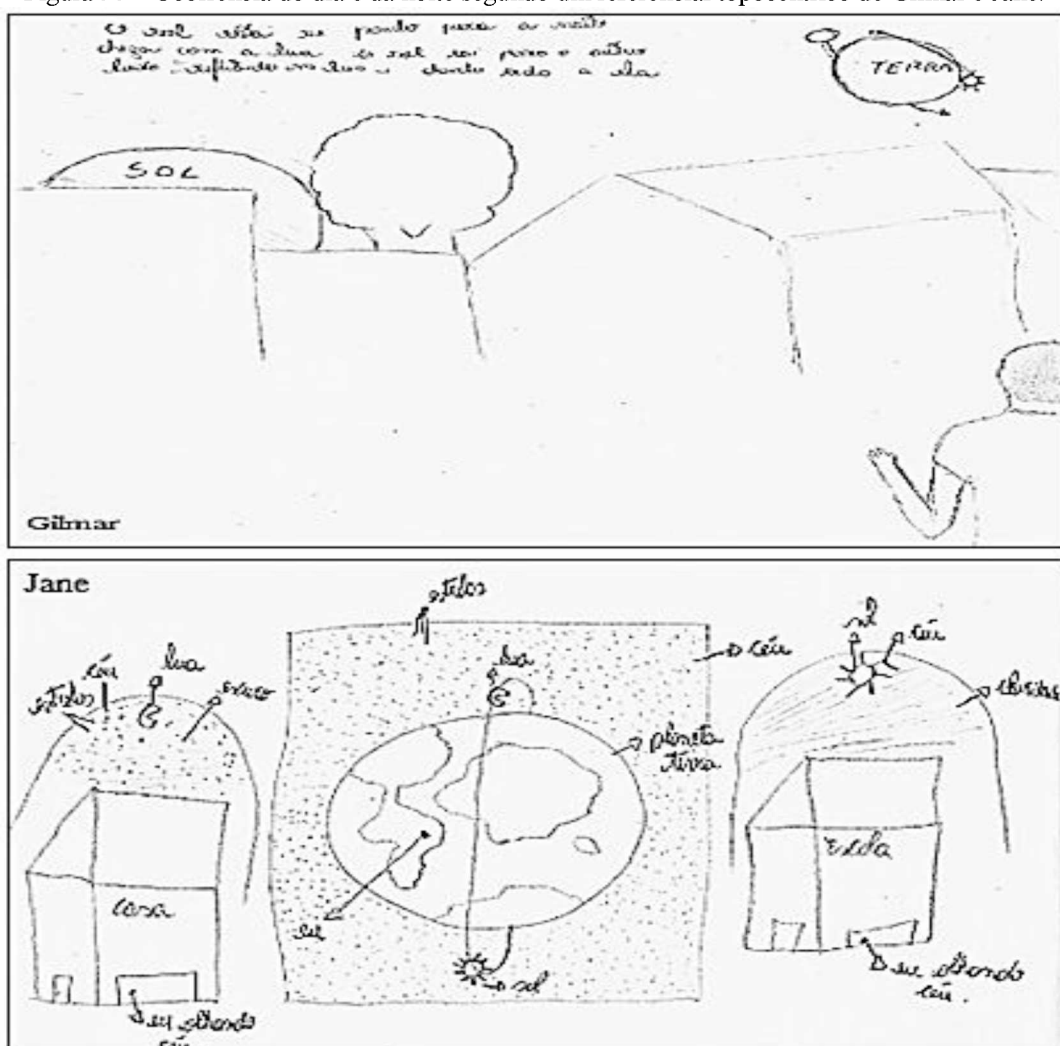
Para a metade dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio, as estrelas estão presentes no céu diurno. Para esse grupo, respostas como a de Valquíria condizem com tal pensamento, quando afirma que “*Estão no céu, só que não dá para ver, a luz do Sol não deixa*” e Elisa, “*Elas [estrelas] continuam no céu, só que pela luz do Sol, não dá para ver*”. Mas, outro grupo vincula as estrelas à Lua, quando dizem que elas acompanham nosso satélite, ou que estão em outro local, conforme exemplos de Gilmar: “*Estão junto com a Lua*” e Marisa: “[...] *durante o dia elas [estrelas] estão em outra parte da Terra*”.

Essas noções de localização dos astros por parte dos estudantes são importantes para entendermos suas explicações sobre o ciclo dia/noite, tratadas a seguir. As ideias manifestadas pelos estudantes foram baseadas na explicação do fenômeno a partir de um referencial localizado na superfície do planeta (questão 5 da parte II- Apêndice B).

Apesar de todos os estudantes anteriormente terem dito que a Terra realiza movimento, no momento da explicação do fenômeno, as respostas não apresentaram mais unanimidade quanto ao movimento descrito pelo planeta. Diante das respostas, podemos considerar dois blocos de explicações: um, que utilizou de justificativas pautadas no movimento da Terra, e outro que consideram o nosso planeta não descrever nenhum movimento.

Primeiramente, analisamos o grupo de cinco alunos que pensam que o nosso planeta não realiza nenhum movimento e que o dia/noite é explicado mediante o movimento do Sol e da Lua em torno da Terra parada. Três deles pensam nesta direção, sendo representados por Gilmar, Jane e Elisa. Para eles, a Terra fica parada e Sol e Lua giram em torno do planeta, ocasionando o dia e a noite. A ideia apresentada por Gilmar representa o grupo de estudantes, sendo que ele explica o fenômeno do seguinte modo: “*é assim, a Terra está parada e o Sol faz assim [gira o Sol em volta da Terra] e o dia se põe e aí a Lua vem por baixo e o Sol faz assim [faz o Sol abaixar e a Lua subir] só que de lado contrário*”. Percebe-se, nos registros de Gilmar, a dificuldade de representação na perspectiva topocêntrica, então, o aluno utiliza-se de um desenho na visão de fora da Terra para expressar seu pensamento, que está exposta no canto superior direito do desenho do estudante. Com a mesma ideia, o desenho de Jane também mostra uma série de outros desenhos, para expressar a ideia da aluna. A figura 90 exhibe a ideia de Gilmar e Jane.

Figura 90 – Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Gilmar e Jane.



Fonte – A autora

Os registros de Elisa também vão na direção dos de Jane. A aluna utiliza-se de uma sequência deles para expressar seu pensamento, que se mostra fragmentado. É percebido que a discente representa suas ideias pautadas numa visão de fora do planeta, ao desenhar a Terra redonda. Apresenta, também, uma noção fragmentada do fenômeno dia/noite, uma vez que o explica de modo fracionado, ao utilizar-se de dois desenhos separadamente e, também, em não atrelar às suas explicações os movimentos dos astros, como havia dito anteriormente. A figura 91 mostra a explicação de Elisa.

Figura 91 - Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Elisa.

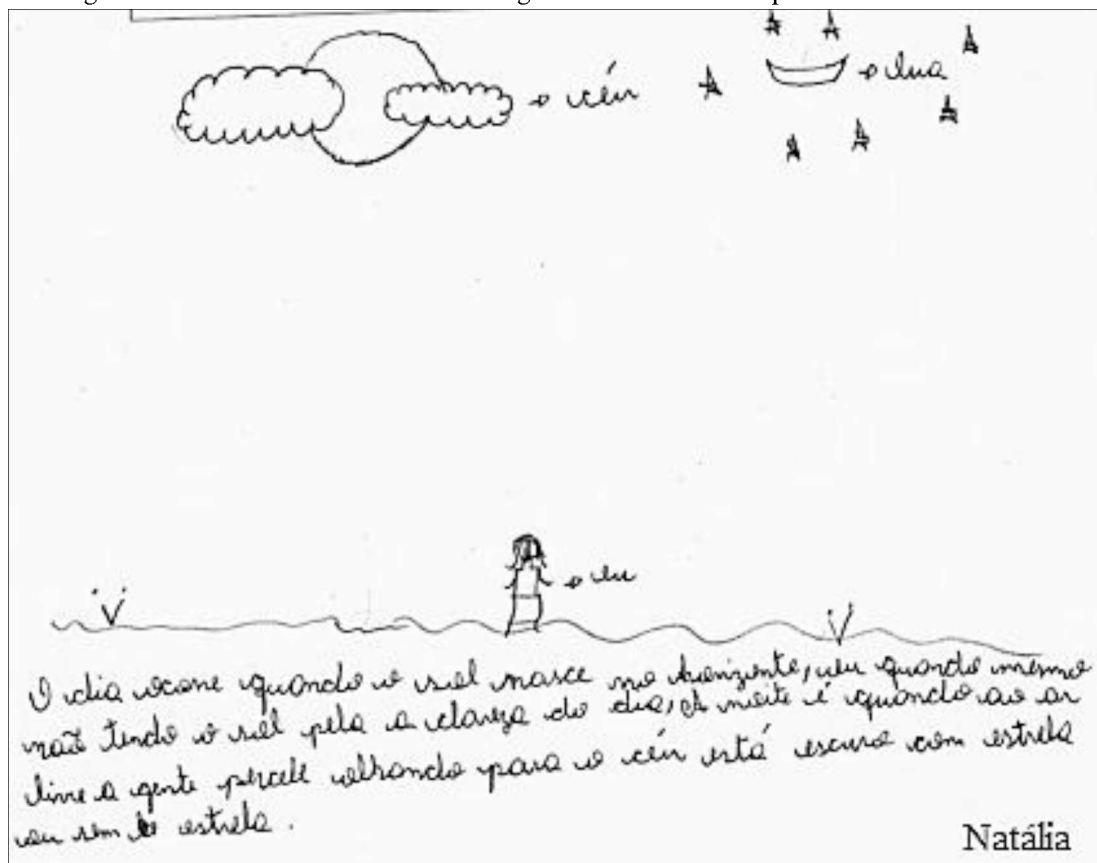


Fonte – A autora

Os resultados dos alunos mostram alguns traços de concepção de Terra plana, no sentido de que o Sol e a Lua circundam a Terra, com o Sol saindo e a Lua vindo, como que observado em uma visão imediata do céu. No desenho de Jane, a concepção de espaço limitado pela abóboda celeste é levantada por Nussbaum e Novak (1976), como um indicativo de Terra plana, uma vez que remete à noção de que o espaço é limitado. As ideias expostas pelos discentes corroboram o modelo mental Geocêntrico, levantado por Schwarz et al. (2011), quando o caracterizam pelo fato de o Sol girar em torno da Terra. Um entendimento fragmentado do fenômeno, expresso por Elisa, é também apontado por Trumper (2001), quando diz que os alunos do Ensino médio mostram ideias “discrepantes” (tradução nossa), relativas a alguns tópicos básicos de astronomia e que também em acordo com Schwarz et al. (2011, p. 119), quando afirmam que os discentes “não apresentam explicação satisfatória” sobre o tema dia/noite. Nesse caso, é percebido que os três discentes mencionados condizem com este perfil.

Pautada ainda na concepção de Terra estacionária, a ideia de Natália se difere dos discentes anteriormente mencionados, no momento em que a aluna não atribui movimento ao Sol e à Lua. Em seus registros, a estudante explica seu entendimento baseado no nascimento do Sol, atrelado à claridade, e à noite ao escuro, sem mencionar qual astro se move, como mostra a figura 92.

Figura 92 - Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Natália.



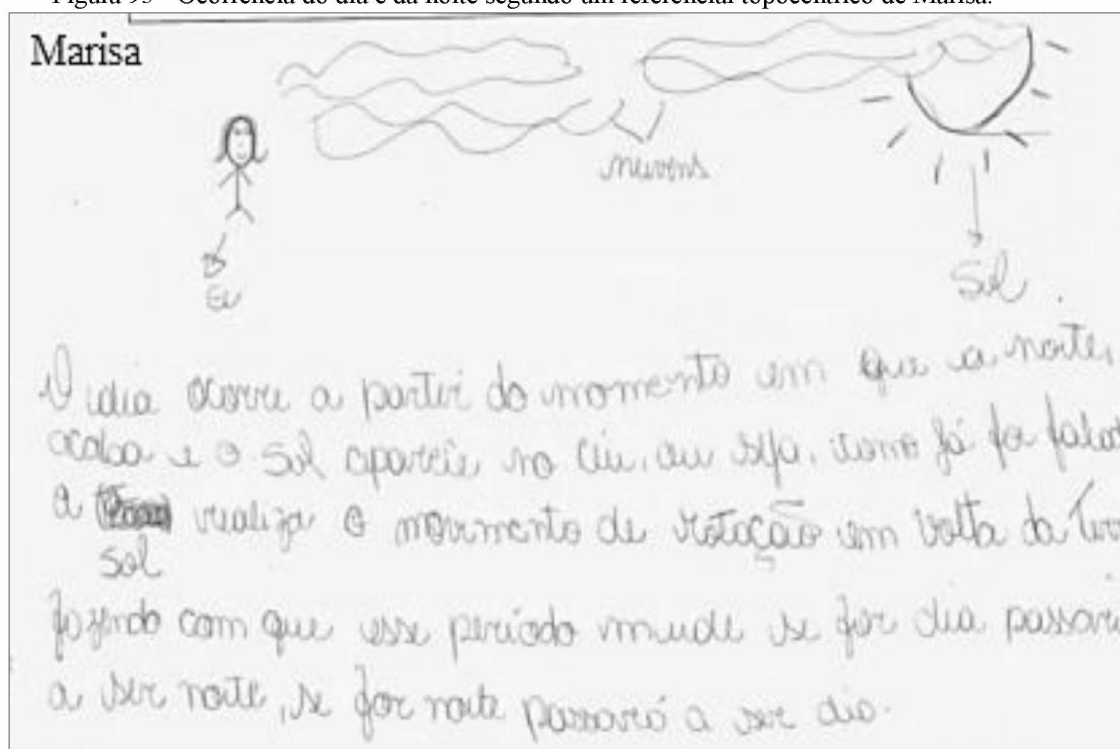
Fonte – A autora

Observa-se, no registro da aluna, a dicotomia claro/escuro, sendo o Sol presente no dia, por estar claro, e as estrelas à noite, por estar escuro. Esta observação é atribuída por Vosniadou e Brewer (1994), como sendo uma importante observação nos trabalhos realizados com as crianças menores. Para os autores, a maioria delas justificou suas explicações com este argumento, apresentando uma influência das observações cotidianas. Contradições e ou até mesmo ausência de explicações acerca dos movimentos realizados pelos astros também foram levantadas pelos autores, quando mencionam que esta é uma das dúvidas recorrentes e que influenciam nas elucidações do fenômeno. Saber qual astro realiza movimento, entender

como este movimento se dá e articulá-lo com os demais em um sistema de explicação para um fenômeno são questões difíceis de resolver por si só.

As ideias levantadas por Marisa explicam o fenômeno com outra justificativa, embora também esteja pautada em uma concepção de Terra parada. Segundo a estudante, é o movimento do Sol em volta da Terra que ocasiona o dia e a noite. De acordo com os registros da aluna, a Lua não foi mencionada. A figura 93 apresenta o desenho da aluna.

Figura 93 - Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Marisa.

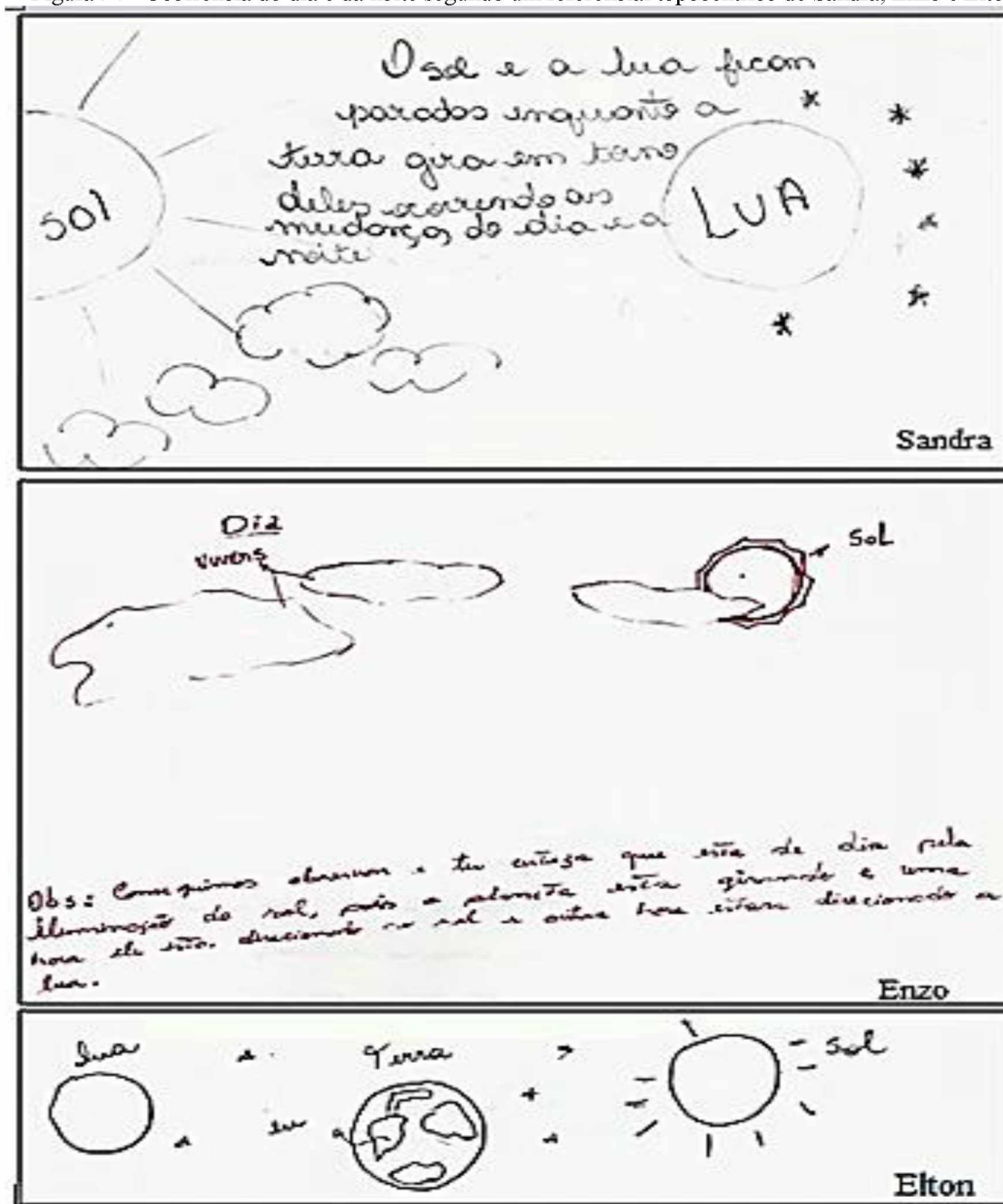


Fonte – A autora

O segundo bloco de estudantes é formado por quinze discentes que explicam o fenômeno do dia/noite, e que consideram a Terra em movimento. As explicações sobre a ocorrência do fenômeno dia/noite são pulverizadas e com justificativas pautadas no rearranjo dos movimentos da Terra, Sol e Lua.

A primeira disposição de ideias aqui apresentada é formada por onze desses discentes. Eles pensam que o dia/noite se dá mediante ao movimento realizado pela Terra em torno do Sol e da Lua, sendo que estes se encontram parados em lados opostos um do outro. As ideias de Sandra, Enzo e Elton, que representam este grupo de discentes, estão presentes na figura 94.

Figura 94 - Ocorrência do dia e da noite segundo um referencial topocêntrico de Sandra, Enzo e Elton.



Fonte – A autora

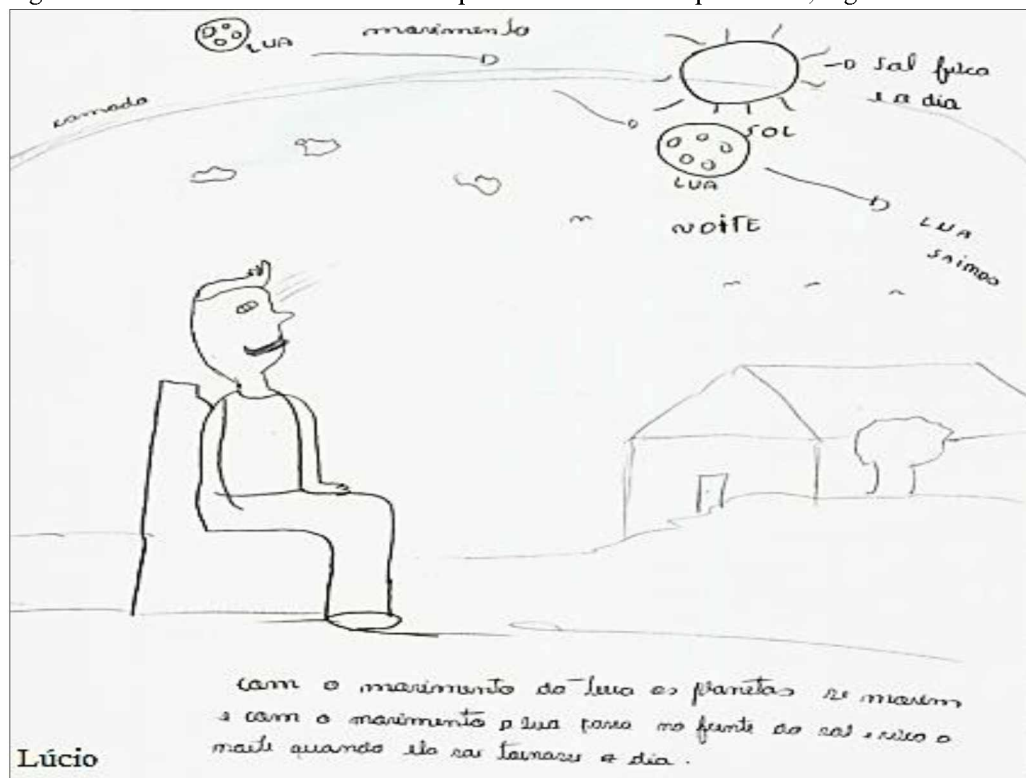
Percebe-se que o desenho de Elton não representa uma visão topocêntrica, como a descrita por Enzo e Sandra. O discente explicou o fenômeno dia/noite como sendo este o referencial adotado, mas não conseguiu representá-lo. A interpretação desse grupo de estudantes corresponde ao “modelo rotacional”, caracterizado por Vega Navarro (2001). No estudo da autora, com criança da educação primária, percebe-se que as concepções levantadas pelos discentes são, praticamente, as mesmas, quando infere que, para este modelo, os alunos deram respostas que remetem ao dia estar relacionado com a presença do Sol, e a noite com a



Lua; além de Sol e da Lua estarem estáticos e, diametralmente, opostos em relação à Terra. Estes alunos afirmam, também, que a Lua está inclusa no ciclo dia/noite, por atribuírem que a noite é devida ao aparecimento do satélite. Esta ideia, levantada por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997), está aqui presente, quando conferem lados diferentes no céu para representarem o dia e a noite, conferindo ao modelo proposto pelos autores, denominado de “modelo de rotação terrestre simétrica”.

Com outra justificativa, Lúcio também pensa que a Terra gira entorno de si, mas que a Lua passa na frente do Sol e sai, ocasionando o dia e a noite. Para o discente, Terra, Sol e Lua descrevem movimentos no céu, que ocasionam o ciclo dia/noite. A figura 95 expõe a ideia do estudante.

Figura 95 - Ocorrência do dia e da noite a partir de referencial topocêntrico, segundo Lúcio.



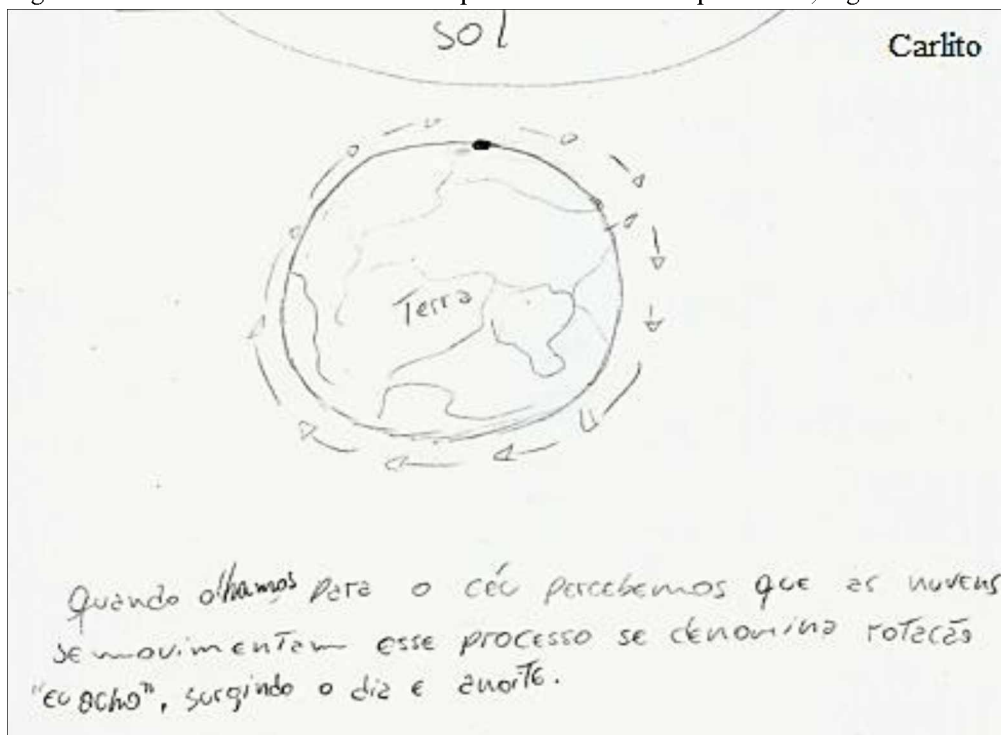
Fonte – A autora

O desenho de Lúcio se aproxima da ideia do “modelo eclipse”, proposto por Vega-Navarro (2001), quando diz que a noite ocorre devido à Lua tapar o Sol; dos modelos iniciais propostos por Vosniadou e Brewer (1994), quando pautam suas justificativas em fatos da observação diária do céu.

Uma versão ainda não apresentada anteriormente foi a levantada por Carlito, quando explica o ciclo dia/noite por meio do movimento que a Terra realiza em volta dela, e também

devido ao movimento de rotação descrito pelas nuvens. O aluno não mencionou e nem utilizou de movimentos dos astros como Sol e Lua. A figura 96 mostra a ideia de Carlito.

Figura 96 - Ocorrência do dia e da noite a partir de referencial topocêntrico, segundo Carlito.



Fonte – A autora

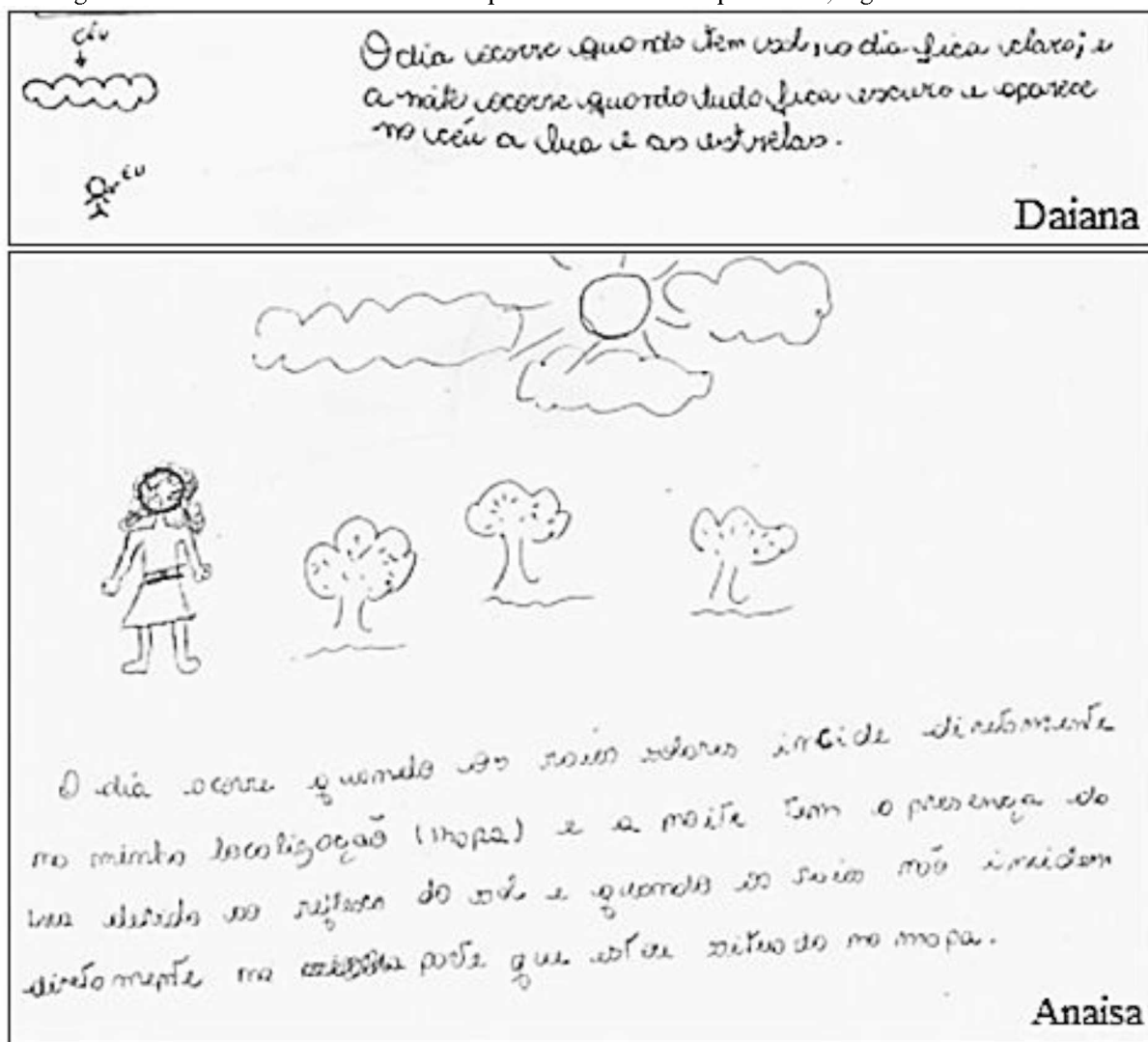
Percebe-se pela ideia exposta do aluno que sua concepção de Terra ainda não se encontra estabelecida. Ele verbalizou e modelou o planeta de forma esférica, porém, ao explicar suas ideias, utiliza de argumentos pautados na crença de uma Terra plana. O movimento das nuvens influenciar no ciclo dia/noite é um indicativo de que o discente não entendeu a concepção de Terra esférica, pois segundo Nussbaum e Novak (1976), o entendimento de Terra esférica não é tal fácil assim.

Os trabalhos de Vosniadou e Brewer (1994) e Vega-Navarro (2001) depararam com estudantes que pensam ser as nuvens as responsáveis por tapar os astros como Sol e Lua, para que o fenômeno dia/noite ocorra. Mas fica explícito, neste exemplo de Carlito, que o discente não envolveu no fenômeno o Sol e nem a Lua, atribuindo tal fato apenas ao movimento da Terra e das nuvens.

O último bloco de ideias, representado por duas discentes Daiana e Anaísa, não possuem explicações plausíveis envolvendo a Terra, o Sol e a Lua. As discentes apresentaram que é dia por causa dos raios solares e noite devido à presença da Lua. Não citaram e nem

relacionaram os astros nas explicações, além de serem contraditórias com outras informações mostradas em outros questionamentos. A figura 97 exibe os registros das alunas.

Figura 97 - Ocorrência do dia e da noite a partir de referencial topocêntrico, segundo Daiana e Anaísa.



Fonte – A autora

Diante do exposto, podemos afirmar que os alunos do 3º ano do Ensino Médio entendem que a Terra realiza algum tipo de movimento. Para a maioria, esse movimento se dá em torno de seu eixo, com o Sol e Lua estacionários em lados opostos à Terra. Outra parcela explica o fenômeno com movimentos diferentes, mas na direção de Terra em movimento. A minoria de estudantes é que explicam que nosso planeta é estático, com o Sol e a Lua rodando em volta da Terra. Esses resultados foram na direção dos autores apresentados na revisão de literatura, corroborando as ideias, em parte, suscitadas por Vosniadou e Brewer (1994), Vega-Navarro (2001), Schwaz et al. (2011) e outros.

Percebeu-se que alguns discentes levantam ideias de Terra plana, como nos apontam Nussbaum e Novak (1976), com indicativos de não entendimento acerca da esfericidade do planeta. Outro aspecto a abordar é a questão de o Sol estar relacionado com o dia, e a Lua e estrelas, vinculadas à noite, como que se, no céu, houvesse uma divisão.

Podemos dizer que apresentaram dificuldades em relacionar os conhecimentos que possuem de modo articulado, para a explicação do ciclo dia/noite. Uma delas foi em relação aos movimentos descritos pelos astros. Muitos alunos verbalizaram que não sabiam acerca dos movimentos executados por Terra, Sol e Lua e que tal fato não lhes permitiam ir além em suas considerações sobre o tema. A perspectiva topocêntrica, em muitos dos resultados, não foi levada em conta para a explicação do fenômeno, pois os alunos mostraram suas ideias tal qual entendem, sem mudar de referencial.

Assim, diante de tais inferências, avancemos em nossos questionamentos para que os modelos mentais dos discentes sejam construídos.

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

Esta categoria se refere às ideias dos discentes sobre a percepção do fenômeno dia/noite, pautada em uma visão fora da Terra. Para tal análise, serão consideradas as ideias presentes nas questões de números 5, 12 e 15 (Apêndice A) e questão 4 (Apêndice B).

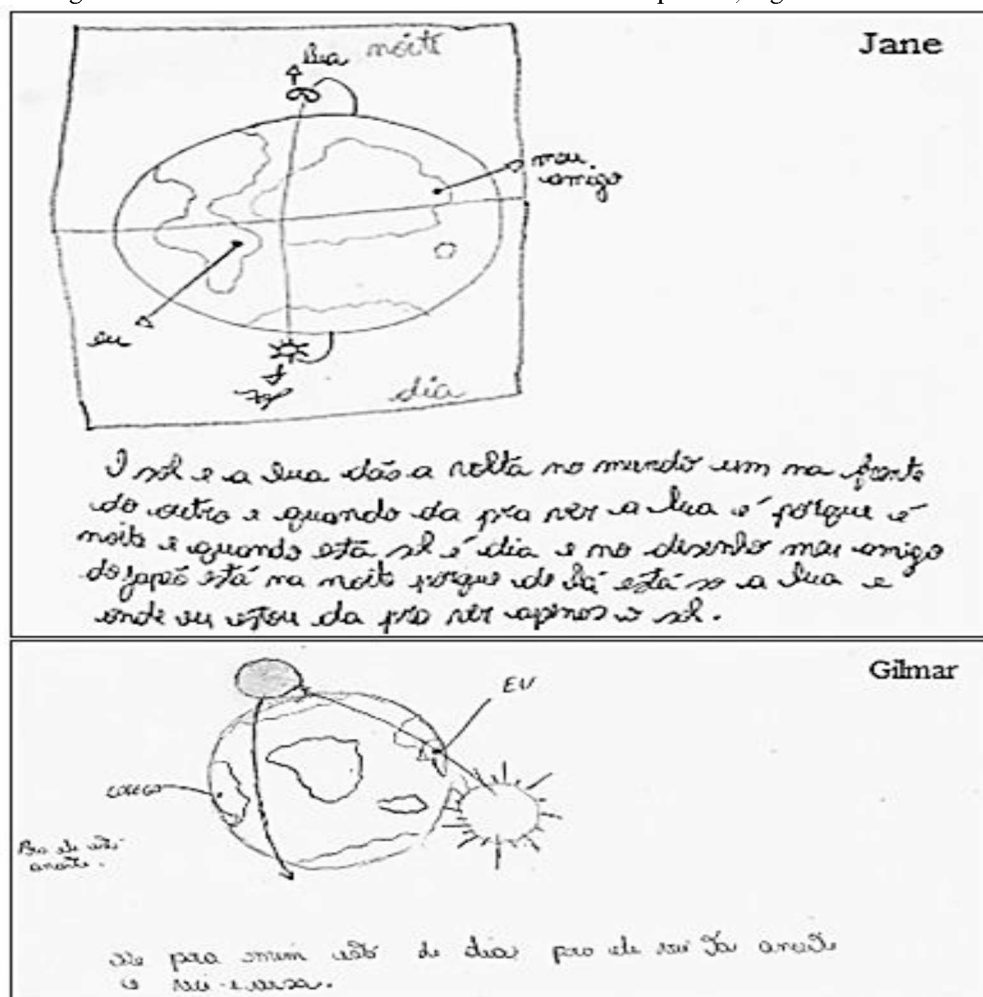
Todos os alunos envolvidos apresentaram conhecimentos de que uma pessoa localizada em lados opostos do planeta está vivenciando uma situação do ciclo dia/noite também oposta. Eles exemplificaram que quando aqui no Brasil é dia no Japão é noite. Tal ideia é citada pelos discentes devido à influência da televisão, globo terrestre e mapas, como explicitado por eles. Em contrapartida, quando solicitada a explicação do fenômeno dia/noite, esta não se deu na mesma direção de outras ideias já levantadas anteriormente.

As explicações dos alunos se deram em duas perspectivas diferentes: uma em que nosso planeta não descreve movimento, encontrando-se parado no espaço, e outra, em que a Terra realiza movimento, sendo esta ideia pautada em diferentes justificativas.

Do total de envolvidos, três deles, Gilmar, Jane e Natália, pensam que a Terra se encontra estacionária, com o Sol e Lua girando em seu entorno. Os registros de Gilmar e Jane representam a ideia levantada por este grupo de estudantes. Na explicação de Jane, a ideia é de que *“A Lua e o Sol vão girando em volta da Terra [faz o movimento trocando os astros de*

lugar e deixando o planeta parado] *ficando diferente para mim e meu amigo*”. Para Gilmar, “*vai ser assim [roda o Sol e a Lua em volta da Terra]. Agora nós estamos de dia e ele [amigo no Japão] está de noite*”. Os registros realizados pelos discentes estão presentes na figura 98.

Figura 98 – Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Jane e Gilmar.



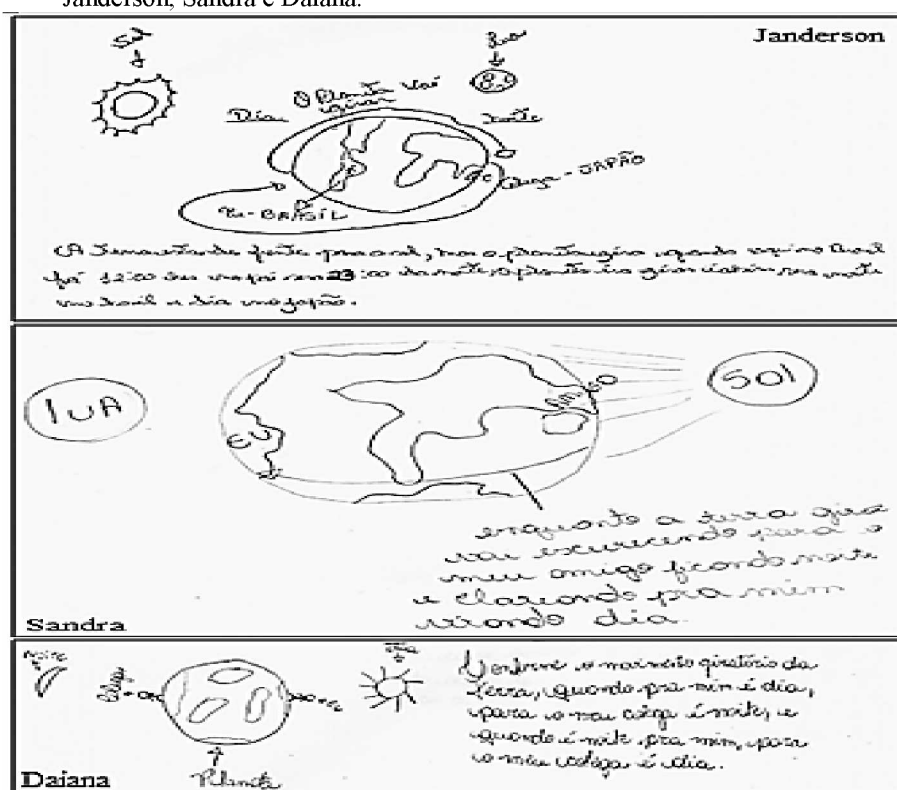
Fonte – A autora

Os outros dezessete estudantes explicam o fenômeno dia/noite sob a perspectiva da Terra em movimento. As divergências quanto aos caminhos dos astros envolvidos é que pautam as justificativas desse grupo de estudantes.

A opinião da maioria, sendo representada por quatorze deles, é de que a Terra gira em torno de seu eixo, com Sol e Lua parados em lados opostos. Os registros de Janderson, Sandra e Daiana demonstram a ideia desse grupo. Nas explicações, Janderson afirma que “*Meu amigo que está no Japão é dia para ele e para mim é noite. Aí o planeta Terra gira [gira a Terra em volta de seu eixo] para mim é dia e para ele é noite*”. Na mesma direção, Sandra explica: “*agora, para meu amigo, é noite, porque ele está do outro lado do mundo [Japão]...*

quando eu falei que a Terra gira [girou a Terra], porque é assim, aqui [Brasil] vai tá o Sol e aqui [Japão] a noite, que é do outro lado”. Daiana justifica: “quando aqui está de noite, lá [Japão] está de dia, e quando a Terra gira, aqui fica de dia e lá de noite”. A ideia registrada pelos discentes continuam na mesma lógica que a apresentada, sendo o dia e a noite ocasionados nas diferentes partes da Terra devido ao movimento que o nosso planeta executa em torno de seu eixo, com o Sol e a Lua estacionários em lados opostos. Os registros gráficos desses discentes mostram a ideia exibida na figura 99 a seguir.

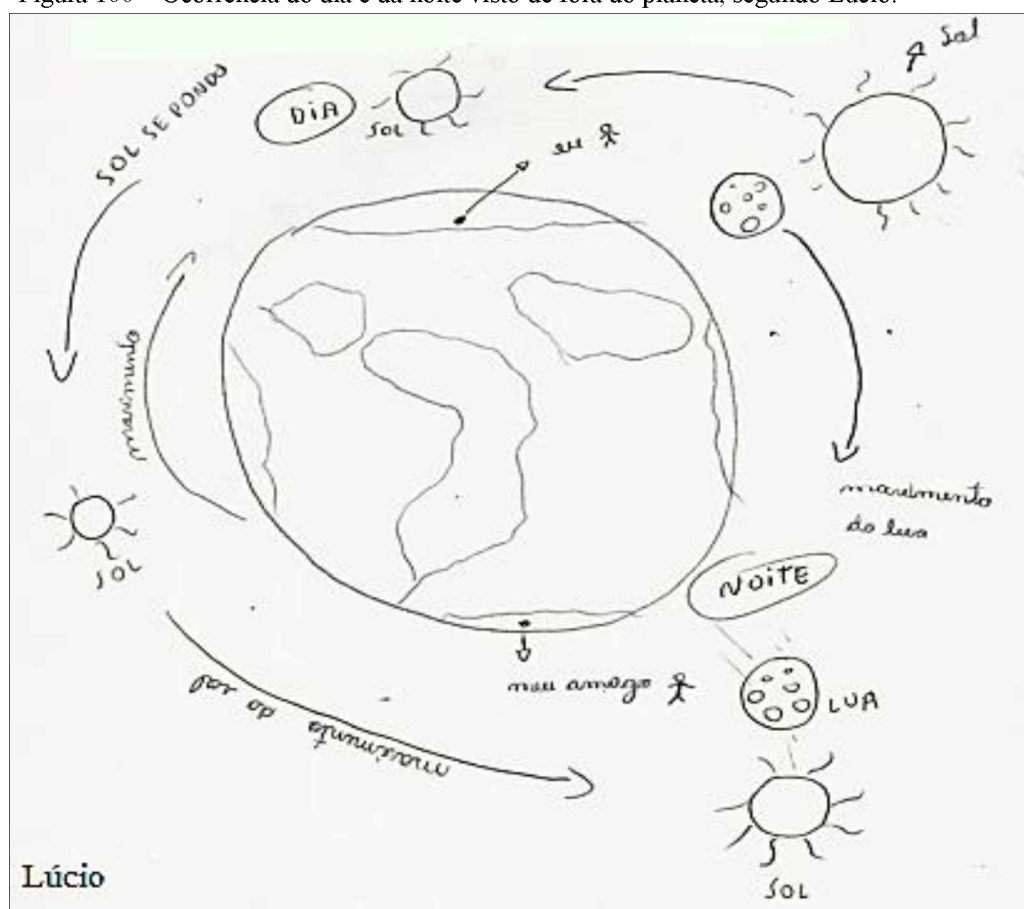
Figura 99 – Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Janderson, Sandra e Daiana.



Fonte – A autora

Outro pensamento exposto é o mencionado por Lúcio. Para o discente, a Terra gira em volta de seu eixo, e esse movimento arrasta a Lua e o Sol, que também se movimentam. Os registros de Lúcio estão apresentados na figura 100.

Figura 100 – Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Lúcio.

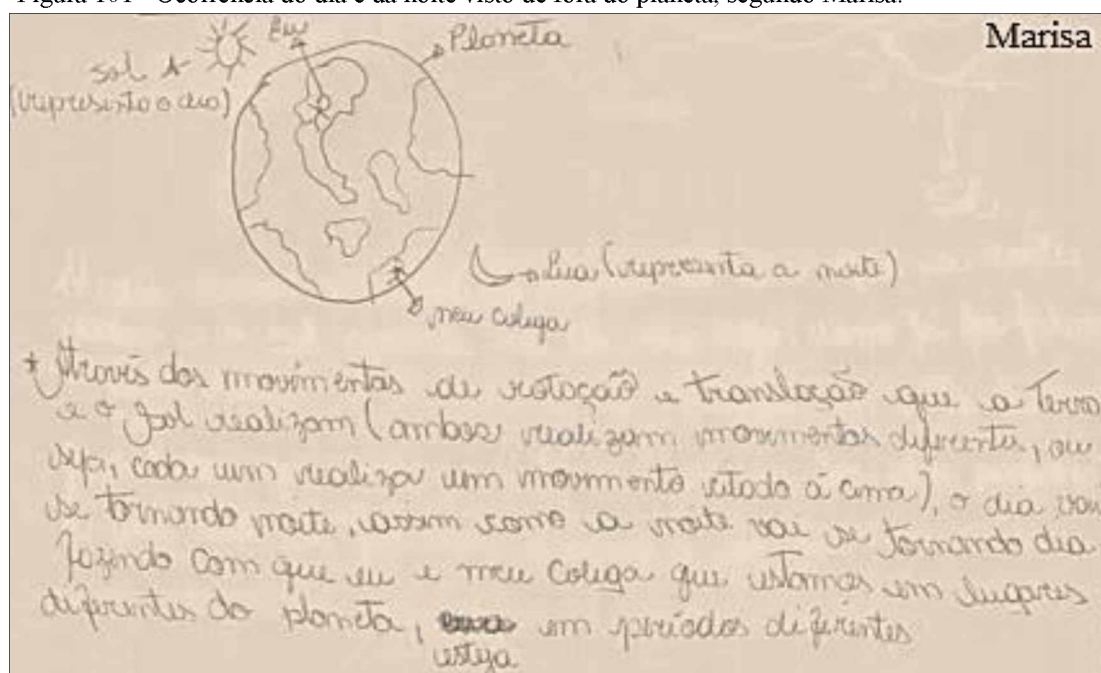


Fonte – A autora

Já Marisa justificou sua ideia explicando que a Terra e o Sol descrevem movimento de rotação, um em relação ao outro. A Lua não foi lembrada. A aluna afirmou que “O sol gira em torno da Terra, e aí eu passo a ver o dia e ela [referindo-se à amiga no Japão] a noite. A Terra continua a girar em volta dela”. O registro gráfico da aluna apresenta a Lua em desenho, mas sem mencionar sobre algum movimento por ela descrito. A figura 101 ilustra a ideia da estudante.



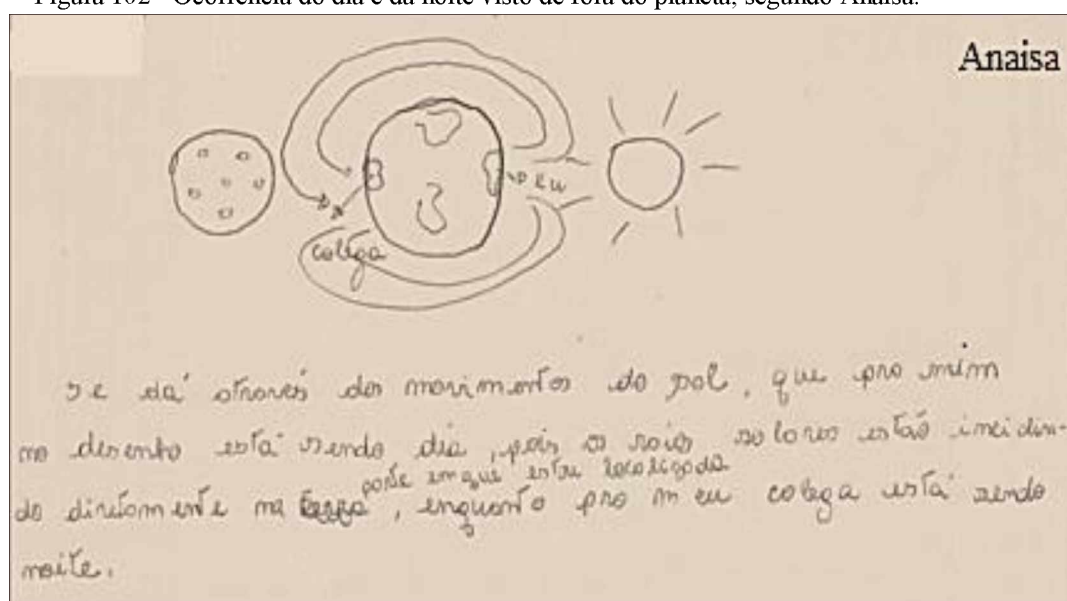
Figura 101 - Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Marisa.



Fonte – A autora

Uma ideia contraditória foi a apresentada por Anaísa. Para a aluna, conforme dito anteriormente, o dia e a noite se dão mediante o movimento da Terra em torno de seu eixo, com Sol e a Lua parados e em lados opostos. Mas, nos registros gráficos, especificamente no texto escrito por ela, fica claro a realização do movimento do Sol, para que ocorra o dia e a noite. A figura 102 mostra a ideia da aluna.

Figura 102 - Ocorrência do dia e da noite visto de fora do planeta, segundo Anaísa.



Fonte – A autora

Podemos, de modo geral, afirmar que os alunos do 3º ano do Ensino Médio compreendem que o dia e a noite não ocorrem ao mesmo tempo no planeta. Pessoas localizadas em lados opostos veem o fenômeno ocorrer de modo contrário. O que difere são as explicações que causam o fenômeno. A minoria acredita que é devido ao movimento do Sol e da Lua em volta da Terra, já outros afirmam, que é por causa do movimento da Terra em torno de seu eixo, com o Sol e Lua estacionários entre a Terra e em lados opostos.

Quanto ao primeiro pensamento, o de Terra parada, nossos dados encontram respaldo em autores que dizem que tais ideias estão pautadas em uma noção de Terra plana (NUSSBAUM e NOVAK, 1976) cujas explicações são orientadas pela observação direta do céu e em concepções prévias que trazem de suas experiências cotidianas (VOSNIADOU e BREWER, 1994). Dentro do universo pesquisado, esses são dados de uma minoria de discentes.

Para a maioria, o ciclo dia/noite se dá devido ao movimento realizado pela Terra em torno de seu eixo, ficando ora de frente para o Sol e ora para a Lua, e astros se encontram fixos no céu, em lados opostos. Esta ideia é assinalada por Chiras e Valanides (2008), quando classificam o modelo, por eles intitulado de Geocêntrico. Segundo os dados apresentados pelos autores, a Terra assume uma posição central e gira em torno de seu eixo, com o Sol e a Lua estacionários em lados opostos.

Esse modelo, levantado pela maioria, está apontado também nos trabalhos de Schwarz et al. (2008), quando estudantes do Ensino Médio pensam em um modelo híbrido para explicar o ciclo dia/noite. Assemelham-se aos modelos encontrados por Vosniadou e Brewer (1994); Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996); Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997).

A respeito das fontes que pautam as respostas em relação ao tema, os discentes, em sua maioria, disseram que já viram o conteúdo na escola, mas que de modo superficial, sem uma abordagem mais profunda. Disseram, também, que a escola deveria abordar o tema com maior ênfase, e que projetos, dos quais alguns já participaram, são relevantes no entendimento dos temas astronômicos. A internet e a TV são os locais mais citados pelos discentes como busca de informações para o tema.

É importante ressaltar que muitos dos estudantes não apresentaram as noções aqui exibidas de imediato. Elas foram sendo alteradas e reconstruídas ao longo do processo, mediante os novos questionamentos que oportunizavam novas explicações.

Assim, ante as explicações levantadas, a seguir, apresentamos um consolidado das mesmas.

### **5.3.5 Consolidado do Eixo 3**

Em continuidade ao que já havia sido proposto nos eixos anteriores, trazemos aqui um consolidado das ideias dos discentes do 3º ano do Ensino Médio, a partir das noções de Terra, Sol e Lua por eles evidenciadas, e também de suas explicações a respeito do ciclo dia/noite frente aos diferentes referenciais trabalhados. Esta discussão está permeada pelos pensamentos levantados e analisados nas categorias anteriores, com a finalidade de tecer os modelos mentais por eles construídos. Adiante, cada modelo apresentado será categorizado e classificado por denominações por nós intituladas para este trabalho, bem como a ordenação quanto ao trânsito ou não nos diferentes referenciais adotados para explicar o fenômeno dia/noite. Vale lembrar que as características e os critérios seguidos para cada etapa já foram detalhados nos eixos anteriores, seguindo, aqui, as mesmas distinções.

#### **5.3.5.1 Modelos mentais revelados pelos estudantes e sua frequência**


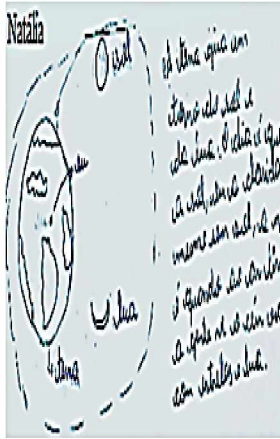

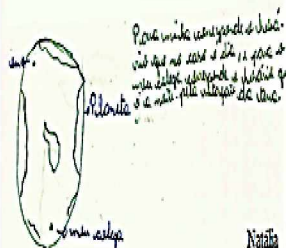
As ideias construídas pelos discentes nas categorias anteriores serão, primeiramente, organizadas em um quadro, baseado nas noções e considerações já apresentadas pelos discentes. O número de alunos contemplado em cada noção será dado pela frequência, que estará presente em cada etapa. As ideias dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio se encontram organizadas no quadro 6 mostrado a seguir.

Quadro 6 - Consolidado das ideias apresentadas pelos 20 alunos do 3º ano do Ensino Médio e sua 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
Oca (freq.1)	Redonda e oca (freq.1)	<u>Movimenta</u> Gira em 360° (freq.1)	<u>Movimenta</u> Igual a Terra (freq. 1)	<u>Movimenta</u> Igual ao Sol (freq.1)	- Terra estacionária. Sol e Lua trocam de lugar em relação à Terra. (freq. 1)	- O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 1)
Redonda (freq. 19)	Redonda (freq.19)	<u>Movimenta</u>  - Gira em torno de seu eixo. (freq.18)  - Gira em torno do Sol. (freq.1)	<u>Parado</u> (freq. 8)  <u>Movimenta</u> (freq. 9)  <u>Não sabe</u> (freq. 2)	<u>Parada</u> (freq.8)  <u>Movimenta</u> (freq.9)  <u>Não sabe</u> (freq.2)	- Terra estacionária, com Sol e Lua em lados diametralmente opostos, girando em torno da Terra. (freq. 3)  - Terra parada e Sol movimenta, em rotação, em torno da mesma. Lua não mencionada. (freq. 1)  - A Terra gira em torno de seu eixo, a Lua passa na frente do Sol. (freq. 1)  - A Terra gira em torno de seu eixo e as nuvens se movimentam em rotação. (freq. 1)  - A Terra gira em torno de seu eixo, Sol e Lua, estacionários e em lados opostos no céu. (freq.11)  - Sem explicação plausível envolvendo os astros: Terra, Sol e Lua. (freq. 2)	- O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 2)  - Terra e Sol rotacionam um em relação ao outro, e Lua não foi mencionada. (freq. 1)  - Terra gira em torno de seu eixo e arrasta o Sol e a Lua. (freq.1)  - A Terra gira em torno de seu eixo, com Sol e Lua estacionários e em lados opostos. (freq. 14)  - Ideia contraditória. (freq.1)

Ante os resultados obtidos, percebemos que os discentes do 3º ano do Ensino Médio exibem ideias diversas acerca do fenômeno dia/noite. Suas explicações, são elaboradas com base nas noções que trazem sobre os astros envolvidos, juntamente com os movimentos que executam. Observamos que três alunos apresentaram a noção de Terra plana. Desses, apenas Natália exibiu tal noção ao longo de todo o processo, desde a modelagem de uma Terra oca, até a simulação com os materiais, na parte III. A aluna, embora mencionasse que a Terra, Sol e Lua possuem movimentos, a noção de Terra estacionária se estendeu ao longo de todas as atividades desenvolvidas. Para a aluna, o Sol e a Lua trocam de lugar em relação à Terra, para que o dia e a noite ocorram. As ideias de Natália compreendem o modelo 1, mostrado a seguir, na figura 103.

Figura 103 – Construção do modelo 1 pautado nas ideias de Natália sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 1			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
 <p>(A) Natália</p>	<p><i>O Sol e a Lua trocam de lugar em relação à Terra, que se encontra parada.</i></p>  <p>Natália</p>	 <p>Natália</p>	 <p>Natália</p>
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p> <p><b>TERRA:</b> <i>Sim...ela faz movimento de 360°.</i></p> <p><b>SOL:</b> <i>Sim...ele faz igual da Terra.</i></p> <p><b>LUA:</b> <i>Sim...ela movimenta igual ao Sol.</i></p>			
<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p> <p><i>Aprendi muito na TV, acho que na escola, falta falar sobre esses temas.</i></p>			

Fonte – A autora

O modelo de Terra oca, construído pela aluna, corresponde aos apontados por Samarapungavan, Vosniadou e Brewer (1996), além de Bisch (1998), cuja ideia é de um

planeta com forma esférica, com as pessoas vivendo em seu interior, sendo o céu o limite superior, e o solo, o inferior. As crianças com esta noção não superaram a ideia de Terra plana, pois justificam suas ideias a partir do que veem. Até inseriram em suas ideias palavras como: “*A Terra realiza rotação*”, mas, ao articularem os conhecimentos em explicações para o fenômeno do dia/noite, estas se mostram isoladas e sem sentidos, pois lançam mão de concepções anteriores, que não estabelecem relações umas com as outras. Assim, como é percebido nos comentários levantados por Schwarz et al (2011), os quais infere que os discentes possuem ideias errôneas em seus conhecimentos astronômicos.

Outro aspecto a mencionar acerca do modelo exposto por Natália é a troca de posição entre os astros. Tal ideia corresponde, em partes, ao modelo Pré-Geocêntrico, proposto por Chiras e Valanides (2008), para os quais uma das características desse modelo é a de que o ciclo dia/noite é explicado mediante a troca de posição entre o Sol e a Lua.


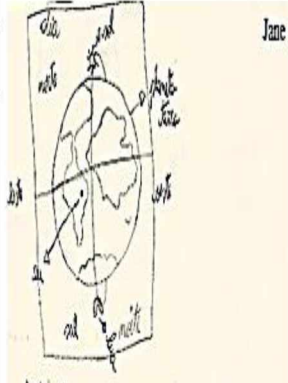
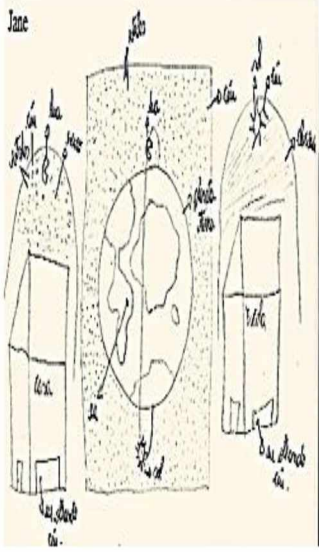
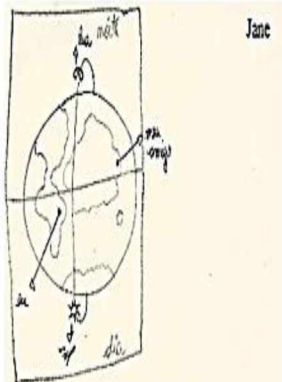
Já os outros dois alunos, Jane e Gilmar, disseram que a Terra é redonda e que descreve algum tipo de movimento, porém tais ideias não foram mantidas, quando articuladas na explicação do ciclo dia/noite, e pautaram suas noções em um modelo de Terra plana. Esta observação confirma os apontamentos feitos por Bisch (1998), quando observou que as respostas das crianças, nem sempre demonstram uma coerência ao longo das etapas que compõem a pesquisa, pois elas apresentam concepções que podem divergir dentro de um mesmo tema. Relativo à concepção de Terra plana, os dois discentes mencionados corroboram as ideias suscitadas por Nussbaum e Novak (1976), quando dizem que os alunos até respondem que a Terra é redonda, mas seu pensar é baseado em uma Terra plana, orientada em observações centradas a partir do local onde estão.

Outro ponto a abordar é relativo ao movimento do Sol e da Lua exibido pelos discentes. Eles mencionam o movimento do Sol e Lua para norte e sul, correspondendo à noção de abaixo/acima ou subida/descida. Esta forma de raciocinar se relaciona com o “modelo mecanicista”, apontado por Diakidoy, Vosniadou e Hawks (1997), quando caracterizam o movimento do Sol e da Lua acima/abaixo ou subida/descida, em torno da Terra estacionária.

As ideias dos discentes serão representadas pelos registros de Jane, que compõem o modelo 2 apresentado a seguir pela figura 104.



Figura 104 - Construção do modelo 2 pautado nas ideias de Jane sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 2			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p>A Terra fica parada e o Sol e a Lua giram em volta da Terra.</p> 		
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: <i>Sim...ela gira entorno dela.</i>			
SOL: <i>Sim...em volta da Terra.</i>			
LUA: <i>Sim...do lado inverso do Sol</i>			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
<p>Na escola eu não aprendi muito... o que mais sei foi por ter participado de um curso.</p>	<p><i>É a lua que gira em volta do sol e a terra gira em volta do sol. A lua gira em volta do sol e a terra gira em volta do sol. A lua gira em volta do sol e a terra gira em volta do sol.</i></p>		<p><i>É a lua que gira em volta do sol e a terra gira em volta do sol. A lua gira em volta do sol e a terra gira em volta do sol. A lua gira em volta do sol e a terra gira em volta do sol.</i></p>

Fonte – A autora


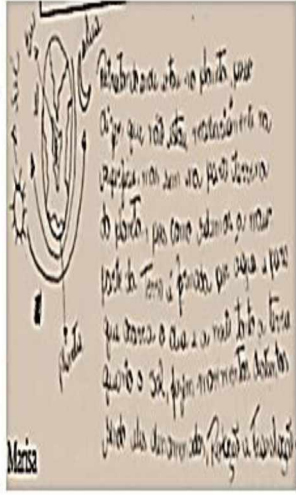

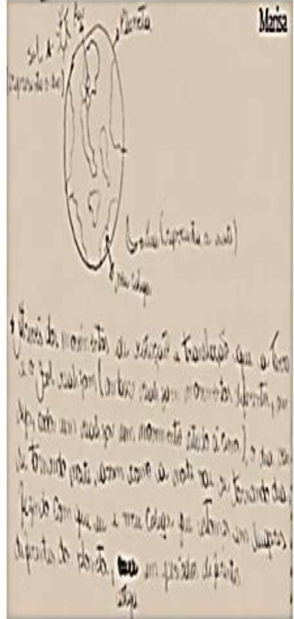
Os dezessete alunos restantes basearam suas ideias em uma Terra em movimento. Para eles, o planeta realiza algum tipo de movimento que contribui para a formação do dia e da noite. As justificativas, quanto a esses movimentos, é que se diferem umas das outras. Iniciamos pelo modelo apresentado por Marisa. A explicação da aluna foi a de que a Terra e o Sol descrevem movimento de rotação, um em volta do outro. Sobre a Lua, a discente disse que a Lua tem movimento, mas, em seus registros e simulações, o satélite não foi mencionado. A ideia representada por Marisa, de que o Sol gira em volta da Terra, remete ao modelo Geocêntrico, levantado por Schwarz et al. (2008), cujas características estão pautadas em o Sol girar em torno da Terra e dos planetas. As explicações da aluna são baseadas nas características de Terra plana e também de Terra redonda. Tal observação, se relaciona aos



trabalhos de Nussbaum e Novak (1976), e leva-nos a inferir que a noção de Terra esférica não foi ainda construída, em sua totalidade, pela aluna.

As ideias de Marisa compõem o modelo 3, pois partem de explicações nas quais Sol e Terra descrevem rotação em torno um do outro. As ideias que formam tal modelo estão presentes na figura 105.

Figura 105 - Construção do modelo 3 pautado nas ideias de Marisa sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 3			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
<p>Pessee no planeta Marisa</p> 	<p>A Terra gira, o Sol também e aí vai aparecendo a Lua e as estrelas.</p> 		
MOVIMENTO DOS ASTROS			
TERRA: <i>Sim...ela gira em torno dela.</i>			
SOL: <i>Sim...ele gira em torno da Terra.</i>			
LUA: <i>Não sei.</i>			
ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES			
<i>Por meio de leituras e da escola.</i>			


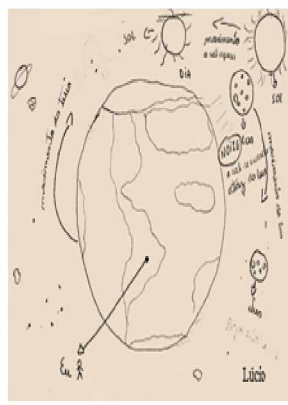

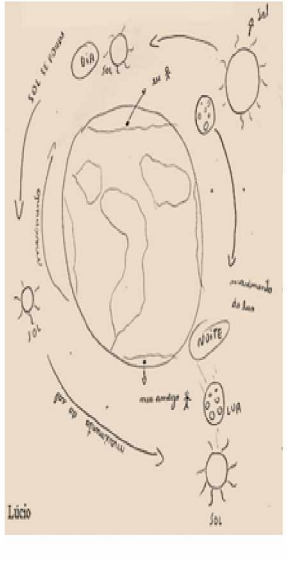
Fonte – A autora

Em outra direção, apresentamos as noções evidenciadas por Lúcio, que explica o fenômeno mediante o movimento descrito pela Terra em volta dela mesma, com Sol e Lua também em movimentos. Todavia a Lua passa na frente do Sol e tapa-o, ocasionando a noite. Nesta ideia, a noção de Terra plana fica evidente, quando o aluno pensa que, com o movimento da Terra, em torno de seu eixo, um dos astros passa na frente do outro, tapando-o. Esta é uma visão revelada a partir da observação imediata do céu. Como aponta Nussbaum e Novak (1976), os elementos que correspondem ao entendimento da ideia de Terra esférica ainda não foram assimilados. Este modelo se assemelha, em partes, ao “modelo eclipse”,

proposto por Vega- Navarro (2001) quando elucida que a ocorrência da noite é devido a Lua tapar o Sol, sendo que as demais características desse modelo não se ajustam aqui.

As ideias apresentadas por Lúcio formam o modelo 4, e estão representadas na figura 106.

Figura 106 - Construção do modelo 4 pautado nas ideias de Lúcio sobre o fenômeno dia/noite.



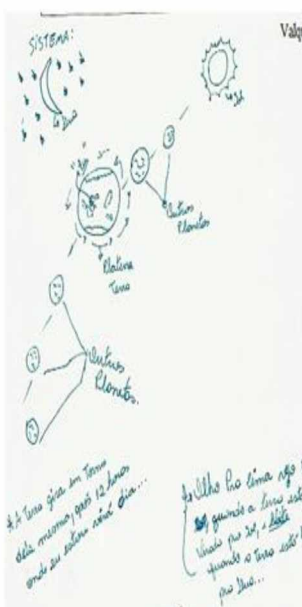

MODELO 4			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
<p>Pessoa no planeta</p>  <p>Lúcio</p>	<p><i>O Sol vem, esconde atrás da Lua e aí é noite. A Terra fica girando junto dela e com os outros.</i></p> 	 <p>Lúcio</p>	 <p>Lúcio</p>
<p><b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b></p> <p><b>TERRA:</b> <i>Sim...ela faz movimento de translação e rotação.</i></p> <p><b>SOL:</b> <i>Sim...ele vai para trás da Lua</i></p> <p><b>LUA:</b> <i>Ela não movimenta</i></p>			
<p><b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b></p> <p><i>Apreendi mais na TV, na escola nem tanto, só um pouco no fundamental.</i></p>			

Fonte – A autora

Os outros treze discentes justificaram que o ciclo dia/noite se dá devido ao movimento realizado pela Terra em torno de seu próprio eixo, mesmo estando o Sol e a Lua estacionários em lados opostos. Essa representa a ideia da maioria dos alunos do 3º ano do Ensino Médio envolvidos no trabalho. Para eles, a Terra, ao descrever seu movimento de rotação, fica ora virada para o Sol, caracterizando o dia, ora para a Lua, sendo noite. Os estudantes entendem que dia e noite estão em partes diferentes no céu, sendo diferenciados pelo Sol e Lua, que estão em lados opostos, como se o céu estivesse dividido entre uma região clara e outra escura. Os registros de Valquíria representam a ideia exposta por esse grupo de estudantes, embora a estudante tenha dito que “*acha que o Sol movimenta*”, não sendo convicta em seu relato. Seus registros gráficos apresentam o Sol parado. Para a maioria, as respostas apontam

que o Sol não descreve nenhum tipo de movimento no céu. A figura 107 mostra as ideias de Valquíria, que representam este grupo de discentes, caracterizando-os como modelo 5.

Figura 107 - Construção do modelo 5 pautado nas ideias de Valquíria sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 5			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
 <p>Terra Valquíria</p>	<p>A Terra gira em volta dela mesma, aí ela fica virada para o Sol, sendo dia e depois para a Lua, ficando noite.</p>  <p>Valquíria</p> <p>1. DIA 2. NOITE 3. PLANETA TERRA</p> <p>1. A Terra gira em torno dela mesma.</p> <p>2. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>3. Dia virado pra Sol DIA</p>	 <p>Valquíria</p> <p>SISTEMA:</p> <p>1. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>2. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>3. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>4. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>5. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>6. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>7. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>8. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>9. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>10. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>11. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>12. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>13. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>14. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>15. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>16. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>17. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>18. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>19. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>20. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>21. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>22. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>23. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>24. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>25. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>26. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>27. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>28. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>29. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>30. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>31. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>32. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>33. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>34. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>35. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>36. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>37. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>38. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>39. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>40. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>41. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>42. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>43. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>44. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>45. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>46. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>47. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>48. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>49. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>50. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>51. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>52. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>53. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>54. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>55. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>56. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>57. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>58. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>59. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>60. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>61. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>62. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>63. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>64. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>65. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>66. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>67. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>68. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>69. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>70. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>71. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>72. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>73. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>74. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>75. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>76. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>77. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>78. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>79. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>80. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>81. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>82. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>83. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>84. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>85. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>86. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>87. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>88. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>89. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>90. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>91. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>92. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>93. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>94. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>95. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>96. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>97. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>98. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>99. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>100. Dia virado pra Sol DIA</p>	 <p>Valquíria</p> <p>SOL - DIA</p> <p>LUA - NOITE</p> <p>1. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>2. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>3. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>4. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>5. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>6. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>7. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>8. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>9. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>10. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>11. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>12. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>13. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>14. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>15. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>16. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>17. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>18. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>19. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>20. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>21. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>22. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>23. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>24. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>25. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>26. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>27. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>28. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>29. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>30. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>31. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>32. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>33. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>34. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>35. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>36. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>37. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>38. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>39. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>40. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>41. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>42. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>43. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>44. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>45. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>46. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>47. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>48. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>49. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>50. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>51. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>52. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>53. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>54. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>55. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>56. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>57. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>58. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>59. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>60. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>61. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>62. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>63. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>64. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>65. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>66. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>67. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>68. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>69. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>70. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>71. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>72. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>73. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>74. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>75. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>76. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>77. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>78. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>79. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>80. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>81. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>82. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>83. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>84. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>85. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>86. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>87. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>88. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>89. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>90. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>91. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>92. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>93. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>94. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>95. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>96. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>97. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>98. Dia virado pra Sol DIA</p> <p>99. Dia virado pra Lua NOITE</p> <p>100. Dia virado pra Sol DIA</p>
<p>MOVIMENTO DOS ASTROS</p> <p>TERRA: Sim, ela gira em torno dela mesma.</p> <p>SOL: Não tenho certeza, acho que sim...</p> <p>LUA: Não</p>	<p>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</p> <p>Na escola, em um projeto que participei. Foi onde aprendi a maioria das coisas...</p>		

Fonte – A autora


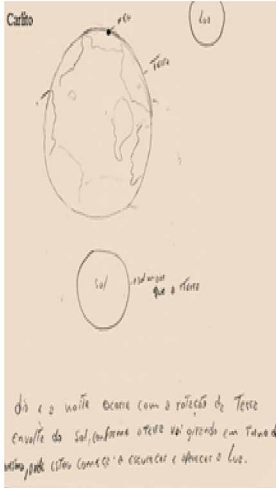

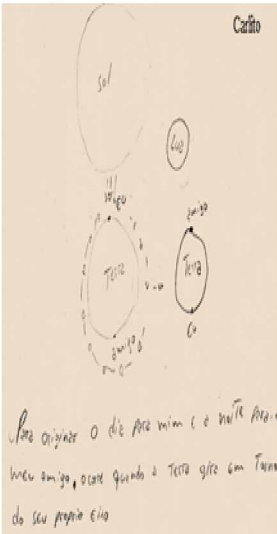
Os resultados mostrados por este grupo de alunos expressam um modelo mental que também corresponde aos levantados na literatura, como os “modelos sintéticos” de Vosniadou e Brewer (1994). Em partes, também pode ser associado ao “modelo número 2” de Samarapungavam, Vosniadou e Brewer (1996). Consideramos “em partes”, pois nossos alunos não mencionaram acerca do sentido de rotação da Terra, pois dizem apenas que o planeta “gira em torno de si”, ou “em torno de seu eixo”, mas não citaram o sentido desse movimento, dado que é exposto nos resultados do modelo dos autores mencionados. Assemelham-se também, em algumas das caracterizações com o “modelo rotacional”, levantado por Vega-Navarro (2001), quando diz que os alunos da educação primária afirmam que o dia tem a ver com a presença do Sol e a noite com a da Lua, e, também, a posição





astros parados. À medida que este movimento vai ocorrendo, o dia e a noite vão se alternando. Na visão topocêntrica, o discente explicou que tal fenômeno ocorre devido ao movimento das nuvens e a explicação, pautada fora do planeta, se dá na direção do movimento da Terra em torno de seu eixo. Assim, percebe-se que as justificativas são pulverizadas, indo para várias direções, não mostrando um pensamento lógico. A figura 109 exhibe as noções do aluno, que caracterizam o modelo de número 7.

Figura 109 - Construção do modelo 7 pautado nas ideias de Carlito sobre o fenômeno dia/noite.

MODELO 7			
MODELAGEM DA TERRA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNÂNCIA DIA/NOITE	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISÃO TOPOCÊNTRICA	ALTERNÂNCIA DO DIA/NOITE VISTA DE FORA DO PLANETA
	<p><i>A Terra gira em torno do Sol. A Lua fica parada.</i></p> 	 <p><i>Quando olhamos para o céu percebemos que as nuvens se movem e assim esse processo se chama rotação e assim, surgem o dia e a noite.</i></p>	 <p><i>Para explicar o dia e a noite é a rotação da Terra. Meu amigo, sabe quando a Terra gira em torno do seu próprio eixo.</i></p>
<b>MOVIMENTO DOS ASTROS</b>			
<b>TERRA:</b> Sim, em torno do Sol.			
<b>SOL:</b> Não			
<b>LUA:</b> Sim			
<b>ORIGEM DAS EXPLICAÇÕES</b>			
<i>Não aprendeu muito na escola. A maior contribuição foi na participação em um projeto.</i>			

Fonte – A autora

Ideias contraditórias, que não se aglutinam em um modelo, também foram encontradas por autores, como Vega-Navarro (2001) e Schwarz et al. (2011). Nossos resultados se assemelham às características deste último autor, no sentido de que os discentes apresentaram explicações de modo a não caracterizar um tipo de modelo específico.

Perante as ideias apresentadas pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio, organizamos os modelos por eles expostos em um quadro, para que se tenha um panorama

conjunto do pensar desses discentes. Cada modelo exhibe a noção de Terra e seu movimento; os movimentos do Sol e da Lua, bem como as explicações dadas acerca do ciclo dia/noite. Na frente de cada explicação, inserimos, entre parêntese, o número de alunos participantes de cada modelo, o qual chamamos de frequência. No quadro 7, exibimos tal ideia.

Quadro 7 – Modelos mentais construídos pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio acerca do ciclo dia/noite

MODELO MENTAL	MODELO MENTAL DE TERRA	MODELO MENTAL DO SOL	MODELO MENTAL DA LUA	MODELO MENTAL DO CICLO DIA/NOITE
1	Oca e movimenta em 360°.	Movimenta igual a Terra.	Movimenta igual ao Sol.	Terra parada. Sol e Lua trocam de lugar em volta da Terra. (1)
2	Redonda e movimenta em torno de si.	Movimenta em volta da Terra.	Movimenta inverso do Sol.	A Terra fica parada, Sol e Lua giram em volta da Terra. (2)
3	Redonda e gira entorno dela.	Movimenta em volta da Terra.	Não sabe.	Terra e Sol movimentam em rotação um entorno do outro e a Lua não foi mencionada. (1)
4	Redonda e faz movimento de translação e rotação	Movimenta indo para trás da Lua.	Estacionária.	Terra gira em torno de si e o Sol vai para trás da Lua. (1)
5	Redonda e gira em torno de si.	Estacionário.	Estacionária.	Terra gira em torno dela mesma, com Sol e Lua estacionários em lados opostos. (13)
6	Redonda e rotaciona a cada 24h.	Estacionário.	Estacionário.	Terra gira entorno dela mesma, o Sol rotaciona a Terra e a Lua não foi mencionada. (1)
7	Redonda e gira em torno do Sol.	Estacionário.	Movimenta.	A Terra rotaciona em volta do Sol, as nuvens também rotacionam (não disse em volta de qual astro) e Lua não foi mencionada. (1)

Fonte – A autora

Mediante os modelos apresentados, percebemos que podemos reagrupá-los em quatro categorias, seguindo as características e designações já e mencionadas nos eixos anteriores. Assim, temos:

- 1) Terra plana e estacionária: englobam os estudantes que disseram que a Terra se encontra parada, com o Sol e a Lua descrevendo movimentos em torno do planeta, sendo que estes astros sobem/descem. Correspondem a esta noção, os discentes que apresentaram os modelos 1 e 2, mostrados no quadro 7.
- 2) Terra redonda e em movimento: são aqueles alunos que disseram que nosso planeta executa movimento, variando as justificativas quanto ao fenômeno

estudado, mas que, em certa medida, trazem elementos pautados em informações e conceitos, que vão além da experiência cotidiana. Esses discentes possuem explicações fragmentadas, que, às vezes, não se articulam em um pensamento lógico, e que nem significam que suas justificativas, no todo, estejam corretas, mas, sim, que já superaram a ideia de Terra estacionária. Revelam ideias a respeito do movimento do planeta em torno de si, e dos demais astros, e como este arranjo se articula. A esta noção, correspondem os modelos de números: 3,4 e 5 mostrados no quadro 7.

- 3) Terra esférica e em movimento de rotação: compreendem ideia que se articulam e estão pautadas, em parte, pela cientificidade, para explicação do fenômeno em estudo. Os discentes que atribuem o dia/noite ocorrer devido ao movimento de rotação do planeta, que este se dá no sentido oeste/leste, que o Sol se encontra fixo e que a Lua, como satélite, translada a Terra. Estas três condições são necessárias para que o fenômeno seja entendido e explicado de modo correto com o cientificamente aceito. Nesta categoria, não houve representantes dos discentes do 3º ano do Ensino Médio com este pensamento.
- 4) Inconsistentes: pensamentos pulverizados sobre o tema e que não se articularam de modo lógico a traçar um tipo de modelo. Estão aqui representados pelos modelos 6 e 7, conforme o quadro 7.

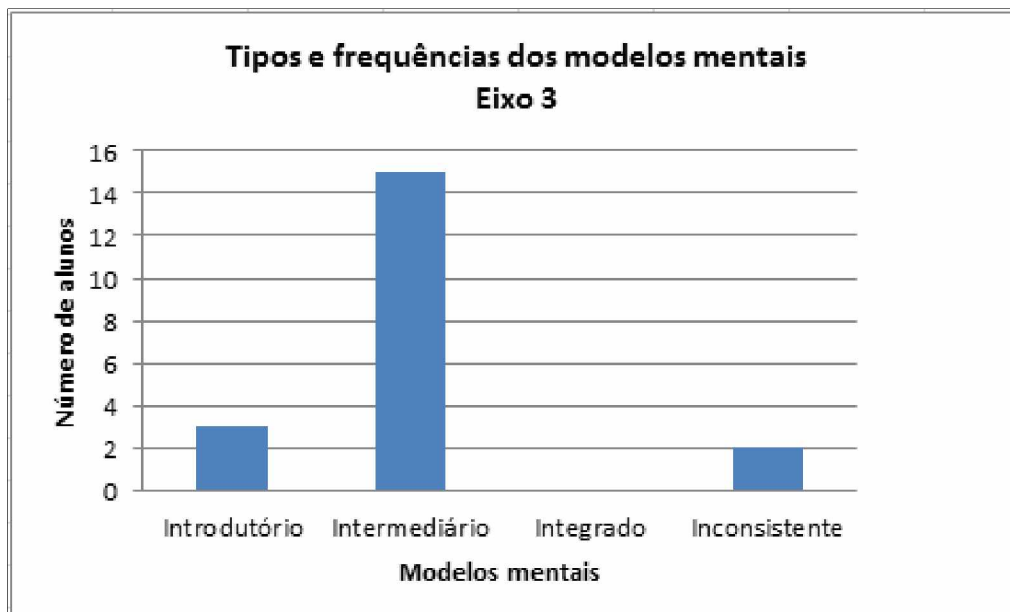
Diante das categorias expostas, mostramos os dados citados em acordo com os modelos mentais por nós intitulados, relacionando-os à frequência em que se manifestaram dentro do quantitativo de envolvidos. As características de cada modelo já foram mencionadas em outros eixos, cabendo, aqui, apenas sua distribuição dentro do total de alunos do 3º ano do Ensino Médio envolvidos.

O modelo Introdutório compreende os alunos envolvidos nos modelos 1 e 2. O modelo Intermediário corresponde aos discentes que apresentaram os modelos 3, 4 e 5. Já para o modelo Integrado não houve representante. Os modelos Inconsistentes, são os que estão presentes nos modelos 6 e 7 do quadro 7.

Diante do obtido, apresentamos, no gráfico 5, os modelos mentais revelados pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio, bem como a frequência de cada um deles.



Gráfico 5 – Tipos de Modelos mentais e suas frequências apresentados pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio- Eixo 3.



Fonte – A autora

Os resultados exibem que a maioria dos alunos do 3º ano do Ensino Médio exibe um modelo Intermediário do fenômeno dia/noite. Tal dado quer dizer que estes discentes exibem ideias pulverizadas, que não são explicadas de modo articulado com os conceitos científicos. Apresentam um conhecimento fragmentado e partes dos conceitos científicos levantados se misturam com ideias errôneas acerca do tema, como dizem Frède, Troadec e Frappart (2009). Fica evidente que os movimentos realizados pelos astros e como estes movimentos se dão são dúvidas, explicitadas pelos alunos, que interferiram em suas explicações. Tal inferência foi levantada por Vosniadou e Brewer (1994) em seus trabalhos e que aqui estão presentes.

Os modelos Intermediários aqui construídos vão na direção dos modelos sintéticos propostos por Vosniadou e Brewer (1994), os quais apresentam ideias que ainda carecem de algum tipo de conhecimento, para que o fenômeno seja explanado de modo correto, mas que, também, possuem algum tipo de cientificidade nas suas justificativas. Outro dado aqui revelado é de que os alunos demonstraram dificuldades em explicar o fenômeno, elemento que foi abordado por Schwarz et al. (2011), em trabalho com alunos também do Ensino Médio.

Um quantitativo menor, porém presente, foi os de alunos que exibiram um modelo de Terra plana. Esperávamos que, neste nível de ensino, tal noção já tivesse sido superada pelos discentes e que outros elementos, mais próximos ao científico, fizessem parte de suas explicações.

A não presença do modelo Integrado e a frequência de dois modelos Inconsistentes, nos levam a dizer, também, que, dentre esse universo de estudantes, nenhum deles está terminando o Ensino Médio, com um pensamento interligado de elementos que contribuam para a explicação do fenômeno dia/noite, de modo completo e condizente ao cientificamente aceito. As três condições básicas para tal, ou seja: 1) noção de Terra que rotaciona de oeste para leste; 2) o Sol não realiza movimento e 3) a Lua, como satélite da Terra descreve um movimento em torno do planeta, não estão presentes nos modelos mentais destes alunos. Tais ideias permeiam de elementos necessários e que se articulam, para que o ciclo dia/noite seja explicado de modo apropriado com este nível de ensino.

Tais inferências corroboram a exposição dos discentes, quando perguntados sobre a origem das informações. Para a maioria, a escola não contribuiu de modo significativo para com o estudo de temas relacionados com a astronomia e que tais temas, pela importância que se apresentam em nosso dia a dia, deveriam ser mais abordados. As informações desses estudantes vieram por meio de participação em projetos de astronomia e também por meio da internet, filmes e TV.

Tais dados são importantes para revelarmos, a seguir, o trânsito entre os diferentes referenciais adotados.

#### **5.3.5.2 Trânsito entre os referenciais adotados**

Utilizando dos modelos mentais identificados anteriormente, analisamos, neste item, o entendimento dos estudantes acerca do fenômeno dia/noite mediante diferentes perspectivas. As explicações partem de uma visão topocêntrica, ou seja, do local onde ele (aluno) se encontra aqui na Terra, e em outra perspectiva, com um olhar externo ao planeta. Para tal, utilizamo-nos da simulação, empregando um material por nós confeccionado e já detalhado nos eixos anteriores, correspondendo às situações I e II (Apêndice C), que contemplam questionamentos acerca dos dois referenciais aqui tratados. Com estas explicações, tecemos considerações acerca do entendimento dos discentes nas duas perspectivas, a este movimento entre elas denominamos de trânsito.

Na perspectiva Topocêntrica, que envolve a situação I, podemos dizer que, de modo geral, os alunos apresentaram dificuldades em relacionar seus conhecimentos com os já mencionados anteriormente e, até mesmo, com o que estavam visualizando no céu, naquele momento. As justificativas apresentadas são diversificadas e em muitos casos, aleatórias, sem estabelecer ligações com aspectos já citados.

Na perspectiva externa ao planeta, pode-se perceber maior familiaridade com os materiais e um menor grau de dificuldade na execução da tarefa, não significando que as justificativas dos alunos se dessem de forma coerente. Eles atribuíram tal fato a uma aproximação com os recursos utilizados na escola, como o globo terrestre, e também aos esquemas e imagens mostrados nos livros didáticos. Nesta etapa, também houve mudança de opiniões em relação aos movimentos dos astros e novas explicações foram reorganizadas por parte dos estudantes.

Os dados encontrados em cada uma das etapas serão exibidos a seguir, no quadro 8, juntamente com os modelos mentais identificados entre os discentes e com as ideias já apresentadas sobre o fenômeno, nos dois referenciais quando analisadas nos registros gráficos.

Quadro 8 – Ideias dos alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre o fenômeno dia/noite pautados em diferentes referenciais.

MODELO MENTAL DO CICLO DIA/NOITE	IDEIAS APRESENTADAS SOBRE O CICLO DIA/NOITE NAS ETAPAS ANTERIORES À SIMULAÇÃO		IDEIAS APRESENTADAS SOBRE O CICLO DIA/NOITE DURANTE A SIMULAÇÃO	
	VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA	VISTO DE FORA DA TERRA	VISTO DA SUPERFÍCIE DA TERRA	VISTO DE FORA DA TERRA
INTRODUTÓRIO	* Terra estacionária. Sol e Lua nasce e some. (freq. 1)	* O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 1)	* Terra parada e o ciclo dia/noite se dá mediante ao movimento descrito pelo Sol. (freq.1)	* Girou o Sol em torno da Terra, mantendo esta parada. (freq.1)
	* Terra estacionária, com Sol e Lua em lados diametralmente opostos, girando em torno da Terra. (freq. 2)	* O Sol e a Lua giram em torno da Terra estacionária. (freq. 2)	* Terra parada e o Sol se movimenta em torno da Terra. (freq.2)	* Girou o Sol em torno da Terra, mantendo esta parada. (freq.2)
INTERMEDIÁRIO	* Terra e o Sol movimentam em rotação, em volta um do outro. Lua não mencionada. (freq. 1)	* Terra e Sol rotaciona um em relação ao outro e Lua não foi mencionada. (freq. 1)	* Terra parada e o Sol gira em torno da Terra (freq. 1)	* Manteve a Terra parada e o Sol girando em torno do planeta. (freq.1)
	* A Terra gira em volta dela, a Lua passa na frente do Sol. (freq. 1)	* Terra gira em torno de seu eixo e arrasta o Sol e a Lua consigo. (freq.1)	* O Sol e a Terra se movem, mas não soube explicar. (freq.1)	* Girou a Terra e manteve o Sol parado. (freq. 1)
	* A Terra gira em torno de seu eixo, Sol e Lua, estacionários e em lados opostos no céu. (freq.13)	* A Terra gira em torno de seu eixo, com Sol e Lua estacionários e em lados opostos. (freq. 13)	* Terra parada, com o Sol a descrever uma trajetória em torno da Terra a cada 24h. (freq.6)	* Manteve a Terra parada e o Sol girando em torno da Terra. (freq.3)
			* O Sol descreve uma trajetória no céu, que é devido ao movimento realizado pela Terra. (freq. 7)	* Girou a Terra e manteve o Sol parado. (freq.3)
				* Girou a Terra e manteve o Sol parado. (freq.7)
INTEGRADO	---	---	---	---
INCONSISTENTE	* Não mencionou movimento dos astros. Atribuiu à incidência dos raios solares na Terra à explicação do fenômeno dia/noite. (freq.1)	Terra gira em volta dela, o Sol rotaciona a Terra e a Lua não foi mencionada. (freq.1)	* Terra parada, com o Sol descrevendo uma trajetória em torno da Terra a cada 24h. (freq.1)	* Manteve a Terra parada e girou o Sol. (freq.1)
	A Terra gira em torno de seu eixo e as nuvens se movimentam em rotação. (freq. 1)	Terra gira em torno de seu próprio eixo, Sol e Lua não são mencionados. (freq.1)	* O movimento da Terra em torno do Sol e do Sol em torno da Terra. (freq.1)	* Manteve a Terra parada e girou o Sol. (freq.1)

Fonte – A autora

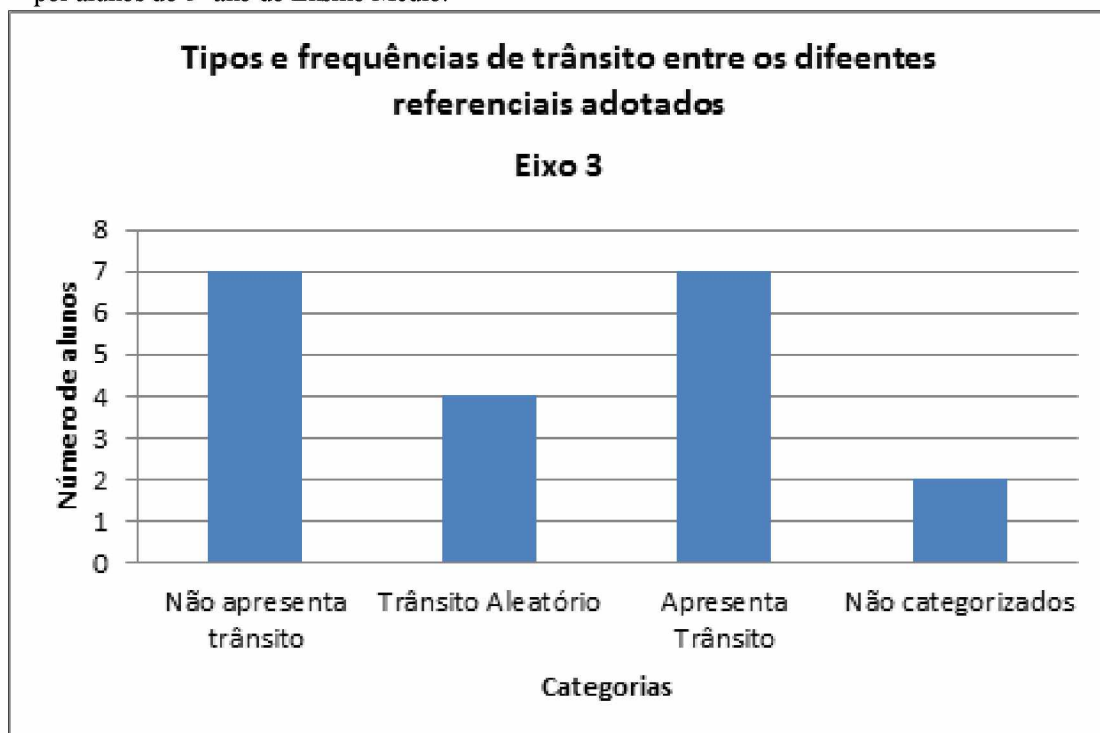
Em análise aos dados apurados, percebemos que os discentes que se enquadram no modelo Introdutório do fenômeno dia/noite não evidenciam um trânsito em suas explicações, conforme os diferentes referenciais adotados. Suas ideias foram pautadas em uma Terra estacionária, cujas respostas mantiveram a mesma linha ao longo das atividades e foram baseadas na observação direta do fenômeno, tal qual é visto ao olhar para o céu. Dentro deste tipo de modelo, temos cerca de três alunos.

Os discentes que exibiram ideias correspondentes ao modelo Intermediário foram os que mostraram explicações mais divergentes em relação aos tipos de referenciais adotados, sendo que este grupo evidenciou uma divisão em suas concepções. São alunos que entendem que a Terra executa algum movimento, mas as dúvidas, em relação ao tipo de movimento executado e como este movimento se dá, fizeram com que suas opiniões fossem diversificadas. Assim, temos um aluno que não apresentou trânsito em suas explicações, permanecendo com a ideia de Terra plana, explicando o fenômeno tal qual é visto, independentemente do referencial adotado. Outro mostrou um trânsito aleatório, ao conceber, na perspectiva topocêntrica, que Terra e Sol descrevem movimentos, mas que, por não saber explicar, não avançou em defesa de seu pensamento. Na outra perspectiva, afirmou que nosso planeta gira entorno do Sol, não expondo, assim, uma explicação plausível sobre o fenômeno dia/noite nos diferentes referenciais.

Sete outros discentes apresentaram trânsito em suas explicações, justificando o fenômeno por meio de diferentes argumentos, porém compatíveis com cada um dos referenciais envolvidos. Isto não quer dizer que suas respostas estavam totalmente coerentes, mas são alunos que entendem que o fenômeno deva ser explicado de modo diferente, em função do referencial. Por fim, houve um grupo formado por seis discentes, que pulverizaram suas explicações. Inicialmente, eram alunos que relataram que a Terra executa movimento em torno de si mesma, com Sol e Lua estacionários, porém, durante a situação I, cerca de três deles afirmaram que nosso planeta está parado, com Sol girando em torno dele mesmo, mantendo esta ideia na etapa seguinte, não apresentando, assim, trânsito entre os diferentes referenciais. Os outros três restantes mostraram uma ideia de Terra parada, com Sol em movimento, e passaram a considerar, após a mudança de referencial, nosso planeta em movimento e o Sol parado. Estes alunos foram classificados como apresentando trânsito aleatório. Os discentes que entraram no grupo dos modelos Inconsistentes não serão classificados quando ao trânsito, por entendermos que não apresentaram ideias coerentes e com plausibilidade, passíveis de ser analisadas, uma vez que se manifestaram de modo pulverizado e difuso.

Diante do exposto, os dados sobre os trânsitos realizados pelos discentes do 3º ano do Ensino Médio foram organizados e apresentados no gráfico 6, como mostrado a seguir.

Gráfico 6 – Frequência entre os tipos de trânsitos nos diferentes referenciais sobre o fenômeno dia/noite, por alunos do 3º ano do Ensino Médio.



Fonte – A autora

Os dados revelam que os estudantes se dividem em quantitativos equivalentes em suas explicações sobre os diferentes referenciais adotados, ou seja, o número de alunos é igual entre aqueles que transitam pelos referenciais com os que não transitam.

Os que não apresentaram trânsito são aqueles estudantes que, entre os referenciais adotados, expressaram dúvidas acerca dos movimentos dos astros e não souberam estabelecer uma relação lógica entre seus conhecimentos com o fenômeno visto no dia a dia. Exibem uma concepção de Terra parada com o Sol e a Lua girando em lados opostos ao planeta, justificativa que parte da observação direta do fenômeno, pautado em uma visão Topocêntrica e, logo, não conseguiram explicar o dia e a noite de outro referencial.

Já os discentes que entendem o fenômeno em uma perspectiva diferente explicam que a Terra realiza movimento em torno de seu eixo, com um Sol estacionário, e justificam que a trajetória descrita pelo Sol, na vista Topocêntrica, é causada pelo movimento do planeta.

De modo geral, os dados nos mostraram que mais da metade dos alunos do 3º ano do Ensino Médio não conseguem estabelecer trânsito entre os diferentes referenciais trabalhados.

São estudantes que estão no final da Educação básica e que concluem uma etapa de sua escolarização apresentando conceitos e conhecimentos ainda não construídos acerca do tema, ou seja, segundo os documentos oficiais, não adquiriam as habilidades e as competências específicas que o tema exige.

Especificamente para o Ensino Médio e o tema aqui abordado, o CBC de Física (SEE/MG, 2007, p. 43) aponta, como parte do conteúdo e habilidade, que os discentes nesta etapa da escolarização, devam “saber explicar do movimento do Sol ao longo do dia e das estrelas à noite, como resultado do movimento da Terra”, entendendo que os demais conteúdos e habilidades pertinentes às etapas anteriores já foram cumpridos e atingidos pelos discentes. Assim, segundo as propostas oficiais de ensino, nacional e mineiro, os alunos, no fim de sua escolarização básica, devem ser capazes de oferecer explicações coerentes e plausíveis acerca do fenômeno dia/noite, bem como revelar entendimento do tema nos diferentes referenciais adotados. Perante os resultados apresentados, o panorama mostrado não se dá nessa direção. O que vemos são alunos que não entendem os movimentos dos astros e tampouco sabem articular os conhecimentos que possuem com os fatos vividos em seu cotidiano, para justificar o fenômeno em estudo.



## 6 À GUIA DE CONCLUSÕES

Os resultados apontados nesta pesquisa nos propiciam trazer algumas considerações sobre o tema abordado, juntamente com o levantamento de algumas reflexões que nos foram possíveis ao longo do processo. Assim, para a construção deste texto, iniciamos retomando os problemas de pesquisa, para buscarmos responder aos nossos questionamentos, trazendo elementos para que nossos objetivos sejam atingidos. Na sequência, perante aos comentários exibidos, teceremos algumas considerações para trabalhos futuros na área da Educação em Astronomia.

### 6.1 Considerações

Retomando o questionamento central desta pesquisa, perguntamos: *Quais modelos mentais são apresentados por estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio quando explicam o dia/noite, a partir de um referencial na superfície da Terra e fora dela? Além disso, buscamos saber se esses mesmos estudantes transitam em suas explicações sobre o mesmo fenômeno, quando o analisam a partir dos diferentes referenciais adotados?*

Em termos gerais, no que se refere aos quatro tipos de modelos mentais por nós intitulados, os discentes apresentaram, nos três níveis de ensino, 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 recorrem a conhecimentos advindos da experiência cotidiana, mas que também expõem justificativas ao fenômeno com certa plausibilidade, apresentando elementos do conhecimento que se aproxima 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. Esses alunos concebem a ideia de que a Terra é redonda, que executa um movimento em torno de seu eixo, porém com o Sol e a Lua estacionários em lados opostos, caracterizando o lado do Sol, como sendo o dia, e o outro, com a Lua, representando a noite.

Tal modelo, quando apresentado nos eixos I e II, até que são mais aceitáveis, por entender que são estudantes mais jovens e que ainda têm mais anos escolares a vencer 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. O que nos chama a atenção é tal percentual se manter no eixo III, pois são estudantes

que se encontram no final do Ensino Médio e que, portanto, estão concluindo a Educação Básica. Podemos inferir, como já apontado, anteriormente, por Vega-Navarro (2001), que tais estudantes não avançaram de modo considerável no confronto das novas informações adquiridas ao longo de sua escolaridade, com as anteriores, advindas do meio e da cultura em que vivem, para a construção de um novo modelo, mais elaborado e que oferece subsídios para explicarem o mundo físico de um ponto de vista científico. São discentes que saem da Educação Básica sem atender a alguns dos pré-requisitos necessários, como a “articulação e o sentido dos conhecimentos” (BRASIL, 2002, p.8), para que os problemas sejam compreendidos e solucionados à luz da Ciência. Essa interpretação nos leva a concluir que algumas competências gerais que dependem do processo de escolarização, como o desenvolvimento de linguagens, por exemplo, não foram desenvolvidas ou não foram atingidas por esses discentes, uma vez que estão prestes a concluir a escolarização básica sem articular, de modo coerente e correto, os conhecimentos científicos, para a explicação de um fenômeno do cotidiano, como o ciclo dia/noite.

Outra observação que os dados nos revelam é a de que o número de modelos Introdutórios, no eixo II, foi maior que o apresentado no eixo I, levando-nos a ponderar que, neste nível de ensino (Fundamental II), os temas ou não foram trabalhados, como propõem os documentos oficiais, ou se foram, não contribuíram para com a construção de novas ideias por parte dos discentes, uma vez que eles ainda continuam com ideias pautadas em um realismo ingênuo, explicando os fenômenos com base na observação imediata do que veem no céu. Levantamos a reflexão de que os conhecimentos adquiridos não estão desenvolvendo competências e habilidades nos discentes, necessárias à interpretação, resolução e ressignificação dos problemas que explicam o mundo físico, como no caso do tema aqui em estudo.

Nessa direção, chamou nossa atenção a não presença, em específico, no eixo III (Ensino Médio), do modelo Integrado, cuja característica é de o discente desenvolver uma construção coerente e articulada entre os temas astronômicos e o mundo físico, para explicar, de modo aceito pela ciência, o fenômeno dia/noite. Para a construção desse modelo, é necessário, por parte dos alunos, justificar que a Terra descreve movimento de rotação, que ocorre de oeste para leste; que o Sol é estacionário e que a Lua não se relaciona com a ocorrência do dia/noite e, sim, que é um satélite da Terra, e translada em torno do nosso planeta. Esses são conhecimentos básicos de Astronomia, e que se relacionam em uma explicação lógica e fundamentada em conhecimentos advindos da ciência, e que os alunos do 3º ano do Ensino Médio deveriam ter evidenciado para a explicação do ciclo dia/noite, fato

esse que não ocorreu. Assim, podemos concluir que as competências e habilidades propostas nos documentos oficiais não foram, de certa forma, atingidas de maneira a propiciar um avanço no pensamento lógico e na construção de novos modelos.

Esse resultado nos leva a inferir que os discentes do Ensino Médio terminam seu processo de escolarização básica sem informações necessárias para o estabelecimento de relações coerentes entre as aceita pela ciência, para explicar o mundo físico. Por isso, a incidência de modelos Intermediários, significando que o processo da aquisição do conhecimento não atingiu, de certo modo, o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias, a ponto de fazer com que esse grupo de alunos confrontasse as ideias anteriores, com as novas informações, gerando novos modelos.

Relativo ao trânsito entre os diferentes referenciais, verificamos que os resultados do eixo I foram dentro do esperado, quando, de modo geral, houve maior índice de estudantes que não realizava 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. Essa justificativa não se aplica aos demais eixos analisados, mediante o número de alunos que não apresentaram trânsito em suas explicações para o fenômeno.

Chama-nos a atenção o número de discentes que não evidenciaram trânsito no eixo III, pois, como dito anteriormente, trata-se de alunos que estão terminando a Educação Básica sem saber explicar o ciclo dia/noite em diferentes perspectivas, conteúdo este que, desde o final do Ensino Fundamental II, já é apresentado nos documentos oficiais. Tal dado nos leva a perceber que o desenvolvimento de competências e habilidades, para que o discente entenda o fenômeno em diferentes perspectivas, está apoiado em atividades anteriores, que, provavelmente, não foram desenvolvidas em sala de aulas, ou se foram, não cumpriram com seus objetivos ao longo de seu processo de escolarização, atividades estas que exploravam a noção da espacialidade, a forma dos astros, e os movimentos que descrevem.

Podemos ainda dizer, mediante os dados e discussões aqui levantadas, que, de modo geral, o ensino formal desses discentes não contribuiu, em certa medida, para uma compreensão do fenômeno dia/noite em diferentes perspectivas, como já citado, anteriormente por Plummer (2009). Como ratificou a autora, o movimento aparente e o real do céu, não são entendidos, e nem compreendidos, se o ensino é sustentado numa visão de

“cima” ou num modelo centrado no Sol. A autora ainda acrescenta que, para tal entendimento, é necessário que haja mudanças nos sistemas de referências e nos modelos utilizados no ensino. Fato é que, nesse trabalho, os alunos verbalizaram maior “facilidade” em explicar o fenômeno, apoiado em uma perspectiva fora da Terra, sistema de referência empregado, com maior frequência, nos livros didáticos.

Assim, em resposta aos nossos questionamentos de pesquisa, podemos salientar que os modelos mentais identificados entre os discentes, de modo geral, foram: o modelo Intermediário, o mais recorrente, independentemente da etapa da Educação Básica pesquisada; o modelo Introdutório esteve presente em todos os níveis de ensino, ainda que em menor quantidade; já o modelo Integrado, não foi apresentado por nenhum discente, em nenhum dos níveis de ensino pesquisados.

De um modo geral, pode-se dizer que esses estudantes, em seu processo de escolaridade, construíram modelos Introdutório e Intermediário, não atingindo um nível de coerência e explicações embasadas pelo cientificamente aceito, com a construção de modelo Integrado. Pode-se aventar que, perante aos tipos de modelos mentais apresentados, as justificativas dos alunos foram buscadas, em certa medida, na experiência e nas informações da vida cotidiana, mescladas a elementos que se aproximam do cientificamente aceito pela ciência; são explicações que se misturam, com certo avanço, quando comparadas com as ideias primeiras advindas do senso comum, porém a serem ainda trabalhadas. Houve, também, aqueles que revelaram modelos Inconsistentes, mas em menor grau.

Esperávamos, com um menor número, a presença de modelos mentais Integrados no eixo III, fato que não ocorreu, devido aos pontos já levantados, mas que passam pela fragmentação dos conteúdos, causadas pela não relação entre estes e a vida cotidiana dos discentes, pela formação, pelo currículo, pela organização da escola e outros fatores que interferem nesse resultado.

Quanto ao trânsito dos discentes entre os diferentes referenciais para explicação do fenômeno dia/noite, verificamos que houve maior pulverização dos resultados. Os discentes do eixo I, devido à maior presença de modelos Introdutórios, não apresentaram “trânsito” entre os diferentes referenciais, uma vez que apoiaram suas ideias pela observação direta do fenômeno, como visto no céu, ou seja, basearam-se em uma noção Topocêntrica. Já os discentes que compõem o eixo II e eixo III tiveram os conteúdos relativos a tais ensinamentos em seus programas de ensino, apresentando assim, um maior número de “trânsito” e “trânsito aleatório”. Esse grupo são alunos que reconhecem que a explicação deva mudar mediante a alteração do referencial, mas não sabem explicar o fenômeno utilizando de argumentos

necessários para cada referencial adotado, por isso, as explicações quanto a este quesito se dão de modo pulverizado.

Especificamente no eixo III, os alunos do Ensino Médio registraram um mesmo quantitativo de discentes que apresentam “trânsito”, com os quais não se verificou o trânsito, dado que corrobora os tipos de modelos mentais levantados e analisados anteriormente, dos discentes deste eixo. Considerando que o modelo mental mais recorrente neste eixo é o Intermediário, fica evidente que os alunos não exibem elementos cientificamente coerentes em suas explicações para justificar o fenômeno, assim, a falta destes elementos contribui, para uma maioria considerável, para não entender e não articular ideias de modo a explicar o fenômeno, baseado em locais diferentes. Por isso, o alto índice de alunos que “não apresentam trânsito” em suas explicações. Nesse sentido, nossa percepção foi a de que, nesse nível de ensino, o “trânsito” levantado ou não pelos discentes é, em certa medida, atrelado ao tipo de modelo mental por ele construído.

## 6.2 Contribuições

Assim, para que as respostas aos nossos questionamentos fossem por nós levantadas, percebemos, ao longo do processo, informações que podem ser apontadas 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 pelos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio, tomando por base os referenciais assentados na superfície da Terra e fora dela. Nessa direção, levantamos algumas contribuições pautadas nos seguintes aspectos:

### 1) A sala de aula:

Dentre os temas abordados, levantamos nosso olhar para a sala de aula, em pontos que podem sofrer interferência do professor, para que alguns aspectos e conhecimentos básicos possam ser trabalhados antes mesmo de outros, contribuindo com o processo de aprendizagem e de um entendimento em temas futuros de modo articulado e coerente.

- O céu dos alunos: diante dos dados levantados, percebemos que a maioria dos alunos construiu uma ideia de que existem dois céus: um para o dia, sendo representado pelo Sol, e outro pela noite, sendo representado pela Lua e as estrelas. São céus fixos, e o movimento que a Terra realiza em torno de si é que nos mostra qual deles estamos vendo, sendo a metade dia (aquele que está voltado para o Sol) e a outra metade noite (aquele que está voltado para a Lua e estrelas). Outros estudantes, uma minoria,

pensam em um céu diurno “integrado”, com a presença da Lua e das estrelas, mas que tais astros não são vistos em razão da “forte” luminosidade do Sol, fato, até certo ponto, correto, mas que pensam que a noite é marcada pela presença da Lua e das estrelas, pois o Sol foi para outro lugar do mundo, ou seja, ele sai do céu e deixa de iluminá-lo, por isso, enxergamos as estrelas e a Lua, que estão juntas no céu.

*Sugestões:* mediante esta observação, é importante 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, 2014a, 2015), por meio da observação da Lua no céu. Acreditamos que, ao desenvolver tal atividade, os discentes possam perceber que a Lua pode ser vista durante o dia, desconstruindo a ideia de que a noite é caracterizada pela sua presença (LONGHINI; GOMIDE, 2014a). Por fim, utilizar-se de atividades que envolvam a climatologia, para que entendam que nuvens, ventos e outros elementos meteorológicos são fenômenos que estão muito próximos, dentro da atmosfera terrestre, e que não influenciam na ocorrência do dia e da noite. Com estas atividades, que podem ser iniciadas no eixo I, os discentes são despertados, para além do desenvolvimento de conceitos, e, possivelmente, passem a estabelecer uma relação mais íntima com o céu, estreitando a “distância” entre céu e Terra.

- Forma dos astros: Foi observado, durante as entrevistas, que, quando perguntados sobre a forma dos astros, a maioria justificou suas ideias com base em fotos, filmes, ou internet. Poucos afirmaram que é a forma com que veem no céu. No que se refere ao Sol, mesmo sabendo que não se deve olhar diretamente para ele, não são necessários grandes esforços para saber sobre sua forma, logo, é um dado que está presente no firmamento, bastando olhar para cima de nossas cabeças, pois a resposta se encontra visível a todos. Mas o que fato é que a maioria citou outras formas do Sol, para justificarem a configuração modelada.

Em relação às estrelas, houve uma dificuldade verbalizada pela maioria sobre sua modelagem. Boa parte dos estudantes ficou presa a um modelo de estrelas com pontas (a maioria as fez na modelagem, com as massinhas), os que modelaram tais astros com a forma redonda deixaram claro que é porque não sabiam representá-la de outro modo, mas não porque acreditavam ser esta a forma do astro no céu. Ficou evidente que a

maioria não sabia sobre sua forma e muito menos estabeleceram a relação de que o Sol é uma delas.

Quanto à Lua, a modelagem de sua forma com a massinha, pelos discentes, se deu de modo diferente da observada no céu. Outro aspecto a mencionar é que os alunos não a veem como um satélite da Terra, mas, sim, como um astro que está envolvido no fenômeno em estudo, caracterizando a noite. Ficou evidente, para este conjunto de estudantes do 5º ano, que a Lua foi um elemento que estava diretamente relacionado com a noite, e que de modo unânime atribuíram a ela o mesmo movimento que o Sol, apenas em lados opostos. É muito forte a ideia de Lua caracterizando o céu noturno. Os estudantes do 9º ano também não veem a Lua como satélite da Terra, para esses discentes, ela é uma caracterização do céu noturno.

Quanto à forma da Terra, a maioria dos discentes a representou de maneira esférica, porém não, necessariamente, acreditam que o planeta possua tal forma. Em outros momentos da entrevista e na simulação com os materiais, os alunos apresentavam uma concepção de Terra plana, embora haviam falado que era redonda. Outros a modelaram de forma plana, oca e afirmavam e confirmavam em suas ideias, ao longo do processo, tal forma. Outro ponto a levantar foi quanto a nossa localização no planeta, uma vez que alguns alunos firmaram que estamos dentro do planeta, levando a uma ideia de Terra plana.

*Sugestões:* nesse sentido, propor 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, são caminhos a trilhar que auxiliarão os discentes a conectar com conhecimentos futuros. Buscar exemplos do dia a dia, imagens e modelos, combinados com argumentação e indagação que evidenciem a forma dos astros. O trabalho com a forma dos astros é fundamental para que os discentes entendam conceitos futuros, especialmente, os relacionados com os movimentos descritos pelos astros. São noções que não são adquiridas de imediato, apenas por mostrar e falar a respeito, elas permanecem por algum tempo, como afirmam Nussbaum e Novak (1976), pois são noções que são difíceis de ser mudadas.



- Movimento dos astros: esse foi, sem dúvida, um dos grandes obstáculos a ser vencidos pelos alunos, e foi a dúvida mais recorrente observada nos três níveis de ensino. A grande maioria não soube dizer se Sol e Lua se movimentam no céu e, caso se movessem, como se daria este movimento. Percebemos que, no desenrolar da entrevista, muito dos estudantes não conseguiram avançar em suas explicações e expor suas ideias e passavam a contradizer o que haviam dito anteriormente, especificamente, em relação aos movimentos da Terra. A maioria dos alunos não nomeou o movimento descrito pela Terra, e apenas disseram que ela gira em torno a dela mesma e ou que gira em torno de seu eixo. Percebemos que tal fato se dá por insegurança quanto ao conceito descrito e por já terem ouvido falar que o planeta gira, mas que, na realidade, não sabem se é isso mesmo o que ocorre.

*Sugestões:* os discentes poderão compreender os movimentos descritos pelos astros, se entenderem a forma assumida por eles, bem como o lugar que cada um ocupa no sistema em seu todo. Assim, trabalhar a forma dos astros para depois o movimento que executam são estratégias a adotar. As propostas de atividades que trabalhem os movimentos dos astros em diferentes perspectivas também são um caminho a seguir e relacionar os movimentos com os fenômenos que acarretam aqui na Terra. Sugerimos propostas que utilizem os movimentos dos astros em diferentes perspectivas do observador, para que os discentes entendem que o referencial influencia na explicação do fenômeno. Atividades que saiam da sala de aula e que empreguem do movimento dos astros no céu, como um ponto de observação e entendimento de temas astronômicos, como, por exemplo, a marcação da sombra. Outro aspecto a abordar é o trabalho com modelagem, servindo-se da massinha de modelar ou outro material, para avançar para além da dimensão plana das imagens dos livros didáticos, em contraponto com a tridimensionalidade do mundo real e estabelecer relação entre ambas.

- A simulação com os modelos. Percebemos que, ao representar o fenômeno do dia e da noite com os modelos confeccionados pelos estudantes, o arranjo dos astros, bem como os movimentos que os mesmos realizam, auxiliam o aluno a avançar nos pontos em que apresenta dúvida. Tal cenário de manuseio e simulação com os materiais era evidenciado pela maioria, para explicarem tal fenômeno, independentemente de anteriormente terem sido mencionados ou não sobre o movimento dos astros. A facilidade com as explicações numa perspectiva fora da Terra foi considerada maior

pelos estudantes, quando comparada com as explicações apoiadas na visão topocêntrica. Pensamos que tal análise se dá devido à abordagem do livro didático na perspectiva de fora do planeta e que a dificuldade manifestada pelos discentes, quanto à simulação topocêntrica, ocorre pelo fato de ser uma noção pouco explorada no ambiente escolar, por conta da falta de atividades que envolvam observação, tanto diurna quanto noturna. Não podemos também deixar de mencionar que parte dos estudantes mudaram suas opiniões sobre as explicações do fenômeno após a simulação, que alterava as ideias primeiras, em virtude de verificarem que o que tinham dito não conferia com o que era visualizado. Tal fato ocorreu com um maior percentual nos estudantes que haviam dito que a Terra era imóvel.

*Sugestões:* 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. Tal atividade, combinada com a socialização das ideias, faz com o processo de argumentação contribua na aprendizagem. Outra estratégia é propor modelos de universo, desenvolvidos pelos discentes, e relacioná-los com os dos livros didáticos, para que sejam trabalhadas as diferentes perspectivas do fenômeno. Essa atividade pode ser pré-requisito para o trabalho com fenômeno em diferentes perspectivas.

## 2) A escola:

Como um espaço formativo, percebemos que a escola, dentro do universo pesquisado, não representou uma fonte de informação que ajudasse os alunos a explicarem o fenômeno estudado. Boa parte deles atribui seus conhecimentos a fontes como a internet, filmes, globos, mapa-múndi, conversas e outras. Disseram que, no ambiente escolar, muito pouco se discute e ou se aprende sobre os temas relacionados à Astronomia. Muitos afirmaram que apenas no 5º ou 6º ano viram algo sobre o tema, mas de modo superficial, o qual não trouxe mudanças e nem reflexões em seus pensamentos. Outro ponto observado é que os conhecimentos demonstrados pelos estudantes, muitas vezes, foram expostos de modo desarticulado, ou fragmentado, com fatos que não permitiam estabelecer uma relação com os questionamentos propostos. Fica a impressão de que os alunos memorizam os conceitos trabalhados na escola, mas que não os entendem quando articulados com a realidade vivida por eles. Um exemplo desta ideia é quando perguntados como ocorrem o dia e a noite. Muitos deles atrelam o movimento de rotação ao de translação para explicar o fenômeno, e sabem que um ocorre a

cada 24h e o outro em 365 dias, mas não sabem associar tal conhecimento para formular uma explicação lógica. Mais uma vez, percebemos que existe uma lacuna entre o que é estudado na escola com o que é de fato compreendido pelos alunos e também quanto à relação estabelecida dos temas estudados com o cotidiano vivido pelos discentes. Observamos que a maioria dos alunos não sabe explicar os fenômenos que identificam o cotidiano, de modo coerente e permeados pelos conhecimentos aceitos pela ciência. Assim, os temas relativos à astronomia, apesar de fazer parte dos documentos oficiais, ainda são abordados de modo fragmentado e distante dos objetivos de propostas de trabalho levantadas por esses documentos. Um fator que corrobora tal inferência é o de que o ensino privilegia o uso do livro didático, sendo um forte recurso, quando não único a ser utilizado em sala de aulas. Percebe-se, também, que as competências e habilidades, a serem trabalhadas e sugeridas pelos documentos, não se mostram evidentes entre os sujeitos pesquisados, existindo uma lacuna, entre o que os documentos oficiais sugerem e os resultados encontrados com os discentes.

*Sugestões:* 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 grupo composto por cinquenta e oito discentes, divididos nos três níveis de ensino, que compõem a Educação Básica, quantitativo este que não representa um universo total de alunos e nem tinha a intenção de ser. Nesse sentido, a continuidade deste trabalho, em outras áreas da cidade, é importante, para que se tenha uma dimensão macro dos modelos mentais desses estudantes ao longo de sua escolarização, sendo, sem dúvida, uma consideração não só para a Educação em Astronomia, mas para a Educação Básica em seu todo. Por meio deste mapeamento, podem-se propor estratégias de ensino, que podem ser implementadas, em nível de currículo, com propostas a ser trabalhadas nos diferentes níveis de ensino, com o intuito de que ocorra uma redução das ideias ingênuas, ao longo da escolarização, a favor da construção do conhecimento científico. Assim, no final do Ensino Médio, esses alunos encontrarão argumentos plausíveis e coerentes que expliquem os fenômenos do cotidiano, como no caso desta pesquisa, o ciclo dia/noite, de modo a articular o que veem com o que entendem e com o que de fato ocorre, articulados com os conhecimentos aceitos pela ciência. Só assim, as atividades de sala de aula irão contribuir para com o processo de aprendizagem dos discentes e com o desenvolvimento de competências e habilidades.

## REFERÊNCIAS

BELMONTE, J. A. **Las leyes Del cielo**: astronomia e civilizaciones antiguas, Ed. Tema de hoy, Madrid, 1999.

BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental**: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores, 1998. 301 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K.; **Investigação qualitativa em educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria J. Alvarez, Sara B. dos Santos, Telmo M. Baptista. Portugal: Porto editora; 1994; 336 p., Tradução de: Qualitative Research for Education.

BORGES, T. Como Evoluem os modelos mentais. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 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. **PCN- Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio**. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

BRASIL. **PCN + Ensino médio**-orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais-ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciasnatureza.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2011.

BRASIL. Presidência da República. **Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional**: nº 9394/96. Brasília:1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm)>. Acesso em: 12 de jan. 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília. MEC/SEF, 1998a. 138p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **PCN-Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP. 1999.

CAMINO, N. Aprender a imaginar para comenzar a comprender: los "modelos concretos" como herramientas para el aprendizaje en astronomia. **Revista Alambique**, 42. 2004.

CARVALHO, A.M.P. ;Uma metodologia de Pesquisa para estudar os processos de Ensino e aprendizagem em salas de aula. IN:SANTOS,F.M.T.dos;Greca,I.M.(orgs). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2006, p.13-48.

CHAMIZO, J.A. Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias**, v.7, n. 1, p. 26-41, 2010. Disponível em: < <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/23/21>>. Acesso em: 05 set. 2014.

CHAMIZO, J.A. A new definition os Models and Modeling in Chemistry's taching. **Science & Education**, 2011. Disponível em: < [http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/A\\_New\\_Definition\\_of\\_Models\\_and\\_Modeling\\_in\\_Chemistry.pdf](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.icasonline.net/sei/march2008/19-1-march-2008-65\\_83.pdf](http://www.icasonline.net/sei/march2008/19-1-march-2008-65_83.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2014.

CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. **International Journal of Science Education**, v. 22, n.9, p. 1041-1053, 2000.

COPÉRNICO, N. **Commentariolus**: pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes. Introdução, Tradução e notas de Roberto de Andrade Martins, São Paulo: Nova Stella; Rio de Janeiro: Coppe:Mast, 1990. 180p.

COUPER, H.; HENBEST, N. **A história da Astronomia**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. 288p.

DIAS, C.A.C.M.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, n.6; p. 55-65, 2008.

DIAKIDOY, I.A.; VOSNIADOUS, 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**, vol. 12, n.2., p.159-184, june 1997.

FARIA, R. Z.; VOELZKE, M. R. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 30, n. 4, 2008.

FERRIS, T. **O despertar na via Láctea**: uma história da astronomia. Tradução de Waltensir Dutra, Rio de Janeiro: Campus, 1990. 306p. Título original: Coming of age in the milk way.

FRAKNOI, A.; SCHATZ, D. **El universe a sus pies**: Actividades y recursos para astronomia. Tradução de Anaida Morales-Droz et al. Edición en Español, 2002.

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.

GANGHI, A.; DICOUSKIY, E.; IGLESIAS, M. C. A discussão espacial das fases da Lua. In: LONGHINI, M.D. (org.) **Ensino de Astronomia na escola**. Editora: Átomo, Campinas-SP. 2014. p. 339-358.

GILBERT, J.K. Models and modelling: routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v.2, p. 115-130, 2004.

GILBERT, J. K. Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In GILBERT, J.K. (Ed.), **Visualization in science education**, Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 9 – 27, 2007.

GOMIDE, H.A. **Conhecimentos de astronomia presentes na estrutura dos argumentos de estudantes revelados a partir do trabalho com história problematizadora**. 2012. 179f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG. 2012.

GOMIDE, H. A. ; LONGHINI, M. D. Concepções de Terra de estudantes do Ensino Fundamental: o que revela uma atividade de ensino envolvendo sombras. **Experiências em Ensino de Ciências - (UFRGS)**, v. 8, p. 145-158, 2013.

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.

GRECA, I. M. Algumas metodologias para o estudo de modelos mentais. IN:SANTOS,F.M.T.dos;Greca,I.M.(orgs). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2006, p.400-428.

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.

HOUSOME, Y.; LEITE, C.; DEL CARLO, S. Ensino de astronomia no Brasil. 1850-1951- Um olhar pelo colégio Pedro II. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.02, p.189-204, 2010.

JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental models**. 6ª ed. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1983. 513p.

JUSTI, R.; DRIEL, J. V. The use of the Interconnected Model of Teacher Professional Growth for understanding the development of science teachers' knowledge on models and modeling. **Teaching and Teacher Education**, v. 22, p. 437–450, 2006.

KOYRÉ, A. **Estudos de história do pensamento científico**. Tradução de Márcio Ramalho, 3ª ed., Rio de Janeiro: Forense, 2011. 434 p.

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

KUHN, T.S. **La revolución copernicana: la astronomia planetária en el desarrollo del pensamiento**. Tradução de Domènec Bergadá, 1ª ed, Ariel Filosofia: Barcelona, 1996. 378p.

LANCIANO, N. A complexidade e a dialética de um ponto de vista local e de um ponto de vista global em Astronomia. In: LONGHINI, M.D. (org.) **Ensino de Astronomia na escola**. Editora: Átomo, Campinas-SP. 2014, p. 169-195.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 372 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência)- Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. Educação em astronomia no Brasil: alguns recortes. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física- SNEF- Vitória/ E.S.**, 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n. 02, p. 205-224, 2010.

LATARI, C. J. B.; PUZZO, D. ; TREVISAN, R. H. Astronomia: a investigação da ação pedagógica do professor. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física- EPEF**, Jaboticatubas/M.G., 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/posteres/po22-23.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2009.

LEITE, C.; BRETONES, P.S.; LANGHI, R.; BISCH, S.M. Astronomia na educação básica. In: MATSUURA, O. T. (org) **História da astronomia no Brasil**. Recife: Cepe, 2013. v.1; p. 542-586. Disponível em: <<http://www.mast.br/HAB2013/>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

LEITE, C.; HOUSOME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. **Revista latino-americana de Educação em Astronomia- RELEA**. n. 4, p. 47-68, 2007.

LIU, S. C. From geocentric to heliocentric model of the universe, and the alternative perspectives. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v.6, n.2, 2005. Disponível em: <[www.ied.edu.hk/apfslt/v6\\_issue2/liusc/index.htm](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v6_issue2/liusc/index.htm)>. Acesso em: 19 jan. de 2015.

LONGHINI, M. D. ; GOMIDE, H. A. Quando, com o quê, onde e como se ensina astronomia? Um estudo sobre as concepções de professores em formação e em serviço. In: LONGAREZI, A. M. ; BARAÚNA, S. M.; GUIMARÃES, I. V. (orgs.) **Pesquisas Educacionais**: formação e prática. Campinas, S.P: Editora Alínea, 2012, 290 p.

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, 2014a.

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.



LONGHINI, M. D. ; GOMIDE, H. A. O céu dos alunos: os conhecimentos de astronomia de estudantes do ensino médio com base em um referencial topocêntrico. In: LONGHINI, M.D. (org.) **Ensino de Astronomia na escola**. Editora: Átomo, Campinas-SP. 2014b, p. 321-338.

LONGHINI, M.D.; GOMIDE, H.A.; DEUS, M.F.; FERNANDES, T.C.D. **Ensino de Astronomia com base em histórias problematizadoras**: uma experiência com alunos e professores em formação. EDUFU, 2014.

LÜDKE, M.; ANDRE, M.E.D.A. **Pesquisa Em Educação**: Abordagens Qualitativas. 9ª ed. São Paulo: EPU, 1986, 113 p.

MILONE, A. C. A astronomia no dia a dia. In: MILONE, A. C. et al. **Introdução à astronomia e astrofísica**. Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. São José dos Campos, 2003. p.1-55.

MOREIRA, M.A. Modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2014

MOREIRA, M.A.; GRECA, I. M.; PALMERO, M<sup>a</sup>. L. R. Modelos Mentales y modelos conceptuales em la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. **Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências**, v.2, n.3, p. 84-96, 2002.

MOURÃO, R. R. **Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica**. Rio de janeiro: Nova Fronteira, 1987.

MOURÃO, R.R. de F. **Copérnico** - pioneiro da revolução astronômica. São Paulo: Odysseus Editora, 2003. 271p

NERSESSIAN, N. J. Mental Modeling in Conceptual Change. In: VOSNIADOU, S. ed. **To appear in the Handbook of Conceptual Change**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, in press. 2007. Disponível em: <<http://www.cc.gatech.edu/aimosaic/faculty/nersessian/papers/Nersessian-ModelingConceptualChange.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

NUSSBAUM, J. La Tierra como cuerpo cósmico. In: DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. **Ideas científicas en la infancia y la adolescência**. Tradução de Pablo Manzano. 2ª edição, Madrid: Edições Morata, 1992. p. 259- 290.

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.

PLUMMER, J.D.; KRAJCIK, J. Building a learning progression for celestial motion: elementary levels from an earth-based perspective. **Journal of Research in Science Teaching**, v.47, n.7, p.768-787, 2010.

PUZZO, D. ; TREVISAN, R.H.; LATARI, C.J.B.; LIMA, E.J. Dificuldades e qualidades na aula de astronomia no ensino fundamental. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF- Jaboticatubas/M.G.**, 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/posteres/po22-23.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2010.

QUEIROZ, A.S.B. **Ensino de Astronomia nos 1º e 2º ciclos do nível fundamental e na Educação de jovens e adultos**: exemplos e discussões. 2005. 100f. Dissertação ( Mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, UFRN, Natal/RN. 2005.

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**, Universidade Federal do Rio Grande, v.8, jul. a dez. de 2008.

RAPP, D.N. Mental models: theoretical issues for Visualizations in science education. In: GILBERT, J.K. (ed.) **Visualization in Science Education**, The Netherlands: Springer, p.43-60. 2005. Disponível em: <[http://rapplab.sesp.northwestern.edu/RappLab/Publications\\_files/Visualization%20in%20science%20education%202005%20Rapp.pdf](http://rapplab.sesp.northwestern.edu/RappLab/Publications_files/Visualization%20in%20science%20education%202005%20Rapp.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2014.

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.

SAVIANI, D. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores associados. 2007.

SCHWARZ, B.B.; SCHUR, Y.; PENSOO, H.; TAYER, N. Perspective taking and synchronous argumentation for learning the day/night cycle. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, Springer-science, v.6, p.113-138, 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11412-010-9100-x#page-1>>. Acesso em: 27 out. 2014.

SEBASTIÀ, B. M. La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 1, p. 07-32, 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **CBC-Currículo Básico Comum do ensino fundamental**: ciências- anos finais- ciclos: intermediário e da consolidação. 2014a. Revisão de 2014. Disponível em: <<https://srefabricianodivep.files.wordpress.com/2015/02/cbc-anos-finais-cic3aancias.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **CBC- Currículo Básico Comum do ensino fundamental**: geografia - anos finais- ciclos: intermediário e da consolidação. Revisão de 2014b. Disponível em: <<https://srefabricianodivep.files.wordpress.com/2015/02/cbc-anos-finais-geografia.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **CBC- Currículo Básico Comum do ensino médio: física**. Versão 2007. Disponível em: <  
[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/banco\\_objetos\\_crv/%7B0DE8B1A3-C119-4015-B234-AEB975906CDA%7D\\_fisica.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B0DE8B1A3-C119-4015-B234-AEB975906CDA%7D_fisica.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2015.

SING, S. **Big bang**. Tradução de Jorge Luiz Calife, Rio de Janeiro: Record, 2006. 499p.

STAFF11. **Réprésentation de la connaissance**. 1996. Disponível em: <  
<http://tecfaetu.unige.ch/staf/staf9597/beltrame/STAF11/conceptSTAF11.html>>. Acesso em: 18 set. 2014.

TRUMPER, R. A cross age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **Research in Science & Technological Education**, v.19, n.1, p. 97–109, 2001.

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.bbt.ull.es/ccssyhum/cs201.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

VERDET, J.P. **Uma história da Astronomia**. Tradução de Fernando Py, Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 1991. 309p.

VIANNA, H.M. **Pesquisa em Educação- a observação- Brasília: Editora Plano, 2003.**

VOSNIADOU, S. Mental models in conceptual development. In. MANGANI, L.; NERSESSIAN, N.J. **Model- based reasoning: science, technology, values**. New York: Kluwer, 2002. p. 353-368.

VOSNIADOU, S. Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. **Learning and instruction**, v.6; n.2; pp. 95-109, 1996.

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.

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE A - INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS**

#### **PARTE I**

##### **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? (Vosniadou e Brewer, 1994)
- 5) Quando é dia para você, será dia também para outra pessoa que está do outro lado do planeta? Explique (Diakidoy; Vosniadou; Hawks, 1997)
- 6) Para você: será que a Terra se move? (Vosniadou e Brewer, 1994)
- 7) E o Sol, ele se move? (Vosniadou e Brewer, 1994)
- 8) Onde está a Lua durante o dia? E à noite? (Diakidoy; Vosniadou; Hawks, 1997)
- 9) Onde as estrelas estão durante o dia? E à noite? (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, disse 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 - INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS****PARTE II****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 - INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS

### PARTE III

#### **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.