



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DANIEL TREVISAN SANZOVO

**NÍVEIS INTERPRETANTES ALCANÇADOS POR
ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS ACERCA DAS ESTAÇÕES DO ANO POR
MEIO DA UTILIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE DIVERSIDADE
REPRESENTACIONAL: UMA LEITURA PEIRCEANA PARA
SALA DE AULA**

DANIEL TREVISAN SANZOVO

**NÍVEIS INTERPRETANTES ALCANÇADOS POR
ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS ACERCA DAS ESTAÇÕES DO ANO POR
MEIO DA UTILIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE DIVERSIDADE
REPRESENTACIONAL: UMA LEITURA PEIRCEANA PARA
SALA DE AULA**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

SANZOVO, DANIEL TREVISAN.

Níveis Interpretantes alcançados por estudantes de licenciatura em ciências biológicas acerca das Estações do Ano por meio da utilização da estratégia de Diversidade Representacional: uma Leitura Peirceana para sala de aula / DANIEL TREVISAN SANZOVO. - Londrina, 2017.
192 f. : il.

Orientador: Carlos Eduardo Laburú.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Níveis Interpretantes - Tese. 2. Semiótica de Charles Sanders Peirce - Tese. 3. Diversidade Representacional - Tese. 4. Estações do Ano - Tese. I. Laburú, Carlos Eduardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

DANIEL TREVISAN SANZOVO

**NÍVEIS INTERPRETANTES ALCANÇADOS POR
ESTUDANTES DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS ACERCA DAS ESTAÇÕES DO ANO POR
MEIO DA UTILIZAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE DIVERSIDADE
REPRESENTACIONAL: UMA LEITURA PEIRCEANA PARA
SALA DE AULA**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bretones
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Prof. Dr. Gustavo Iachel
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcelo Alves de Carvalho
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 21 de Julho de 2017.

Para

Vanessa, esposa, melhor amiga, por seu incentivo, paciência, dedicação e amor.

Gabriel e Julia, meus filhos, lembrem-se de que não há vitórias e conquistas sem sincera dedicação, entrega e perseverança.

Minha avó, meus pais, meus irmãos, e toda minha família, por suportarem e entenderem minha alienação e ausência nesses últimos quatro anos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú, por sua paciência, disponibilidade, seus incentivos, sugestões, “puxões de orelhas” e precisa orientação ao longo dessa gratificante e enriquecedora caminhada.

Aos professores componentes das bancas de qualificação e de defesa, pelas valiosas contribuições prestadas ao presente trabalho.

Aos professores do programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, pelos saberes compartilhados.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa: Adriana, Cristiane, Fernanda, Keila, Lucas, Marcela, Mariana, Paulo, Renata e Wanda, que contribuíram para a construção do presente trabalho, além de todas nossas experiências, angústias, alegrias e rashtags compartilhadas, muito obrigado.

Aos colegas do Colegiado de Matemática do Campus de Jacarezinho da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pelo apoio e compreensão.

Aos meus pais, de quem sempre me orgulhei e espelhei toda minha carreira, por seus incentivos, educação, apoio e incondicional amor.

À toda minha família, em especial aos meus filhos Gabriel e Julia, e à minha esposa Vanessa: sem o incentivo, carinho, paciência e amor de vocês, esse trabalho não teria sido concluído.

**Nas sombras da Verdade
há sempre uma Mentira.
Imperceptível como só,
passa a não existir
nas mentes dos Leigos;
Já os que percebem,
têm o Mundo em Suas Mãos...**

SANZOVO, Daniel Trevisan. **Níveis Interpretantes alcançados por estudantes de licenciatura em ciências biológicas acerca das Estações do Ano por meio da utilização da estratégia de Diversidade Representacional: uma Leitura Peirceana para sala de aula.** 2017. 192 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

O presente estudo explora a utilização de Multimodos e Múltiplas Representações, em conjunto com a semiótica peirceana, com a finalidade de aprimorar e avaliar os significados atribuídos a um conteúdo astronômico na formação de futuros professores de Ciências. Objetivou identificar e qualificar os níveis interpretantes gerados acerca das Estações do Ano produzidos por estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas com o uso de Diversidade Representacional. Utilizou-se um instrumento analítico baseado em uma particular reformulação do conceito peirceano de interpretantes que permite ao professor qualificar o alcance da formação do significado construído pelos alunos. Participaram da pesquisa 18 estudantes. Constata-se que, antes da utilização da estratégia de ensino, todos os alunos apresentaram um Nível Interpretante Imediato sobre o conceito, explicando-o ou através da variação da distância entre a Terra e o Sol, ou com uso de respostas padronizadas, memorizadas e vazias ou, ainda, através de representações confusas. Durante a realização das ações propostas, observou-se o Nível Interpretante Dinâmico Energético demonstrado pelos comportamentos, atitudes, procedimentos e técnicas utilizadas de dois estudantes, aleatória e previamente escolhidos. Destes, um apresentou harmonização entre os níveis interpretantes dinâmicos, atingindo o Nível Interpretante Final acerca do fenômeno. Após a utilização da Diversidade Representacional, um número significativo dos alunos demonstrou um Nível Interpretante Lógico acerca do conteúdo estudado, estruturando rigidamente o significado do fenômeno astronômico, construindo representações coerentes, consistentes e inter-relacionadas. Foi possível também identificar a eficácia do instrumento analítico como ferramenta a ser utilizada em sala de aula, como auxílio no acompanhamento, pelo professor, da produção e desenvolvimento dos significados adquiridos pelos estudantes, bem como ser possível utilizá-lo também como apoio pedagógico na preparação de aulas e escolhas de materiais didáticos.

Palavras-chave: Níveis Interpretantes. Charles Sanders Peirce. Semiótica. Diversidade Representacional. Estações do Ano.

SANZOVO, Daniel Trevisan. **Interpretant levels achieved by undergraduate students of biological sciences about the Seasons through the use of the Representational Diversity strategy: a Peircean reading for the classroom.** 2017. 192 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The present study explores the use of Multimodes and Multiple Representations, in conjunction with peircean semiotics, in order to improve and evaluate the meanings attributed to an astronomical content in the formation of future science teachers. It aimed to identify and qualify the interpretant levels generated about the Seasons of the Year produced by undergraduate students in Biological Sciences with the use of Representational Diversity. An analytical instrument was utilized based on a particular reformulation of the Peircean concept of interpretants that allows the teacher to qualify the reach of the formation of the meaning constructed by the students. 18 students participated in the study. Before using the teaching strategy, all students presented an Immediate Interpretant Level about the concept, explaining it either by varying the distance between the Earth and the Sun, or by using of standardized, memorized and empty answers, or even through confusing representations. During the execution of the proposed actions, we observed the Dynamic Energetic Interpretant Level demonstrated by the behaviors, attitudes, procedures and techniques used of two students, randomly and previously chosen. Of these, one presented harmonization between the dynamic interpretant levels, reaching the Final Interpretant Level about the phenomenon. After using Representational Diversity, a significative number of students demonstrated a logical interpretant level about the studied content, rigidly structuring the meaning of the astronomical phenomenon, constructing coherent, consistent and interrelated representations. It was also possible to identify the effectiveness of the analytical instrument as a tool to be utilized in the classroom, as an aid to the teacher's monitoring of the production and development of the meanings acquired by the students, as well as also to be able to use of this analytical instrument as a pedagogical support in the preparation of classrooms and didactic material choices.

Key words: Interpretant Levels. Charles Sanders Peirce. Semiotic. Representational Diversity. Seasons.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DO AFÉLIO E PERIÉLIO DA TERRA.....	25
Figura 2	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DOS REAIS MOTIVOS DAS ESTAÇÕES DO ANO NA TERRA.....	26
Figura 3	– DEFINIÇÕES DE SIGNIFICADO.....	38
Figura 4	– ESTRUTURA DA FUNÇÃO SÍGNICA DE SAUSSURE.....	46
Figura 5	– FORMA DA FUNÇÃO SÍGNICA.....	47
Figura 6	– FORMAS DA DENOTAÇÃO E CONOTAÇÃO.....	47
Figura 7	– DIAGRAMA DE ÁRVORE HIERÁRQUICA DE UMA REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO ORGANIZADO EM TERMOS DE REDE HIERÁRQUICA.....	49
Figura 8	– DESENHO TÍPICO DAS ESTAÇÕES DO ANO PARA O HEMISFÉRIO SUL.....	57
Figura 9	– TIPOS DE TRANSFORMAÇÕES DE REGISTROS SEMIÓTICOS.....	71
Figura 10	– MODELO DE SISTEMA SÍGNICO TRIÁDICO PEIRCEANO USADO EM EDUCAÇÃO.....	73
Figura 11	– ESQUEMA DOS DADOS SELECIONADOS PARA ANÁLISE.....	89
Figura 12	– IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES IMAGÉTICOS ESSENCIAIS DAS ESTAÇÕES DO ANO.....	99
Figura 13	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E01 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	102
Figura 14	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E02 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	103
Figura 15	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E03 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	104
Figura 16	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E04 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	105
Figura 17	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E05 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	107
Figura 18	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E06 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	108
Figura 19	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E07 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	109
Figura 20	– REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E09 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	111

Figura 21 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E10 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	112
Figura 22 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E11 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	113
Figura 23 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E12 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	114
Figura 24 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E13 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	115
Figura 25 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E14 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	116
Figura 26 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E15 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	117
Figura 27 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E16 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	118
Figura 28 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E17 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	120
Figura 29 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E18 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	121
Figura 30 – NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	121
Figura 31 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E01 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	124
Figura 32 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E02 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	125
Figura 33 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E03 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	126
Figura 34 – IMAGENS DA CONSTRUÇÃO DA MAQUETE DAS ESTAÇÕES DO ANO DO GRUPO DE E04.....	127
Figura 35 – NÍVEL INTERPRETANTE DINÂMICO ENERGÉTICO DE E04 NA PRÁTICA DA MAQUETE DAS ESTAÇÕES DO ANO.....	128
Figura 36 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E04 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	129
Figura 37 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E05 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	131
Figura 38 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E06 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	132

Figura 39 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E07 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	134
Figura 40 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E08 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	135
Figura 41 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E09 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	137
Figura 42 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E10 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	139
Figura 43 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E11 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	141
Figura 44 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E12 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	143
Figura 45 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E13 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	144
Figura 46 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E14 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	146
Figura 47 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E15 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	147
Figura 48 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E16 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	148
Figura 49 – IMAGENS DA CONSTRUÇÃO DA MAQUETE DAS ESTAÇÕES DO ANO DO GRUPO DE E17.....	149
Figura 50 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E17 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	151
Figura 51 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DE E18 DAS ESTAÇÕES DO ANO NO TESTE AVALIATIVO.....	152
Figura 52 – REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DAS ESTAÇÕES DO ANO GERADA POR DOC NO TESTE AVALIATIVO.....	155
Figura 53 – COMPONENTES FUNDAMENTAIS PRESENTES NA REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DAS ESTAÇÕES DO ANO GERADA POR DOC NO TESTE AVALIATIVO.....	156
Figura 54 – NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS NO TESTE AVALIATIVO.....	157
Figura 55 – SÍNTESE DA EVOLUÇÃO DOS NÍVEIS INTERPRETANTES.....	159
Figura 56 – POSSÍVEL ACOMPANHAMENTO PEDAGÓGICO DE E04.....	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA PREVISTOS PELOS PCN PARA O TERCEIRO E QUARTO CICLOS.	22
Quadro 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS DIFERENTES REGISTROS MOBILIZÁVEIS NO FUNCIONAMENTO MATEMÁTICO (FAZER MATEMÁTICO, ATIVIDADE MATEMÁTICA).....	72
Quadro 3 – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES, CONTEÚDO E MODO REPRESENTACIONAL PARA AS AÇÕES DESENVOLVIDAS.....	87
Quadro 4 – SÍNTESE DOS NÍVEIS INTERPRETANTES IDENTIFICADOS NO TESTE DIAGNÓSTICO.....	122

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1 – ENSINO DE ASTRONOMIA	20
1.1 O CONCEITO DAS ESTAÇÕES DO ANO	23
1.2 VARIADAS ABORDAGENS NO ENSINO DE Astronomia	26
1.3 PESQUISAS SOBRE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM ENSINO DE ASTRONOMIA.....	31
1.3.1 ESTUDOS DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DAS ESTAÇÕES DO ANO.....	32
CAPÍTULO 2 – SIGNIFICADOS DE SIGNIFICADO	38
2.1 SIGNIFICADO NA SEMIOLOGIA E SEMIÓTICA	45
2.2 SIGNIFICADO DENOTATIVO E CONOTATIVO	46
2.3 SIGNIFICADO COMO ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO EM REDE.....	48
2.4 SIGNIFICADO NA PERSPECTIVA PEIRCEANA.....	52
2.4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS INTERPRETANTES.....	57
2.4.1.1 INTERPRETANTE IMEDIATO.....	59
2.4.1.2 INTERPRETANTE DINÂMICO	59
2.4.1.2.1 INTERPRETANTE DINÂMICO EMOCIONAL.....	60
2.4.1.2.2 INTERPRETANTE DINÂMICO ENERGÉTICO	61
2.4.1.2.3 INTERPRETANTE DINÂMICO LÓGICO.....	62
2.4.1.3 INTERPRETANTE FINAL	63
2.4.1.4 SOBRE A POLÊMICA DA CLASSIFICAÇÃO DOS INTERPRETANTES	64
2.4.2 EXEMPLO ASTRONÔMICO DE OBJETOS E INTERPRETANTES	66
CAPÍTULO 3 – DIVERSIDADE REPRESENTACIONAL	68
3.1 REPRESENTAÇÃO E LINGUAGEM	69
3.2 MULTIMODOS E MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES	72
3.3 MUDANÇAS REPRESENTACIONAIS	76
3.3.1 TERMOS UTILIZADOS.....	79
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DA PESQUISA	86
4.1 CONTEXTO E AMOSTRA DA PESQUISA	86

4.1.1	ESTRATÉGIA DIDÁTICA DA PESQUISA.....	87
4.1.2	OBTENÇÃO DE DADOS.....	89
4.2	INSTRUMENTO ANALÍTICO – TRANSPOSIÇÃO DOS NÍVEIS INTERPRETANTES DE PEIRCE PARA A APRENDIZAGEM CIENTÍFICA.....	90
4.2.1	NÍVEL INTERPRETANTE IMEDIATO	91
4.2.2	NÍVEL DINÂMICO	93
4.2.2.1	NÍVEL INTERPRETANTE DINÂMICO EMOCIONAL	93
4.2.2.2	NÍVEL INTERPRETANTE DINÂMICO ENERGÉTICO	94
4.2.2.3	NÍVEL INTERPRETANTE DINÂMICO LÓGICO	96
4.2.3	NÍVEL INTERPRETANTE FINAL.....	97
4.3	COMPONENTES CONCEITUAIS FUNDAMENTAIS PRESENTES NA REPRESENTAÇÃO TEXTUAL DAS ESTAÇÕES DO ANO	98
4.4	COMPONENTES CONCEITUAIS FUNDAMENTAIS PRESENTES NA REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DAS ESTAÇÕES DO ANO	99
CAPÍTULO 5 – APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS		101
5.1	TESTE DIAGNÓSTICO	101
5.2	NÍVEIS INTERPRETANTES ALCANÇADOS DAS ESTAÇÕES DO ANO	122
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS		158
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		163
APÊNDICES		179
APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido		180
APÊNDICE 2 – Teste Diagnóstico		182
APÊNDICE 3 – Teste Avaliativo		188

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e científico das últimas décadas contribui com uma maior visão e entendimento do Universo em que vivemos enquanto os equipamentos astronômicos melhoram suas resoluções a cada instante. Simultaneamente, o homem tem deixado de apreciar os fenômenos da natureza devido, em parte, à correria cotidiana, fazendo com que as ciências naturais estejam cada vez menos naturais (HORVATH, 2013).

Sabe-se, atualmente, que o desempenho de uma sociedade deve contar não apenas com o estímulo educacional familiar e do professor e sua atuação na sala de aula, mas também de estímulos culturais que dependam da leitura de livros, da discussão de vídeos e filmes educativos, de visitas a teatros, planetários, observatórios e museus, dentre outros. Desse modo, é óbvio que seu desempenho não passa apenas pelo que se aprende nas escolas, mas principalmente através da bagagem cultural que o habilita a lidar pelo resto da vida com o conhecimento.

Simultaneamente, a educação científica preconiza como um de seus principais objetivos a efetiva aprendizagem dos significados, em oposição a uma aprendizagem mecanicista e com base na memorização de alguns dados, para que o aprendiz construa conteúdos conceituais, procedimentos e valores a respeitar envolvidos com os conteúdos (ZABALA, 1998). Entretanto, a construção dos conceitos permanecerá superficial e pouco consciente se a aprendizagem se der sem significado, não havendo modificação de valores, atitudes e comportamentos desejados, enquanto que procedimentos e atuações sobre o mundo tornam-se irrefletidos, conservando-se dissociados e sem um mínimo de articulação entre si. O estudante, nesse caso, ao utilizar o conhecimento científico, o faz, tão somente, para dar cumprimento às circunstâncias escolares, sem chegar a entender o que realmente está dizendo e/ou realizando e, portanto, sua compreensão se manifesta basicamente de maneira mecanicista, com memorização de curto prazo, repetitiva ou imitativa.

Pesquisas procuram entender o mecanismo e a estrutura cognitiva através dos quais os aprendizes acessam o conhecimento e constroem significados para promover a integração entre as interpretações dos fenômenos e as explicações científicas. Neste contexto, revela-se a importante questão do que seja significado

para qualquer educador e pesquisador preocupado com processos de ensino e aprendizagem.

Vygotsky afirma, por exemplo, em sua obra *Pensamento e Linguagem* (2003), que o significado, por ser um fenômeno de pensamento, deveria ultrapassar uma simples resposta para sua compreensão. A complexidade do termo é ressaltada em processos de comunicação: o falante escolhe o *sema*¹ correspondente a seu estado de consciência e o concretiza sob forma de um *ato sêmico*², por meio de signos, intencionais ou não, para se comunicar e, este comportamento é percebido pelo indivíduo a que se destina a comunicação, que dela abstrai os elementos funcionais, reconhecendo-se sua significação, procurando concretizar esta última reconstituindo um estado seu de consciência semelhante ao do primeiro indivíduo (BUYSENS, 1967).

Sua importância também é percebida em situações educacionais, quando nos damos conta que experiências diretas em que cada estudante em relação ao mesmo objeto, normalmente diferem, ainda que possam ter em comum o mesmo significado. Ou ainda, quando aprendizes conseguem perceber claramente o que o professor quer dizer com um signo particular, assim como sabem distinguir em que grau dois significados são idênticos ou diferentes.

A linguagem empregada na educação científica anseia apreender os fenômenos naturais, objetivando, através da ação, controlá-los. Efetivamente, não existem signos sem significados e, na ausência de signos (linguísticos ou não), somente comunicação mais limitada e primitiva torna-se possível (VYGOTSKY, 2003). Um possível obstáculo é a determinação de quais significados transmitem, pensamentos lhes veem associados ou, no que se aplica à ciência, a quais objetos sensíveis se referem. Porém, o que vem a ser significado é um problema, não só para o educador científico, mas um dos maiores problemas de toda a ciência semiótica.

¹Para Buyssens (1967, p.34), a palavra **sema** designa qualquer processo convencional (cadeias complexas de funções expressivas) cuja realização concreta (denominado ato sêmico) permite a comunicação.

²O **ato sêmico** se apresenta como uma associação entre uma ação perceptível e um estado de consciência que se quer conhecer, permitindo o caráter convencional desta associação, sendo uma repetição de ação anterior ou uma ação primitiva que será repetida ulteriormente: o ato de raspar a porta por parte de um cachorro nos permite significar que o cão pede que lhe abra a porta, não importando se ele o faça com uma ou duas patas, que nos olhe ou não nos olhos, que lata ou não; entregamo-nos a uma abstração isolando algo que não existe isoladamente (BUYSENS, op. cit., p.46).

Historicamente, seguindo as repetidas demonstrações de Piaget de que as crianças pensam sobre o mundo de maneiras muito diferentes do que os adultos, os pesquisadores educacionais no final da década de 70 do século passado começaram a ouvir atentamente o que os estudantes diziam e faziam em uma variedade de tarefas relativas aos diversos conteúdos científicos aprendidos na escola. Chegaram à conclusão de que estes aprendizes tinham ideias que competiam, muitas vezes de forma bastante eficaz, com os conceitos científicos apresentados em sala de aula.

Em outras palavras, os alunos não iam para as salas de aulas como tábulas rasas e sim possuíam concepções duráveis de poder explicativo, sendo estas, muitas vezes, inconsistentes com os conceitos matemáticos e científicos aceitos apresentados na instrução (SMITH III; DiSESSA; ROSCHELLE, 1993). Inicia-se assim um dos marcos da educação científica, denominado de movimento das concepções alternativas (CACHAPUZ et al., 2011), uma das principais linhas de investigação da didática das ciências, em que pesquisadores começaram a se preocupar com os conteúdos das ideias dos alunos sobre os conceitos científicos.

Conforme será visto no Capítulo 1, existem diversos termos utilizados na Literatura para designar concepções alternativas e cada um deles está atrelado à posição epistemológica do pesquisador que o utiliza. Geralmente denota as ideias que cada aluno leva para a sala de aula previamente concebida ao ensino formal, organizada a partir de suas experiências cotidianas que servem para explicar e prever o que ocorre a sua volta.

Tal movimento fortaleceu a visão construtivista do processo de ensino e aprendizagem e, apesar de inúmeras abordagens e visões que utilizam o mesmo rótulo, compartilham as características básicas de que o processo de aprendizagem depende da participação ativa do aprendiz na construção do conhecimento e de que as concepções prévias dos mesmos cumprem papel importante no referido processo (MORTIMER, 2000).

Com base nesses estudos que utilizam essa visão construtivista do processo de aprendizagem, surgem diversas estratégias de ensino que objetivavam alteração dessas concepções em direção ao conhecimento científico. Nesse contexto nasce, na década de 80, uma proposta de ensino denominado de mudança conceitual, outro marco teórico importante. Tal modelo preocupa-se, basicamente, em como o aluno abandona sua concepção alternativa em favor da concepção

científica, pois o processo de aprendizagem passa a ser visto em termos de desenvolvimento ou mudança conceitual, ao invés de mero acúmulo fragmentado de nova informação (SCOTT; ASOKO; DRIVER, 1991). Segundo esses autores existem, praticamente, dois grupos de estratégias de ensino que promovem a mudança conceitual (ibid.). O primeiro, inspirado na ideia piagetiana de aprendizagem, tem como base o conflito cognitivo e sua resolução. O segundo grupo dá menos ênfase ao papel da acomodação pelo aprendiz e foca-se em intervenções direcionadas nas ideias existentes dos aprendizes.

O presente estudo fundamenta a questão do significado no plano da semiótica peirceana e, assim como, por exemplo, o modelo de mudança conceitual, leva em consideração a bagagem cultural do aluno em sala de aula. Porém o citado modelo constrói seus fundamentos na filosofia da ciência (POSNER et al., 1982) e na psicologia cognitiva (OSBORNE; WITTRICK, 1983), cuja preocupação fundamental é a alteração das concepções dos alunos num marco cognitivo desprovido de interesses semiológicos (LABURÚ; SILVA, 2011b).

No atual trabalho a representação de um conceito passa a ser concebida como sendo uma interação de um signo, interpretante e referente, engendrando essencial mudança da atenção do significado como sendo decodificado *a partir de* uma representação para uma visão de que o significado é feita *com a* representação através de um processo de semiose, isto é, de interpretação (TANG; MOJE, 2010). Como será visto em detalhes no Capítulo 3, essa perspectiva implica que a aprendizagem científica é atrelada ao trabalho representacional do conceito em questão, e a utilização de uma Diversidade Representacional possui papel fundamental.

Nessa perspectiva, surgem, basicamente, duas diferenciações fundamentais. A primeira é que, ao dar um olhar semiótico para o processo de ensino e aprendizagem, há a distinção entre significante e significado, isto é, entre o plano de expressão e o plano de conteúdo, o que não ocorre com o modelo de mudança conceitual.

Além dessa caracterização, ao adotar o referencial teórico da semiótica peirceana, o signo é entendido, conforme será visto no Capítulo 2, como uma relação indissociável de três correlatos (representamen, objeto e interpretante). A semiose, isto é, o processo de produção de sentidos, intervém no momento em que o intérprete institui uma relação entre o plano de expressão (um som, uma visão,

uma imagem) e o plano de conteúdo (trovão, sombra da Terra na Lua, foto de um dia frio em Londrina), produzindo um signo mais avançado sobre o assunto, isto é, atualizando e/ou modificando seu significado (tempestade, eclipse Lunar, Estações do Ano).

Com isso o problema do que seja significado passa pelos efeitos interpretantes, o que gera a segunda particularidade: a noção dos interpretantes dinâmicos. Tais interpretantes são definidos, conforme será abordado no Capítulo 2, como sendo o efeito realmente determinado pelo signo numa interpretação concreta e singular, produzido sobre um dado intérprete, em uma dada ocasião e em um dado estágio de sua consideração sobre o signo. E seguindo a classificação de interpretantes adotada por Santaella (2004; 2005a; 2005b), o interpretante dinâmico é subdividido em emocional, energético e lógico. Além disso, os efeitos significantes manifestados através de interpretantes dinâmicos justificam, de certo modo, a utilização da metodologia da Diversidade Representacional.

Portanto, conforme será visto no Capítulo 4, a utilização desses interpretantes em conjunto com a metodologia de Diversidade Representacional nos fornece um novo olhar, isto é, um refinamento analítico para a construção do significado pelos aprendizes, o que não ocorre, por exemplo, no modelo de mudança conceitual.

Diante do exposto, a presente pesquisa procura responder a questão de **quais níveis de significado, embasada numa leitura dos níveis interpretantes de Peirce, os estudantes de graduação de Ciências Biológicas apresentam após a utilização da estratégia de ensino que usa a Diversidade Representacional acerca das Estações do Ano.** Para solucionar o problema elencado, procura-se fundamentar a questão do significado no plano da semiótica peirceana.

A tese estrutura-se em 6 Capítulos. O Capítulo 1, **Ensino de Astronomia**, mostra o conceito científico das Estações do Ano, estudos sobre o Ensino de Astronomia na formação de professores de Ciências e de pesquisas realizadas na área, além das principais concepções alternativas descritas por professores e alunos sobre as Estações do Ano encontradas em diversos estudos.

No Capítulo 2, **Significados de Significado**, procuramos delinear as variadas definições dadas ao significado ao longo do tempo, dando ênfase aos significados conotativo, denotativo e semiótico peirceano, além da noção de

interpretantes. Encerra-se o referido capítulo com um exemplo astronômico envolvendo a noção de objetos e interpretantes de Peirce.

No Capítulo 3, **Diversidade Representacional**, exploramos a linha de pesquisa de Multimodos e Múltiplas Representações, procurando situar o papel cognitivo da utilização dessa diversidade de representações no processo de ensino e aprendizagem científico.

A metodologia de pesquisa e o instrumento analítico utilizado no presente estudo é objetivo do Capítulo 4, **Metodologia da Pesquisa**. Nele apresentamos o contexto de pesquisa, a forma da obtenção de dados, os níveis interpretantes do significado, e os componentes conceituais das Estações do Ano considerados para análise.

No Capítulo 5, **Apresentação, Análise e Discussão dos Dados**, os dados são apresentados e analisados com base no instrumento analítico apresentado anteriormente.

Por fim, no Capítulo 6, **Considerações Finais**, apresentamos as conclusões e demais considerações acerca do presente estudo.

CAPÍTULO 1

ENSINO DE ASTRONOMIA

O fato de como um ramo do saber, denominado Astronomia, encanta, intriga, surpreende e entusiasma quase todo mundo que começa a desvendar seus mistérios ou, ainda, apenas olha para o céu para contemplar a imensa beleza da abóbada celeste, é realmente fascinante. É raro encontrarmos uma pessoa que não se encante com algum conteúdo astronômico, seja olhando para o céu noturno, ou se deparando com as famosas perguntas cotidianas: “de onde viemos?”, “Para onde vamos?”, “Será que o Homem foi realmente à Lua?”, “Tudo o que vemos de Astronomia na TV é encenação (teorias de conspiração)?”, “Temos mesmo um robô em Marte?”, “Plutão deixou de existir?”, ou apenas imaginando sobre o que nos cerca.

Não se pode dizer exatamente em que lugar seu estudo começou, mas sabe-se que bem antes da era Cristã, os chineses, hindus e egípcios já observavam e estudavam os céus (ARAGÃO, 2006). Desde a antiguidade era utilizada, por exemplo, na vida diária, como no emprego da marcação do tempo dos povos egípcios para as épocas de plantio e colheita, ou na previsão de eclipses pelos chineses, que acreditavam haver um temível dragão no céu que “engolia” o Sol durante esse fenômeno, ou ainda, valendo-se de observações para a criação de arte, como no caso da Astronomia mesopotâmica (RONAN, 2001). Como ciência foi, talvez, o primeiro estudo distinto a incorporar a aplicação da matemática. Nas palavras de Oliveira Filho e Saraiva (2004):

O estudo da Astronomia tem fascinado as pessoas desde os tempos mais remotos... Depois que o Sol – nossa fonte de vida – se põe, as belezas do céu noturno surgem em todo seu esplendor. A Lua se torna o objeto celeste mais importante, continuamente mudando de fase. As estrelas aparecem como uma miríade de pontos brilhantes, entre as quais os planetas se destacam por seu brilho e movimento. E a curiosidade para saber o que há além do que podemos enxergar é inevitável. (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p.xvii).

Estudos indicam um crescente interesse pela educação em Astronomia, comprovado pelo aumento do número de pesquisas publicadas em periódicos nacionais e internacionais desse ramo nas últimas décadas (LANGHI, 2011; LELLIOTT; ROLLNICK, 2010).

Dentre suas linhas de pesquisa, encontra-se a referente à formação de professores de ciências que, por serem em sua maioria biólogos (ensino fundamental II), raramente tiveram conteúdos de astronomia em sua formação (inicial ou continuada). Além disso, grande parte dos profissionais formados desconhece, ou não tem consciência, das concepções alternativas usadas por eles e por seus alunos para explicar os fenômenos astronômicos (BISCH, 1998; CAMINO, 1995; De MANOEL, 1995; LANGHI, 2004; LEITE, 2002; LIMA, 2006; TRUMPER, 2006).

Somando-se a esses fatores, tem-se que o tema Astronomia apresenta-se para muitos como uma ciência abstrata, assim como a Física, que requer grande reflexão e interpretação para ser compreendida (BATISTA, 2004), gerando uma falta de conhecimento científico sobre o tema (CARVALHO; GIL PÉREZ, 2001).

A utilização de livros didáticos recheados de conceitos errôneos (AMARAL; De OLIVEIRA, 2011; LANGHI; NARDI, 2007), o que prejudica de maneira definitiva o aprendizado, é outro ponto importante a ser ponderado, sem excluirmos ainda a existência de uma grande lacuna entre as contribuições de pesquisas da área e as práticas docentes desenvolvida nas escolas (GONZATTI et al., 2013). Com relação a essa temática, destacam-se as diversas ações da comunidade da área voltadas para sua melhoria nas últimas décadas como, por exemplo, (i) obras de Rodolpho Caniato (e.g., CANIATO, 2007, 2011), gerados a partir de aplicações de oficinas para professores; (ii) ações da organização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica – OBA, em quase vinte anos de olimpíadas e que oferece treinamentos por meio de oficinas para professores, principalmente por meio dos Encontros Regionais de Ensino de Astronomia – EREAs³; (iii) estratégias alternativas e práticas aplicadas para o ensino de astronomia (LONGHINI, 2014); (iv) lúdico aplicado à astronomia (BRETONES, 2014); (v) a criação da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA), lançada em 2004, que disponibiliza um espaço de divulgação de trabalhos científicos na área; (vi) a criação e execução do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), fórum nacional para debate de ideias, apresentação de trabalhos e estruturação da Educação em Astronomia (sendo o primeiro realizado em 2011 e a partir de 2012 tornou-se bienal, estando prevista a realização de sua quinta edição em 2018), (vii)

³ disponível em <<http://www.oba.org.br/site/>>, acesso realizado em 10 de outubro de 2016.

criação e divulgação do site Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia⁴, entre outras.

Nessa perspectiva, gera-se uma insegurança do professor de ciências com relação ao ensino de conceitos astronômicos, que pode levá-lo à total omissão desses conteúdos, tendo como uma de suas origens a já citada formação docente deficitária (LANGHI; NARDI, 2012). Em certos casos considerados exceções no Brasil, os conteúdos ministrados pelos professores vão muito além do que a proposta pedagógica sugere, porém este fator se encontra diretamente relacionado à paixão do professor em relação à astronomia (QUEIROZ, 2008).

Com a Lei 9.394 das diretrizes e Bases da educação Nacional de 1996, os conteúdos das ciências no ensino fundamental, futuro campo de ação dos prováveis professores de ciências da graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, passam a fazer parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998).

Quadro 1 – Conteúdos de Astronomia previstos pelos PCN para o terceiro e quarto ciclos.

Conteúdos de Astronomia nos PCN (BRASIL, 1998)	
Terceiro Ciclo (5ª e 6ª series)	Quarto Ciclo (7ª e 8ª series)
Duração dos dias e noites;	Identificação no céu de estrelas, constelações e planetas Hemisfério Sul, compreendendo que esses astros estão a certa distância de nós
Nascimento e ocaso do Sol, Lua e estrelas; reconhecer natureza cíclica; calendário	Atração gravitacional, marés e órbitas
Concepções de universo (informações sobre cometas, planetas, satélites do Sistema Solar e outros astros)	Estações do ano, fases da Lua e eclipses: observação e modelo explicativo
Constituição Terra/ condições para existência de Vida	Modelos Heliocêntrico e Geocêntrico
Conhecimento de povos antigos para explicar os fenômenos celestes	Modelo de formação da Terra

(Fonte: adaptado de BRASIL, 1998).

Diversas pesquisas mostram que o conteúdo de Astronomia está presente basicamente nos 3º e 4º ciclos (5ª a 8ª séries ou 6º ao 9º ano) da educação fundamental (CANALLE; TREVISAN; LATTARI, 1997; BISCH, 1998; BRETONES,

⁴ disponível em <<http://www.btdea.ufscar.br/>>, acesso realizado em 24 de julho de 2017.

1999, LEITE, 2006; LANGHI; NARDI, 2007; MARRONE JÚNIOR; TREVISAN 2009), apesar de que, na prática pode possuir lugar variável encontrando-se, geralmente, arraigada na 5ª série em conjunto às questões ambientais ou à saúde (LANGHI; NARDI, 2012). O Quadro 1 resume esses conteúdos previstos pelos PCN nos terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental.

Em extensa pesquisa sobre quais conteúdos seriam essenciais para o Ensino de Astronomia, tomando-se como base as propostas oficiais para a educação brasileira e resultados de pesquisas na área, Langhi e Nardi (ibid.) concluem que os conceitos referentes à forma da Terra, campo gravitacional, dia e noite, fases da Lua, órbita terrestre, e estações do ano constituem um conjunto mínimo de conteúdos teóricos básicos e fundamentais necessários para a formação adequada de professores de ciências para o ensino fundamental. Com base no exposto e do conteúdo presente na ementa da disciplina de Física para o curso de licenciatura em Ciências Biológicas, alvo da presente pesquisa, iremos considerar como objeto de estudo o conceito das Estações do Ano, abordado na próxima seção.

1.1. O CONCEITO DAS ESTAÇÕES DO ANO

Além do conceito das Estações do Ano estar presente nas diretrizes curriculares (como visto em seção anterior), podemos citar outras importâncias a respeito do seu ensino. O estudo do referido fenômeno pode auxiliar crianças entenderem sobre passagem do tempo e mudanças periódicas, auxiliando-as na compreensão do mundo que as cerca e o meio ambiente; seu ensino pode também auxiliar um arquiteto na hora de projetar uma casa, pois, sabendo que a Terra possui um eixo de rotação inclinado, temos que o Sol não nasce sempre no mesmo ponto ao longo de um ano no hemisfério sul, e se quiser economizar energia, deve construir sua edificação de modo que as janelas estejam direcionadas para o nordeste ou noroeste, para que a luz do Sol no inverno incida sobre elas, aquecendo o ambiente pela manhã ou pela tarde; ou ainda, o entendimento das Estações do Ano pode auxiliar na produção de frutas para o consumo de alimentos totalmente naturais, compreendendo as épocas de colheita e maximizando sua produção.

Com relação ao conceito científico, segundo Lelliott e Rollnick (2010), a causa das Estações do Ano na Terra pode ser explicada cientificamente por meio de

quatro conceitos fundamentais: (i) a órbita anual da Terra em torno do Sol, (ii) a inclinação de $23,5^\circ$ do eixo de rotação do planeta em relação à normal ao plano de translação da Terra em torno do Sol; (iii) a natureza esférica da Terra, e suas (iv) consequentes alterações na intensidade da radiação do Sol que atinge a superfície do planeta, devido à inclinação e órbita mencionadas anteriormente.

Para se entender as Estações do Ano pelo referencial Heliocêntrico devemos, primeiramente, olhar para as Leis de Kepler. O fato das órbitas serem elípticas, regidas pela primeira Lei de Kepler, surge a questão de que a Terra não está a uma distância fixa do Sol. Tal ocorrência pode contribuir com a concepção alternativa mais difundida entre alunos, professores e futuros professores (LELLIOTT; ROLLNICK, 2010) de que quando o planeta está em seu periélio (menor distância Terra-Sol) temos o verão e quando ela se encontra em seu afélio (maior distância Terra-Sol) temos o inverno. Ao analisarmos por essa óptica, como se explicaria o fato de que quando é inverno no hemisfério sul, é verão no norte simultaneamente e vice-versa? Diversas pesquisas mostram essa questão estampada em livros didáticos (e.g., AMARAL; De OLIVEIRA, 2011; BIZZO 1996; CANALLE; TREVISAN; LATTARI, 1997; LANGHI; NARDI, 2007; LIMA, 2006; TREVISAN; LATTARI; CANALLE, 1997).

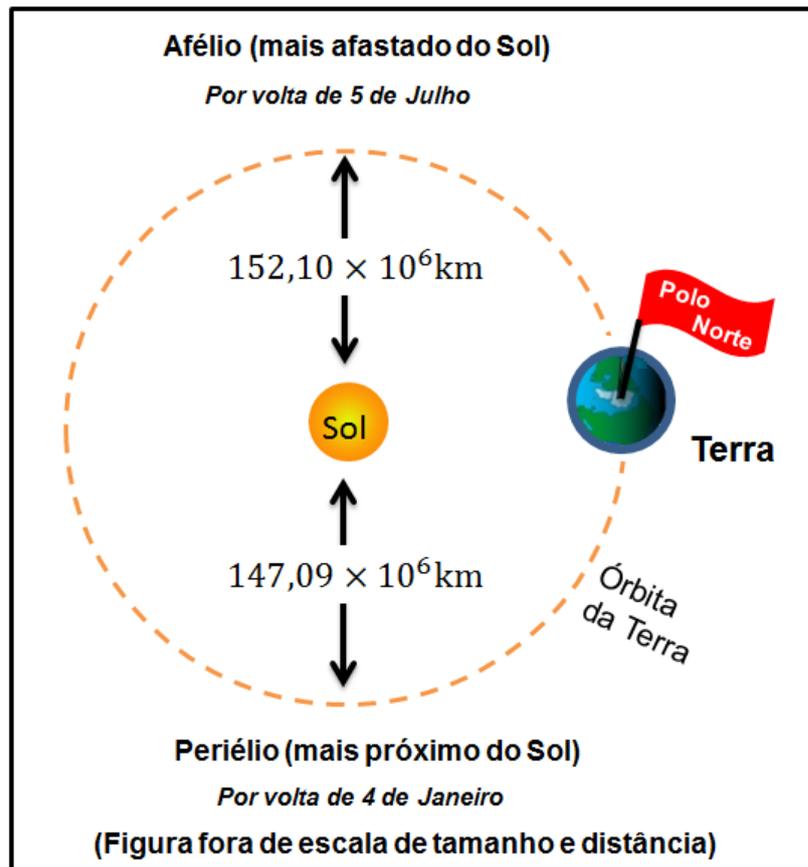
Conforme mostrado na Figura 1, o periélio ocorre em janeiro, quando é verão no hemisfério sul e inverno no hemisfério norte, enquanto que o afélio acontece em julho, momento em que é inverno no hemisfério sul e verão no hemisfério norte. Como a excentricidade da órbita da Terra em torno do Sol é de aproximadamente 0,017, ou seja, quase circular, resulta-se numa diferença de distâncias entre o periélio e o afélio da ordem de 3%. Como consequência desse fato, a diferença da energia recebida pela Terra nessas posições é de aproximadamente 6% (HORVATH, 2008).

Entretanto, sabe-se que o eixo de rotação da Terra é inclinado de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à normal ao plano de translação do nosso planeta em torno do Sol (ou, ainda, em outras palavras, a eclíptica⁵ é inclinada em $23,5^\circ$ em relação ao Equador Celeste), apontando sempre à mesma direção (Figura 2). Como exemplos, tal fato ocasiona uma diferença de aproximadamente 45% e

⁵ Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, este último aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada **Eclíptica** (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p.36).

66% na iluminação recebida durante o verão e inverno para as cidades de São Paulo e Porto Alegre, respectivamente (HORVATH, 2008; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004), sendo esta a real causa das Estações do Ano, e não a variação da distância entre a Terra e o Sol.

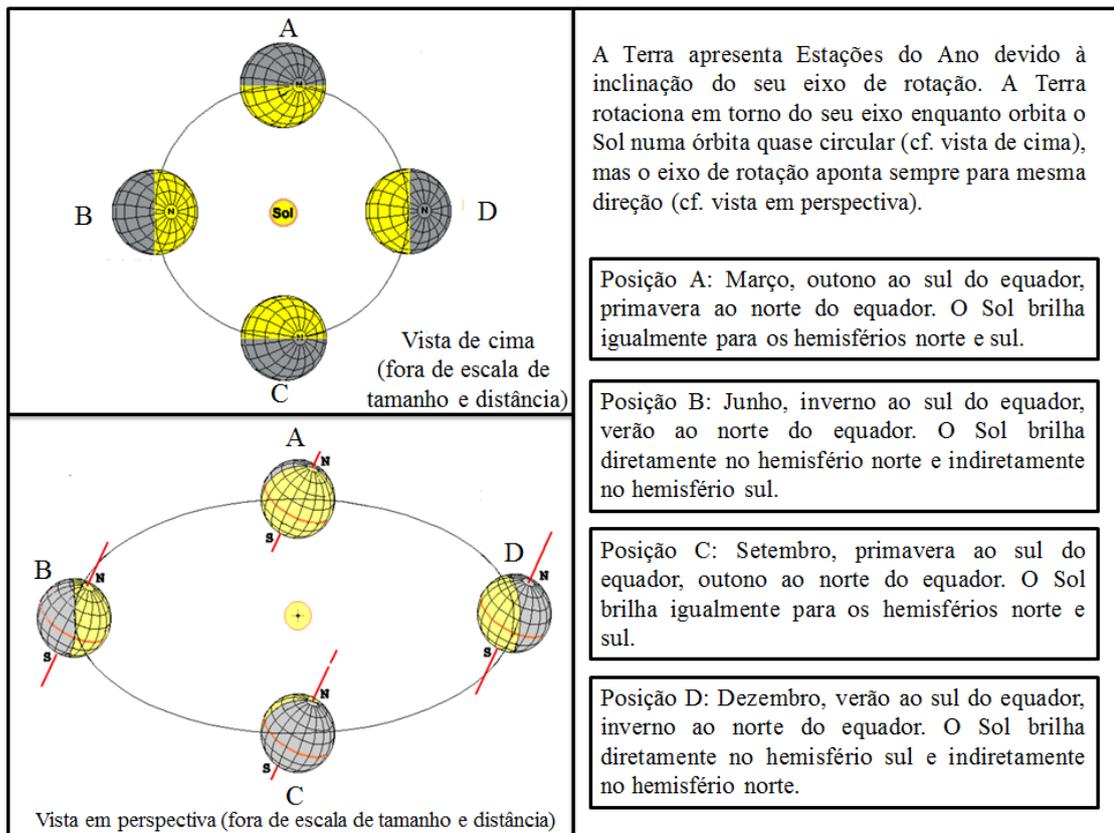
Figura 1 – Representação Imagética do Afélio e Periélio da Terra.



(Fonte: Adaptado de <<http://spaceplace.nasa.gov/seasons/en>>, acesso realizado em 18/04/2016).

Devido à inclinação mencionada, à medida que o nosso planeta orbita o Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou outro, proporcionando mais horas com luz durante o dia a um hemisfério ou outro e, portanto, aquecendo mais um hemisfério ou outro. No Equador todas as estações são semelhantes e todos os dias do ano o Sol fica 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo dele, e a única diferença é a máxima altura que ele atinge (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, op. cit.).

Figura 2 – Representação Imagética dos reais motivos das Estações do Ano na Terra.



(Fonte: Adaptado de <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/>>, acesso realizado em 07/10/2016).

1.2. VARIADAS ABORDAGENS NO ENSINO DE ASTRONOMIA

Algumas pesquisas têm focado, nos últimos anos, nas diversas técnicas e estratégias de Ensino de Astronomia. Estas incluem as Atividades Colaborativas de Palestras Tutoriais (e.g., ALEXANDER, 2005; BROGT, 2007; PRATHER et al. 2004; PRATHER; RUDOLPH; BRISSENDEN, 2009) e de Testes Ranqueados (e.g., HUDGINS, 2005; HUDGINS et al., 2006), além das Atividades Investigativas (e.g., ASHCRAFT, 2006; BARAB et al., 2000; BELL; TRUNDLE, 2008; UCAR; TRUNDLE; KRISSEK, 2011), entre outras.

Em cada atividade colaborativa de **Palestra-Tutorial**, os alunos são cognitivamente desafiados com tarefas cuidadosamente elaboradas que focam o engajamento do aluno para que este confronte suas ideias ingênuas. Elas são preparadas em torno de perguntas socráticas que permite que os alunos usem sua linguagem natural para promover passos cognitivos pequenos com o objetivo de

atingirem um entendimento científico mais correto e sofisticado (PRATHER et al., 2004). A implementação das Palestras-Tutoriais versa basicamente de três passos. No primeiro passo, após breve aula sobre o tópico abordado, apresenta-se questões conceitualmente desafiadoras aos alunos para provocar e desafiar a compreensão fundamental dos mesmos. Se apenas um número reduzido dos estudantes conseguirem responder às questões corretamente, o acompanhante da Palestra-Tutorial deve auxiliar esse processo. A segunda etapa, central do projeto, é a utilização de “um dos 15 minutos de Aprendizagem Colaborativa das Palestras-Tutoriais na sala de aula” (ibid., p.127, tradução nossa), que consiste na mudança de papel do palestrante de conferencista a facilitador, circulando por entre os grupos de estudantes, interagindo com eles, realizando perguntas de orientação quando necessário, e mantendo-os ativos na atividade proposta. O terceiro e último passo de cada Palestra-Tutorial consiste na elaboração de um breve relatório do conteúdo abordado para o devido encerramento do tópico, revendo e elucidando os comentários e questões dos estudantes. Outra característica comum dessa etapa é fazer explícito o raciocínio necessário para a plena compreensão dos conceitos abordados, proporcionando aos aprendizes uma descrição do fenômeno investigado com uso de uma linguagem precisa e adequada.

Em trabalho realizado em dois cursos introdutórios de astronomia diferentes numa universidade dos Estados Unidos, Alexander (2005) estudou a diferença entre o nível matemático abordado aplicando-se aulas tradicionais e Palestras Tutoriais. Utilizando-se de análise estatística dos resultados de pré e pós-testes, nenhuma diferença significativa foi encontrada pelos diferentes cursos em ambos semestres. O trabalho não apresenta resultados do emprego das diferentes metodologias nos citados cursos.

Em outra pesquisa, em um curso introdutório de astronomia, com alunos de pós-graduação de carreiras não científicas do sudoeste norte-americano, Prather e colaboradores (2004) procuraram identificar a eficácia da utilização de aulas tradicionais e da utilização de Palestra-Tutorial por um curto período de tempo (15 minutos) após as primeiras. Foram abordados diversos temas astronômicos como Fases da Lua, natureza da luz e espectro eletromagnético, movimentos e composição do Sistema Solar, dentre outros. Utilizaram de um questionário com 68 questões de múltipla escolha antes das aulas tradicionais e após as instruções. Com relação à instrução tradicional, houve um aumento de 30% para 52% de respostas

corretas entre os testes realizados. Apesar dos resultados mostrarem um aumento estatístico, os autores ficaram insatisfeitos pelo fato dos alunos responderem corretamente apenas metade das questões conceituais. Concluem que aulas tradicionais centradas no aluno de carreiras não científicas são amplamente ineficazes na promoção de ganhos conceituais significativos. Com relação à eficácia do emprego das Palestras-Tutoriais por curto período de tempo (15 minutos), houve um aumento de 52% de repostas corretas obtidas logo após as aulas tradicionais para 72% após a aplicação das mesmas. Concluem que foi um ganho considerável levando-se em consideração ao pequeno intervalo de tempo da aplicação da metodologia.

Com relação às atividades colaborativas de **Tarefas Ranqueadas**, segundo Hudgins e colaboradores (2006), são guiadas pelos princípios do construtivismo e de modelos mentais, e geralmente apresentam aos alunos uma série de quatro a oito imagens ou diagramas que descrevem variações ligeiramente diferentes de uma situação física básica. São projetadas para serem realizadas aos pares. É solicitado que os alunos examinem diferentes situações para identificarem sua ordem ou classificação com base em algum dado físico ou resultado. O formato das Tarefas Ranqueadas desafia os aprendizes com problemas em que sua solução não é imediatamente óbvia.

No trabalho citado (HUDGINS et al., 2006), por exemplo, os pesquisadores desenvolveram tais tarefas com foco em oito tópicos muito utilizados em cursos introdutório de Educação em Astronomia (movimentos do céu noturno, Estações do Ano, fases da Lua, Leis de Kepler, gravidade, luminosidade de estrelas, efeito Doppler, magnitudes e distâncias estelares). Cada tópico consistiu em cinco exercícios de Tarefas Ranqueadas. Os três primeiros eram tipicamente usados como exercícios de colaboração de 20 minutos em sala de aula, e os dois restantes como lição para casa e serviram como problemas para as avaliações do curso. Com uma visão construtivista, cada conjunto de Tarefas Ranqueadas apresenta sete características básicas: (i) andaime (do inglês scaffolding): amarra um elemento importante do tópico de astronomia com uma experiência do dia a dia do aluno, começando com um conceito familiar e indo em direção a aplicações astronômicas mais complexas; (ii) do conceitual à progressão matemática: cada Tarefa Ranqueada apresenta o conceito em níveis crescentes de complexidade, focando-se primeiramente em situações qualitativas e posteriormente quantitativas; (iii) Múltiplas

formas de apresentação: cada uma das cinco tarefas apresentam ao aluno o mesmo conceito em formas variadas de representação, variando de figuras, diagramas, tabelas e gráficos. Os autores objetivam, com isso, “forçar os alunos a visualizarem o conceito a partir de uma variedade de perspectivas, facilitando o desenvolvimento de um entendimento mais coesivo, robusto e versátil.” (ibid., p.6, tradução nossa)⁶; (iv) evocar concepções alternativas comuns: as Tarefas Ranqueadas são desenvolvidas para provocar o confronto intelectual como requisito para a mudança conceitual; (v) limitar o número de situações físicas em uma Tarefa Ranqueada: pesquisas indicaram que mais de seis situações físicas diferentes numa mesma tarefa pode frustrar o aluno e reduzir sua participação; (vi) incorporação de informações atraentes porém desnecessárias: isso pode elevar as habilidades de pensamento crítico dos estudantes ao desafiá-los a discriminar entre informações relevantes e não relevantes; (vii) exigir explicações narrativas dos estudantes: cada Tarefa Ranqueada solicita explicações do raciocínio envolvido na classificação da tarefa pelo aluno. Para cada tópico analisado, a porcentagem média de acerto subiu de 32% no pré-teste para 61% no pós-teste.

As **Atividades Investigativas** requerem problemas a serem analisados. Sua metodologia envolve, basicamente, atividades baseadas em problemas que os estudantes devem responder (ZOMPERO; LABURÚ, 2011), e esse processo inclui formulação de perguntas, planejamento e condução de investigações, uso de ferramentas para coleta e análise de dados, formulação de explicações com base em dados, representação de dados e comunicação de descobertas (UCAR; TRUNDLE; KRISSEK, 2011).

Estudos que utilizam a metodologia das Atividades Investigativas em Educação em Astronomia possuem o agravante de seus fenômenos estarem fora de alcance dos estudantes (BARAB et al., 2000). Com o avanço da tecnologia, principalmente dos computadores e da internet, hoje é possível remediar tal fato com situações que oportunizem as Atividades Investigativas.

⁶ Aqui uma observação de faz necessária: os autores apenas *apresentam* um mesmo conceito em diferentes formas de representação; não quer dizer que seja uma pesquisa de Multimodos e/ou Múltiplas Representações, eles não fundamentam teoricamente o uso dessas variadas representações e utilizam apenas as representações fornecidas por eles, os alunos não *constroem* variadas representações diferentes de um mesmo conceito. Para mais detalhes sobre Multimodos e Múltiplas Representações ver Capítulo 3.

Em trabalho realizado com alunos universitários de carreiras não científicas, Ashcraft (2006) conclui que a utilização de uma metodologia de aprendizagem baseada em Atividades Investigativas foi mais eficiente do que a de uma aula tradicional no estudo das Estações do Ano, em uma disciplina de astronomia numa universidade dos Estados Unidos. Ele dividiu os estudantes em dois grupos, denominados “grupo didático” e “grupo construtivista”, em um total de sete seções (32 alunos cada). O primeiro grupo consistiu de três seções ensinadas de forma tradicional. O segundo de quatro seções em que o professor utilizou da “aprendizagem baseada em investigação”. Cerca de 90% do grupo construtivista e aproximadamente dois terços do grupo didático participaram da pesquisa. Todos da amostra realizaram um pré-teste antes do início do curso e um pós-teste após as intervenções, constituídos de duas questões. Para a análise dos dados foram atribuídos notas de 0 (sem entendimento e/ou concepção não científica) a 4 (concepção cientificamente aceita) e realizado uma análise estatística através de médias e desvios padrões e ganhos normalizados. O ganho normalizado é definido como sendo a razão entre o ganho apurado pelo aluno e o máximo ganho possível com base em duas avaliações idênticas (HAKE, 1998). Os resultados mostram que o grupo construtivista, isto é, que utilizou a metodologia de Atividades Investigativas, teve um melhor resultado no pós-teste do que o grupo didático.

Em outro estudo, Barab e colaboradores (2000) utilizaram o conceito de aprendizagem baseada em projeto (do inglês “Project Based Learning”), que basicamente é uma Atividade Investigativa que pode ser considerada de natureza colaborativa e que envolve a construção e o uso de modelos (construção de modelos 3d – uso de realidade virtual) em um curso de astronomia para estudantes de uma universidade dos Estados Unidos. O respectivo curso oportuniza a construção de um modelo tridimensional do Sistema Solar no computador através da metodologia de aprendizagem baseada em projeto. Os alunos devem elaborar três projetos com a expectativa de que eles vão modelar vários fenômenos astronômicos em seus computadores. Os pesquisadores concluem que a metodologia usada foi efetiva na aprendizagem de diversos conteúdos de astronomia, dentre eles os fenômenos de Eclipse, Fases da Lua e Estações do Ano (ibid.).

Utilizando uma metodologia de Atividade Investigativa com uso do software *Starry Night Backyard* numa perspectiva de mudança conceitual, Bell e Trundle (2008) trabalharam conceitos sobre o motivo e os padrões das Fases da Lua

com 50 futuros professores inscritos em um curso de mestrado em educação infantil de uma Universidade dos Estados Unidos. Antes da intervenção, nenhum dos participantes apresentou um completo entendimento científico do motivo e dos padrões das fases da Lua. Após as Atividades Investigativas, os dados do pós-teste mostraram uma melhora dramática a respeito do conceito sobre Fases da Lua. A maioria dos participantes (82%) foi capaz de articular explicações científicas a respeito da causa das fases da Lua. Apenas 8 estudantes (16%) demonstraram fragmentos alternativos após instrução.

1.3. PESQUISAS SOBRE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM ENSINO DE ASTRONOMIA

Um dos marcos da educação científica na década de 70 foi início do chamado movimento das concepções alternativas (CACHAPUZ et al., 2011), uma das principais linhas de investigação da didática das ciências, em que pesquisadores começaram a se preocupar com os conteúdos das ideias dos alunos sobre os conceitos científicos.

De acordo com Oliveira (2005), diferentes termos são utilizados na literatura da educação científica para representar as concepções alternativas: ideias intuitivas (DRIVER, 1986), pré-concepções (GIL PÉREZ, 1986; FREITAS; DUARTE, 1990), ideias prévias (GIL PÉREZ, op. cit.; DRIVER, 1988), pré-conceitos (NOVAK, 1977; ANDERSSON, 1986), concepções errôneas (LINKE; VENZ, 1978), conceitos alternativos (GILBERT; OSBORNE; FENSHAM, 1982), conhecimentos prévios (POZO, 1998) e concepções alternativas (DRIVER, 1983; DRIVER; EASLEY, 1978).

Embora o termo utilizado possa refletir a posição epistemológica do pesquisador que o utiliza, ele geralmente denota as ideias que cada aluno leva para a sala de aula previamente concebida ao ensino formal, organizada a partir de suas experiências cotidianas que servem para explicar e prever o que ocorre a sua volta.

Ainda que o movimento das concepções alternativas já tenha vivido seu auge, seu estudo em educação em Astronomia persiste atualmente, tanto com crianças quanto estudantes e professores (LANGHI; NARDI, 2012), mostrando-se promissora como referencial metodológico da área. A seção subsequente apresenta alguns desses estudos aplicados ao conceito das Estações do Ano.

1.3.1. Estudos de Concepções Alternativas das Estações do Ano

Existem diversas revisões bibliográficas sobre concepções alternativas no ensino de Astronomia e, dentre elas, citamos os trabalhos de Sobreira (2010), Langhi e Nardi (2012) e Lelliott e Rollnick (2010).

Em sua revisão bibliográfica sobre o tema, Sobreira (2010) ressalta que em todos os lugares (nacional e internacionalmente) em que foram realizadas pesquisas sobre ensino e aprendizagem das Estações do Ano foi verificado que tanto os estudantes quanto os docentes apresentam concepções alternativas e espontâneas relativas ao modelo Topocêntrico, Geocêntrico e Heliocêntrico da explicação desse conceito. Observa também que, apesar dos louváveis esforços das equipes de avaliação do Ministério da Educação (MEC), erros ainda estão presentes nos livros didáticos de ciências, e eles contribuem para interpretações equivocadas dos fenômenos abordados como, por exemplo, a ilustração da órbita terrestre extremamente achatada em torno do Sol induz à concepção errônea da explicação das Estações do Ano devido à distância Terra-Sol.

Langhi e Nardi (2012) elencam as principais concepções alternativas em Astronomia. Com relação às Estações do Ano, sua mais difundida concepção errônea é a famosa explicação dada através da distância Terra-Sol (DTS): de que elas ocorrem “devido à variação de distância da Terra em relação ao Sol, proporcionando o verão quando o nosso planeta está próximo do Sol e inverno quando se afasta dela” (ibid., p.101). Outras concepções encontradas pelos autores (ibid.) chamam a atenção, devido ao fato de poderem estar associadas à explicação errônea da DTS do conceito das Estações do Ano:

- O Sol é uma bola de fogo;
- Há apenas dois movimentos da Terra: rotação e translação;
- A órbita da Terra é muito excêntrica, assemelhando-se a uma elipse e não um círculo;
- O eixo de rotação da Terra é inclinado de $23,5^\circ$ em relação ao plano de sua órbita;
- A ordem de ocorrência das nossas estações é: primavera, verão, outono e inverno.

Eles referenciam diversos estudos que fundamentam a explicação da DTS como a concepção alternativa mais utilizada tanto por alunos quanto para professores de ciências (e.g., ATWOOD; ATWOOD, 1996; BAXTER, 1989; CAMINO, 1995; De MANOEL, 1995; De MANOEL; MONTERO, 1995; SCHOON, 1992; TRUMPER, 2001a, 2001b; entre outros).

Em âmbito internacional, por exemplo, Camino (1995), trabalhando com 74 professores na Argentina, constatou que 35% deles possuíam a concepção prévia de que as Estações do Ano eram devido à DTS e encontrou dificuldades na mudança conceitual de suas representações. Em estudo realizado com mais de 900 alunos do ensino primário e secundário e 50 alunos de magistério da Catalunha, De Manoel (1995), verificou que mais de 60% dos pesquisados mencionou a DTS, sendo que em torno de 10% deles atribuíram à DTS em conjunto com a inclinação do eixo de rotação da Terra.

Em estudo posterior, De Manoel e Monteiro (1995) concluem que o problema da dificuldade do aluno em imaginar o movimento da Terra em torno do Sol gera concepções prévias como as encontradas. Esses pesquisadores encontraram, também, concepções como as Estações do Ano sendo ocasionadas pela rotação da Terra, sendo verão na parte do planeta virada para o Sol e inverno na porção oposta. Salientam ser preciso procurar estratégias alternativas de ensino, pois as imagens e gráficos que oferecem os livros textos não são suficientes para resolver esse problema, sendo necessárias práticas de ensino alternativas. Eles utilizaram atividade prática alternativa de simulação da radiação recebida pela Terra através da luz emitida por um projetor de slides num papel e numa esfera, mostrando-se eficaz para o ensino do Modelo Terra-Sol, mas algumas representações alternativas seguiram sendo apresentadas pelos pesquisados, especialmente a atribuição de "verões e invernos à distância e à Rotação" (ibid., p.99, tradução nossa).

Em outro estudo realizado com 448 estudantes de duas escolas de regiões rurais de Israel, Trumper (2001a) constatou que 45% deles atribuíram o motivo das Estações do Ano à DTS. Essa concepção ainda é encontrada em trabalhos mais recentes. Por exemplo, em pesquisa realizada com 113 alunos do ensino médio da Espanha, Solbes e Palomar (2013) mostraram que 30,1% dos pesquisados apresentaram a concepção DTS enquanto que, em estudo realizado na Bélgica que envolveu milhares de aprendizes de todos os níveis, esse índice foi de

aproximadamente 50% enquanto que entre 15% e 20% disseram que a altura do Sol não muda ao longo do ano (NAZE; FONTAINE, 2014).

Lelliott e Rollnick (2010), fazendo uma revisão bibliográfica entre os anos de 1974 e 2008, analisaram 27 estudos sobre concepções alternativas das Estações do Ano. Os autores os classificaram em (i) estudos qualitativos em estudantes (e.g., BAXTER, 1989; DUNLOP, 2000; KIKAS, 1998; ROALD; MIKALSEN, 2001; TSAI; CHANG, 2005); (ii) estudos quantitativos em estudantes (e.g., SADLER, 1998; SCHOON, 1992; TRUMPER, 2001a; 2001b; TSAI; CHANG, 2005) (iii) estudos sobre professores (e.g., ATWOOD; ATWOOD, 1996; MANT; SUMMERS, 1993; OJALA, 1992; PARKER; HEYWOOD, 1998; SUMMERS; MANT, 1995).

Com relação a pesquisas realizadas entre estudantes, concluem que praticamente todos os artigos identificaram a concepção alternativa da "teoria da distância" (LELLIOTT; ROLLNICK, op. cit., p.1784) como explicação do motivo das Estações do Ano. Ressaltam que o estudo de Tsai e Chang (2005) mostrou que o ensino construtivista adotado com o conflito cognitivo dos alunos provocou uma maior retenção de conceitos científicos do que o ensino tradicional.

No Brasil, em estudo realizado com estudantes e professores de vários conteúdos astronômicos, dentre eles as Estações do Ano, Bisch (1998) apresenta o realismo ingênuo, o conhecimento conceitual feito de chavões⁷ reinterpretados de acordo com o senso comum e uma representação qualitativa/topológica do espaço como as três características marcantes sobre a natureza do conhecimento sobre a astronomia apresentadas tanto pelos alunos quanto pelos docentes pesquisados.

Diversas pesquisas nacionais abordam o tema das concepções alternativas das Estações do Ano. Ostermann e Moreira (1999), por exemplo, entrevistaram professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental e a explicação DTS para as Estações do Ano ficou evidenciada. Em estudo realizado com 17 professores de ciências da rede pública do estado de São Paulo, Leite (2002) observou excessiva dificuldade na articulação das respostas dadas com relação ao tema Estações do Ano como, por exemplo, a explicação dada para esse fenômeno devido à DTS.

⁷ respostas padronizadas, memorizadas e vazias, isto é, respostas repetidas 'por quem aprendeu' sempre da mesma forma; podem ser chavões verbais, no caso de enunciados, e chavões gráficos, no caso de imagens (BISCH, 1998, p.225).

Em pesquisa realizada com sete professores da rede pública de ensino que possuíam entre 5 e 32 anos de experiência, Lima e Trevisan (2005) concluíram que os docentes atribuem o motivo das Estações do Ano à incidência dos raios solares na superfície da Terra mas não conseguem “ligar esse conceito com o seu sentido” (ibid., p.8), atribuindo sentidos equivocados cientificamente, gerando concepções alternativas que são lançadas aos seus alunos.

Em nível internacional, Mant e Summers (1993), por exemplo, constataram que alguns professores consideraram a inclinação como causa de partes da Terra estarem fisicamente mais perto ou mais longe do Sol e, portanto, identificaram essa concepção alternativa como sendo uma outra forma de teoria da variação da distância Terra-Sol.

Nos últimos anos, pesquisas realizadas com possíveis futuros professores têm sido muito menos exploradas do que as executadas com alunos do ensino fundamental (TRUMPER, 2006), por exemplo. Segundo Bisard e colaboradores (1994) a taxa de resposta correta aumenta progressivamente em estudantes universitários em relação à apresentada por alunos de ensino médio.

Em trabalho realizado na formação docente inicial de professores dos Estados Unidos, Atwood e Atwood (1996) pesquisaram as concepções alternativas de 49 futuros professores utilizando dois procedimentos distintos. No primeiro, solicitaram que os estudantes respondessem questionário sobre o motivo das Estações do Ano e a maioria (24 estudantes) apresentou a variação da DTS como explicação para as Estações do Ano. Destes, 18 atribuíram essa variação de maneira genérica (distância do planeta como um todo ao Sol) devido, talvez, a “trajetória elíptica da Terra em torno do Sol” (ibid., p.557, tradução nossa), e 6 como resultado do eixo de rotação da Terra, que deixaria partes da Terra mais próximas e outras mais afastadas. Outros 8 estudantes explicaram as Estações do Ano devido à rotação da Terra. No segundo procedimento, solicitaram aos pesquisados usarem modelos 3d (bolas de isopor e palitos de madeira) em conjunto com explicações verbais orais para explicarem o referido fenômeno. Foram disponibilizados modelos com e sem a inclinação do eixo de rotação da Terra e 39 alunos da amostra escolheram usar o primeiro, dando indícios de saberem o conhecimento declarativo de que a Terra possui inclinação do seu eixo de rotação. Apesar disso, as concepções alternativas apresentadas pela amostra foram: distância Terra-Sol (19), a direção do eixo de rotação da Terra muda ao orbitar o Sol (7), rotação da Terra em torno do seu

eixo (6), o polo do hemisfério que é verão aponta quase que diretamente para o Sol (4) e o Sol revoluciona ao redor da Terra (3). Apenas um estudante em cada procedimento (alunos distintos) apresentou concepção considerada correta, isto é, em concordância com o cientificamente aceito. Segundo os autores, a inconsistência das concepções alternativas apresentadas pela amostra nos dois procedimentos (apenas 6 alunos mostraram a mesma concepção alternativa em ambos) sugere que elas não estão fortemente enraizadas.

Trumper (2001c) realizou uma avaliação das concepções básicas de astronomia para um total de 2087 alunos de ensino médio ao universitário, resumindo os conceitos errôneos mais comuns em todos os níveis educacionais. Com relação ao conceito das Estações do Ano, a explicação da DTS foi utilizada por 37% e 32% dos futuros professores do nível primário e secundário, respectivamente. Além disso, 20% e 19% dos futuros professores do nível primário e secundário, respectivamente, explicaram que o motivo de ser mais quente no verão do que no inverno é devido ao fato de a Terra estar mais próxima ao Sol no verão.

Em pesquisa mais recente, Küçüközer (2008) investigou concepções alternativas e os efeitos da aplicação de modelagem 3d computacional na mudança conceitual acerca das Estações do Ano e fases da Lua em 76 alunos universitários na Turquia. Para as Estações do Ano, antes da intervenção, 35% da amostra investigada explicou o referido fenômeno através inclinação do eixo de rotação da Terra, 30% ao fato da Terra girar em torno do Sol, 24% atribuíram o fenômeno à mudança da DTS, 4% à rotação da Terra em torno de seu próprio eixo e 7% para outras respostas (indecifráveis ou não explicaram as Estações do Ano). Quase todos os alunos apresentaram explicações científicas sólidas sobre ambos os conceitos após a instrução.

Trabalhando com 21 alunos universitários de licenciatura e bacharelado de Física durante um curso não obrigatório de astronomia básica abordando vários temas astronômicos, incluindo-se as Estações do Ano, Pedrochi e Neves (2005) concluem que a grande maioria das respostas foi classificada como memorizada, isto é, mecanicamente utilizadas sem uma reflexão pormenorizada do conceito envolvido como, por exemplo, ao explicar o motivo das Estações do Ano ser devido ao ângulo da eclíptica, mas ao ser indagado o que isso significa o aluno não soube responder.

Apesar de fugir do escopo do presente trabalho, vale a pena ressaltar o fato de que, conforme salientam Langhi e Nardi (2012), é notável a semelhança das concepções alternativas encontradas em Educação em Astronomia e os erros conceituais presentes em livros didáticos da área. Como exemplo, as imagens utilizadas pelos livros didáticos não são compreensíveis o suficiente para explicarem a dinâmica do sistema Lua-Terra-Sol, e as envolvidas na explicação das Estações do Ano e fases da Lua não favorecem o entendimento desses fenômenos (TESTA; LECCIA; PUDDU, 2014). Esse problema se constitui como fator importante de problemas no processo de ensino e aprendizagem de Astronomia e mais detalhes podem ser encontrados em pesquisas da referida problemática (e.g., LANGHI; NARDI, 2012).

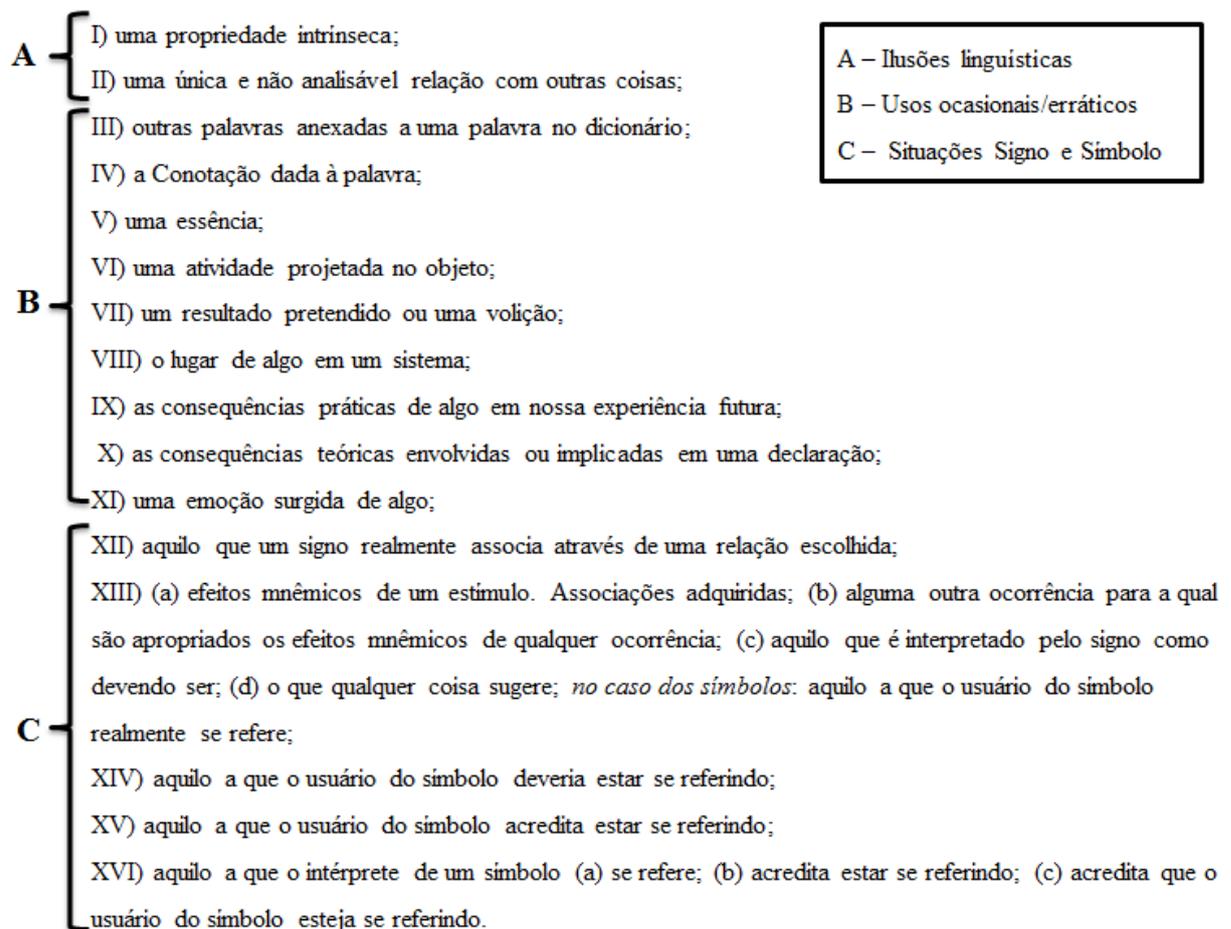
O próximo capítulo tem como objetivo a discussão dos significados atribuídos historicamente ao termo significado, incluindo os significados denotativo, conotativo e semiótico peirceano.

CAPÍTULO 2

SIGNIFICADOS DE SIGNIFICADO

O termo significado, em teoria da linguagem, é um dos mais ambíguos e controversos, tornando-se inutilizável para termos científicos (ULLMANN, 1964). Ogden e Richards (1989), em *The Meaning of Meaning*, trabalho seminal publicado em 1923, afirmam que as expressões dos filósofos não são confiáveis quando fazem menção ao referido termo, tendo recolhido dezesseis significações diferentes. Desde então, diferentes outros termos foram acrescentados a esta “formidável fonte de ambiguidade” (ULLMANN, op. cit., p.111). A Figura 3 mostra as definições de significado mais usadas, de acordo com Ogden e Richards (op. cit.):

Figura 3 – Definições de Significado.



(FONTE: Adaptado de OGDEN; RICHARDS, 1989, p.187).

A primeira observação a ser considerada antes de qualquer tipo de análise das definições acima mencionadas diz respeito à utilização do termo símbolo

pelos autores. Ogden e Richards consideram como símbolos os signos envolvidos em situações (situações-signos) em que o homem os utiliza para comunicar e como instrumentos do pensamento que engloba palavras, imagens, gestos, sons miméticos e demais representações (OGDEN; RICHARDS, 1989).

As definições ilustradas na Figura 3 são classificadas em três grupos. O primeiro deles “compreende ilusões geradas linguisticamente; O segundo agrupa e distingue usos ocasionais e erráticos; o terceiro abrange situações gerais de Signo e Símbolo.” (ibid., p.248, tradução nossa), e são referenciados pelos autores como grupos A, B e C, respectivamente.

O grupo A advém do fato de que, segundo Ogden e Richards (op. cit.), os filósofos comumente estabelecem definições criando uma coisa particular, uma propriedade intrínseca, e depois dizem que qualquer coisa que apresentar essa propriedade possui significado (**definição I**). Como exemplo, os autores colocam que qualquer coisa, que possua a qualidade de beleza, é bonita (ibid.). Esse é o simples caso de nomeação.

Os referidos filósofos podem também estabelecer definições inventando uma relação especial não analisável e dizendo que tudo que for relacionado a essa relação possui significado (**definição II**). Aqui se estabelece uma alternativa gramatical que reaparece em todas as demais definições subsequentes e que tende a uma ambiguidade, no qual o significado é entendido como estando para a relação entre A e B: (i) quando A significa B, e neste caso o significado de A será sua relação com B; ou (ii) como A estando para B, caso em que o significado será B. Segundo os autores, o entendimento dessa ambiguidade gerará pouca dificuldade e evitá-la usando os termos como referência e referente “é uma das vantagens distintas desse vocabulário” (OGDEN; RICHARDS, 1989, p.185, tradução nossa). Por exemplo, a expressão *o atual melhor jogador de futebol do país* faz referência a pessoas diferentes, em contextos diferentes e épocas diferentes (*referentes*).

A **definição III** é amplamente utilizada e tem valor inquestionável para a filologia, como será visto na definição (XIV).

Conotação e Essência são os significados da lógica tradicional e dos realistas críticos, respectivamente, e devem ser considerados em conjunto. O termo conotação em (**IV**) tinha até então sua adoção ligada aos estudiosos da prática discursiva de tradição lógica, podendo o símbolo ter dois significados: (i) significar o conjunto de coisas no qual ele pode ser usado corretamente e os membros desse

conjunto são ditos denotados ou indicados pela palavra, isto é, sua denotação; (ii) significar as propriedades utilizadas na determinação da aplicação de um símbolo e reconhecidas como sua conotação ou simplesmente seu significado. Lembrando que símbolos, para Ogden e Richards (op. cit.), como visto anteriormente, são os signos envolvidos em situações em que o homem utiliza para comunicar entre si e como instrumentos do pensamento (palavras, imagens, gestos, sons miméticos e demais representações). Portanto, para os estudiosos da época mencionada pelos autores, a conotação era frequentemente utilizada como compreensão (OGDEN; RICHARDS, 1989).

O caso da **definição VI** é considerado como uma metáfora, uma maneira de expressar visões similares ao efeito mnêmico⁸ de um estímulo por associações adquiridas – **definição XIII**. A **(VII)** surge do estudo em que troca-se *querer dizer* (mean) com *pretender* em frases em inglês, como por exemplo: *They meant no harm, He means well, I meant to go e what I meant was what I said*⁹. Geralmente pode-se trocar a palavra *mean* por *intend* (pretender) que teremos o mesmo significado, caso contrário, isto é, quando a troca mencionada não pode ser feita, teremos um significado totalmente diferente, pois, segundo Ogden e Richards, o significado é algo desejado, ao contrário de algo conhecido ou previsto. Há uma fonte de confusão quando examinamos o assunto sob discussão, por exemplo, *What I meant was* (ou *o que eu pretendi me referir*) pode ser outra coisa completamente diferente ao que *o que eu me referi*, fato importante se queremos ter entendimento mútuo, compreensão, concordâncias e ou discordâncias (ibid.). Em outras palavras, o significado de qualquer sentença é o que o enunciador pretende que seja entendido pelo ouvinte (GARDINER, 1922 apud OGDEN; RICHARDS, 1989, p.193) e o problema, para o caso do resultado pretendido, reside no fato do significado que o enunciador pretende passar para o ouvinte poder ser diferente do significado captado pelo ouvinte ao receber/escutar a mensagem. Agora no caso *his meaning is certain* equivalendo a *He has definite wishes*¹⁰, o significado (*meaning*) pode ser interpretado como desejo (*wishes*), isto é, volição. A mesma ambiguidade linguística

⁸ mnêmico: relativo à memória;

⁹ Nota: *mean* é traduzido do inglês para o português como *significar, querer dizer* (refer to); traduções: *They meant no harm - eles não quiseram fazer mal; He means well - ele tem boas intenções; I meant to go - eu queria ir; what I meant was what I said - o que eu quis dizer foi o que eu disse.*

¹⁰ Traduções: *his meaning is certain - seu significado (propósito) é determinado (certo; seguro); He has definite wishes - ele tem desejos definidos.*

surge quando o Universo é considerado como mostrando evidência de um desejo, plano ou projeto, e se significado (meaning) é substituído por intenção (intention) ou propósito (purpose) de tal desejo, então o significado de qualquer coisa será seu propósito (OGDEN; RICHARDS, 1989).

Há casos em que o propósito nem sempre está implícito, como na **definição VIII**, em que o significado é equiparado à significação, e especifica que alguma coisa tem significado quando vier relacionada a outras coisas ou pertencer a um sistema como, por exemplo, qual seria o *significado* do desemprego ou de datas numéricas para grande parte das crianças, ou ainda, ao dizer que os valores para as distâncias de estrelas remotas estão *sem significado* para todos nós (ibid.).

As duas definições seguintes restringem significado como consequências práticas (**IX**) e teóricas (**X**), e tiveram papel importante para o edifício da metafísica. Associado principalmente aos pragmatistas, a **definição IX** estabelece que o significado de qualquer proposição pode sempre ser reduzido a alguma consequência particular de nossa experiência prática futura, seja ela passiva ou ativa (JAMES, 1911 apud OGDEN; RICHARDS, 1923, p.198) enquanto que a definição seguinte introduz a palavra significa (means) como sinônimo de *envolver* ou *implicar logicamente*.

A derradeira definição do grupo das usadas de maneira ocasionais e erráticas, (**XI**) traz uma conotação emocional e pode ser exemplificada por palavras como Deus, liberdade e amor, que deixam “trilhas afetivas de significado” (OGDEN; RICHARDS, 1989, p.199, tradução nossa).

O último grupo abrange situações gerais de Signo e Símbolo e a **definição XII** encarna a doutrina dos signos naturais em que assume que qualquer evento estará ligado a outros de forma causal, temporal ou de outra maneira. Toma-se um evento como um sinal de uma dessas relações, havendo outro evento que gerará seu significado como, por exemplo, os efeitos de acender um fósforo, onde há a produção de uma chama, fumaça, a cabeça do fósforo vindo a cair, ou, meramente, o barulho de raspar. Neste último caso, o efeito real está no significado do barulho tratado como um sinal, ou seja, o próprio sinal de raspar é o de acender o fósforo. Logo, o significado deriva de uma associação relacional entre causa e efeito (ibid.).

Para a **definição XIII** deve-se levar em conta que todo pensar, toda referência, segundo os autores, é adaptação de contextos psicológicos que

interligam elementos de contextos externos, isto é, o significado de A é aquele em que o processo mental interpretando A é adaptado. Como exemplo, citam o caso de uma galinha que apanha uma lagarta diferente, com listras amarelas e pretas, e tendo um gosto desagradável, ela a descarta. Deste ponto em diante a galinha evitou comer lagartas similares devido ao contexto geral visão-apanhar-saborear da experiência original (OGDEN; RICHARDS, op. cit.). Esse caso ilustra um tipo de interpretação, cujo contexto que nos afeta no passado e sua mera recorrência posterior, mesmo que ocorra parte dela, causa-nos uma reação semelhante à reação passada, isto é, algum elemento de um estímulo que venha do mesmo contexto do estímulo original é sinal suficiente para evocar ou excitar um processo mental que gera significado de mesmo pensamento. Para Ogden e Richards, a **definição XIIIb**, para os casos de interpretações verdadeiras, é equivalente à **definição XII** pois o significado de um signo adequadamente interpretado é realmente relacionado pela relação do signo, mas o mesmo não pode ser dito para os casos de falsas interpretações. Outro ponto que eles destacam sobre essa última consideração é que ela remove a necessidade de qualquer "teoria de correspondência da verdade" (op. cit., p.205, tradução nossa), uma vez que uma referência adequada tem como seu referente algo idêntico a ele e não algo que corresponda ao fato ou evento, que é o significado de um sinal pela definição XII (ibid.).

A **definição XIV** nos remete à questão do sinônimo, do "bom uso do símbolo" (OGDEN; RICHARDS, 1989, p.206, tradução nossa): um símbolo é correto quando causa uma referência semelhante ao que ele simboliza em qualquer intérprete adequado, surgindo certa imutabilidade ou sentido próprio; esse algo tende a ser denominado como o significado das palavras em questão. Essa imutabilidade nas referências é apoiada e mantida pelo uso dos dicionários. Segundo os autores, os dicionários são listas de símbolos substitutos que indicam que algo "pode ser substituído por aquilo em tais e tais circunstâncias" (op. cit., p.207, tradução nossa), servindo, portanto, para marcarem sobreposições entre as referências entre símbolos ao invés de definirem seus campos.

Da dificuldade do controle dos símbolos como indicações de referência emergem as duas últimas definições (**XV** e **XVI**). A referência que o usuário do símbolo acredita estar fazendo pode ser diferente da referência que ele realmente faz, assim como a referência que o ouvinte faz pode não ser a mesma referência

feita pelo enunciador. Há ainda o caso de que o significado do símbolo é o que o ouvinte acredita que o enunciador está se referindo, sendo, talvez, o maior causador de equívocos (ibid.).

A raiz do problema do que seja significado deriva da superstição de que as palavras são de alguma maneira parte das coisas ou sempre implicam coisas que lhes correspondam (ibid.). Não obstante, por ser um tipo particular de signo, a palavra não necessita ter qualquer similaridade com o que significa. Opondo-se à ideia de que as palavras são nomes das coisas e as próprias coisas são os significados das palavras, Saussure fez notar que essa concepção decorre do pressuposto errôneo das ideias serem anteriores às palavras (FIDALGO; GRADIM, 2005). Posição igualmente contestada por Vygotsky quando declara existir uma relação direta entre linguagem e pensamento (OLIVEIRA, 1993). A relação entre as palavras e coisas não provém de uma correspondência um por um, sendo a unidade linguística formada por dois termos psíquicos: “O signo linguístico não une uma coisa e uma palavra, mas um conceito e uma imagem acústica” (SAUSSURE, 2006, p.80).

Associa-se *significado* com *compreensão*, *sentido*, *saber algo* quando se indaga *qual o significado disso?*, ou ao declarar *isto não tem significado*, ou ainda ao mencionar *aprendizagem com significado*. Entretanto, é possível associar o termo, nesse sentido, a distintos graus de compreensão, variando de uma simples concepção equivocada ou errônea do conhecimento (CLEMENT, 1982) a uma conceituação profunda. Conceituar expressa um entendimento completo e não uma vaga noção do que se está a pensar. Indica uma ideia corretamente estruturada que o ato de aprendizagem conseguiu apropriar-se. Nesse caso emprega-se a palavra conceituar concomitantemente com o termo significado, expressando-se que o conhecimento tem sentido coerente e preciso em relação ao saber oficial, isto é, possuir significado seria, então, afirmar que o conceito ensinado foi apropriado pelo aprendiz.

Outra associação possível ao termo significado é entendimento. Para Gardner (1995) a maioria dos educadores possui dificuldades em definir exatamente a natureza do entendimento ou mesmo nem sabe como documentar se ele foi ou não obtido. Para esse pesquisador, um indivíduo *entende* quando for capaz de aplicar conhecimentos, conceitos ou habilidades adquiridas em algum tipo de ambiente educacional, em nova situação ou exemplo em que esse conhecimento for

relevante e, se não for capaz fazê-lo, por inferência, o indivíduo *não entende*. Portanto, segundo Gardner, o entendimento é demonstrado através do *desempenho* do sujeito. É por meio do desempenho de um aprendiz que se pode apreciar e apreender o seu entendimento, não podendo saber se o aluno compreende um princípio de uma ciência estudada, a menos que ele apresente um desempenho relevante de entendimento (ibid.), e isto implica atuar com sucesso nos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais particularmente relevantes para o ensino das ciências (ZABALA, 1998). Então, da possível vinculação entre entendimento e significado pode-se depreender uma forma de avaliá-lo.

Do ponto de vista semiótico, ao discutir sobre o significado, Volli (2007) aponta que:

[...] *significado* (pensemos na definição que o dicionário dá de uma palavra) é um *conceito*, resultado de uma *construção cultural* que permite compreender um determinado campo de realidade. Nessa perspectiva, o significado não é a *referência* a um ou mais objetos concretos. A palavra “cão”, por exemplo, tem por significado um conceito zoológico bastante conhecido e pode ser empregada por numerosas pessoas diferentes, as quais têm em mente animais bem diferentes fisicamente, ou animais apenas imaginados. (VOLLI, 2007, p.32, itálico do autor).

Portanto, em termos semióticos, a palavra *terra*, por exemplo, possui um significado bastante comum, construído culturalmente e dependendo do contexto e da bagagem cultural de determinada pessoa, pode ser empregada tendo em mente *solo com características bem diferentes*, como a *terra-roxa* (ou vermelha), que corresponde solo avermelhado bastante fértil presente na região norte do Paraná ou um *solo mais claro e arenoso*, como o presente na região metropolitana de Campinas (SP), ou ainda tendo em mente o *planeta do Sistema Solar denominado Terra*.

De acordo com Charles Sanders Peirce, a questão do que seja significado de um conceito só pode ser resolvido pelo estudo dos efeitos significados dos signos, isto é, dos interpretantes, que “são de três classes gerais com algumas subdivisões importantes” (PEIRCE, 1980, p. 131). Logo, para o filósofo americano, o problema que envolve o significado de um conceito científico passa pela sua noção de interpretante que veremos em detalhes, sendo o sentimento provocado pelo signo seu primeiro efeito significado, um ato em que há algum dispêndio de energia,

o segundo (CP 5.475¹¹; PEIRCE, 1980), e o efeito tendo a ver com mudança de hábito, isto é, “uma modificação nas tendências de uma pessoa para a ação, que resulta de exercícios prévios da vontade ou dos atos, ou de um complexo de ambas as coisas” (PEIRCE, 1980, p.131), o terceiro. Na seção a seguir aborda-se o significado através de um viés semiótico, mais precisamente, da Semiótica Peirceana.

2.1. SIGNIFICADO NA SEMIOLOGIA E SEMIÓTICA

O termo semiótica surgiu no século XVII para designar o estudo dos signos, introduzido pelo filósofo inglês John Locke (1632-1704), sendo retomado no início do século XX pelo filósofo, lógico e matemático norte americano Charles Sanders Peirce (1839-1914). O termo fora renomeado como semiologia, independentemente, no início do referido século, pelo linguista suíço Ferdinand de Saussure (1857-1913), para designar a ciência dos signos (SANTAELLA, 1996). Para Saussure a língua constitui uma instituição social, sendo:

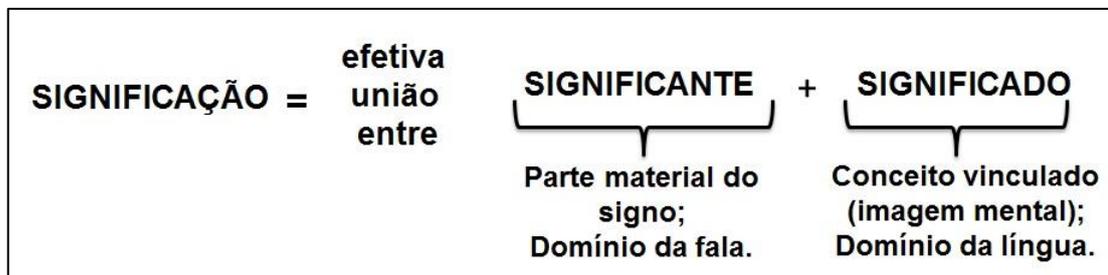
[...] um sistema de signos que exprimem idéias(sic), e é comparável, por isso, à escrita, ao alfabeto dos surdos-mudos, aos ritos simbólicos, às formas de polidez, aos sinais militares etc., etc. Ela é apenas o principal desses sistemas. Pode-se, então, conceber **uma ciência que estude a vida dos signos no seio da vida social**; ela constituiria uma parte da Psicologia social e, por conseguinte, da Psicologia geral; chamá-la-emos de **Semiologia** (do grego **sêmeion**, "signo"). (SAUSSURE, 2006, p.24, grifo do autor).

Saussure denominou as unidades do sistema linguístico de signos, propondo-os como sendo a efetiva união arbitrária entre um *significante* (imagem acústica) e um *significado* (conceito), antecipando e determinando todas as definições posteriores de função sígnica (ECO, 2003), conforme ilustrada na Figura 4. Roland Barthes (1915-1980), escritor, sociólogo, crítico literário, semiólogo e filósofo francês, apesar de entender a semiologia como parte da linguística, ao

¹¹ Conforme convenção para estudos da obra de Peirce, CP indica os *Collected Papers* (os números indicam o volume, seguindo-se os parágrafos - ver referências bibliográficas para mais detalhes), que são manuscritos de estudos peirceanos que se encontram aos cuidados do Departamento de Filosofia da Universidade de Harvard. Essa universidade publicou, entre 1931 e 1958, os seguintes volumes: I – Princípios da Filosofia; II – Elementos de Lógica; III – Lógica Exata; IV – A mais simples Matemática; V – Pragmatismo e Pragmaticismo; VI – Ciência Metafísica; VII – Ciência e Filosofia; e VIII – Comentários, Correspondência e Bibliografia.

contrário de Saussure, que concebeu esse último como elemento do primeiro (PENN, 2011), entende que Saussure notou bem a natureza psíquica do significado ao denominá-lo conceito (BARTHES, 1974).

Figura 4 – Estrutura da função sgnica de Saussure.



(Fonte: o próprio autor)

Enquanto a significação de um signo é uma questão individual, localizada no tempo e no espaço, o significado depende somente do sistema instituído socialmente estando antes e acima do ato individual (COELHO NETO, 1983). Se o indivíduo não conhece o significado de algo, ele v apenas um simples significante, estando no máximo autorizado a dizer (pelo modo que a palavra está composta) que se trata de um possível signo. O fato de não conhecer seu significado não implica que ele não exista, mas para essa pessoa não há significação. Assim, o significado da palavra boi não é o animal boi, mas sua imagem psíquica ou mental, como assegura Coelho Netto (op. cit.).

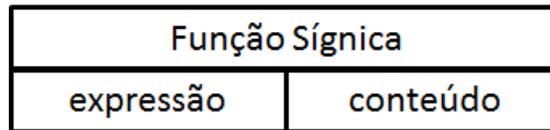
Como exemplo, Coelho Netto (ibid.) cita o *signo Macutena*: se alguém está diante desse signo e não conhece seu significado, esse signo para ela não tem significação. Como consequência de ouvir dizer que macutena expressaria *pessoa azarenta*, este alguém tem condições de unir o significante ao significado e formar a significação do signo e, a partir do momento em que a relação sgnica é instaurada, “não é mais possível pensar o significado sem o seu significante e vice-versa” (VOLLI, 2007, p.32). O processo de significação conduz aos fenômenos de denotação e conotação do signo, vistos a seguir.

2.2. SIGNIFICADO DENOTATIVO E CONOTATIVO

Um signo sempre é constituído, segundo Eco (2003), por uma correlação codificada mútua, arbitrária e convencional entre elementos de um

significante (plano da expressão), e de um significado (plano do conteúdo), conforme ilustrado na Figura 5.

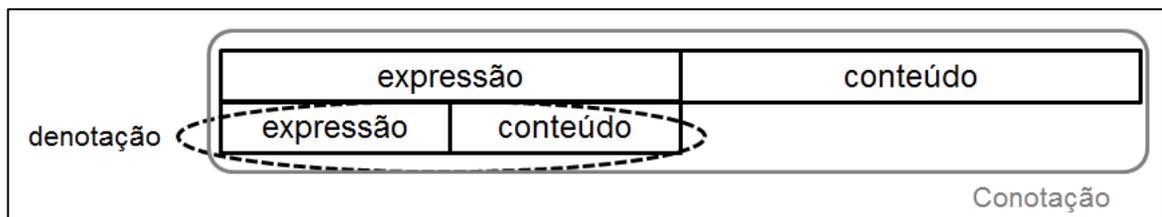
Figura 5 – Forma da função sígnica.



(Fonte: o próprio autor)

Na denotação, segundo Coelho Neto (op. cit.), o significado se dá em primeira instância, sendo a relação entre os planos de expressão e conteúdo de forma precisa e unívoca. O signo denotativo veicula o primeiro significado oriundo da relação entre o signo e seu objeto. Na conotação, acrescenta-se outro significado ao conjunto significante/significado denotativo já instituído, isto é, no sistema conotativo, o significado denotativo, associado ao seu significante, não é substituído por outro e sim permanece no signo e a este conjunto é sobreposto outro significado, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Formas da Denotação e Conotação.



(Fonte: Adaptado de ECO, 2003, p.46)

Em outras palavras, na conotação, portanto, o plano de expressão se funda, ele próprio, de um sistema de significação, isto é, o plano de expressão de um sistema semiótico conotativo se constitui de uma outra semiótica (BARTHES, 1974; ECO, 2003). Por exemplo, temos um sistema denotativo ao escrever que pedra seria *a matéria mineral sólida, dura, da natureza das rochas*. Uma possível conotação seria dizer que *João tem um coração de pedra*, onde pedra agora possui outro significado, acrescido ao dado na denotação, de que João possui um coração duro, isto é, que ele não tem ou não demonstra sentimentos. É exatamente devido ao fato que o significado denotativo permanece no signo que surge a ambiguidade de mensagens que assumirá uma ou outra significação, dependendo do contexto (COELHO NETO, op. cit.).

Uma desvantagem da Semiologia de Saussure, segundo Ogden e Richards (op. cit.), se refere ao processo de interpretação ser incluído por definição no signo, pois Saussure define coisas e não palavras e, ao negligenciar completamente as coisas que os signos ficam no lugar, essa semiologia foi privada “de qualquer contato com métodos científicos de verificação” (OGDEN; RICHARDS, 1989, p.6, tradução nossa). A semiótica de Peirce, diferentemente da semiologia acima mencionada, introduz um terceiro termo à definição de signo, e será vista em seção posterior.

2.3. SIGNIFICADO COMO ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO EM REDE

Antes de adentrarmos ao significado peirceano, a presente seção objetiva, sem intuito de esgotamento do assunto, uma breve introdução de alguns referenciais teóricos ligados à psicologia cognitiva e à educação científica que associam o termo significado como organização do conhecimento em rede.

Um modelo antigo e ainda utilizado na área da psicologia cognitiva, denominado de “modelo de rede semântica” (STERNBERG, 2010, p.277) entende o conhecimento em termos de representação sob forma de uma rede semântica hierárquica. Esta última seria uma teia de elementos de significados constituída por nós que, geralmente, representam conceitos. As conexões entre esses nós, isto é, entre esses significados, são denominadas relações especificadas e podem envolver inclusão em uma categoria (por exemplo, golfinho ser um mamífero ou a Terra ser um planeta), atributos (união de “peludo” a “mamífero” ou de “forma esférica” a “planeta”), ou alguma outra relação semântica.

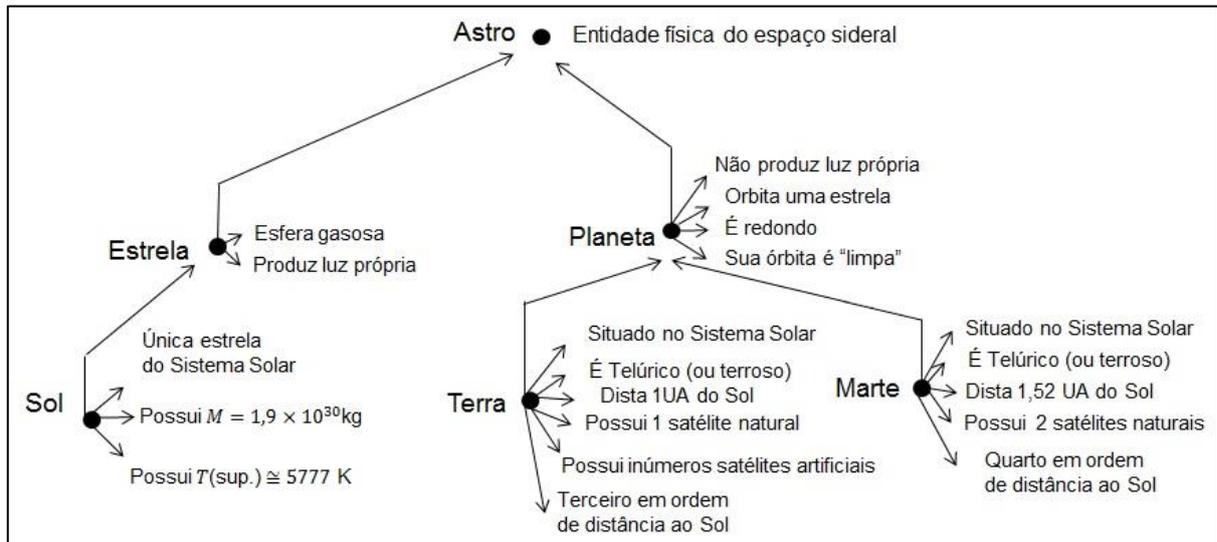
A rede proporciona oportunidade de organizar conceitos e pode possuir diferentes formas. Nesse modelo o significado de um conceito é consequência da relação com outros conceitos, bem como de relações entre atributos e categorias contidos em um conceito. Na representação em rede semântica, um indivíduo constrói, com o passar do tempo, uma base de conhecimentos acerca de um conceito, conforme mais informações forem adquiridas.

O significado que se tem de um conceito específico como Terra, por exemplo, depende, em parte, da relação deste conceito com conceitos mais gerais e fundamentais, como Planetas, Sistema Solar e Astros. À medida que na rede se passa do geral para o específico, a informação torna-se cada vez mais singular e

aprendemos que Terra é um planeta e que é redondo e orbita uma estrela, por exemplo.

No modelo hierárquico, se uma pessoa sabe que Terra e Marte são planetas, ela “armazena a informação” (STERNBERG, 2010, p.278) no nível de planetas tudo aquilo que conhece sobre planetas. Por exemplo, poder-se-ia armazenar que planetas são redondos e orbitam uma estrela. Não é preciso repetir essa informação novamente no nível hierarquicamente inferior para Terra e Marte, pois tudo que era conhecido a respeito dos níveis superiores de uma hierarquia foi aplicado a todos os níveis inferiores da hierarquia. A Figura 7 exemplifica o conhecimento em termos de representação em rede hierárquica.

Figura 7 – Diagrama de Árvore Hierárquica de uma Representação do Conhecimento organizado em Termos de Rede Hierárquica.



(Fonte: o próprio autor)

Na educação científica e matemática encontram-se trabalhos que apoiam ações pedagógicas sob a perspectiva do ato cognitivo ser uma questão de estabelecimento de conexões entre ideias do que será aprendido. De acordo com Hiebert e Carpenter (1992), o conhecimento é constituído por representações internas ou mentais que se conectam, formando redes de conhecimento. Esses autores definem entendimento em termos da maneira em que informação é representada e estruturada, mais precisamente, o conhecimento é entendido se sua representação mental é parte de uma rede de representações, sendo o grau de entendimento determinado pelo número e pela força das conexões. Partem de duas

premissas das ciências cognitivas acerca das representações mentais ou internas: eles assumem que (i) existe alguma relação entre as representações internas e externas; e (ii) que representações internas podem ser relacionadas ou conectadas umas às outras de formas úteis (HIEBERT; CARPENTER, op. cit.). Com relação à primeira premissa, eles acreditam ser razoável assumir que a natureza da representação interna é influenciada e restringida pela situação externa que está sendo representada e, ao aplicarem essa premissa às situações matemáticas, assumem que a natureza das representações matemáticas externas influencia a natureza de representações matemáticas internas. Para esses pesquisadores, a forma de uma representação externa (isto é, materiais físicos, figuras, símbolos, etc.) com a qual um estudante interage faz uma diferença na maneira de como ele representa internamente a quantidade ou relação em questão e, por outro lado, a maneira em que o estudante lida com, ou gera, uma representação externa, revela algo de como ele tem representado essa informação internamente. A segunda premissa parte de trabalhos do campo das ciências cognitivas que alegam que representações internas podem estar conectadas e são influenciadas pelas atividades externas via inferência: “conexões entre representações internas podem ser estimuladas pela construção de conexões entre representações externas correspondentes” (ibid., p.66, tradução nossa).

As referências em educação científica e matemáticas referidas de multimodos e múltiplas representações (YORE; HAND, 2010; WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010) colocam que as diferenças nas habilidades dos aprendizes em usar, reconhecer, estabelecer, reunir, e hierarquizar conexões entre múltiplas representações de um conceito podem ser analisadas em termos das diferentes redes internas de conhecimento formadas frente ao tipo específico de instrução recebida (PATTERSON; NORWOOD, 2004). Os aprendizes têm a oportunidade de criarem representações mentais dos conceitos que os ajudem a formar redes de conexões internas corretas a respeito do conhecimento com a utilização dessa Diversidade Representacional, que será visto em detalhes no próximo capítulo.

Outra teoria que segue essa linha de pensamento, de que conceitos organizados em rede são condição para a formação de significados, situa-se a da Aprendizagem Significativa. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) enxergam o significado como sendo um produto do processo da aprendizagem significativa. Para esses pesquisadores, a essência dessa teoria é que uma nova informação se

relaciona às informações previamente adquiridas pelo estudante (isto é, sua estrutura cognitiva) via relação não arbitrária e substantiva.

Não arbitrariedade ocorre quando um material potencialmente significativo relaciona-se num encadeamento não aleatório com alguns conhecimentos pré-existentes especificamente relevantes chamados subsunçores (imagem, símbolo, conceito, proposição etc.). Os autores citam como exemplo que os dados sobre temperatura média anual de certas regiões metropolitanas se associam significativamente com o conceito de clima, e que esses dados, por sua vez, ligam-se com as noções sobre órbita da Terra, posição orbital do planeta, irradiação solar, e assim por diante, num “encadeamento geralmente coerente” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.37).

Substantividade ocorre se o que for incorporado à estrutura cognitiva não se limitar às palavras precisas usadas para expressar a nova ideia, mas incorpora a essência do que significam. Portanto, um significado somente é aprendido em relação a outros necessariamente já assimilados (ibid.), ou seja, existentes. Assim, por exemplo, “seasons”, “saisons” e “estaciones del año” significam o mesmo que “estações do ano” para uma pessoa que tem certo domínio no inglês, francês e espanhol, respectivamente, assim como os símbolos $1/4$ e $0,25$ se equivalem para uma pessoa com conhecimento elementar de aritmética.

Desse modo, não se pode obter o significado da lei de Ohm se não existir previamente uma rede de significados como de corrente elétrica, voltagem, resistência elétrica, proporcionalidade, e assim por diante (ibid.). No entender de Ausubel e colaboradores, um significado é adquirido “gradualmente e idiossincraticamente por cada indivíduo” (ibid., p. 38). Essa aquisição se dá por integração cumulativa do conteúdo aprendido em uma edificação mental ordenada hierarquicamente, que envolve todo um arcabouço informacional estabelecido e armazenado anteriormente, e que, a partir de então, vem a constituir um novo conhecimento prévio (ibid., p. 139). Para esses pesquisadores a emergência de um significado real de algo (significado psicológico) depende da experiência individual, e é um produto do processo de aprendizagem significativa de cada sujeito. Para que tal significado seja alcançado, tornando-se potencialmente significativo, dois pré-requisitos se fazem necessários. Um tem a ver com o significado lógico inerente e dependente apenas da natureza do material simbólico

que vai ser estudado, o outro tem a ver com a disponibilidade de conteúdo significativo adequado na estrutura cognitiva do indivíduo (ibid.).

2.4. SIGNIFICADO NA PERSPECTIVA PEIRCEANA

Charles Sanders Peirce denomina semiótica como sendo “a doutrina da natureza essencial e das variedades fundamentais de possível semiose” (CP 5.488; PEIRCE, 1980, p.135) sendo este último termo, ou *semeiosis*, entendido por ele como sendo

[...] uma ação ou influência, que consiste em, ou envolve, a cooperação de *três* sujeitos, o signo, o objeto e o interpretante, influência tri-relativa essa que não pode de forma alguma ser resolvida em ações entre pares. *Semeiosis* no período grego ou romano, à época de Cícero já, se bem me recordo, significava a ação de praticamente qualquer espécie de signos; e a minha definição confere a tudo o que assim se comportar a denominação de “signo”. (PEIRCE, 1980, p.133-134, itálico do autor).

O filósofo americano deixou um legado de inúmeros textos e páginas publicados e não publicados. Percorrendo as páginas dos volumes dos *Collected Papers* (1931-58)¹², por exemplo, pode ser verificado que ele elaborou mais de 20 definições de signo. Mas a ideia básica de que o Signo é uma correlação entre três correlatos é mantida em cada definição. Em CP 2.228, por exemplo, Peirce escreve:

Um signo, ou *representamen*, é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido. Ao signo assim criado denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu *objeto*. Representa esse objeto não em todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de idéia(sic) que eu, por vezes, denominei *fundamento* do representamen [...] (PEIRCE, 2005, p.46, itálico do autor).

Em outras palavras, no signo Peirceano, o representamen é a face perceptiva do signo, o objeto aquilo que o signo representa, e o interpretante o resultado que o signo produz em “alguém”. Devemos tomar cuidado ao ler, nas definições de Peirce, que signo representa algo a “alguém”, sendo este último comumente entendido como um ser humano, psicológico, palpável, nas definições

¹² *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, vols. 1–6, 1931–1935, Charles Hartshorne and Paul Weiss, eds., vols. 7–8, 1958, Arthur W. Burks, ed., Harvard University Press, Cambridge, MA. (ver referências bibliográficas para mais detalhes).

de Peirce. Segundo Santaella (2004), o uso dessa palavra deu-se devido à generalização das definições de signo feitas por Peirce para que pudesse ser entendido em sua própria época e o caráter essencial do signo é o engendramento lógico instaurado entre esses três correlatos, isto é, entre o fundamento do signo, o Objeto e o interpretante, além da função mediadora do signo.

Na maioria das vezes um signo funciona, na visão de Peirce, entre duas mentes: a mente enunciativa, agente, que enuncia o signo, seja acusticamente, opticamente ou de outra maneira; e a paciente, que interpreta o signo. Antes mesmo de ser enunciado, o signo já está virtualmente presente na consciência do enunciador, na forma de pensamento, sendo, portanto, um signo, devendo ele mesmo ter tido um enunciador, isto é, o ego do momento anterior, em cuja consciência deveria estar virtualmente presente, e assim por diante nessa direção. Analogamente, após o signo ser interpretado, ele permanece virtualmente na consciência do seu intérprete, em que será um signo e, como cada signo, terá um intérprete, e assim por diante. A esse processo, contendo esses dois *ad infinitum* (relações infinitas), Peirce denominou de “Teatro das consciências” (EP2, p.403, tradução nossa)¹³.

Conforme salienta Volli (2007), o conhecimento de um significado de um signo ocorre pela formulação de outro signo que o interprete, sendo o interpretante, portanto, outra representação referente ao mesmo significado (ou objeto). O referido autor exemplifica a semiose Peirceana pelo “signo cão”, em que a palavra “cão” é o representamen e “dog”, “animal doméstico” e “Rin-tin-tin” possíveis interpretantes: o *termo linguístico* *cão* (representamen) → *dog* (primeiro interpretante) → *animal doméstico* (segundo interpretante) → *Rin-tin-tin* (terceiro interpretante) e assim por diante (VOLLI, op. cit., p.37). Como um segundo exemplo (mencionado em seção anterior) a *palavra terra* (representamen) → *solo* (primeiro interpretante) → *land* (segundo interpretante) → *terra roxa* (terceiro interpretante) → *planeta Terra* (quarto interpretante), e assim por diante em uma cadeia potencialmente infinita de interpretantes.

Mas há casos em que não se tem uma coleção infinita ou para o lado do enunciador ou para o lado do intérprete. Existem signos sem enunciadores, como,

¹³ Conforme convenção para a obra de Peirce, EP indica *The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings*, seguido do volume. Ver referências bibliográficas para mais detalhes.

por exemplo, sintomas de doenças, signos do tempo (clima), grupos de experiências servindo como premissas, entre outros, e signos sem intérpretes, não se devendo confundir *intérprete*, *interpretação* e *interpretante* (SANTAELLA, 2004). Como exemplos de signos sem interpretantes, o filósofo americano cita os cartões do Tear Jacquard, que são cartões binários inseridos na máquina de tear, como signos sem interpretantes, pois são signos, mas as imagens tecidas nas máquinas podem, por exemplo, pegarem fogo sem que sejam interpretadas; os livros de registro de um banco podem permanecer nas estantes sem que se façam um balanço de seus respectivos dados, sendo também signos sem intérpretes humanos (ibid.).

Volli (op. cit.) acentua a diferença entre intérprete e interpretante, dizendo que o primeiro é aquele que capta a ligação entre significante e significado, enquanto que o último é “um segundo significante que evidencia em que sentido se pode dizer que um certo significante veicula um dado significado” (VOLLI, op. cit., p.37).

Portanto, para a compreensão do significado de um termo qualquer (e.g., “cão” ou “terra”, nos exemplos acima) deve-se recorrer ou a uma descrição linguística (“animal quadrúpede que late” ou “porção de terreno que pertence a fulano”), ou definição no dicionário (“mamífero carnívoro da família dos canídeos” ou “parte branda do solo que produz vegetais”), ou a uma tradução em outra língua (“dog” ou “earth”), ou a uma imagem ou a uma evidenciação. Deste modo o interpretante é algo que o signo, em sua função significante, essencialmente determina em seu intérprete e, na ausência dele, “algo que seria determinado no intérprete, se ele existisse” (EP2, p.409, tradução nossa).

O signo representa algo para a ideia que provoca ou modifica, constituindo um veículo que comunica à mente algo proveniente de fora dela, onde aquilo que ele representa é o seu objeto e o que ele transmite o seu significado (“meaning”, CP 1.339; PEIRCE, 1980, p.93), sendo o signo, portanto, sinônimo de mediação (SANTAELLA, 2005). Deste modo, o signo Peirceano é constituído de uma relação triádica entre três correlatos: o *fundamento do signo* (ou *Representamen*), o *Objeto* e o *Interpretante* (CP 2.242), correspondendo às

categorias de primeiridade, secundidade e terceiridade, respectivamente, da fenomenologia de Peirce¹⁴.

Com relação ao Signo peirceano, seu primeiro correlato, o *Representamen*, é definido como o sujeito de uma relação triádica de um segundo, denominado seu *Objeto*, para um terceiro, chamado seu *Interpretante*, sendo essa relação de tal maneira que o representamen determina seu interpretante para suportar a mesma relação triádica do mesmo objeto a algum interpretante (CP 1.541). Segundo o filósofo americano,

[...] Um *Signo* é um Representâmen(sic) com um Interpretante mental. Possivelmente, poderá haver Representamens que não sejam Signos. Assim, se um girassol, ao virar-se na direção do sol(sic), tornar-se por esse mesmo ato inteiramente capaz, sem nenhuma outra condição, de reproduzir um girassol que de um modo exatamente correspondente se volte na direção do sol, realizando isto com o mesmo poder reprodutor, o girassol se transformaria num Representâmen(sic) do sol(sic). (PEIRCE, 2005, p.63-64, itálico do autor).

Isto é, o representamen é o fundamento do signo, sendo aquilo que representa algo para alguém. É uma propriedade ou característica do signo que o habilita a funcionar como tal (SANTAELLA, 2005a).

De acordo com Peirce (MS 318, 1907; seq.369)¹⁵, filósofos da época achavam necessário considerar que existem dois tipos de objetos nos signos, o objeto que o signo representa e o objeto como ele é realmente, denominando-os Objeto Imediato e Objeto Real ou Dinâmico, respectivamente:

[...] temos de distinguir o Objeto Imediato, que é o Objeto tal como o próprio Signo o representa, e cujo Ser depende assim de sua Representação no Signo, e o Objeto Dinâmico, que é a realidade que, de alguma forma, realiza a atribuição do Signo à sua Representação. (PEIRCE, 2005, p.177; CP 4.536).

¹⁴ Na fenomenologia peirceana há três elementos formais em que todos os fenômenos se apresentam à mente: primeiridade, sendo tudo o que está relacionado ao acaso, possibilidade, qualidade, sentimento, originalidade, liberdade, mônada; a secundidade, ligada às ideias de dependência, determinação, dualidade, ação e reação, aqui e agora, conflito, surpresa, dúvida; e terceiridade, que envolve a generalidade, continuidade, crescimento, inteligência. (mais detalhes ver, por exemplo, PEIRCE, 1980; SANTAELLA, 2004, 2005a, 2005b).

¹⁵ Conforme convenção para estudos da obra de Peirce, MS indica os manuscritos datados segundo o *Annotated catalogue of the papers of Charles S. Peirce* (os números indicam o volume, seguindo-se do ano e da sequência encontrada na página da web - ver referências bibliográficas para mais detalhes).

O primeiro é o recorte específico do segundo, sendo o modo pelo qual o Objeto Dinâmico é sugerido, referido ou indicado pelo signo. O signo olhar quando um sujeito se encontra diante de uma entrevista de emprego, o objeto dinâmico seria a pessoa física em carne e osso diante desse sujeito, seus gestos, entonação de voz, modo de falar, modo de se vestir, no contexto que a rodeia. O objeto imediato, neste exemplo, dependeria de que distância o sujeito está da pessoa que o entrevista, sob qual ângulo o sujeito vê essa pessoa, isto é, o que o olhar do sujeito consegue capturar das múltiplas dimensões em que se encontra que não cabem no lance do seu olhar (SANTAELLA, 2005a). Como outro exemplo tem-se o signo imagem vista através de uma janela, sendo aquilo que ela mostra seu objeto dinâmico. Como a janela possui limites físicos daquilo que exhibe (o enquadramento), isto é, o modo como o objeto dinâmico aparece naquela porção específica, é denominado objeto imediato daquele signo.

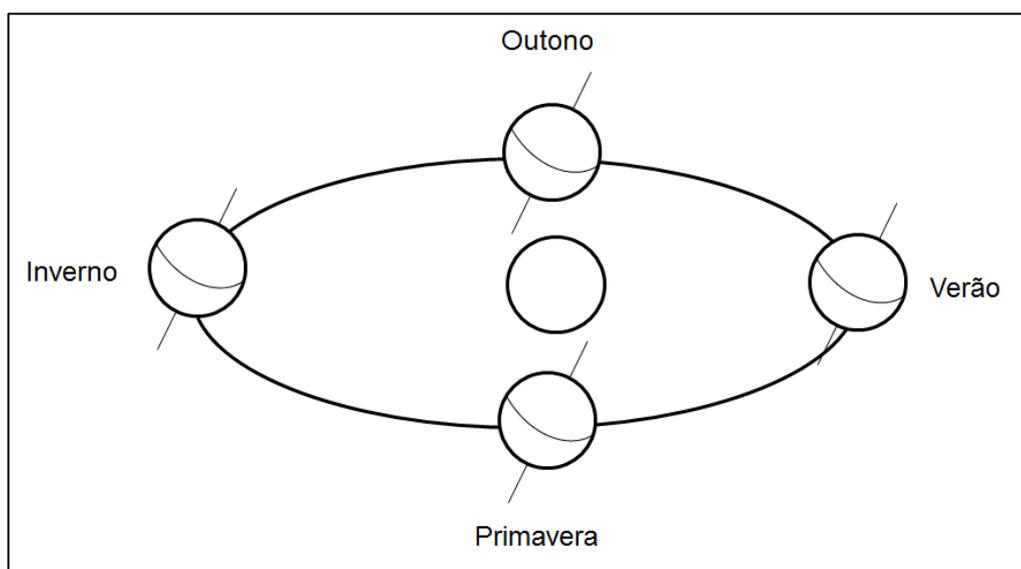
Com intuito de Refinar a noção de objeto, Peirce desenvolve a ideia de *Experiência Colateral*. Tal noção diz respeito à intimidade prévia do intérprete com aquilo que o signo denota e que, conforme ressaltado pelo filósofo americano, não tem a ver com a familiaridade com o sistema de signos adotado e não faz parte do interpretante (PEIRCE, 2005). Portanto, quem já leu acerca de elipses, por exemplo, certamente lerá com muito mais facilidade um texto sobre as Estações do Ano, pois já teve experiências colaterais com o seu objeto dinâmico (e.g., tem condições de compreender que, ao ler um texto dizendo que o valor da excentricidade da órbita da Terra é de 0,017, tal fato não acarretaria grandes variações de distância Terra-Sol). Como o objeto imediato de certo texto a respeito do referido assunto tem limites, quer dizer, não pode representar tudo que existe com relação a ele, se alguém tiver interesse em saber mais do referido tema pode consultar outros livros, encontrando diferentes recortes do tópico abordado (e.g., as equações de uma elipse, as Leis de Kepler, etc.), ou ainda outros objetos imediatos (textos sobre as Estações do Ano) desse objeto dinâmico (conceito das Estações do Ano).

O terceiro correlato, o interpretante, é aquilo que o signo produz numa quase-mente, não sendo um simples evento mas um processo evolutivo, uma propriedade objetiva que o signo possui em si mesmo, havendo ou não um ato particular que o atualize ou não (PEIRCE, 2005). Para Peirce, esse correlato é um signo mais desenvolvido (evoluído) do representamen, sendo uma nova representação. No entanto essa representação não descreve o objeto

completamente, e sim apenas um de seus aspectos (CP 2.230). Considere, por exemplo, que alguém desenhe a imagem típica para as Estações do Ano para o hemisfério sul da Terra como na Figura 8.

Esse representamen está no lugar do conceito das Estações do Ano da Terra, que é seu objeto. Mas de todas as características e conceitos envolvidos na unidade cultural das Estações do Ano (órbitas planetárias, radiação eletromagnética, insolação, rotação, translação, escala de tamanho, escala de distância, etc.), selecionou-se apenas algumas. Pela figura, deduz-se que as Estações do Ano no hemisfério sul teria algo a ver com o eixo de rotação da Terra e suas respectivas posições ao longo do ano. Uma pessoa que realize um desenho como o da Figura 8, por exemplo, não leva em consideração as escalas de tamanho e distância, nem o ângulo de inclinação do eixo da Terra, entre outros detalhes. Significa dizer que o representamen equivale ao objeto somente a partir de determinada pertinência (VOLLI, 2007) e não sob todos os aspectos possíveis.

Figura 8 – Desenho típico das Estações do Ano para o hemisfério sul.



(Fonte: o próprio autor).

Devido à sua importância para o presente trabalho, a classificação dos interpretantes será vista com mais detalhes na seção a seguir.

2.4.1. Classificação dos Interpretantes

Com relação ao Interpretante, ele acrescenta uma terceira classificação, pois a dicotomia encontrada para o objeto não é de modo algum suficiente para o

Interpretante (PEIRCE, 2005). Esse termo adicional deve-se, principalmente, à diferença entre as relações do objeto e interpretante ao signo, respectivamente, sendo o primeiro antecedente e o segundo posterior ao signo (MS 318, 1907: seq. 381). A relação do signo com aquilo que ele representa é dual, passando a ser triádico no interpretante, pois será preciso três passos para que se complete o percurso da interpretação (SANTAELLA, 2005b).

Segundo Santaella (2004), Peirce começou a empregar o termo interpretante em 1866, já o usando com destreza no ano seguinte em seu famoso trabalho “Sobre uma nova lista de Categorias” (PEIRCE, 1968). A primeira divisão dos interpretantes utilizando as famosas categorias da fenomenologia, a saber, primeiridade, secundidade e terceiridade, em Interpretantes imediato, dinâmico e final, respectivamente, surgiu por volta de 1903, após ter resenhado o livro de Victoria Lady Welby, “What is meaning”. Para essa autora, havia três níveis de significação, denominados por ela *sentido*, *significado* e *significância* (“sense”, “meaning” e “significance”, respectivamente). Segundo Peirce:

[Lady Welby] chega à conclusão de que há três sentidos em que as palavras podem ser interpretadas. Denomina-os *Sentido*, *Significado* e *Significação*. A Significação é o mais profundo e mais elevado deles e, sob este aspecto, concorda com meu *Interpretante Final*; e Significação parece ser, para este sentido, uma excelente nome. *Sentido* parece ser a análise lógica ou definição, sendo que prefiro ater-me ao termo antigo *Acepção*. Por significado ela entende a *intenção* de quem se exprime. (PEIRCE, 2005, p.164, itálico do autor).

Imediatamente Peirce identificou uma correspondência dessa classificação com os três estágios do pensamento de Hegel (CP 8.174; PEIRCE, 2005), e também uma analogia aos seus *três graus de clareza* nas compreensões dos símbolos predicativos, publicados em 1878 em seu trabalho “Como tornar claras nossas ideias” (SANTAELLA, 2004).

Em CP 8.177-185, parte de um manuscrito longo e sem data¹⁶, provavelmente sendo escrito pouco depois de 1904 (SANTAELLA, op. cit.), Peirce volta a mencionar essa classificação formulada por Lady Welby, correlacionando-a com sua classificação dos Interpretantes em Imediato, Dinâmico e Final. A segunda classificação dos interpretantes baseada nas categorias fenomenológicas, denominados Interpretantes Emocional, Energético e Lógico, surgiu em 1907 no

16 Cf. Peirce (2005, p.157).

famoso manuscrito 318 (SANTAELLA, 2004). A seguir segue a definição e classificação dos interpretantes acima citados.

2.4.1.1. Interpretante Imediato

O Interpretante Imediato é tudo aquilo que o signo imediatamente expressa, consistindo em uma qualidade da impressão que um signo está apto a produzir, sendo o interpretante tal como é revelado pela compreensão do próprio signo (CP 4.536; CP 8.314; CP 8.315), pois é necessário compreender um signo antes de podermos agir com base num signo (WALTHER-BENSE, 2010). Este interpretante é uma propriedade objetiva do signo para significar e implica noções de potencial ainda não realizado, possibilidade de interpretação ainda em abstrato, sendo aquilo que o signo está apto a produzir como efeito numa mente interpretante qualquer, isenta de mediação e análise; a impressão total ainda não analisada que se espera que o signo possa produzir (SANTAELLA, 2004; 2005a).

No exemplo dado por Peirce em 1909 (CP 8.314; PEIRCE, 2005, p.168), em que um homem acorda antes de sua mulher e lhe pergunta “como está o dia hoje?”, ao responder que “está um dia feio”, o Interpretante Imediato é o *esquema* na imaginação da mulher, ou seja, “a vaga Imagem ou aquilo que há de comum nas diferentes Imagens de um dia feio” (ibid.). Como outro exemplo, um livro numa livraria ou biblioteca, possui potencial interpretativo mesmo antes de ser lido por uma pessoa e seu conteúdo possui vasta carga de significação. Seu interpretante imediato, isto é, seu potencial interpretativo, o poder de ser interpretado, está no próprio livro, sendo interno ao signo, assim como uma pintura em certa parede, um filme a ser visto, um disco a ser ouvido, entre outros (SANTAELLA, 2005b).

2.4.1.2. Interpretante Dinâmico

Segundo Peirce, “o elemento volicional da Interpretação é o *Interpretante Dinâmico*.” (PEIRCE, 2005, p.164, itálico do autor). O Interpretante Dinâmico é o efeito efetivamente produzido pelo signo na mente do intérprete (cf. CP 4.536; CP 8.315; CP 8.343), exemplificado em CP 8.314:

[...] suponhamos que eu acorde de manhã antes de minha mulher e que, a seguir, ela desperte e pergunte “Como é que está o dia,

hoje?”[...] O *Interpretante Dinâmico* é o efeito real que ela [a pergunta] tem sobre mim, seu intérprete.[...] Suponhamos que eu responda: “Está um dia feio”. Aqui está um outro signo. [...] O *Interpretante Dinâmico* é o desapontamento ou qualquer outro efeito concreto que recai sobre ela [a mulher]. (CP 8.314; PEIRCE, 2005, p.168-169, itálico do autor).

Fica claro que o Interpretante Dinâmico é o efeito realmente determinado pelo signo numa interpretação concreta e singular, produzido sobre um dado intérprete, em uma dada ocasião e em um dado estágio de sua consideração sobre o signo, correspondendo ao “elemento volicional da interpretação” (PEIRCE, 2005, p.164). É o significado *in concreto* do signo, isto é, o significado psicológico do signo, sendo o único interpretante que funciona diretamente num processo comunicativo (SANTAELLA, 2004). O interpretante dinâmico representa uma compreensão incompleta, ou a interpretação, do objeto dinâmico, sendo o entendimento que realmente se chega a certo ponto particular da cadeia de signos, isto é, constitui, em conjunto com interpretantes dinâmicos prévios, o entendimento parcial que temos do objeto dinâmico a certa altura do processo semiótico, ou seja, o objeto imediato (ATKIN, 2013).

Adotando-se a visão de Santaella (2004; 2005a; 2005b)¹⁷ a respeito da divisão dos interpretantes, um primeiro efeito que um signo está apto a provocar em um intérprete é uma simples qualidade de sentimento, sendo denominado de Interpretante Emocional.

2.4.1.2.1. *Interpretante Dinâmico Emocional*

Ao escrever sobre os efeitos significados dos signos no estudo dos interpretantes (CP 5.472; PEIRCE, 1980), Peirce estabelece que o primeiro resultado produzido é o sentimento por ele provocado, que pode importar em algo mais que o sentimento de reconhecimento sendo, em algum caso, o único efeito significado produzido. São aqueles signos “interpretáveis na forma de qualidades de sentimento ou aparência.” (CP 8.339, tradução nossa). Ele exemplifica esse interpretante através da música, sendo o signo uma peça musical de concerto, seu interpretante emocional serão os sentimentos do compositor, isto é, suas ideias

¹⁷ A inserção da segunda tríade dos interpretantes (Emocional, Energético e Lógico) no interpretante Dinâmico ainda é alvo de discussões entre os estudiosos de Peirce. Ver seção *Sobre Polemica Da Classificação Dos Interpretantes* adiante para mais detalhes.

musicais. É o aspecto qualitativo do efeito produzido pelo signo, “uma qualidade de sentimento inalisável e intraduzível” (SANTAELLA, 1995, p.105). É a qualidade de sentimento que o signo está apto a produzir, como primeiro efeito, estando presente mesmo quando não nos damos conta deles, e os ícones tendem a produzir esse efeito com frequência e mais intensidade, trazendo os sentimentos para o primeiro plano, como, por exemplo, poemas, músicas, certos filmes, estando presente (SANTAELLA, 2005b).

2.4.1.2.2. *Interpretante Dinâmico Energético*

Peirce entende que toda pessoa sã vive em dois mundos: o Mundo Interior, das fantasias, e o Mundo Exterior, dos perceptos. O que as impede de se misturarem é que as fantasias, ou seja, o Mundo Interior, podem ser modificadas por esforços não musculares, enquanto que só esforços musculares podem modificar os perceptos, ou seja, o Mundo Exterior (MS 318, 1907: seq. 111). Segundo Peirce:

[...] a execução de uma peça de música de concerto é um signo. Fornece, ou pretende fornecer as idéias(sic) musicais do compositor; mas estas consistem habitualmente numa série de sentimentos. Se um signo produz ainda algum efeito desejado, fá-lo-á através da mediação de um interpretante emocional, e tal efeito envolverá sempre um esforço. Denomino-o interpretante energético. O esforço pode ser muscular, como acontece no caso na ordem de chãos-arms; mas é usualmente um exercer do mundo interior, um esforço mental. Não pode ser nunca o significado de um conceito intelectual, uma vez que é um ato singular [enquanto] que tal conceito possui natureza geral. (PEIRCE, 1980, p. 131).

então, o interpretante energético corresponde a um ato em que há algum dispêndio de energia, podendo ser no mundo interior, isto é, não muscular, ou como reação muscular no mundo exterior. Nada mais justo considerá-lo como pertencendo ao Interpretante Dinâmico, pois Peirce entende este último como sendo o efeito realmente determinado pelo signo numa interpretação concreta e singular, produzido sobre um dado intérprete, em uma dada ocasião e em um dado estágio de sua consideração sobre o signo, correspondendo ao significado *in concreto* do signo, ou seja, o significado psicológico do signo, sendo o único interpretante que funciona diretamente num processo comunicativo (SANTAELLA, 1995).

2.4.1.2.3. Interpretante Dinâmico Lógico

A essência desse interpretante é, para Peirce, o hábito (PEIRCE, 1980), estando associado ao “pensamento ou entendimento geral produzido pelo signo” (SANTAELLA, 1995, p.105). Peirce define hábito como uma tendência ou modificação na disposição de uma pessoa, quando influenciada por certos desejos, para responder a condições de percepção por certo tipo de conduta, sendo tais modificações resultado de experiência exterior prévia e de certas ações de esforço voluntário precedente por parte desse mesmo indivíduo (MS 318, 1907: seq. 491). Hábitos diferem das disposições por terem sido adquiridos como consequências do princípio segundo o qual comportamento da mesma espécie reiterado, em combinações similares de perceptos e fantasias, produz uma tendência, isto é, o hábito, a comporta-se de maneiras semelhantes no futuro. E cada homem, ressalta Peirce, exerce mais ou menos controle sobre si mesmo através da modificação de seus próprios hábitos, seja no mundo exterior, ou no mundo interior, utilizando-se para este último o princípio de que reiterações imaginárias (mundo interior) se forem bem intensificadas por esforço direto, produzem hábitos (da mesma forma como as reiterações do mundo exterior o fazem), e esses hábitos poderão ter força para influenciar o comportamento real no mundo exterior (PEIRCE, 1980).

O filósofo americano esboça o Interpretante Lógico em três estágios (primeiro, segundo - nível inferior e superior - e terceiro). Ao delinear-lo dessa maneira, nada mais está do que descrevendo o processo de investigação, indicados pelo fato dele ter definido significado como hábito (JOHANSEN, 1993).

Os primeiros interpretantes lógicos adquirem formas de conjecturas, embora nem sempre sejam reconhecidos como tais (PEIRCE, 1980). Essas conjecturas são convocadas pelo signo, que as sugere, e são construídas por performances voluntárias do mundo interior ao imaginar diferentes situações e linhas de conduta alternativas (JOHANSEN, 1993). Uma breve modificação dessas conjecturas as faz mais cuidadosamente definidas, alcançando o segundo nível inferior do interpretante lógico. O nível seguinte, o segundo nível superior, é atingido quando somos levados a generalizações e abstrações das formas das conjecturas, ao notarmos certas relações entre as conjecturas modificadas, correspondendo ao efeito mental último, normal e adequado do signo tomado por si só (ibid.). O terceiro

interpretante lógico é constituído pelo processo de experimentação externa ou quase-experimentação (SANTAELLA, 1995).

Peirce ainda menciona também o Interpretante Lógico Último, ou o derradeiro interpretante lógico, como sendo uma mudança-de-hábito, isto é, uma modificação das tendências de uma pessoa para a ação, resultantes de experiências ou esforços anteriores da vontade ou dos atos, ou de um complexo de ambos, excluindo-se disposições naturais (PEIRCE, 1980).

2.4.1.3. Interpretante Final

O último estágio interpretante, denominado Final, é a “maneira pela qual o Signo tende a representar-se como estando relacionado com seu Objeto” (CP 4.536):

Quanto ao Interpretante, ou melhor, a “significação” ou “interpretação” de um signo, devemos distinguir entre um Interpretante Imediato e outro Dinâmico, tal como fizemos com os Objetos Imediatos e Dinâmicos. Todavia, cumpre observar também que existe um terceiro tipo de Interpretante, que denomino Interpretante Final porque é aquilo que *finalmente se decidiria* ser a interpretação verdadeira se se considerasse o assunto de um modo tão profundo que se pudesse chegar a uma opinião definitiva[...] [Lady Welby] chega à conclusão de que há três sentidos em que as palavras podem ser interpretadas. Denomina-os *Sentido*, *Significado* e *Significação*. A Significação é o mais profundo e mais elevado deles e, sob este aspecto, concorda com meu *Interpretante Final*. (PEIRCE, 2005, p.164, itálico do autor).

como visto, o interpretante final, *in abstracto*, seria o efeito semiótico pleno do signo, a norma ou a fronteira ideal e aproximável, mas inatingível, para a qual os interpretantes dinâmicos, *in concreto*, tendem a caminhar ao longo do tempo (SANTAELLA, 1995).

No exemplo citado nos primeiros dois interpretantes (imediate e dinâmico) a respeito de como estaria o tempo, o Interpretante final seria o objetivo da mulher ao fazer a pergunta ao homem, qual o efeito que a resposta dada terá sobre os planos dela para aquele dia específico, se configurando na soma das Lições da resposta (moral, ciência, etc.) à pergunta (PEIRCE 2005).

2.4.1.4. Sobre a polêmica da classificação dos Interpretantes

Sem o objetivo de esgotar o assunto, veremos agora uma breve introdução sobre a questão da polêmica envolvida na classificação dos interpretantes de Peirce. As diversas classificações feitas com relação ao interpretante têm gerado inúmeras discussões entre os estudiosos de Peirce, não acerca das classificações em si, e sim devido à relação entre a primeira (imediate, dinâmico e final) e a segunda (emocional, energético e lógico) classificação citadas anteriormente. Os pontos em comum é que ambas são classificadas em função das categorias fenomenológicas, não são sinonímicas e são complementares (SANTAELLA, 2004).

Por exemplo, na visão de Johansen (1985; 1993), há três princípios básicos que norteiam a divisão do interpretante de Peirce. O primeiro princípio é sua fenomenologia e categorias, usado explicitamente na definição do próprio signo (e.g., cf. CP 1.541). Corresponde às duas classificações triádicas do interpretante (imediate, dinâmico e final; e emocional, energético e lógico), sendo primeiridade, secundidade e terceiridade, respectivamente. Essa classificação diz respeito a graus do mesmo interpretante no processo de conversão de um signo a outro, ou seja, diferentes aspectos (ou estágios) na geração do interpretante (SANTAELLA, 2004). O segundo princípio no qual o interpretante é categorizado é baseado na distinção entre a essencial, a informada, e a substancial amplitude (breadth) e profundidade (depth) de um símbolo¹⁸. Esta classificação possui dois aspectos, pois o interpretante pode tanto medir a quantidade de informação em um dado estado de conhecimento ou pode significar o processo pelo qual se adquire um conhecimento maior (JOHANSEN, 1985; 1993). A terceira maneira que Peirce divide o interpretante é determinada pelo seu lugar ocupado no processo de comunicação,

¹⁸ Peirce define a **amplitude informada** de um símbolo como sendo todas as coisas reais das quais ele é predicável num suposto estado de informação. Define, também, a **profundidade informada** de um termo como sendo todos os caracteres reais que podem ser dele predicados, isto é, de quaisquer coisas a que ele for aplicável, num suposto estado de informação. Esses dois, por sua vez, pressupõem um estado de informação que está em alguma parte entre dois extremos imaginários: (i) o estado em que fato algum seria conhecido, mas apenas o significado dos termos - **amplitude** e **profundidade essencial**; (ii) o estado em que a informação equivaleria a uma intuição absoluta de tudo o que existe, de tal forma que as coisas que conheceríamos seriam as próprias substâncias, e as qualidades que conheceríamos seriam as próprias formas concretas - **amplitude** e **profundidade substancial** (para mais detalhes ver CP CP 2.391 – CP 2.430).

isto é, na relação emissor/receptor, sendo especialmente importante com respeito a signos linguísticos. Segundo Johansen, as dificuldades em explicar as declarações de Peirce acerca das divisões do interpretante se devem ao fato dele usar esses três princípios de classificação sem a cautela de separar um do outro (ibid.). Analisando os manuscritos de Peirce, principalmente MS 318 e MS 339d, Johansen conclui que os interpretantes emocional, energético e lógico são divisões de cada um dos interpretantes imediato, dinâmico e final (JOHANSEN, 1993).

Santaella (2004; 2005a; 2005b) enxerga a segunda tricotomia (emocional, energético e lógico) inserida apenas no interpretante dinâmico. Ela justifica não incluir a segunda tricotomia no interpretante imediato dizendo que não há nada mais consistente do que o fato das ordens emocional, energético e lógico estarem contidas e inscritas em termos de possibilidade no interpretante imediato, possibilidade esta que cabe ao interpretante dinâmico, que é o efeito propriamente produzido pelo signo, desatá-los e realizá-los (SANTAELLA, 2004). Além desse fato, considera que o interpretante imediato está em correspondência com o interpretante dinâmico emocional e não com os níveis energético e lógico, enquanto que a segunda tricotomia baseada nas categorias fenomenológicas em emocional, energético e lógico, inseridos no interpretante dinâmico é de fundamental importância ao servir como ponte de ligação entre este último e o interpretante final (ibid.).

Além desses fatores, embora Peirce não tenha dito que os interpretantes da segunda classificação sejam subdivisões da primeira, e vice-versa, ele próprio caracterizou a segunda tricotomia ao introduzi-la como “efeitos significados do signo” (cf. MS 318, 1907: seq. 63-65; CP 5.475; PEIRCE 1980, p.131), dando mais um motivo para enquadrá-la dentro do interpretante dinâmico, pois este é definido como o efeito propriamente produzido por um signo (e.g., cf. CP 4.536; CP 8.315; CP 8.343; EP2, p.482), como visto anteriormente. No decorrer do presente trabalho iremos, portanto, adotar a visão de Santaella onde o Interpretante Dinâmico é classificado em Emocional, quando o efeito se realiza como qualidade de sentimento, Energético, efeito é da ordem de um esforço físico ou psicológico, e Lógico, que funciona como uma regra de interpretação (SANTAELLA, 2005a).

2.4.2. Exemplo Astronômico de Objetos e Interpretantes

Inspirada no exemplo de objetos e interpretantes peirceanos de uma pedra coberta de inscrições da civilização Maia encontrada por um intérprete na Guatemala (SANTAELLA, 2005a), a presente seção objetiva transpô-lo para o caso de um signo astronômico.

Considere um fenômeno de Eclipse Lunar em seu estágio inicial. Mesmo que o evento não seja observado, ou ainda mesmo que seja observado por alguém que, sem nenhum repertório astronômico teórico para compreender esse fenômeno e que tome aquilo como uma fase lunar qualquer, o fenômeno não deixaria de ter seu **interpretante imediato**, interno à sua natureza de signo: ser um fenômeno astronômico apto para ser interpretado como tal. Portanto, o interpretante imediato é uma propriedade objetiva do signo (eclipse lunar) para significar, que advém de seu fundamento, de um caráter que lhe é próprio. Por isso que o Eclipse Lunar não perderia seu poder para significar mesmo na falta de um intérprete e tanto é assim que ele irá significar tão logo o encontre.

Suponhamos que alguém, sem nenhum conhecimento astronômico, esteja olhando para o fenômeno em questão (um signo). Já está patente no próprio fundamento desse signo que não se trata de um acontecimento qualquer e que apresenta propriedades, características e aspectos que o diferenciam de uma fase específica lunar (a porção mais escura está aumentando e a porção iluminada diminuindo em curto espaço de tempo, o que não aconteceria numa “Lua normal”). Há algo nessa visão da Lua (vestígios de que a parte escura aumentou em curto espaço de tempo - seu **objeto imediato**) que denuncia um contexto fora dela e de que dela faz parte: o evento astronômico Eclipse Lunar (seu **objeto dinâmico**). As propriedades da visão lunar assim como os vestígios de estar ocorrendo algo a torna apta a ter seu fenômeno decodificado, sendo, inclusive, interpretada como um evento astronômico diferente (interpretante imediato). Entretanto, se o observador jamais teve contato com a teoria astronômica envolvida ou tenha observado ou ouvido falar em tal evento, tal interpretação não será atualizada. Não significa, porém, que nenhum interpretante será produzido, pois existem vários efeitos interpretativos que um signo pode produzir. O fenômeno pode produzir naquele intérprete desavisado qualidades de sentimento, como puro encantamento ou, ainda, medo (pois a lua está sumindo!) com o que está sendo presenciado, isto é,

seu **interpretante dinâmico emocional**. Mas a observação pode produzir também curiosidade em relação ao seu motivo, o que impele o intérprete a uma busca da compreensão da respectiva ocorrência, seu **interpretante dinâmico energético**. Tendo por base esse esforço, guiado por um raciocínio lógico, o intérprete pode chegar à conclusão de que o fato da parte escura da Lua estar aumentando em curto espaço de tempo é um sinal dos deuses ou que ela esteja sendo engolida por algo grandioso, isto é, seu **interpretante dinâmico lógico**.

Considerando-se agora um observador que seja um astrônomo amador ou profissional, especialista em Sistema Solar, independentemente desse fenômeno específico, o intérprete tem extensa familiaridade. Em outras palavras, ele possui experiências colaterais com o objeto dinâmico desse signo, nos conhecimentos que acumulou ao longo de sua experiência com fenômenos astronômicos, habilidade para prever e observar eclipses lunares e solares, dentre outros fenômenos astronômicos. Nesse caso, o interpretante dinâmico lógico vem cedo demais. O intérprete domina as regras por detrás daquele fenômeno. O fundamento do signo agora é um suporte de leis de representação que fazem com que o fenômeno seja interpretado. O intérprete tem o hábito adquirido de decodificar tal acontecimento não mais como formas, meros sinais, mas como representação. Ressalta-se que, para esse intérprete, os interpretantes emocional e energético existem, mas podem tornar-se imperceptíveis. E o **interpretante final** Peirceano seria o efeito que o fenômeno do Eclipse Lunar (o signo) produziria em qualquer mente, se fosse possível que o signo pudesse produzir todos os interpretantes dinâmicos de modo exaustivo e final, isto é, se a semiose fosse levada suficientemente longe: está sempre em progresso, num processo evolutivo infinito, pois cada um dos intérpretes particulares nunca estará em “condições de dizer que um interpretante já tenha esgotado todas as possibilidades interpretativas de um signo.” (SANTAELLA, 2005a, p.49).

O próximo capítulo apresenta a linha de pesquisa de Multimodos e Múltiplas Representações, alguns de seus termos específicos (e.g., representação e linguagem), e sua importância para a educação científica.

CAPÍTULO 3

DIVERSIDADE REPRESENTACIONAL

Em uma hipotética aula de ciências um professor pergunta aos alunos o motivo das Estações do Ano no planeta Terra. Durante a discussão, ele pode perguntar "o que ocasiona as Estações do Ano na Terra?" ou ainda "Você poderia desenhar as posições relativas da Terra e do Sol no início de cada estação (primavera, verão, outono e inverno) no Brasil?". Os alunos podem responder que o motivo das Estações do Ano seria "a inclinação do eixo da Terra", sem especificar nenhuma orientação, mas ao desenhar, por exemplo, devem tomar decisões acerca da criação da determinada representação: "Se vou colocar a Terra em quatro posições ao longo de um ano, devo considerar a órbita dela em torno do Sol; Como é a órbita da Terra mesmo? É circular ou elíptica? Devo colocar o Sol no Centro?".

Portanto, o aluno pode fazer algumas considerações como, por exemplo, em quais posições específicas o Sol e a Terra devem estar em determinada estação do ano, como o eixo de rotação está inclinado na referida posição do nosso planeta, e assim por diante, isto é, ele deve levar em conta o "comprometimento epistemológico" (KRESS, 2010, p.16), o que não seria necessário na linguagem verbal oral. Podemos ver, no exemplo citado, as especificidades de cada representação utilizada e que uma pode complementar e possibilitar uma visão diferenciada do fato científico, ou seja, a linguagem pictórica está, nesse caso, complementando cientificamente a verbal oral.

Vygotsky ressalta as características específicas da linguagem escrita em relação à falada. A comunicação através do discurso escrito é baseada no significado formal das palavras e realizada com ausência de interlocutor, não havendo um sujeito comum e por isso deve ser mais desenvolvida, sendo necessária a utilização de muito mais palavras do que na linguagem falada (Vygotsky, 2009). O presente Capítulo objetiva descrever a linha de pesquisa de Multimodos e Múltiplas Representações assim como o que se entende como representação e linguagem e sua importância para a educação científica.

3.1. REPRESENTAÇÃO E LINGUAGEM

Vygotsky, em sua obra *Pensamento e Linguagem* (2003), estabelece o significado das palavras como uma unidade das funções da fala “comunicação” (intercâmbio social), primordial, e “intelectual”. Na ausência de signos (linguísticos ou não), somente a comunicação mais limitada e primitiva torna-se possível (ibid.). Dentro dessa perspectiva, as noções de representação e linguagem tomam posição de destaque. A presente seção objetiva, sem a intenção de esgotar o assunto, delinear o que entendemos para ambos os termos (representação e linguagem).

Giordan e de Vecchi (1996, p.88-89) encontraram mais de 27 definições para o termo **representação**, concluindo que se trata de um termo no mínimo ambíguo e sua conotação depende da escola que o utiliza (Psicologia, Filologia, Linguística, Etnologia, Filosofia, Pedagogia, Didática, etc.), tanto que sugerem o uso do termo *concepção* ou *construto*. Historicamente, o termo em questão foi definido, na escolástica medieval, como o processo de apresentação de algo por meio de signos, diferenciando quatro tipos, sendo realizado através de imagens, vestígios, espelhos ou livros (SANTAELLA, 2005a).

Em pesquisas na área da educação científica, o termo representação tem sido definido e referido como uma gama de transformações que conceituam, visualizam, ou materializam uma entidade em outro modo ou formato (WU; PUNTAMBEKAR, 2012). Seu conceito é antigo e está ligado à ideia da busca de formas apropriadas para tornar o real presente, entendendo-o por meio de sistemas de significação (WARTHA; REZENDE, 2011), pois a partir do momento que assumimos que o mundo existe e que possui propriedades consistentes, não temos acesso direto a ele e, portanto, nosso conhecimento sobre o mesmo é estabelecido, sendo uma construção humana que media o acesso a ele (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000). A ideia de mediação simbólica do mundo pelo homem é um dos pressupostos básicos dos trabalhos de Vygotsky, sendo que ser humano, como sujeito de conhecimento, não tem “acesso direto aos objetos, mas um acesso mediado, isto é, feito através dos recortes do real operados pelos sistemas simbólicos de que dispõe.” (OLIVEIRA, 1992, p.26). Portanto, para se estudar os fenômenos do conhecimento devemos nos remeter à noção de representação, pois não há conhecimento que possa ser mobilizado por um indivíduo sem uma atividade de representação (DUVAL, 2009).

Historicamente, segundo Duval (2009), a noção de representação foi retomada pela psicologia em três oportunidades. A primeira delas como representação mental com o estudo de Piaget da representação do mundo da criança, por volta dos anos 1924-26, que tratou de investigar crenças e explicações de crianças pequenas em relação aos fenômenos naturais e psíquicos. Posteriormente, Piaget recorre a noção de representação como “evocação dos objetos ausentes” (DUVAL, op. cit., p.30), para caracterizar um novo último estágio da inteligência posterior a sensorial-motora. Duval inclusive conclui que a oposição entre o plano da ação e o da representação é a base da teoria de Piaget sobre o desenvolvimento da inteligência infantil (ibid.).

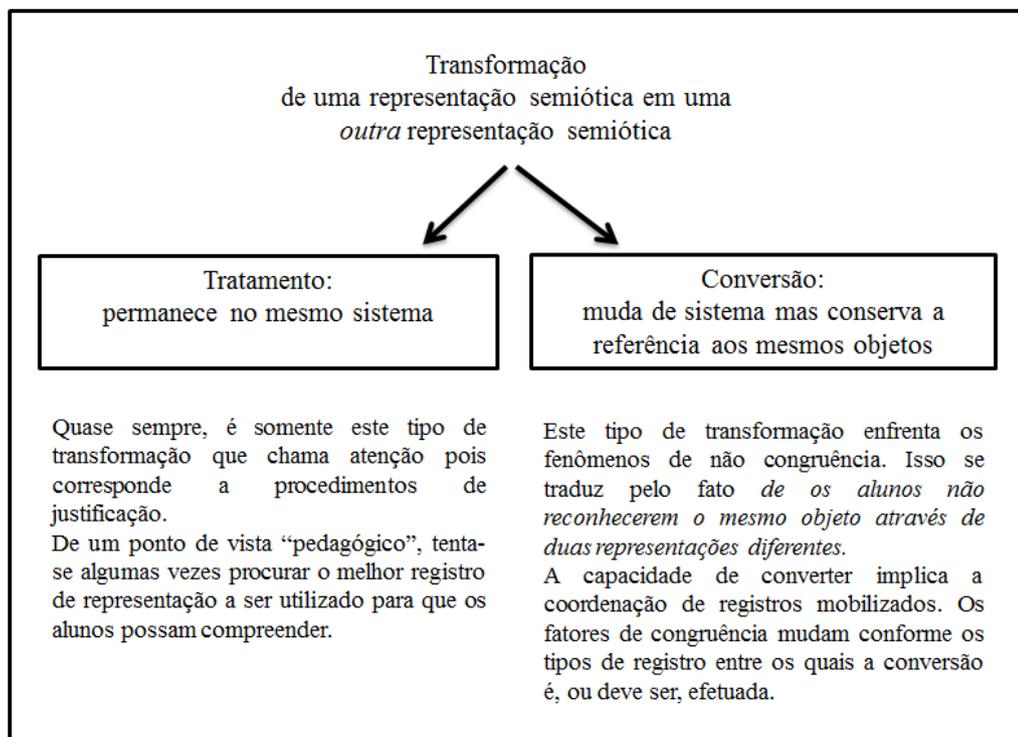
A segunda retomada acontece como representação interna ou computacional a partir dos anos de 1955-60 em teorias que priorizavam o tratamento de informações recebidas por um sistema de forma a produzir uma resposta adaptada. Nessa perspectiva, o termo representação se torna “essencial como forma sob a qual uma informação pode ser descrita e considerada em um sistema de tratamento” (DUVAL, op. cit., p.31). Fala-se agora, então, em decodificação de informações e não mais em crenças ou evocação de objetos ausentes. Nessa óptica, surgem duas questões fundamentais. A primeira delas tenta responder de que forma as informações provenientes do exterior podem entrar no sistema, isto é, que descrição é feita nas representações internas, com auxílio de símbolos, permite captar informações dadas no exterior. A segunda tenta explicar quais regras irão permitir a transformação das informações no interior do sistema (ibid.).

A terceira retomada surge com a visão de representação semiótica, por volta dos anos 90 do século passado, em trabalhos sobre aquisição de conhecimentos matemáticos e os problemas gerados pela sua respectiva aprendizagem, na área de Educação Matemática. Duval introduz o conceito de registros de representação semiótica, um sistema de signos que precisam cumprir três atividades cognitivas básicas inerentes a todas as representações: a formação, o tratamento e a conversão (DUVAL, 2003). A Figura 9 resume essas transformações.

A primeira atividade tem como finalidade expressar as representações mentais, constituindo na junção de traços perceptíveis que possam ser identificados como uma representação. As duas últimas estão relacionadas às possíveis transformações entre os registros: os tratamentos, são transformações dentro de um

mesmo registro particular, e as conversões, consistem na mudança de registro, conservando os mesmos objetos denotados, ou seja, uma tradução entre eles¹⁹.

Figura 9 – Tipos de transformações de Registros Semióticos.



(Fonte: Adaptado de DUVAL, 2003, p.15).

Portanto, nem todas as representações semióticas podem ser classificadas como registros, caso dos sinais de trânsito ou representações 3D, por exemplo. Para Duval, existe uma grande variedade de representações semióticas utilizados em Matemática: sistemas de numeração, figuras geométricas, escritas algébricas e formais, representações gráficas, língua natural, entre outras. Ele ainda classifica (DUVAL, 2003) os diferentes registros em multifuncionais e monofuncionais, conforme pode ser visto no Quadro 2.

Em relação à *linguagem*, em termos gerais, é entendida como sendo um sistema de signos socializado (VANOYE, 2002). Para o linguista Saussure, a linguagem é multiforme e heteróclita, pertencendo aos domínios individual e social, não se deixando “classificar em nenhuma categoria de fatos humanos, pois não se sabe inferir sua unidade” (SAUSSURE, 2006, p.17). Para Lyons (1987), filósofos, psicólogos e linguistas frequentemente destacam que a posse da linguagem é o que

¹⁹ As mudanças entre representações possuem papel fundamental para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos, e será abordado em seção posterior.

mais claramente distingue o homem dos outros animais. O referido autor discute várias definições de linguagem dadas por diversos linguistas e destaca que ela pode ser entendida como um sistema de símbolos projetados para a comunicação que possuem as propriedades essenciais básicas de arbitrariedade, flexibilidade e capacidade de modificação, independência de estímulo, e dependência estrutural.

Quadro 2 – Classificação dos diferentes registros mobilizáveis no funcionamento matemático (fazer matemático, atividade matemática).

	Representação Discursiva	Representação não-discursiva
REGISTROS MULTIFUNCIONAIS: Os tratamentos não são algoritmizáveis	Língua Natural Associações verbais (conceituais). Formas de raciocinar: <ul style="list-style-type: none"> ▪ argumentação a partir de observações, de crenças ...; ▪ dedução válida a partir de definição ou de teoremas. 	Figuras geométricas planas ou em perspectivas (configurações em dimensão 0, 1, 2 ou 3). <ul style="list-style-type: none"> ▪ apreensão operatória e não somente perceptiva; ▪ construção com instrumentos.
REGISTROS MONOFUNCIONAIS: Os tratamentos são principalmente algoritmos	Sistemas de escritas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ numéricas (binária, decimal, fracionária...); ▪ algébricas; ▪ simbólicas (línguas formais). Cálculo	Gráficos cartesianos. <ul style="list-style-type: none"> ▪ mudanças de sistema de coordenadas; ▪ interpolação, extrapolação.

(Fonte: adaptado de DUVAL, 2003, p.14)

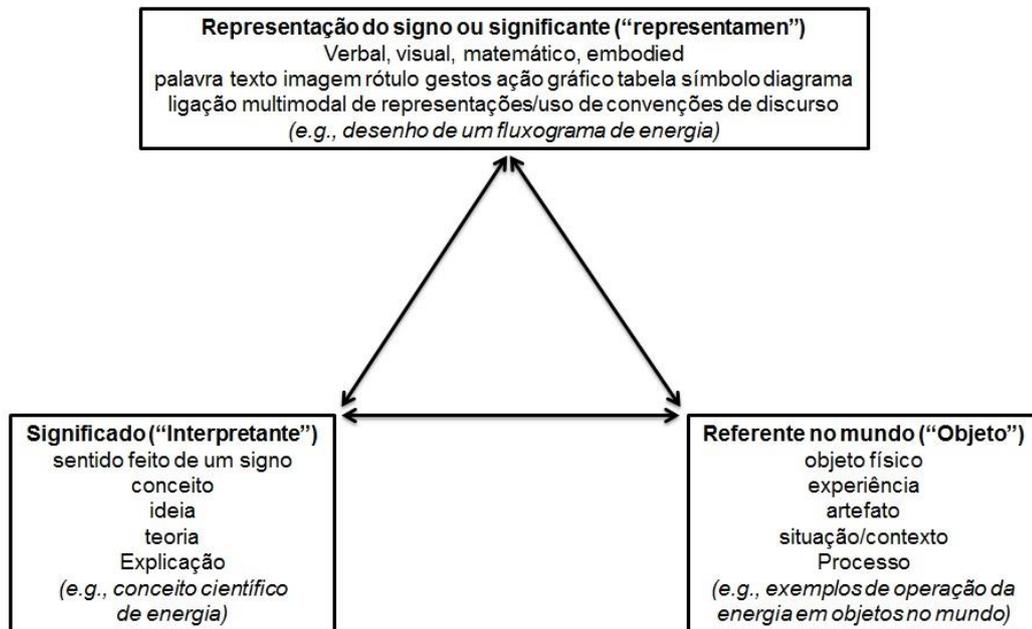
Mas encontramos em Santaella (2005a) a definição de linguagem que será adotada no restante da presente pesquisa. Para essa pesquisadora, para ser entendido e funcionar como linguagem, um determinado sistema perceptivo deve ter organização hierárquica, sistematicidade, ser passível de registro (ou ao menos o registro da memória, isto é, recursividade) e, sobretudo, deve ser capaz da metalinguagem (autoreferencialidade, metáfora).

3.2. MULTIMODOS E MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES

Alguns pesquisadores utilizam o modelo triádico de signo peirceano na área da educação científica (TYTLER; PRAIN, 2013; WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010), fazendo distinções entre uma representação do signo ou significante (e.g., um desenho de um fluxograma de energia; ou setas numa explicação diagramática de forças), o significado ou sentido dado a esse signo por um intérprete (o conceito científico de energia; ou o conceito científico de força), e seu referente no mundo, ou o fenômeno que tanto a interpretação quanto o significante referem-se (exemplos de

operação da energia em objetos no mundo; ou exemplos de operações de força em objetos no mundo), conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Modelo do sistema sógnico triádico peirceano usado em educação científica.



(Fonte: Adaptado de WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010, p.67).

Segundo Waldrip, Prain e Carolan (2010), cada nova interpretação “de uma representação reativa uma nova interação dessa tríade, tornando-se uma nova interpretação de uma interpretação já existente” (p.67, tradução nossa), e os alunos, ao se envolverem com significados científicos ainda não vistos, devem reconhecer as diferenças entre a ideia (ou conceito), as diferentes formas de representar essa ideia e os fenômenos a que se refere. Nessa perspectiva, as tentativas de compreensão ou explicação realizadas pelos estudantes de conceitos científicos implicam em um trabalho representacional que necessita a utilização de seus atuais recursos cognitivos e representacionais para dar sentido a conceitos científicos ainda não visto por eles. E tais conceitos devem ser reiterados em novas representações e interpretados novamente (ibid.). Em outras palavras, vir a conhecer o que significa o conceito científico de força ou de energia implica na compreensão e no uso apropriado de recursos representacionais para a realização de ligações cognitivas entre o fenômeno, teoria e relatos científicos apropriados (TYTLER, PRAIN, 2013).

A linha de pesquisa científica do referencial das Múltiplas Representações e Multimodalidade Representacional concentra esforços para a compreensão e instigação dos significados dos conceitos científicos pelos estudantes. Esses conceitos podem ser representados de forma monomodal, utilizando-se de apenas um único modo, como por exemplo, o verbal textual (ou o verbal oral, ou imagens, etc.), assim como de forma multimodal, usando de diversos modos combinados. A literatura preocupa-se muito pouco em relação ao esclarecimento das diferenças entre as definições de Multimodos e Múltiplas representações (LABURÚ; ZOMPERO; BARROS, 2013). Segundo Tang e colaboradores (2014), a National Science Foundation (NSF)²⁰, reconhecendo a necessidade de uma maior compreensão de pesquisas sobre representações, financiou duas conferências que reuniram pesquisadores das áreas de alfabetização científica, ciências cognitivas, e as comunidades de educação científica, que concluíram que uma maior compreensão era necessária em duas áreas de pesquisa: *Múltiplas Representações e Representações Multimodais* (TANG; DELGADO; MOJE, 2014).

O termo Múltiplas Representações designa a capacidade de se representar um mesmo conceito (ou processo) científico de diversas maneiras (PRAIN; WALDRIP, 2006; TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007). Já o termo Representações Multimodais refere-se à integração de diferentes modos no discurso científico do raciocínio e descobertas científicas, isto é, faz alusão ao fato que a aprendizagem com uma ou mais representações geralmente integra diversos componentes de várias modalidades como linguagem, figuras e símbolos (PRAIN; WALDRIP, 2006). Radford e colaboradores compreendem multimodalidade como meios ou “recursos cognitivos, físicos ou perceptivos” (RADFORD; EDWARDS; ARZARELLO, 2009, p.91) nos quais as diversas formas de representações podem ser expressas, pensadas, comunicadas ou executadas. Entretanto, Blown e Bryce (2010) entendem modalidade como diferentes maneiras de compartilhar um significado, em que “meio” são os materiais de expressão como falar, desenhar ou modelar e “modalidade” os processos de pensamento e habilidades musculares

²⁰Agência de fomento federal norte americana independente responsável pelo financiamento de aproximadamente 24% de todas as pesquisas conduzidas pelas universidades americanas, sendo, em muitas áreas como matemática, ciência da computação e as ciências sociais, a principal fonte de apoio federal (fonte: <http://www.nsf.gov/about/>, acesso realizado em 10 de fevereiro de 2016).

usadas para moldar materiais “numa forma análoga a um conceito verbal” (ibid., p.33, tradução nossa).

Portanto, segundo Tang, Delgado e Moje (op. cit.), pesquisas em Múltiplas Representações centram-se na maneira em que o uso de mais de uma representação afeta a compreensão do aluno (e.g., AINSWORTH, 2006; GILBERT; TREAGUST, 2009; KOZMA, 2003; PRAIN; TYTLER; PETERSON, 2009), enquanto que pesquisas em Multimodalidade examinam como estudantes constroem entendimentos científicos através do uso simultâneo de várias modalidades dentro e através de representações (e.g., AIREY; LINDER, 2009; KRESS et al., 2001; LEMKE, 1998b). Como não é objetivo do presente trabalho esgotar as diferenças entre as citadas denominações, iremos considerá-los como sinônimos e denominar de *Diversidade Representacional* as variadas classificações dos modos de representação.

Pesquisas recentes têm afirmado que, para haver aprendizagem efetiva de ciências, não se pode prescindir de que os aprendizes trabalhem com uma *Diversidade Representacional* dos conceitos e processos científicos e serem capazes de traduzi-las umas nas outras, assim como entender seu uso coordenado e integrado na representação do conhecimento científico (WALLACE; HAND; PRAIN, 2004). As variadas classificações das formas de representação que têm sido propostas nos últimos anos são categorizadas em descritivas (verbal, gráfica, tabular, diagramática, matemática), figurativas (pictórica, analógica ou metafórica), cinestésicas ou de gestos corporais (encenação, jogos), que utilizam objetos tridimensionais (3D), experimentais ou maquetes (LABURÚ; SILVA, 2011b). Sobre a relação entre aprendizagem e representações, esses pesquisadores afirmam que a combinação destas (representações) com um discurso científico integrador baseado em múltiplas representações constitui um mecanismo pedagógico de suma importância, aprimorando o processo de significação e oferecendo procedimentos variados de interpretação e entendimento (LABURÚ; SILVA, 2011a).

Do ponto de vista pedagógico, um estudante aprende algo, quando ele além de mobilizar os conhecimentos dentro e fora do contexto de cada representação, é capaz de realizar mudança entre representações enquanto que, na esfera semiótica, a compreensão envolve competência no trânsito intrarepresentação e inter-representação de um mesmo referente (LABURÚ; SILVA, 2011a).

3.3. MUDANÇAS REPRESENTACIONAIS

As mudanças entre representações possuem papel imprescindível na promoção da aprendizagem e profundidade de processamento (YORE; HAND, 2010), e diferentes tarefas de escrita claramente promovem distintos resultados de aprendizagem em termos da natureza do conhecimento científico, métodos procedimentais e estabilidade de diferentes representações desse conhecimento (PRAIN; HAND, 1996). Segundo Jakobson, a função cognitiva da linguagem depende muito pouco do seu sistema gramatical e exige uma interpretação por meio de outros códigos, isto é, demanda sua tradução (JAKOBSON, 1959).

Diferentes formas representacionais, como imagens e palavras, por exemplo, podem descrever distintos aspectos de um mesmo objeto ou uma mesma ideia. Cada representação de um conceito oferece um traço peculiar dele sem ser capaz de representá-lo completamente (DUVAL, 2002; ELIA et al., 2007). Por exemplo, nem imagens nem palavras captam todas as características daquilo que representam, e, cada uma capta mais prontamente alguns tipos de informações ao invés de outros (STERNBERG, 2010). Por sua vez, a linguagem verbal é pobre na descrição de variáveis contínuas, de relações quantitativas, e de movimentos no espaço, assim como as imagens são pobres em expressarem significados em termos de categorias (LEMKE, 1998a, 1998b).

Na visão de Lemke (ibid.), existem dois tipos de semióticas classificadas em termos dos princípios básicos de construção de significados englobados. A primeira, que denomina de *semiótica tipológica*, envolve a construção de significados através de tipos, categorias, sendo mais familiar aos estudantes de linguística e sistemas de signos analisados por analogia à linguagem natural. Nessa perspectiva, os significados são construídos em termos de categorias e das relações entre elas, incluindo-se categorias de processos e categorias de relações. A maioria das categorias é excludente, sendo do tipo “ou tudo ou nada” (LEMKE, 1998a, p.17), como, por exemplo, humano e animal, singular e plural, em movimento e parado, etc. Na segunda, designada de *semiótica topológica*, o significado de um elemento pode mudar por graus infinitesimais, ao invés de categorias, como o caso dos tons de uma cor, proximidade relativa no espaço, comprimentos de uma linha, curvatura de uma forma, taxa de um movimento (LEMKE, 1998a, 1998b). Em outras palavras,

a característica tipológica é mais poderosa para expressar raciocínios semânticos, qualificar ideias ou realizar relações entre categorias. Opera, primariamente, por contrastes entre aspectos mutuamente exclusivos, sendo relativamente limitada e com poucos recursos para expressar significados quantitativos ou de grau. Por outro lado, quando se faz necessário estabelecer referências quantitativas, que necessitam expressar grau, as linguagens topológicas de tipo visual, como gestos, desenhos, e a prática experimental que nos interessa ressaltar, são recursos semióticos que melhor exprimem significados desta natureza e apresentam maior eficácia de tratamento do que a linguagem tipológica (PRAIN; WALDRIP, 2006; LEMKE, op. cit.).

Para o caso da Educação em Astronomia, além do desenvolvimento de habilidades espaço-visuais de estudantes e de professores para aumentar a sua capacidade de compreensão, se faz necessária também um maior foco no ensino de escalas de distância e tamanho para auxiliar na explicação de fenômenos astronômicos (LELLIOTT; ROLLNICK, 2010), e a utilização de representações tipológicas e topológicas se torna imprescindível.

As semióticas tipológica e topológica também podem ser encontradas, de certa forma, na psicologia cognitiva. Nesse ramo do saber encontra-se o debate da natureza das representações mentais, sustentados praticamente por dois pontos de vistas distintos, em que um grupo defende que ela seja simbólica, isto é abstrata e arbitrária, e outro imagética, codificadas iconicamente e semelhantes ao objeto (SANTAELLA, 2005a). Em outros termos, os objetos e ideias podem ser representados mentalmente através de imagens e palavras, em que cada uma dessas maneiras de representação capta mais profundamente alguns tipos de informações do que o outro e que nenhuma delas, individualmente, representam todas as características daquilo que está sendo representado. Por exemplo, ao representar um gato de maneira pictórica ou através de palavras, nem a primeira nem a segunda forma de representação aparece a alimentação de peixe, ou emite miados, ou ainda ronrona, isto é, a *palavra gato* e a *imagem gato* são representações distintas da natureza de um gato, possuindo características distintas (STERNBERG, 2010). E, conforme atesta Lemke, para fazer, ler e escrever ciência “é necessário fazer malabarismos e combinar de maneira canônica discurso verbal, expressão matemática, representação gráfico-visual, e operações motoras no mundo ‘natural’.” (LEMKE, 1998b, p.3, tradução nossa).

Com relação às representações semióticas, elas possuem a especificidade relativa a um determinado sistema de signos como, por exemplo, a linguagem, gráficos, escritura algébrica, entre outros, e de poderem tomar significações distintas ao sujeito ao serem convertidas em representações equivalentes em outro sistema semiótico (DUVAL, 2009), sendo o trânsito e a variabilidade dos sistemas representacionais fundamentais para o entendimento conceitual determinando o que foi aprendido (LABURÚ; ZOMPERO; BARROS, 2013). Pela implicação de que a integração de variadas formas discursivas, aliadas ao fato de que diferentes modos de representação servirem a diversos propósitos de pensamento e investigação científica, os estudantes deveriam aprender a respeito de cada forma de representação usada pela ciência, além de saber coordená-las e convertê-las dentro de um discurso científico coerente (LABURÚ; SILVA, 2011a). Pesquisadores da área afirmam que se o aprendiz não consegue ao menos representar seus entendimentos em variados modos, raramente seus conhecimentos se tornariam suficientemente robustos e duráveis. Além disso, estudos indicam que é necessário de três a quatro experiências de uma mesma informação para que elas possam ser integradas para produzir uma construção de conhecimento duradoura (NUTHALL, 1999).

Em termos de registros de representações semióticas, um ponto importante a se destacar é que na troca de registros faz-se com que certos tratamentos sejam efetuados de uma maneira muito mais simples e mais eficiente, conseguindo-se efetuá-los de forma diferente da realizada no registro original, como, por exemplo, o cálculo numérico ou algébrico poder ser mais econômico e eficiente que a escrita da linguagem natural (DUVAL, 2003).

As figuras e os esquemas apresentam, por sua vez, o mérito de representar a totalidade das relações entre os elementos constituintes do objeto ou da situação estudada, possibilitando modificações visuais proporcionais surgidas das relações das partes com o todo e que podem ser realizadas mentalmente ou fisicamente, independentes de qualquer conhecimento específico. A utilização de figuras em geometria possibilita, por exemplo, tratamentos figurativos não equivalentes aos raciocínios dedutivos estabelecidos por um teorema escrito em forma simbólica ou em língua natural, pois a percepção dos objetos e relações é realizada em um espaço de dimensão superior àquele que o raciocínio explicita e necessita (LABURÚ; SILVA, 2011a). Segundo Duval, a compreensão matemática,

por exemplo, supõe a coordenação de ao menos dois tipos de registros de representações semióticas (DUVAL, op. cit.).

Como última ponderação acerca de questões representacionais, Ainsworth (2008) considera que o comprometimento com as múltiplas representações apoia a aprendizagem em três formas: (i) complementando: diferentes representações complementam-se apresentando diferentes aspectos do mesmo fenômeno; (ii) restringindo: quando a nova representação restringir a interpretação de outras, limitando o foco do aprendiz sobre conceitos chave fundamentais pois muitas vezes o aprendiz considera a nova representação muito complexa ou abstrata, então a utilização de outras representações mais familiares e concretas pode auxiliar na compreensão do fenômeno; ou (iii) construindo entendimentos mais profundos: quando aprendizes conseguem relacionar as representações para identificar quais são as características invariantes compartilhadas de um domínio e quais as propriedades das representações individuais, ou seja, o estudante constrói um maior entendimento ao integrar informações de mais de uma representação (SUTOPO; WALDRIP, 2014, p.744). Laburú e Silva (2011a) acrescentam mais dois apoios: (iv) certos modos podem se adequar melhor a determinados indivíduos e (v) a relação de ordem emocional que cada aprendiz mantém com o conhecimento é própria a cada indivíduo.

3.3.1. Termos Utilizados

Durantes os últimos anos muitos termos foram utilizados por pesquisadores envolvendo o processo de mudança entre representações, variando desde conversão (de registros semióticos, no caso), transcodificação, transmediação, transcrição, transposição, transmutação, tradução e “re-representação” (JAKOBSON, 1959; SUHOR 1984; DELOCHE; SERON, 1987; MCCLOSKEY, 1992; JOLY, 1996; AINSWORTH, 1999; PLAZA, 2003; DUVAL, 2004; PRAIN; WALDRIP, 2006; entre outros). Nesta seção pretende-se fazer um breve relato histórico contextualizado desses termos.

Na área da linguística, Jakobson, em seu artigo aspectos linguísticos da tradução (JAKOBSON, 1959), classifica a tradução realizada em nossas práticas de compreensão de significados em três tipos: (i) Intralingual, (ii) Interlingual e (iii) Intersemiótica, sendo coerente com a forma em que o linguista enxerga o ato de

produção do significado, constituindo o contexto linguístico a ferramenta necessária para a interpretação dos sentidos (AMORIN, 2013).

Para Jakobson, a tradução intersemiótica, ou transmutação, versa na interpretação dos signos verbais por meio de signos não verbais, constituindo uma tradução “de um sistema de signos para outro, por exemplo, da arte verbal para a música, a dança, o cinema ou a pintura” (JAKOBSON, op. cit., p.72), sendo primordialmente uma operação envolvendo signos (AGUIAR; QUEIROZ, 2010).

Júlio Plaza formula em sua obra *Tradução Intersemiótica* (PLAZA, 2003), com base nos estudos de Charles Sanders Peirce, uma tipologia da tradução intersemiótica, propondo uma visão dialética deste tipo de tradução, consistindo também como, além da tradução do verbal para outros sistemas de signos proposto por Jakobson, o “vice-versa” (ibid., p.xi), ou seja, a passagem de signos não verbais para signos verbais. Esse autor desenvolve essa classificação da tradução de um sistema de signos a outro, encontrando correlações entre (i) estruturas, eventos e convenções e (ii) iconicidade, indexicalidade e simbolicidade, construindo três matrizes fundamentais da tradução: *Tradução Icônica* ou *transcrição*, *Indicial* ou *transposição* e *Simbólica* ou *transcodificação*.

Ao estabelecer esses três modos de tradução o autor as descreve como sendo “um mapa orientador para as nuances diferenciais (as mais gerais)” (op. cit., p.89), utilizando o mesmo “espírito organizacional” de Peirce, em que se devem levar em conta os aspectos dominantes do operador tradutor. A transcrição (tradução icônica) é definida como sendo a tradução entre representações pautada no princípio de similaridade da estrutura, voltando-se a atenção para a transformação das qualidades, tendendo a aumentar a taxa de informação estética. A transposição (tradução indicial) é regulada pelo contato entre original e tradução, sendo caracterizada pela correspondência harmônica entre os elementos dos dois conjuntos de signos (homeomórfico), ou pelo deslocamento de partes do original no novo contexto sígnico através do deslizamento de significantes (metonímico). Nesse tipo, volta-se a atenção para a tradução como transposição para o meio, havendo continuidade entre original e tradução, sendo o objeto imediato do original apropriado e transladado para um outro meio.

Na transcodificação (tradução simbólica), a tradução se relaciona com o objeto através de uma convenção, ou seja, opera simbolicamente através de convenção dos signos. Nessa tradução, para que se compreenda a mensagem

veiculada, as normas de transcodificação impõem que todos os intérpretes desse signo tenham conhecimento prévio do código. As normas de transcodificação pressupõem as normas de transposição (normas do meio) que, por sua vez, pressupõem as normas de transcrição (op. cit.).

Outro ramo que utiliza o termo transcodificação é a publicidade. Esse campo recorre a teorias que visam compreender as relações do indivíduo com seus desejos e motivações para poderem vender produtos e utiliza esse termo com objetivo de fazer o sujeito ser jogado para uma linguagem além da escrita, estimulando-o a comprar alguma coisa visualmente, com impacto quase imediato. Por exemplo, tentam fazer uma pessoa, ao dirigir seu carro pelo centro da cidade e ver um outdoor de certo produto, ter vontade de possuir esse produto, ou como é dito nesse ramo, fazê-lo comprar a ideia da propaganda. Martine Joly define esse termo como sendo a passagem do percebido ao nomeado, em que é construída uma transposição das percepções visuais para a linguagem verbal, atravessada a fronteira existente entre eles (visual/verbal), e os “processos de escolhas perceptivas e de reconhecimentos que presidem sua interpretação” (JOLY, 1996, p.72) é manifestado. Possui dois sentidos: do percebido ao nomeado e do nomeado ao percebido.

Em pesquisas realizadas na linha das relações cognitivas entre linguagem e matemática, onde se estuda a percepção, produção e aprendizagem de números, a transcodificação é definida como a transformação de um código numérico para outro, como, por exemplo, a “leitura em voz alta de um número em sua representação arábica seria a transcodificação de um número do código arábico para o verbal.” (FREITAS; FERREIRA; HAASE, 2010, p.114). Existem diversas maneiras de se representar um número, variando desde o sistema decimal, o formato arábico, onde se utilizam dígitos ou sequências de dígitos, (e.g., “4” ou “547”), ou na forma verbal, onde se representam os números através de palavras ou sequências de palavras (e.g., “quatro” ou “quinhentos e quarenta e sete”), entre outros.

Algumas dessas pesquisas definem, ainda, *transcodificação numérica* como sendo a habilidade em estabelecer uma relação entre representação verbal e representação arábica de um número, como, por exemplo, “vinte e três” e “23”, quando a conversão de símbolos numéricos de uma notação à outra é necessária (DELOCHE; SERON, 1987, apud LOPES-SILVA et al., 2014, p.1). Vários modelos

de transcodificação foram propostos nos últimos anos, podendo ser classificados em *Modelos Semânticos* (ver MCCLOSKEY, 1992; POWER; DAL MARTELLO, 1990), onde consideram a representação semântica, e *Modelos Assemânticos* (ver BARROUILLET et al., 2004; DELOCHE; SERON, 1987), que não levam em conta a representação semântica (FREITAS; FERREIRA; HAASE, 2010). No primeiro caso, ao traduzir o número da linguagem verbal ao arábico, e vice-versa, uma representação semântica intermediária é construída durante o processo, enquanto que nos modelos assemânticos essa construção de uma representação semântica intermediária não é implicada (POWER; DAL MARTELLO, op. cit.). Em psicologia cognitiva, ainda, em pesquisas sobre identificação perceptual dos números, é definida a chamada *transcodificação lexical*, como a geração de um código no domínio semântico ou fonológico a partir de uma entrada (“input”) no domínio ortográfico, com base no conhecimento específico da palavra (MONSELL; DOYLE; HAGGARD, 1989).

Sustentado se em estudos sobre a cultura digital, da história da arte e da computação, Lev Manovich utiliza o termo transcodificar como sendo a tradução de algo em outro formato (MANOVICH, 2001). Ele entende esse processo como uma mudança de velhas mídias em novas mídias, transformando as mídias em dados de computador. Estas novas mídias, por sua vez, apresentam uma dualidade: continuam a fazer sentido como objeto, pois possuem imagens, sons, vídeos, entre outros, e ao mesmo tempo são dados numéricos de um computador (ibid.). Esse pesquisador define *transcodificação cultural* como um dos cinco princípios fundamentais, em conjunto com representação numérica, modularidade, automação e variabilidade, que distinguem a linguagem da nova mídia (“new media”) das linguagens da velha mídia usadas para produzir e armazenar artefatos culturais como, por exemplo, o texto (BUZATO, 2010).

É comum, na área da computação, a utilização do termo *re-representação*, definido por Scaife e Rogers (1996), dentro da literatura emergente sobre representações internas e externas, como sendo diferentes representações externas que possuem a mesma estrutura abstrata, que simplificam ou dificultam a resolução de problemas, como por exemplo, uma tarefa de multiplicação realizada utilizando-se números romanos ou no sistema arábico, como por exemplo o produto “XIV x X” ou “14x10” (ibid.).

Em educação científica, Basso e Laburú (2013) utilizaram o termo transcodificação de Joly (1996) como ferramenta avaliativa de uma proposta multimodal de apropriações na aprendizagem de conceitos de ecologia. Já Trevisan Sanzovo e Laburú (2015) como auxílio no acompanhamento, pelo professor, da produção e desenvolvimento dos significados adquiridos pelos estudantes sobre o tema trabalho e energia mecânica, respectivamente. Na tradição de pesquisa em multimodos e múltiplas representações é comum a utilização do termo *tradução entre os modos*, do inglês “translation across modes” (PRAIN; WALDRIP, 2006, p.1846), para designar a possibilidade de reconhecimento de ligações (“links”) conceituais entre as diversas representações.

Ainsworth (1999), mesclando psicologia, educação e ciência da computação, utiliza o mesmo termo para denotar a mudança entre as denominadas representações externas múltiplas, ou simplesmente MERs (do inglês Multiple External Representations), para designar os casos em que o aprendiz enxerga uma relação entre duas representações distintas. Ela utiliza o termo tanto para referir-se aos casos em que o aluno deve compreender a relação entre as duas representações quanto ao caso em que devem agir para reproduzir essa relação.

Ao trabalhar o currículo escolar com viés semiótico, Suhor (1984) utiliza o termo *transmediação*, definido como um conceito sintático correspondente à tradução de conteúdo realizado pelo estudante de um sistema de signos para outro, em que, nesse processo, o sistema traduzido procura construir significados análogos ao do sistema de origem. Como exemplos, cita-se a passagem de um texto ou música para a matemática (SMITH, 1997) ou para a representação pictórica (SIEGEL, 1995), ou ainda, quando estudantes redizem histórias que foram lidas, fazem análises escritas de produtos não impressos, entre outros, podendo, ainda, ser literal ou imaginativa (SUHOR, op. cit.). O processo de transmediação pode ocorrer mais facilmente “se os professores usarem diferentes modos de instrução e permitirem diferentes formas de atribuições em classe.” (SMITH, op. cit., p.12, tradução nossa).

Pode-se perceber, portanto, que alguns dos termos abordados na seção presente são praticamente sinônimos, como por exemplo, a definição de transmediação de Suhor (1984) e tradução intersemiótica de Jakobson (1959), que designam a tradução de um sistema de signos para outro. Outro ponto a ser destacado é a variada utilização do mesmo termo em operações diversificadas da

transcodificação, sendo usada tanto para diferenciar uma tradução simbólica das icônicas e indiciais, na passagem de representações visuais-verbais de Joly (1996) e na mudança de códigos numéricos através de modelos semânticos e asemânticos.

A importância de mudanças representacionais também é sustentada pela semiótica. Santaella (2005a) associa a linguagem verbal com a terceiridade, a visual com a secundidade e a sonora com a primeiridade, baseando-se nas categorias de Peirce e nos tipos de signos que delas se originam. Para essa pesquisadora, uma transcodificação do sentido visual para verbal, por exemplo, seria uma tradução de um significado indicial para um simbólico, enquanto que no sentido contrário, do verbal para o visual, seria uma tradução do simbólico para o indicial (ibid.). Ela ressalta ainda o poder conceitual da linguagem visual, afirmando que ela pertence ao reino da abstração, em conformidade com as características do símbolo definido por Peirce, que envolve o universo da mediação e das leis (op. cit.).

Para Peirce, conforme visto no Capítulo 2, o interpretante é um signo mais desenvolvido (evoluído) do representamen, sendo uma nova representação. Mas essa representação não descreve o objeto completamente, e sim apenas um de seus aspectos (PEIRCE, 2005). Portanto, nenhum signo é autossuficiente ou completo, possuindo suficiências e insuficiências e a semiose será mais perfeita quando se proceder a uma mistura dos ingredientes icônicos, indiciais e simbólicos em igualdade de condições (SANTAELLA, op. cit.). Ainda segundo Santaella:

[...] cada um desses tipos de signos [símbolos, índices e ícones], que corresponde a distintas formas de representação (desde a mera presentificação, que se dá no quali-signo icônico, até a representação abstrata de um legi-signo simbólico), é uma forma de pensamento que tanto pode se manifestar internamente, naquilo que costumamos chamar de mundo interior, quando o signo se manifesta mais propriamente sob a forma de pensamento, quanto se manifestar externamente, em suportes ou meios externos, quando o signo se manifesta sob a forma de pensamento extrojetado. (SANTAELLA, 2005, p.56).

portanto, ao associar a linguagem verbal, visual e sonora com o símbolo, índice e ícone, respectivamente, está-se a dizer que um melhor entendimento (melhor significação) de um conceito físico pode ser atingido ao associá-lo em igualdade de proporções com a linguagem verbal, visual e sonora, isto é, as traduções entre as representações (as transcodificações no citado exemplo) possuem papel cognitivo fundamental no processo da semiose, refinando e aprimorando o conceito envolvido.

No Ensino de Astronomia, por exemplo, em alguns temas como Estações do Ano, Fases da Lua, Marés, Eclipses, entre outros, assim como vários conceitos de Física (e.g., a gravidade, velocidade, aceleração, temperatura, tempo, espaço, força, etc.), em que os conceitos envolvidos são vivenciados no dia a dia, o próprio evento, que faz com que esses últimos sejam observados na prática, configura-se num laboratório natural. Portanto, sua oportuna percepção pode ocasionar episódios propícios às trocas representacionais (e.g., transcódificações) e, assim como acontece em atividades empíricas realizadas em laboratórios didáticos, essas ações levam o estudante a pensar e aprimorar o conceito em questão (LABURÚ; SILVA, 2011b). O próximo capítulo apresenta a metodologia e o instrumento analítico utilizado no presente estudo.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia de pesquisa e os procedimentos adotados para viabilizar a resposta da questão de pesquisa, bem como o instrumento analítico utilizado.

4.1. CONTEXTO E AMOSTRA DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 durante a execução da programação da disciplina de Física para licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade estadual do sul do Brasil. A escolha da referida disciplina se deu devido ao problema relacionado à má formação docente de futuros professores de ciências, que em sua maioria são biólogos (ensino fundamental II), conforme visto do Capítulo 1. A ementa da disciplina em questão engloba conceitos gerais de Astronomia desde 2010.

Os estudantes participantes possuem um perfil socioeconômico que não diferencia muito do restante das instituições estaduais de ensino superior do Brasil²¹. A maioria dos estudantes (89,7%) do curso frequentou todo o ensino de nível médio em escola pública. Grande parte dos estudantes (51,7%) fazem parte de famílias com renda total de até 3 salários mínimos. Apesar de todas as adversidades, o referido curso participante da pesquisa foi bem avaliado na última avaliação do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP)²² de 2014, obtendo faixa 4 no ENADE e faixa 3 do Conceito Preliminar de Curso.

Todos os 35 alunos da referida disciplina participaram da proposta de utilização de Diversidade Representacional para o ensino de conteúdos de Astronomia. Os aprendizes que realizaram todas as atividades e concordaram em fazer parte da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1), totalizando uma amostra de pesquisa de 18 participantes, sendo 9 do sexo masculino e 9 do sexo feminino. Os estudantes participantes da pesquisa

²¹ Fonte: <<http://enadeies.inep.gov.br/enadeles/enadeResultado/>>, acesso realizado em 27/08/2016.

²² idem nota anterior.

foram denominados de E01 a E18, conforme ordem aleatória dos mesmos na pesquisa, para efeito de sigilo.

4.1.1. Estratégia Didática da Pesquisa

Foi utilizado um total de 16 aulas para a intervenção didática. O Quadro 3 resume o cronograma de atividades, ações e modo representacional das ações desenvolvidas.

Quadro 3 – Cronograma de atividades, ações e modo representacional das ações desenvolvidas.

Referência - Data (nº de aulas)	Ações	Modo Representacional Dominante
A1 - 23/11/2015 (02)	Teste Diagnóstico	Textual e imagético produzido pelos estudantes individualmente
A2 - 23/11/2015 (02)	Aulas expositivas - Sistema Solar: composição e escalas de tamanho e distâncias	Verbal oral, textual, imagético e tabular produzido pelo professor
A3 - 30/11/2015 (02)	Aulas expositivas - Sistema Solar: composição e escalas de tamanho e distâncias (continuação)	Verbal oral, textual, imagético e tabular produzido pelo professor
A4 - 07/12/2015 (02)	Prática: Sistema Solar em escala	3d produzido pelos estudantes em grupos
A5 - 01/02/2016 (02)	Aulas expositivas: Estações do Ano e Eclipses	Verbal oral, textual, imagético e tabular produzido pelo professor
A6 - 15/02/2016 (02)	Prática: Órbita da Terra e as Estações do Ano	Imagético e 3d produzido pelos estudantes em grupos
A7 - 22/02/2016 (04)	Teste Avaliativo	Textual e imagético produzido pelos estudantes individualmente

(Fonte: o próprio autor)

Inicialmente, o professor-pesquisador realizou um teste nas duas primeiras aulas (**A1 – Teste Diagnóstico**), por meio de um questionário contendo algumas questões de múltipla escolha e outras que solicitavam a realização de representação imagética e/ou textual de fenômenos astronômicos, denominado

Teste Diagnóstico (Apêndice 2), com intuito de constatar se a turma (ou parte dela) havia realizado algum tipo de curso de Astronomia ou algo parecido, e de verificar em qual nível interpretante inicial os pesquisados se encontravam com relação ao conteúdo das Estações do Ano. Em outras palavras, em A1 os estudantes produziram representações textuais e imagéticas individuais acerca das Estações do Ano, para a verificação dos níveis interpretantes iniciais demonstrados pelos aprendizes (ver seção 5.1).

As quatro aulas seguintes (**A2 e A3 / Aulas expositivas: Sistema Solar - composição e escalas de tamanho e distâncias**) foram destinadas a exposições em slides, em que os alunos tiveram contato com as denominadas “representações especialistas”²³ verbal oral, textual, imagéticas e tabulares produzidas pelo professor sobre a composição e escalas de tamanho e distância do Sistema Solar.

Nas duas aulas seguintes (**A4 – Prática: Sistema Solar em escala**), os alunos produziram em grupos representações 3d a respeito das escalas de tamanho e distância do Sol, planetas e satélites do Sistema Solar. Foram utilizados materiais de baixo custo e de fácil acesso, incluindo bexiga gigante para representação do Sol, massa de modelar, barbante, transferidor e régua, entre outros.

Nas sétimas e oitavas aulas (**A5 – Aulas Expositivas: Estações do Ano e Eclipses**), os alunos tiveram contato com apresentações expositivas a respeito das Estações do Ano e Eclipses, trabalhando-se modos representacionais verbal oral, textual, imagético e tabular produzidas pelo professor.

Nas duas aulas seguintes (**A6 – Prática: Órbita da Terra e as Estações do Ano**), os estudantes construíram, em grupos, representações imagéticas da órbita em escala da trajetória da Terra em torno do Sol e, em conjunto, representações 3d de seis posições do movimento anual da Terra para o estudo das Estações do Ano. Para a realização dessa prática, dois estudantes foram previamente escolhidos, aleatoriamente, para o estudo dos seus respectivos níveis interpretantes dinâmicos energéticos: E04 e E17. Além disso, foram utilizadas placas de isopor para a representação da órbita, esferas de isopor e palitos de churrasco

²³ Com relação a sua elaboração, existem basicamente dois tipos de representações: as representações especialistas (“expert-generated representations”), autorizadas e/ou criadas e/ou divulgadas pelos professores; e as representações geradas pelos estudantes (“student-generated representations”) (ver, por exemplo, PRAIN; WALDRIP, 2006; PRAIN; TYTLER, 2012; NIELSEN; HOBAN, 2015).

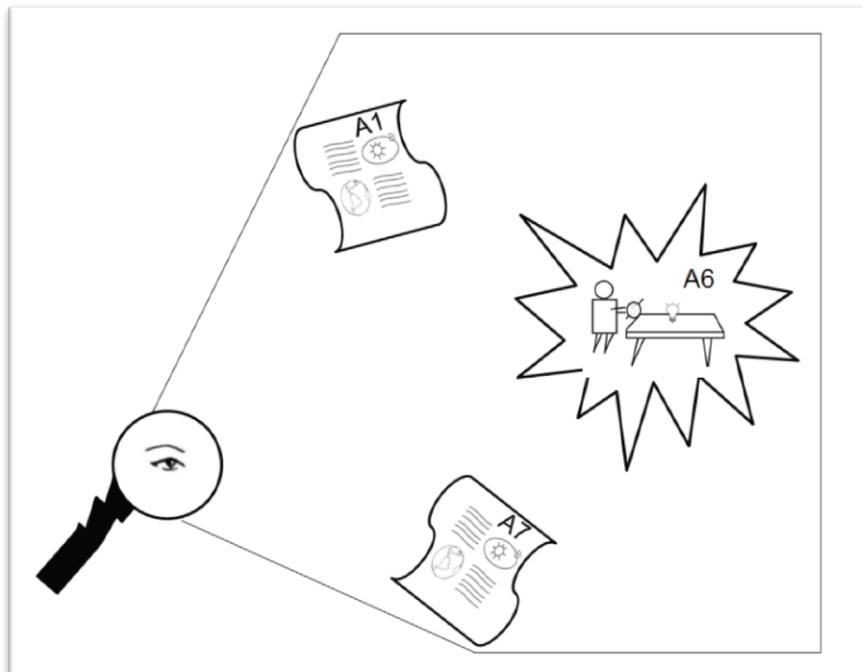
para a representação da Terra e seu eixo de rotação, respectivamente, e lâmpadas para fazerem o papel da radiação solar.

As quatro últimas aulas (**A7 – Teste Avaliativo**) ficaram reservadas para a coleta dos dados finais, em forma de avaliação, denominado Teste Avaliativo (Apêndice 3), solicitando-se aos alunos que realizassem representações textuais e imagéticas sobre as Estações do Ano.

4.1.2. Obtenção de Dados

Foi selecionada para análise a produção realizada pelos 18 participantes, focando-se nos níveis de significado envolvidos nos interpretantes gerados. Como dito em seção anterior, a escolha dos participantes teve como base a participação nas atividades e a assinatura do termo de consentimento. A Figura 11 representa um esquema dos dados selecionados para análise, que foram gerados através da participação dos estudantes nas atividades resumidas no cronograma do Quadro 3.

Figura 11 – Esquema dos dados selecionados para análise.



(Fonte: o próprio autor)

Em **A1**, na realização do Teste Diagnóstico, foram geradas, individualmente por todos os participantes, representações textuais e imagéticas para o conceito das Estações do Ano.

Em **A6**, durante a prática “Órbita da Terra e as Estações do Ano”, os estudantes trabalharam em grupos para gerar representações imagéticas da trajetória da Terra em torno do Sol e maquetes identificando 6 posições do nosso planeta ao longo de um ano. Como mencionado em seção precedente, dois estudantes foram previamente escolhidos, aleatoriamente (E04 e E17) para o estudo de seus níveis interpretantes dinâmicos energéticos.

Por fim em **A7**, todos os estudantes geraram, individualmente, representações textuais e imagéticas para o conceito das Estações do Ano no Teste Avaliativo.

Além da participação dos estudantes em nossa pesquisa, foi solicitado a um docente com formação e ampla experiência na área de Ensino de Astronomia²⁴ (que iremos mencioná-lo deste ponto em diante na tese como sendo o “docente especialista”, e suas respectivas representações denotaremos “DOC”), sua participação no preenchimento do Teste Avaliativo, com intuito de verificar qual nível interpretante ele predominantemente apresenta.

4.2. INSTRUMENTO ANALÍTICO – TRANSPOSIÇÃO DOS NÍVEIS INTERPRETANTES DE PEIRCE PARA A APRENDIZAGEM CIENTÍFICA

A linguagem científica é um grande signo complexo, composta de diversos outros signos constituídos por ideias, símbolos, conceitos, princípios, modelos, teorias, procedimentos, imagens, gráficos, entre outros. Apresentaremos, agora, nossa proposta de instrumento analítico que visa estabelecer a significação como um fenômeno diacrônico da aprendizagem ocorrida nos estudantes quando estes estão diante de atividades de ensino para aprender os signos científicos. Tal instrumento pode auxiliar o professor na árdua tarefa de acompanhamento da produção e desenvolvimento dos significados adquiridos pelos estudantes enquanto estes o fazem durante o processo de ensino, possibilitando o direcionamento e

²⁴Docente universitário recém-aposentado, com doutorado em Astrofísica, tendo dedicado seus últimos 20 anos de docência à pesquisa e Ensino na área de Educação em Astronomia.

enquadramento ao conhecimento científico. A fim de buscar uma solução nesse sentido redirecionamos os conceitos de Interpretantes da teoria semiótica de Peirce acima, apropriando-os para os objetivos pedagógicos aqui desejados.

A seguir fazemos um detalhamento do nosso instrumento analítico, que foi elaborado fazendo-se uma reformulação da tricotomia interpretante adequando-a para uma leitura com fins pedagógicos.

4.2.1. Nível Interpretante Imediato

Seguindo, portanto, a classificação de interpretantes segundo Santaella (2004; 2005a; 2005b), conforme visto no Capítulo 2, onde a segunda tríade emocional, energético e lógico está inserida somente no interpretante dinâmico, qualificaremos como Nível Interpretante Imediato um primeiro resultado do ato de significação estabelecido por um aprendiz frente aos signos científicos.

Na teoria de Peirce, o Interpretante Imediato é uma qualidade da impressão que um signo está apto a produzir como efeito numa mente interpretante qualquer, isenta de mediação e análise. Portanto, as características básicas desse nível referem-se a um efeito interpretante equivalente ao significado anterior a qualquer ato de instrução, isto é, o efeito interpretante que o signo causa no sujeito é semelhante ao que ele teria sem nenhum efeito instrucional, não se encontra atualizado por meio da instrução pretendida.

É o efeito interpretante pertinente, possível e imediato na sua inteireza primitiva não escolarizada. Este efeito interpretante permanece circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios do aprendiz, das concepções baseadas no aparente, no intuitivo, no senso comum, e a interpretação se faz direta, literal, no sentido de não ser objeto de qualquer tipo de análise ou reflexão mais pormenorizada, mostrando-se compartilhada por aqueles que mantêm confluentes estados prévios de conhecimentos (LABURÚ, 2014).

Esse nível é caracterizado essencialmente pela presença de denotações, e a interpretação acaba permanecendo presa ao significado interno e ordinário do signo, isto é, opondo-se à semiótica conotativa que deve ser produzida mediante ensino, cujo plano da expressão se vai constituir de outra semiótica, de forma que o significado lhe corresponda em segunda instância. Por exemplo, a marca conotativa (denotação de segunda ordem) dos signos “trabalho” ou “peso”,

dentro do contexto da Física, ultrapassa a marca denotativa da primeira impressão ou concepção de senso comum, que corriqueiramente é empregada pelo leigo em sua vida diária. Como visto no Capítulo 2, o significado da unidade cultural de primeira instância, do qual se compõe e identifica as marcas denotativas de primeira ordem, é a base para conotações sucessivas ou, de maneira direta, denotações científicas (denotações de segunda ordem).

O nível interpretante imediato é prioritariamente icônico, isto é, semelhante ao objeto, ou indicial, ou seja, dimensão causal/existencial (ECO, 2003). Em outras palavras, mantêm respectivamente relação de semelhança com o objeto figurado, não havendo um desprendimento maior deste ou uma relação de dimensão existencial e causal elementar.

Transpondo para o caso do Ensino de Astronomia, temos o estudo de Bisch (1998) sobre concepções de astronomia de alunos e professores. Esse pesquisador constatou que, ao explicarem conceitos, geralmente esses docentes e estudantes utilizam respostas padronizadas, memorizadas e vazias isto é, respostas repetidas ‘por quem aprendeu’ sempre da mesma forma, o que ele acabou denominando de “chavões” (BISCH, 1998, p.225), que podem ser chavões verbais, no caso de enunciados, e gráficos, no caso de imagens.

Segundo o pesquisador acima mencionado, a fundamentação dos chavões “nunca é explicitada, seu conteúdo não é questionado, submetido à crítica mediante o cruzamento e comparação com outros conhecimentos ou dados da realidade.” (BISCH, op. cit., p.226), isto é, uma resposta seca dada de forma mecânica que ele provavelmente leu em algum material ou ouviu em sala de aula em algum momento, e a utiliza sem convicção e sem a realização de uma reflexão pormenorizada dos elementos envolvidos no conceito em questão.

A utilização de termos isolados como *A Terra é achatada nos polos* na explicação de como seria a forma da Terra, ou *os movimentos da Terra são rotação e translação* na resposta dada à indagação de como seriam os movimentos do nosso planeta, ou ainda *o Sol é uma estrela de quinta grandeza* respondendo à questão de como seria o Sol, são exemplo de chavões verbais encontrados pelo pesquisador (BISCH, 1998). A explicação do motivo das Estações do Ano com a utilização isolada do chavão “devido à inclinação da Terra”, que não dá nenhuma explicação do que se quer dizer com inclinação da Terra, caracterizado como um chavão muito utilizado em Ensino de Astronomia (ibid.), serve como exemplo

hipotético de chavão, pertencente ao primeiro nível de significado, o nível interpretante imediato.

4.2.2. Nível Dinâmico

Iremos considerar o próximo nível de significação, ao ultrapassar o nível imediato por transformação de ordem conotativa, como nível dinâmico. É o efeito interpretante que o signo provoca em uma mente que se vê estimulada por interferências de ensino. Nesse interpretante, o processo de conotação sígnica é desencadeado e deslocado da denotação em razão de novas significações que começam a se instaurar na mente por causa da circunstância instrucional.

Fala-se agora em conotação ou denotação de segunda, terceira, enésima ordem, já que o significado provém, respectivamente, de segundos, terceiros, enésimos sentidos assentes sobre a primeira denotação (ECO, 1985; PRESMEG, 2006; BARTHES, 2009), cuja significação original se mantinha no nível interpretante inicial. Isto é, as significações acumuladas ou transformadas, oriundas de variados momentos instrucionais, tornam-se gradualmente diferenciadas do primeiro nível, referente ao Interpretante Imediato.

Por permanecer dependente de maior ou menor grau da apropriação de novos conhecimentos pelo aprendiz e de uma relação subjetiva mais ou menos extensa com eles, o efeito interpretante do presente nível tem característica provisória, transitória, vaga, falível, incompleta, conforme a profundidade ou influência do conteúdo aprendido (LABURÚ, 2014).

Quanto aos efeitos interpretantes produzidos no intérprete, o Interpretante Dinâmico subdivide-se em Emocional, Energético e Lógico (SANTAELLA, 2004; 2005a; 2005b), sendo que a relevância relativa do significado de cada um desses três interpretantes mantém-se na dependência do tipo de conteúdo tratado.

4.2.2.1. Nível Interpretante Dinâmico Emocional

Iremos qualificar como nível Interpretante Dinâmico Emocional um primeiro resultado do efeito efetivamente produzido pelo signo na mente do intérprete estimulado por interferências de ensino.

Nesse nível, a qualidade mais ou menos vaga de sentimento, da dimensão do sensível ou mesmo metafísica seria um efeito semiótico inicial que um signo pode vir a ser capaz de provocar em um intérprete. Desta forma, o efeito Interpretante nesse nível confunde-se com a potencial carga emocional ou transcendental proporcionada pelo signo, que vem acompanhada por uma atitude valorativa, positiva ou negativa, somada a uma insipiente combinação com o conhecimento ensinado na tentativa de articulá-lo (LABURÚ, 2014).

Aqui se pode dizer que prevalece a função de ordem estética dos signos (EPSTEIN, 2002), isto é, o signo é dificilmente traduzível de uma linguagem à outra, é mais dificilmente enunciável e prepara estados. O signo joga com a violação da norma (ECO, 2003), com a inesgotabilidade dos sentidos, apresentando um conteúdo diversificado, não se podendo falar em um interpretante final de comum compartilhamento. Resultam significados confusos, contraditórios, indeterminados, ambíguos, hesitantes, presos à beleza e opiniões emocionais, metafísicas e transcendentais, de caráter religioso, metafísico, místico ou mítico.

Nesse nível o aprendiz mescla ou dá destaque, quando em processo de ensino de certos conteúdos científicos, a argumentos de domínio não científicos, devido à possibilidade de correlação com o tema em foco.

Vale esclarecer que o nível Interpretante Dinâmico Emocional é o efeito interpretante produzido pelo signo que está por detrás de um conteúdo científico específico. Isto significa dizer que ele precisa ser compreendido a partir do enquadramento do conteúdo em foco, em vez de genéricos estados de sentimento ou disposição psíquica de emoção, afetividade, desejo, motivação, ansiedade, vontade de estudar, crença de autoeficácia, antipatia pelo professor, entre outros. Quando tais qualidades não permanecem circunscritas a fatores de ordem exclusivamente psicológicos, mas provocadas pelo que o signo significa para o sujeito, com conseqüente interferência cognitiva ligada ao conteúdo, essas qualidades são atribuídas ao nível Interpretante Dinâmico Emocional (LABURÚ, 2014).

4.2.2.2. Nível Interpretante Dinâmico Energético

Qualificaremos como nível Interpretante Dinâmico Energético o ato de significação estabelecido por um efeito efetivamente produzido em um aprendiz

frente aos signos científicos, demonstrado através de atos concretos de interpretação e traduzidos por “esforços”, sendo estes entendidos por Peirce como esforços musculares ou mentais (cf. CP 5.475-79; CP 5.487). Esses esforços podem ser traduzidos, no ato da produção sógnica, em comportamentos, atitudes, procedimentos, técnicas originadas do processo educacional, em que a ação física, reflexo de uma ação interiorizada, toma parte integrante do efeito significado. Sua correspondência com o hábito, ato ou manipulação leva a resposta comportamental a depender alguma energia em relação ou reação ao mundo, tanto material, como social.

É corriqueiro o nível Interpretante Dinâmico Energético se apresentar via emissão de signos emitidos de maneira espontânea, que não têm a intenção direta de comunicar, pois costumam ser espontâneos, involuntários e intuitivos, visto escaparem à codificação consciente, denominados de signos expressivos visuais (ECO, 1985). Esses signos expressivos aparecem de forma subliminar nas ações ou gestos existentes nos comportamentos, atitudes, procedimentos e técnicas. Todavia, quando emitidos intencionalmente, se corretos ou incorretos, tornam-se signos comunicativos (ibid.), visto terem sido produzidos artificialmente, no sentido de provocados por meio da instrução.

Com respeito ao signo concretizado, o sucesso do aluno em realizar, por exemplo, uma construção de um modelo 3d não significa necessariamente que ele compreendeu os princípios subjacentes do conceito estudado (PRAIN; WALDRIP, 2006). Surge então a questão de a diferença entre aquisição (ou domínio de uma competência) e aprendizagem (ou de conhecimento consciente) proposta por Gee (2008), pois enquanto que alguns recursos e tecnologias promovem a aquisição de competências, que pode ser uma parte importante do desenvolvimento da aprendizagem, o domínio dessa competência em si não significa automaticamente aprendizagem em ciência.

Em termos semióticos, se o aluno constrói uma representação verbal textual coerente que atinge um Nível Interpretante Dinâmico Lógico (ver seção subsequente), em conjunto com a maquete do exemplo mencionado (ou, ainda, associada a uma representação imagética das Estações do Ano), de maneira correta em termos científicos, pode ser dito que o interpretante dinâmico energético apresentado *está condizente com* (mas não *implica em*) uma aprendizagem adequada do conceito envolvido. Portanto, para esse caso, iremos dizer que o Nível

Interpretante Dinâmico Energético apresentado pelo estudante é coerente com o Interpretante Dinâmico Lógico, indo de encontro com um possível Nível Interpretante Final.

Para atingir o último nível de significado, (conforme será abordado em seção posterior), é preciso haver um entendimento apreciado pela conjunção coordenada dos interpretantes Lógico e Energético, e pela convivência harmônica (ou ao menos não mais conflituosa), do ponto de vista do aprendiz, com o Interpretante Emocional.

Considerando-se agora que, ao realizar a construção da referida maquete (ou uma representação imagética) de forma cientificamente equivocada, pode-se dizer que o Interpretante Dinâmico Energético apresentado pelo estudante *não está condizente* com a aprendizagem adequada do conceito científico, e o Nível Interpretante Dinâmico Energético é não coerente com um possível Nível Interpretante Final. Portanto, em nossas análises, na prática, o presente nível interpretante vai ser analisado em termos de concordância ou não concordância com os demais níveis interpretantes dinâmicos.

4.2.2.3. Nível Interpretante Dinâmico Lógico

Qualificaremos como nível Interpretante Dinâmico Lógico o ato de significação estabelecido por um efeito efetivamente produzido em um aprendiz frente aos signos científicos que se mostra expresso junto aos signos comunicativos em meio a regras interpretativas formais e normativas que têm por base o conteúdo eminentemente conceitual. Ao contrário do que acontece no nível imediato, o presente nível caracteriza-se pela interpretação de signos através do domínio de novas regras internalizadas pelo intérprete que auxiliam a fazer inferências e estabelecer consequências de premissas. Essas regras conectam o signo a outros objetos e signos do conhecimento científico de maneira unívoca, sem admissibilidade de equívoco. O efeito interpretante se dá por função semântica e base sintática, em contraposição a função estética que joga com a violação da norma e opacidade dos sentidos, respectivamente, características típicas do efeito interpretante emocional, estando associado aos modos de expressão, significado e sentido dos termos e símbolos utilizados pela nova concepção e que permite

construir e identificar representações, imagens e proposições coerentes, internamente consistentes e inter-relacionadas.

Assim, opondo-se aos signos de função estética, o presente nível Lógico os significados são rigidamente estruturados, traduzíveis e demandam respostas ativas dirigidas a objetivos explícitos, por isso, a acentuada função semântica. Com respeito à determinação do significado, tal função prepara para a ação, portanto, para a observação, experimentação e conduta precisa, motivo pelo qual esses signos têm que ser únicos, em termos do compartilhamento de seu significado, para facilitar a comunicação e conferir ou ratificar as teorias propostas (EPSTEIN, 2002). A princípio, os signos unívocos (ECO, 1985) usados na ciência, ao preparem para ação objetiva, não deveriam ter dissociados seus efeitos interpretantes Lógico e Energético.

De fato, os três níveis interpretantes dinâmicos coexistem com predominância relativa entre si, estando suas prevalências na dependência da evolução do entendimento alcançado, da natureza ontológica do tema tratado e da relação que mantêm com as características tipológicas do conteúdo que está sendo estudado, seja ela conceitual, procedimental ou atitudinal (ZABALA, 1998).

4.2.3. Nível Interpretante Final

Último efeito interpretante frente ao objeto do conhecimento direcionado pelo ensino, o Nível Interpretante Final é aquele idealizado pelo professor e balizado pelo currículo, cujo destino do entendimento todo intérprete deveria alcançar, após o desenvolvimento suficiente do seu pensamento a respeito do conhecimento científico ensinado. Nesse nível o signo apreendido torna-se parte integrante de um conhecimento normatizado, em que o mundo dos enunciados objetivos de um discurso racional e crítico científico encontra-se dominado.

Em contraste com os anteriores, independe de um intérprete particular e corresponde à convergência de sentidos intermentais que se encontram enquadrados pela comunidade científica. Sua objetividade se mostra de natureza coletiva, não se restringindo e ficando independente de humores, fantasias ou crenças pessoais ou transcendentais.

Um pleno estado de Nível Interpretante Final surge quando o signo determina condutas e desempenhos semelhantes independentemente a qualquer

indivíduo, evidenciando o traço social e compartilhado do efeito interpretante que vai além do lógico (LABURÚ, 2014). Uma interpretação particular, psicológica, dos interpretantes Imediato e Dinâmico, posto que inacabada, constantemente passa por uma necessária atualização, sujeitando-se à correção e à crítica, a fim de atingir, após longo percurso instrucional, o Interpretante Final.

O presente nível caracteriza-se no modo pelo qual toda mente deveria agir e pensar em conformidade com o conhecimento oficial, em que o intérprete alcança autonomia para fins de articulação dos seus enunciados, proposições, teorias, ideias e ações. Aqui a demonstração de um real entendimento se faz pela exposição da capacidade de mobilização consistente de conceitos, habilidades e condutas, mesmo que o intérprete se veja confrontado com exemplos ou situações novas. A ressignificação conquistada ao nível do Interpretante Final é esperada reportar-se à esfera da convicção, posto haver integração, por transformação consistente, dos efeitos da tríade do Interpretante Dinâmico, em que a mensagem final se torna sobrecódigo em relação ao código do signo originário do Interpretante Inicial. Nesse nível, o entendimento é apreciado pela conjunção coordenada dos interpretantes Lógico e Energético, e pela convivência harmônica (ou não mais conflituosa), do ponto de vista do aprendiz, com o Interpretante Emocional (LABURÚ, 2014).

Em síntese, alcançar o nível interpretante final é desprender-se do aspecto denotativo de primeira ordem do signo e estabelecer análises conotadas com foco no que está institucionalizado pelo signo. A significação completa atingida pelo Interpretante Final de um sujeito reúne todos os efeitos interpretantes que o professor tem em vista, vindo da somatória das lições acerca do signo, dos resultados capazes de afetar a conduta e dos objetivos pretendidos para com o aprendiz.

4.3. COMPONENTES CONCEITUAIS FUNDAMENTAIS PRESENTES NA REPRESENTAÇÃO TEXTUAL DAS ESTAÇÕES DO ANO

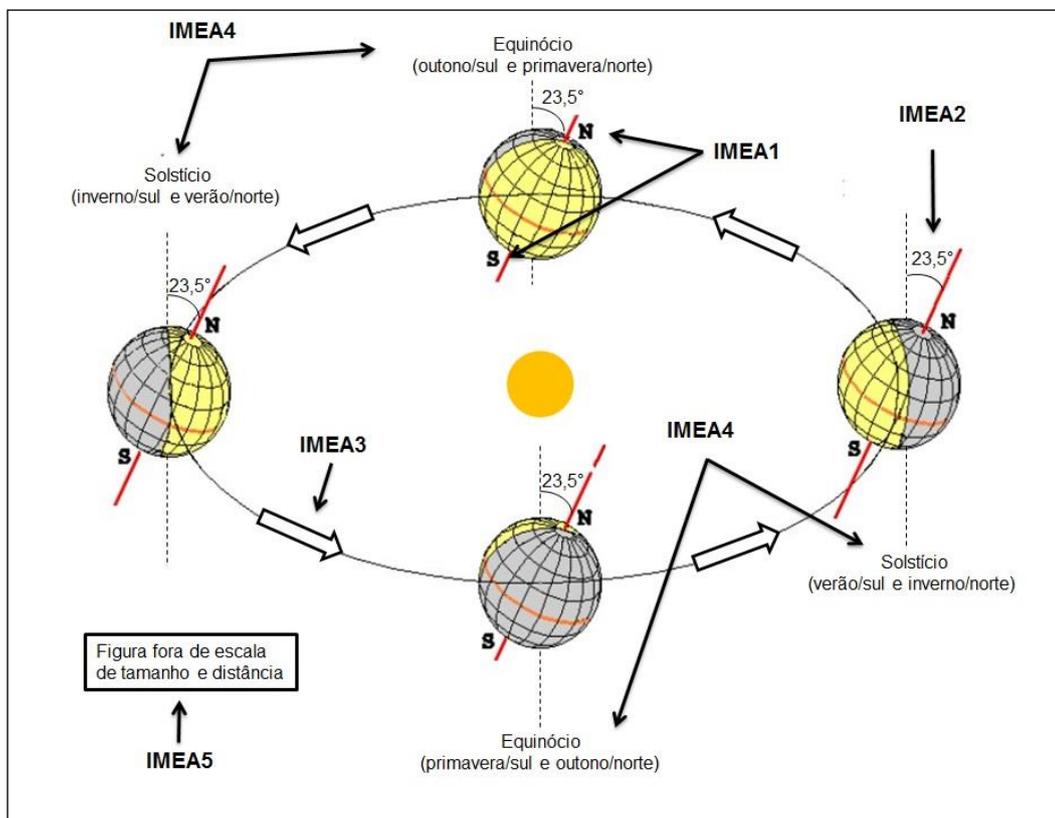
Para a nossa análise iremos considerar três componentes fundamentais básicos presentes na representação textual das Estações do Ano (Componente Textual - CT):

- **CT1:** representações textuais relacionadas à órbita anual da Terra em torno do Sol;
- **CT2:** representações textuais relacionadas aos 23,5° de inclinação da Terra em relação à sua órbita;
- **CT3:** representações textuais relacionadas à natureza esférica da Terra, e conseqüentes alterações na intensidade da radiação do Sol que atinge a superfície.

4.4. COMPONENTES CONCEITUAIS FUNDAMENTAIS PRESENTES NA REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA DAS ESTAÇÕES DO ANO

Iremos adotar os seguintes componentes imagéticos essenciais do conceito das Estações do Ano, conforme ilustrado na Figura 12 (Componente Imagético das Estações do Ano – IMEA):

Figura 12 – Identificação dos componentes imagéticos essenciais das Estações do Ano.



(Fonte: adaptado de <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/>>, Acesso realizado em 07/10/2016).

- **IMEA1**: identificação hemisférios Norte e Sul;
- **IMEA2**: identificação do ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra (aproximadamente $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação à normal ao plano de órbita da Terra em torno do Sol e/ou ângulo de aproximadamente $23,5^\circ$ do equador celeste em relação à eclíptica), desenhado apontando sempre na mesma direção;
- **IMEA3**: Identificação da direção de revolução da translação da terra em torno de Sol: sentido anti-horário com o Norte da Terra para cima (GREGERSEN, 2010, p.109-111);
- **IMEA4**: Identificação dos equinócios e solstícios para os hemisférios Norte e Sul (ou identificação de posições da Terra em que seja verão, outono, inverno e primavera nos respectivos hemisférios, e sua respectiva periodicidade);
- **IMEA5**: Menção de a figura encontrar-se fora de escala (tamanho e distância).

CAPÍTULO 5

APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos em três momentos: **A1** (Teste Diagnóstico), **A6** (Prática: Órbita da Terra e as Estações do Ano) e **A7** (Teste Avaliativo), conforme descrito detalhadamente no Capítulo 4.

No primeiro instrumento analisado, o Teste Diagnóstico, buscamos identificar quais os níveis de significados, com base na leitura peirceana descrita em capítulos precedentes, os participantes apresentaram antes da utilização da metodologia de Diversidade Representacional. O segundo momento envolve os níveis interpretantes dinâmicos energéticos de dois estudantes (E04 e E17 – escolhidos previa e aleatoriamente, conforme descrito detalhadamente no capítulo anterior) durante a Prática: Órbita da Terra e as Estações do Ano. E, por fim, os níveis interpretantes apresentados com a aplicação do Teste Avaliativo ao final da instrução pretendida, gerando representações textuais e imagéticas das Estações do Ano.

5.1. TESTE DIAGNÓSTICO

O Teste Diagnóstico foi realizado nas duas primeiras aulas (A1) e teve como objetivo principal verificar em qual nível interpretante inicial os pesquisados se encontravam com relação ao conteúdo das Estações do Ano antes da instrução pretendida.

- **E01:**

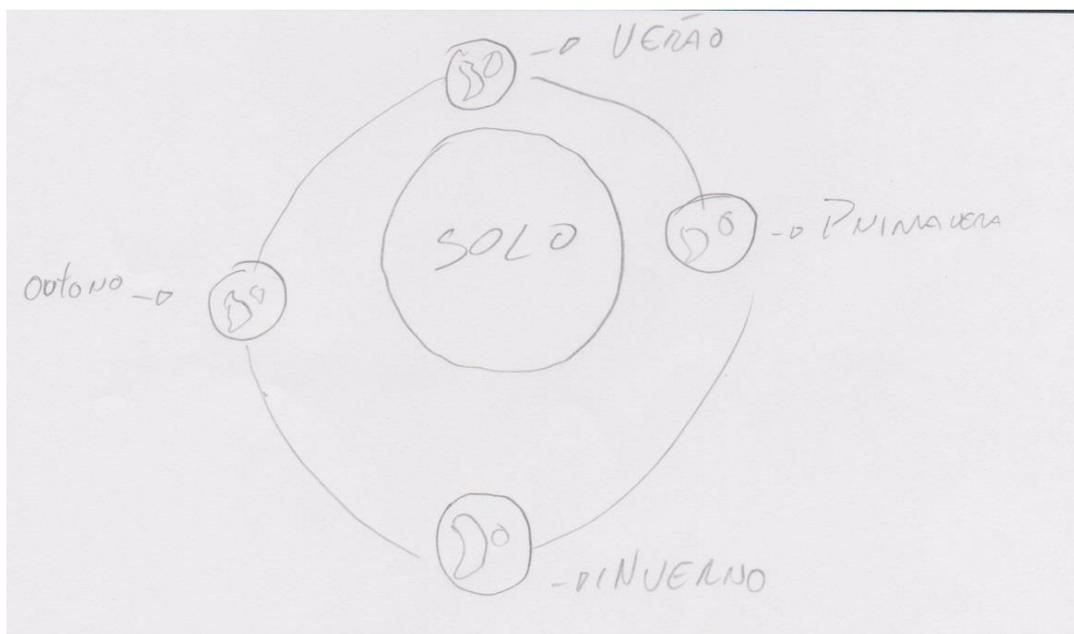
No referido teste, E01 apresentou, em conjunto com a imagem ilustrada pela Figura 13, a seguinte representação textual:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] o movimento da terra(sic) envolta(sic) do Sol (Representação textual de E01 no Teste Diagnóstico).

A explicação verbal é sucinta e menciona que as estações ocorrem devido ao “movimento da terra(sic) envolta(sic) do Sol”, englobando o componente fundamental CT1. A Figura 13 mostra que E01 atribui como verão e inverno as

posições em que a Terra se encontra mais próxima e mais afastada, respectivamente, em relação ao Sol e que denomina como primavera e outono nos pontos intermediários, ao longo de uma translação completa.

Figura 13 – Representação imagética de E01 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A representação imagética (Figura 13) evidencia apenas o componente IMEA4. O mesmo se encontra cientificamente equivocado, pois identifica uma única estação em cada uma das quatro posições da Terra, sendo a mesma ao longo de todo o planeta. Isto é, E01 não identifica que quando é verão (ou primavera) em um hemisfério é inverno (ou outono) no outro.

Olhando ambas as representações, E01 explica o motivo das Estações do Ano através da concepção alternativa mais difundida desse conceito, a explicação da distância Terra-Sol. Seu interpretante é marcado pela presença da marca denotativa do signo "distância Terra-Sol", presente em suas representações, visto que a distância do planeta em relação à estrela não é constante pelo desenho, pois sua órbita é elíptica. Assim, o signo não atinge sua marca conotativa em que a pequena excentricidade descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Em outras palavras, explica como sendo Verão quando a Terra está mais próxima do Sol, inverno quando o planeta encontra-se mais afastado e

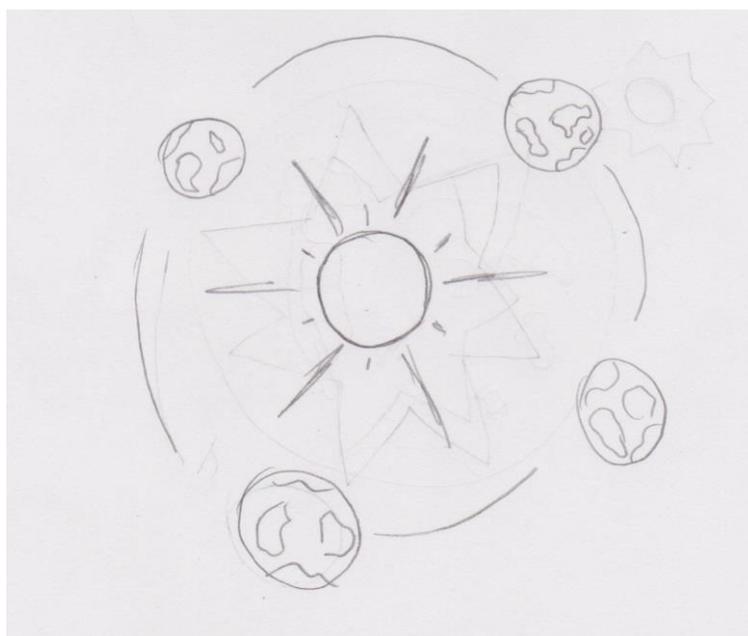
primavera e outono em pontos intermediários. O significado é equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, podendo-se classificar seu interpretante como estando no **Nível Interpretante Imediato**.

- **E02:**

Em conjunto à representação textual abaixo, E02 elaborou a imagem evidenciada pela Figura 14.

[o que ocasiona as Estações do Ano é] A proximidade do Sol, seu posicionamento, não me lembro (Representação textual de E02 no Teste Diagnóstico).

Figura 14 – Representação imagética de E02 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A Figura 14 revela o Sol no centro e a Terra em quatro posições distintas, variando um pouco a distância do planeta em relação à estrela, e não apresenta nenhum componente fundamental imagético. Na representação textual, E02 justifica as Estações do Ano pela “proximidade do Sol”, atribuindo à distância Terra-Sol a explicação do referido fenômeno. O próprio E02 menciona em sua representação textual de que não se lembra de qual o real motivo da ocorrência das Estações do Ano. Tal conceito não foi fruto de qualquer tipo de análise ou reflexão

pormenorizada por parte de E02, e sua interpretação se faz direta, literal e permanece circunscrito ao contexto de seus conhecimentos prévios. O significado claramente é equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, encontrando-se no **Nível Interpretante Imediato**.

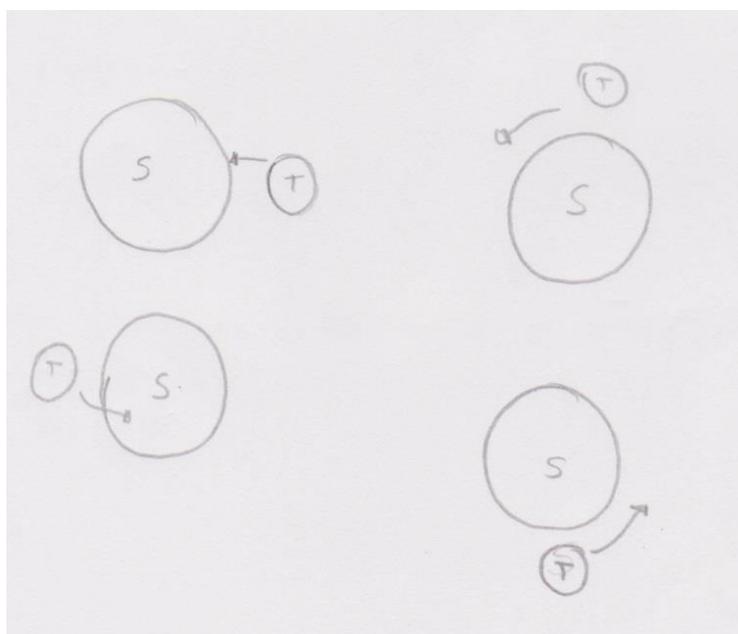
- **E03:**

Por sua vez, E03 expôs a seguinte representação textual das estações do Ano no Teste Diagnóstico:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] o movimento da Terra (Representação textual de E03 no Teste Diagnóstico).

A representação textual de E03 fundamenta a ocorrência das Estações do Ano devido ao “movimento da Terra”, não explicitando como seria esse movimento nem o motivo pelo qual ele ocasionaria o fenômeno astronômico em questão.

Figura 15 – Representação imagética de E03 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A representação imagética de E03 (Figura 15) mostra, de forma um pouco confusa, o movimento que a Terra faria em quatro momentos distintos, e não apresenta nenhum componente fundamental imagético.

Trata-se de um interpretante que possui característica de ser equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional e que permanece circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios do aprendiz. Tal interpretação se faz direta, literal, e não é fruto de qualquer tipo de análise ou reflexão pormenorizada, e pertence ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E04:**

Já E04 evidenciou a seguinte representação textual sobre as Estações do Ano:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] a Posição da Terra em torno do Sol (Representação textual de E04 no Teste Diagnóstico).

Figura 16 – Representação imagética de E04 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A representação textual de E04 a respeito do motivo das Estações do Ano no Teste Diagnóstico é vaga e sucinta, mencionando apenas que elas dependem da posição “da Terra em torno do Sol”, apresentando o componente fundamental CT1.

A representação imagética gerada por E04 é ilustrada pela Figura 16, que estampa um chavão de IMEA2. Chavão porque em momento nenhum menciona, na representação textual, a inclinação do eixo de rotação da Terra (e o

que isso acarretaria para a radiação solar recebida pela Terra), e na representação imagética mostra uma esfera com um eixo inclinado, sem evidenciar de quanto seria essa inclinação e sem identificar os hemisférios. E04 não realizou uma análise ou reflexão pormenorizada com relação à referida inclinação e sua interpretação se faz direta e literal. Apresenta na referida figura, ao escrever (a partir de cima e em sentido anti-horário) “outono/primavera”, “verão/inverno”, “outono/primavera”, “inverno/verão”, de forma parcialmente correta, em termos científicos, o componente da identificação dos equinócios e solstícios IMEA4, pois não deixa claro quando ocorrem as estações em cada hemisfério ao longo do ano e parece repetir outono e primavera num mesmo hemisfério durante uma translação completa.

Portanto, tomando-se ambas as representações, o nível de significado é predominantemente classificado como **Nível Interpretante Imediato**.

- **E05:**

Para o Teste Diagnóstico, E05 apresentou a seguinte representação textual sobre as Estações do Ano:

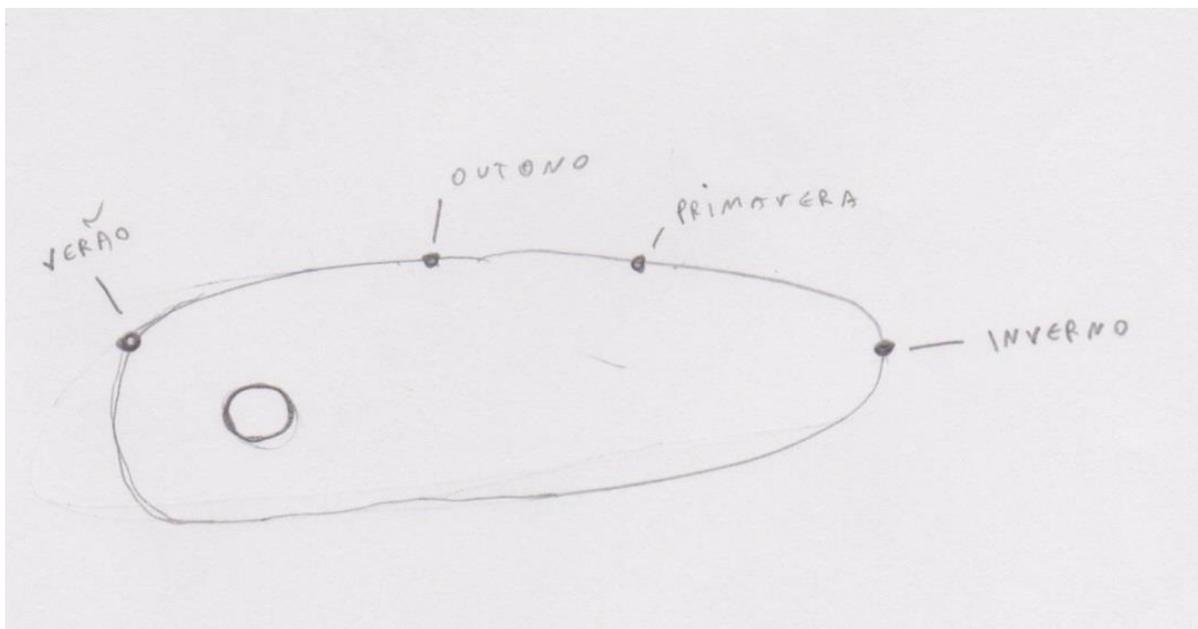
[o que ocasiona as Estações do Ano é] o movimento de translação em torno do Sol. Em algum período o planeta terra(sic) se encontra mais perto do Sol, gerando pra(sic) nós a estação verão e assim se sucede. A maior distância entre terra-sol(sic) ocasiona a estação frio (Representação textual de E05 no Teste Diagnóstico).

A representação textual contém apenas o componente fundamental CT1 (“o movimento de translação em torno do Sol”). O estudante, ao escrever que em “algum período o planeta terra(sic) se encontra mais perto do Sol” e que a “maior distância entre terra-sol(sic) ocasiona a estação frio”, está claramente atribuindo à distância entre a Terra e o Sol o motivo das Estações do Ano.

E05 elaborou, em conjunto com a representação textual, a representação imagética ilustrada pela Figura 17. A referida ilustração mostra que o estudante acredita que as estações ocorrem durante meia translação e que ele denomina “verão” e “inverno” nos pontos da trajetória da Terra em torno do Sol em que o planeta se encontra mais próximo e mais distante da estrela, respectivamente, e designa “outono” e “primavera” as posições intermediárias. A representação imagética mostra também que E05 descreve a ordem de ocorrência das Estações do Ano de forma equivocada: partindo do topo esquerdo da Figura 17, no sentido

horário temos “verão” → “outono” → “primavera” → “inverno” e, no sentido anti-horário, “verão” → “inverno” → “primavera” → “outono”.

Figura 17 – Representação imagética de E05 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor).

O interpretante apresentado por E05 (assim como E01) é marcado pela presença da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, presente em suas representações, pois há variação da distância do planeta em relação à estrela e uma exagerada excentricidade. O signo não atinge sua marca conotativa em que a real excentricidade (pouco achatado) descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma posição na superfície do planeta. E05 justifica o conceito das Estações do Ano pela variação da distância da Terra em relação ao Sol ao longo de meia translação, apresentando um significado equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

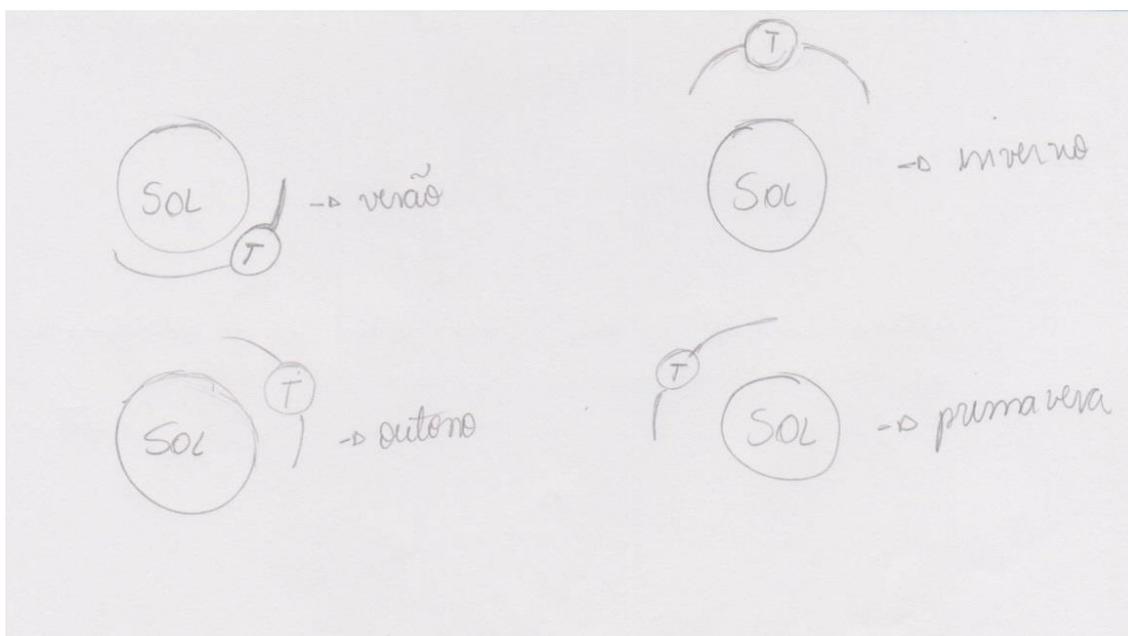
- **E06:**

E06 explica as Estações do Ano através da distância Terra-Sol, evidenciado em sua representação textual em trechos no qual diz ser verão quando

a Terra “se encontra mais perto do Sol” e que, no inverno, o planeta se encontra “mais longe”:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] A posição da Terra perante ao(sic) Sol,(sic) tem época como no verão que a Terra em seu movimento de translação se encontra mais perto do Sol, e no inverno mais longe como por exemplo (Representação textual de E06 no Teste Diagnóstico).

Figura 18 – Representação imagética de E06 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A explicação das estações pela variação da distância entre a Terra e o Sol também é evidenciada na representação imagética de E06 (Figura 18), que ilustra o verão quando o planeta se localiza próximo à estrela (topo esquerdo), inverno quando se encontra mais afastado (topo direito), e primavera e outono em posições medianas (parte de baixo).

A Figura 18 mostra que E06 entende equivocadamente a periodicidade das Estações. Temos, partindo do topo esquerdo da ilustração no sentido horário, “verão” → “inverno” → “primavera” → “outono” e, no sentido anti-horário, “verão” → “outono” → “primavera” → “inverno”.

Novamente (assim como E01 e E05) tem-se a presença da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol” nas representações de E06. O signo não atinge sua marca conotativa em que a órbita elítica que a Terra descreve em torno

do Sol é um quase círculo, e a variação dessa distância entre o planeta e a estrela acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma posição na superfície da Terra. E06 apresenta um significado equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, sendo classificado como estando no **Nível Interpretante Imediato**.

- **E07:**

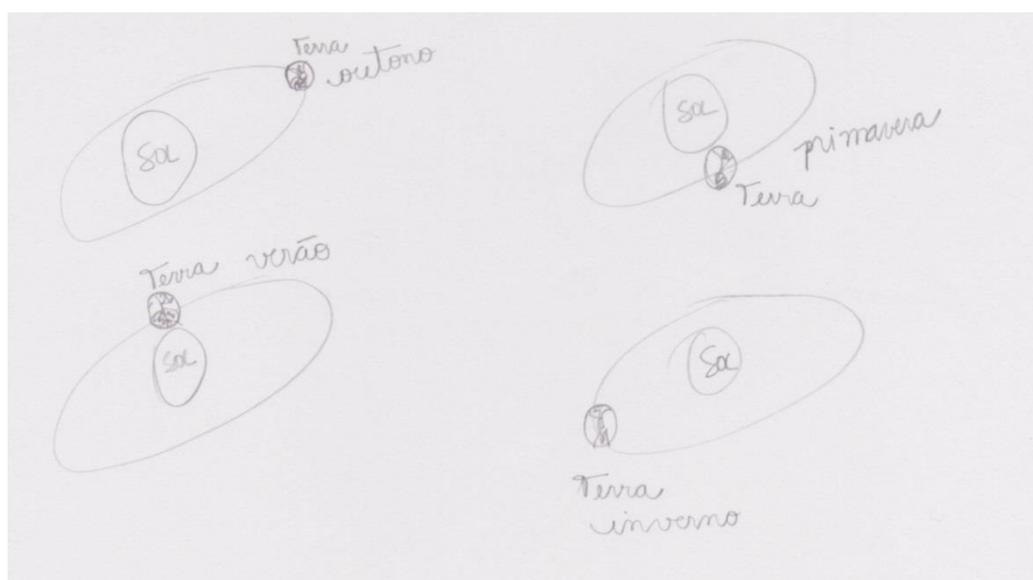
No Teste Diagnóstico E07 gerou a representação imagética ilustrada pela Figura 19 em conjunto com a seguinte representação textual:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] o movimento de translação da Terra em torno do Sol (Representação textual de E07 no Teste Diagnóstico).

A representação textual de E07 é sucinta e menciona que o motivo das estações é o “movimento de translação da Terra em torno do Sol” apresentando apenas o componente fundamental CT1.

A Figura 19 mostra que E07 classifica como verão e primavera posições em que a Terra se encontra mais próxima em relação ao Sol, além de inverno e outono quando o planeta está mais afastado da estrela.

Figura 19 – Representação imagética de E07 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

Como ocorrido com E01, E02, E05 e E06, o interpretante de E07 é marcado pela presença da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, visto que a distância do planeta em relação à estrela não é constante pelo desenho (Figura 19), pois sua órbita é elíptica. Assim, o signo não atinge sua marca conotativa em que o pequeno achatamento da órbita terrestre descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Em outras palavras, explica como sendo Verão quando a Terra está mais próxima do Sol, inverno quando o planeta encontra-se mais afastado e primavera e outono em pontos medianos.

Além disso, a Figura 19 mostra que E07, assim como E05 e E06, demonstra não entender a periodicidade orbital das estações, desenhando-as fora de ordem, pois, olhando a representação imagética a partir do topo esquerdo no sentido horário temos “outono” → “primavera” → “inverno” → “verão” e, no sentido anti-horário, “outono” → “verão” → “inverno” → “primavera”.

Portanto, E07 justifica o referido conceito através da variação da distância Terra-Sol ao longo de uma translação completa, apresentando um significado equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E08:**

Por sua vez, E08 não apresentou representação imagética das Estações do Ano (deixou em branco), e sim apenas a seguinte representação textual:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] o movimento de translação
(Representação textual de E08 no Teste Diagnóstico).

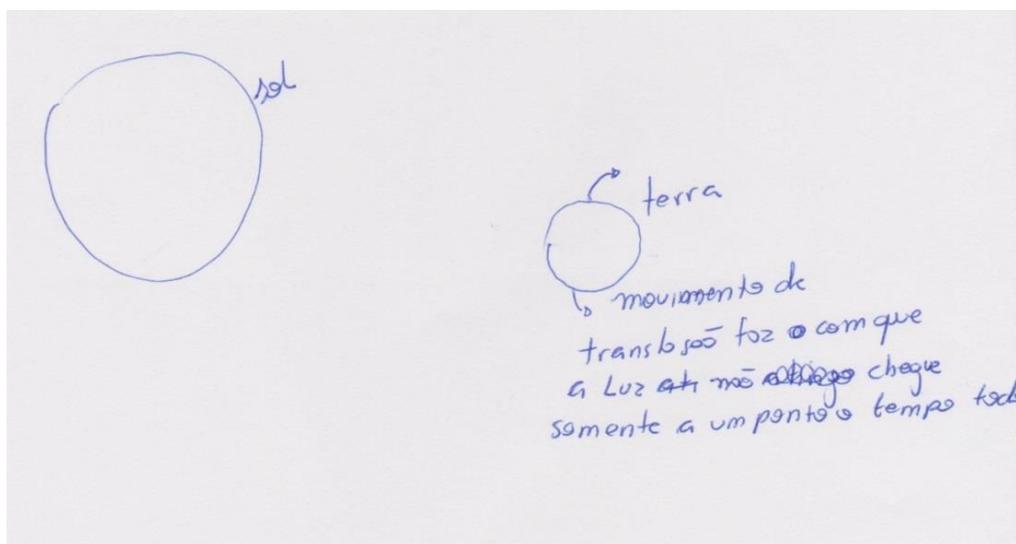
A representação textual de E08 é sucinta e menciona apenas que o motivo das estações é o “movimento de translação” apresentando apenas o componente fundamental CT1. E08 utiliza-se, portanto, de um chavão para explicar o fenômeno em questão, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E09:**

Já E09, no Teste Diagnóstico, elaborou as seguintes representações:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] o fato da terra(sic) realizar movimento de Rotação ao redor do Sol (Representação textual de E09 no Teste Diagnóstico).

Figura 20 – Representação imagética de E09 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

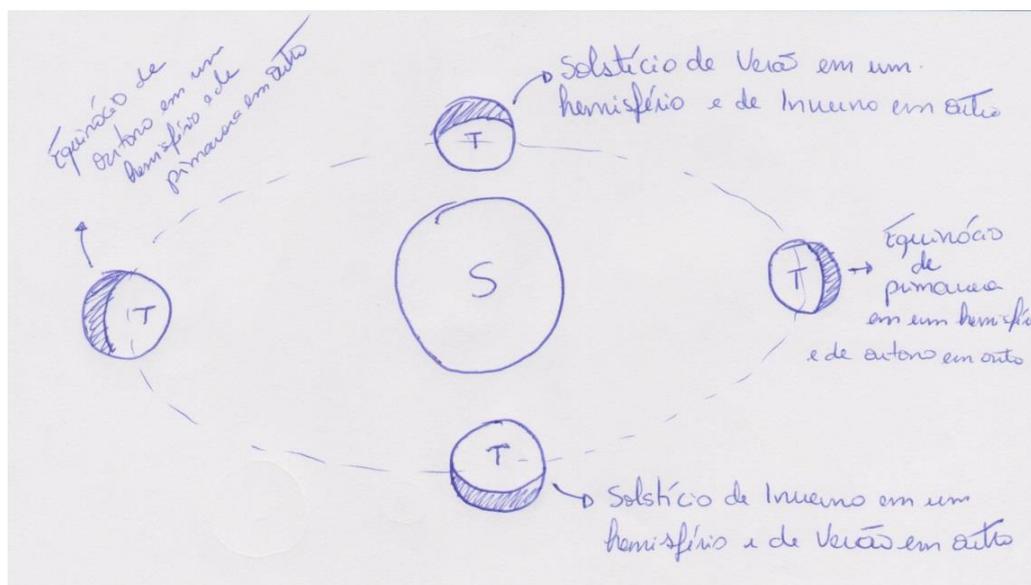
Na representação textual, E09 menciona que a Terra realiza um “movimento de Rotação ao redor do Sol”, demonstrando confusão entre os signos “rotação” e “translação” da Terra. Na representação imagética (Figura 20), E09 menciona translação (e não rotação), não deixando claro o que ele quis dizer com isso, e que esse movimento “faz com que a Luz(sic) não chegue somente a um ponto o tempo todo”. Ambas as representações demonstram que o conceito das Estações do Ano é, para E09, confuso, não tendo sido alvo de uma reflexão pormenorizada por parte do estudante. O significado é classificado como pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E10:**

Por seu turno, no que diz respeito às representações elaboradas por E10, temos:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] o seu movimento de translação aliado às diferentes distâncias Terra-Sol nos solstícios e nos equinócios (Representação textual de E10 no Teste Diagnóstico).

Figura 21– Representação imagética de E10 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A representação textual de E10 contém apenas o componente fundamental CT1, evidenciado pelo trecho “movimento de translação”. Segundo E10, a ocorrência das estações é devida “às diferentes distâncias Terra-Sol nos solstícios e nos equinócios”, o que mostra o seu entendimento de que a variação da distância entre o planeta e a estrela ocasiona as Estações do Ano. Em contrapartida, esse entendimento não é explicitado em sua representação imagética (Figura 21). A referida figura identifica os solstícios e equinócios (IMEA4) sem ilustrar o eixo de rotação da Terra (nem sua inclinação).

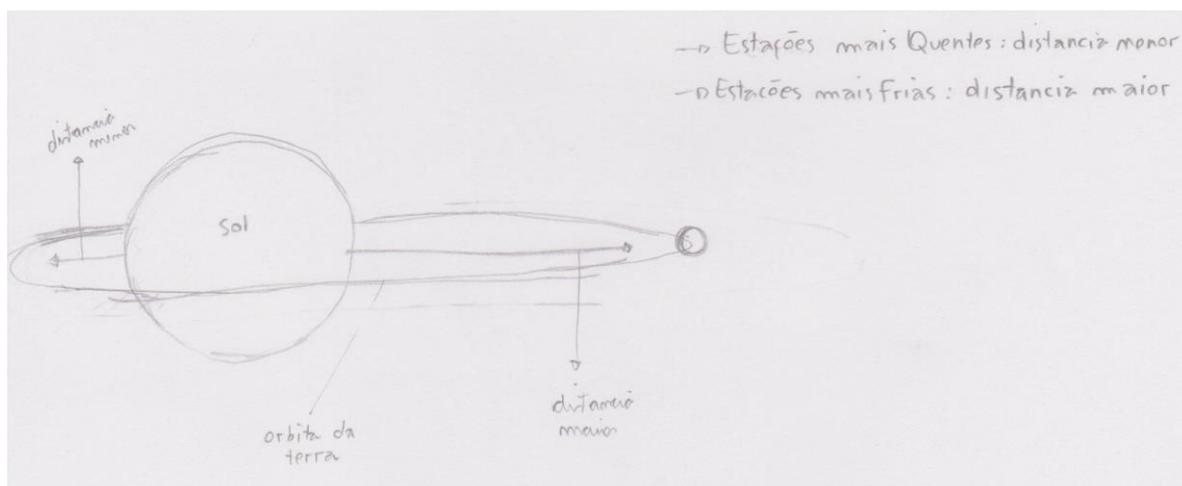
O interpretante de E10 é caracterizado pelo fato do signo não atingir a marca conotativa em que a pequena excentricidade da órbita terrestre descrever um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Fica presente a marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, visto que a distância do planeta em relação à estrela não é constante (Figura 21). Isto é, E10 explica como sendo Verão quando a Terra está mais próxima do Sol, inverno quando o planeta encontra-se mais afastado e primavera e outono em pontos medianos. Portanto, o significado demonstrado por E10 é circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E11:**

A explicação da variação da distância entre a Terra e o Sol por E11 fica bem evidente tanto em sua representação imagética (Figura 22) quanto na textual abaixo:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] A distância da terra(sic) em relação ao sol(sic) (Representação textual de E11 no Teste Diagnóstico).

Figura 22 – Representação imagética de E11 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

E11 deixa claro seu entendimento ao escrever que o motivo da ocorrência do fenômeno em questão é a “distância da terra(sic) em relação ao sol(sic)”. Tal entendimento fica evidente ao analisarmos a representação imagética do fenômeno: a Figura 22 mostra, em seu lado esquerdo, que a órbita da Terra em torno do Sol é bem excêntrica; identifica as posições “distância menor” e “distância maior” da órbita do planeta em torno da estrela; sua a legenda, disposta ao lado direito do desenho, diz que as “Estações mais Quentes” se encontram na posição “distância menor”, e as “Estações mais Frias” acontecem na localização “distância maior”.

Seu interpretante é caracterizado pela presença da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, presente em ambas as representações, visto que a distância do planeta em relação à estrela não é constante pelo desenho, pois sua órbita é elíptica. Assim, o signo não atinge sua marca conotativa em que a pequena excentricidade descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Em outras palavras, explica como sendo Verão quando a Terra está mais

próxima do Sol, inverno quando o planeta encontra-se mais afastado e primavera e outono em pontos medianos.

E11 expressa, portanto, um significado equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

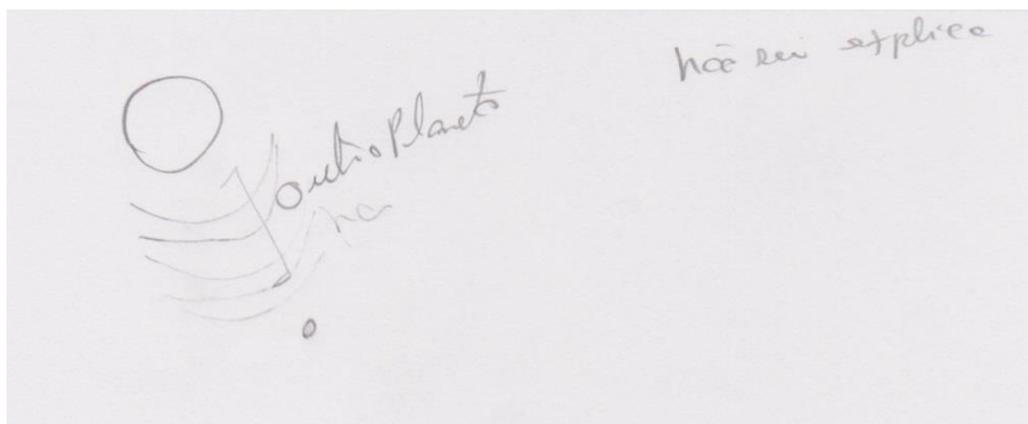
- **E12:**

Por sua vez, E12 apresentou a seguinte representação textual no Teste Diagnóstico:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] Movimento de tranlação(sic) eu acho (Representação textual de E12 no Teste Diagnóstico).

Fica claro, em frases como “eu acho” e “não sei explica(sic)” contidas nas representações textual e imagética (topo direito da Figura 23), respectivamente, que E12 não consegue explicar o motivo das Estações do Ano. Na representação textual o estudante atribuiu o fenômeno em questão ao “Movimento de tranlação(sic)”, enquanto que fez um desenho confuso (lado esquerdo da Figura 23) para a explicação de tal conceito. O significado evidenciado por E12 é equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

Figura 23 – Representação imagética de E12 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



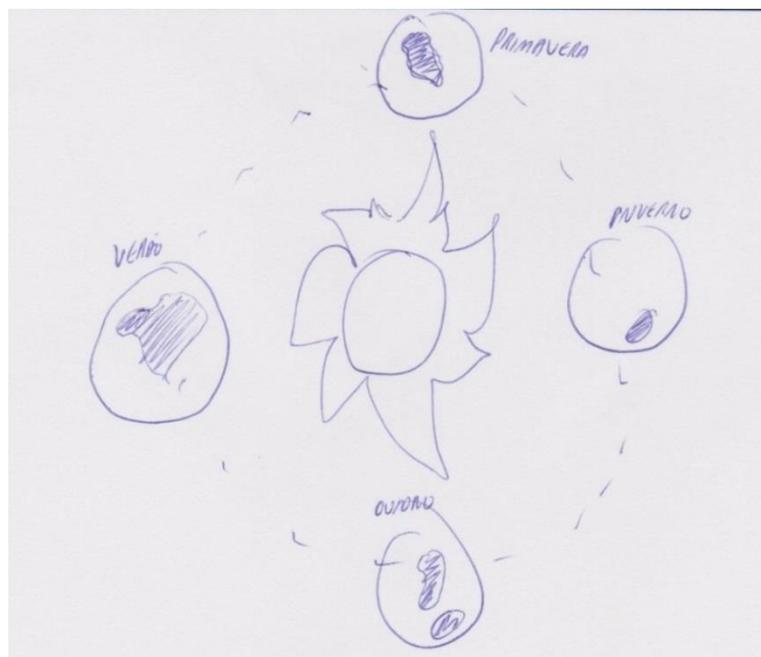
(Fonte: o próprio autor)

- **E13:**

Por seu turno, E13 elaborou as seguintes representações das Estações do Ano no Teste Diagnóstico:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] A rotação da Terra e da(sic) distância que ela se encontra do sol(sic) e da lua(sic) na onde(sic) o sol(sic) incide em linha reta sobre a terra(sic) (Representação textual de E13 no Teste Diagnóstico).

Figura 24 – Representação imagética de E13 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

Em sua representação textual E13 evidencia que a “rotação da Terra”, a distância em “que ela [a Terra] se encontra do sol(sic)” e “[a distância em que a Terra se encontra da] da lua(sic)” são os motivos da ocorrência das Estações do Ano em nosso planeta.

Sua representação imagética (Figura 24) ilustra o Sol no meio e a Terra em quatro posições distintas, identificadas como sendo (a partir do topo e em sentido anti-horário) “primavera” → “verão” → “outono” → “inverno”. Portanto, o desenho nos mostra que E13 entende que ocorre a mesma estação em todo o planeta simultaneamente. O significado apresentado é equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

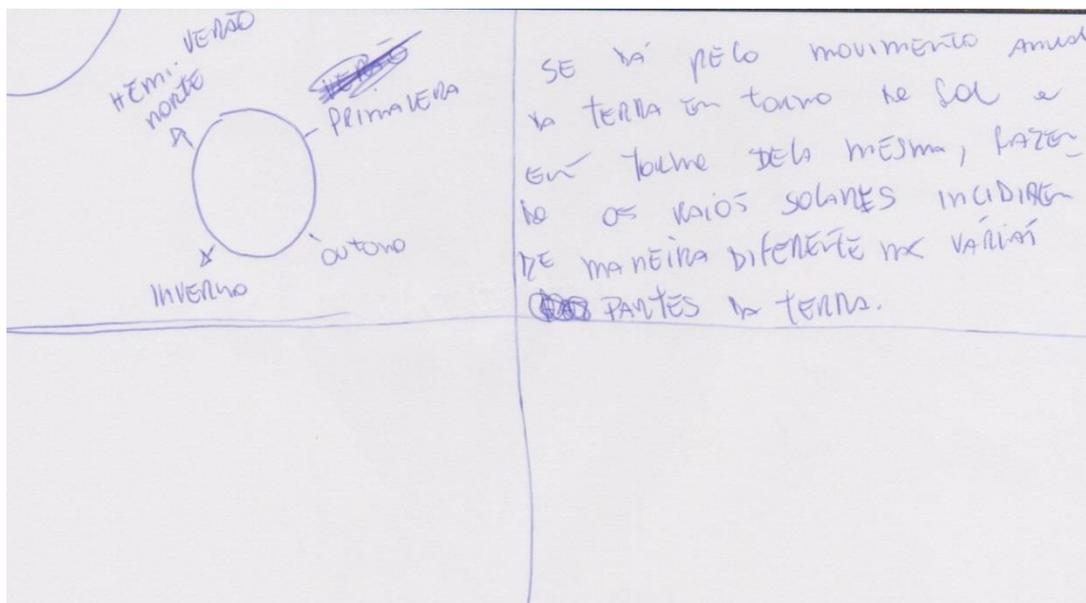
- **E14:**

Já E14, em sua representação textual, explica o conceito das estações devido à “translação de 364 dias”, justificando o fenômeno somente pela translação

da Terra ao redor do Sol e evidenciando entender que esse movimento dura 364 dias:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] Translação 364 dias (Representação textual de E14 no Teste Diagnóstico).

Figura 25 – Representação imagética de E14 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

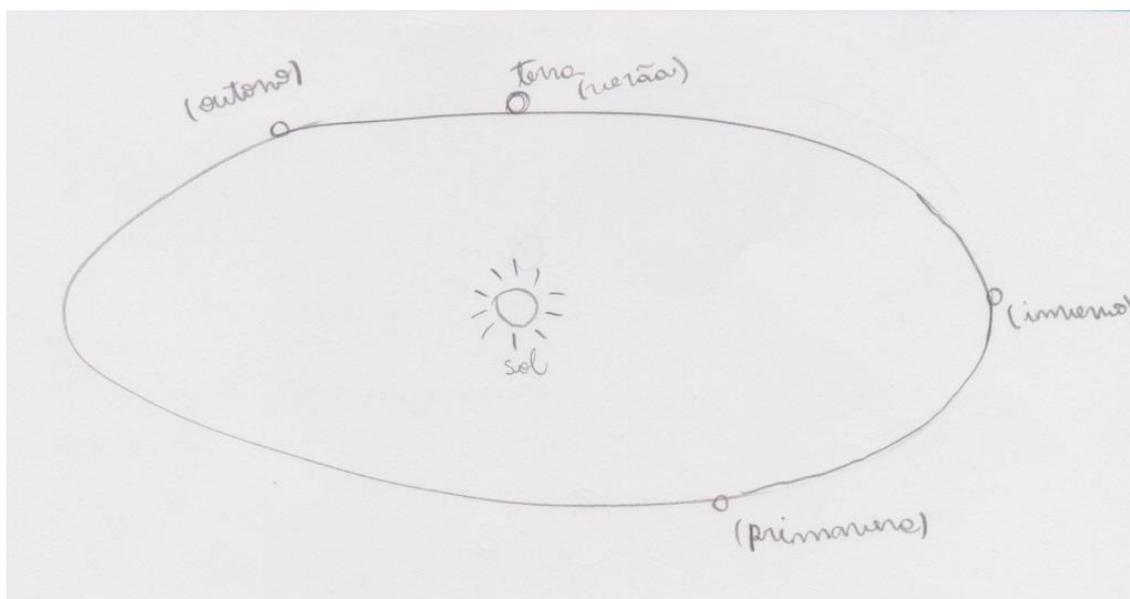
A representação imagética de E14 (Figura 25) mostra, no quadrante do topo esquerdo, que as quatro estações ocorrem simultaneamente em distintas localizações na superfície da Terra. No quadrante do topo direito da Figura 25 contém os dizeres “se dá pelo movimento anual da Terra em torno do Sol e em torno dela mesma, fazendo os raios solares incidirem de maneira diferente nas várias partes da Terra”. O significado apresentado é confuso e equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, pertencendo também ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E15:**

Outra concepção apresentada que explica as Estações do Ano através da distância Terra-Sol ao longo de uma translação completa foi a de E15, conforme mostrado abaixo:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] a translação, uma volta completa em torno do Sol; duração de 365 dias. (Representação textual de E15 no Teste Diagnóstico).

Figura 26 – Representação imagética de E15 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A representação textual de E15 apresenta somente o componente CT1 (“uma volta completa em torno do Sol”). Nela E15 explica as estações através da “translação” da Terra em torno do Sol. Já a sua representação imagética, ilustrada pela Figura 26, mostra que considera a órbita da Terra em torno do Sol bem excêntrica e que explica o conceito devido à distância do planeta à estrela, denominando “verão” um ponto mais próximo e “inverno” uma posição ponto mais afastada, enquanto que em duas localizações intermediárias “primavera” e “outono”. Isto é, seu interpretante é caracterizado pelo fato do signo não atingir a marca conotativa em que a pequena excentricidade da órbita terrestre descrever um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade.

A representação imagética de E15 (Figura 26) mostra que E15, assim como E05, E06 e E07, desconhece a periodicidade das estações: ou temos “outono” → “verão” → “inverno” → “primavera” (partindo do topo esquerdo no sentido horário) ou “outono” → “primavera” → “inverno” → “verão” (partindo do topo esquerdo no sentido anti-horário).

Portanto, E15 também apresenta um significado equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

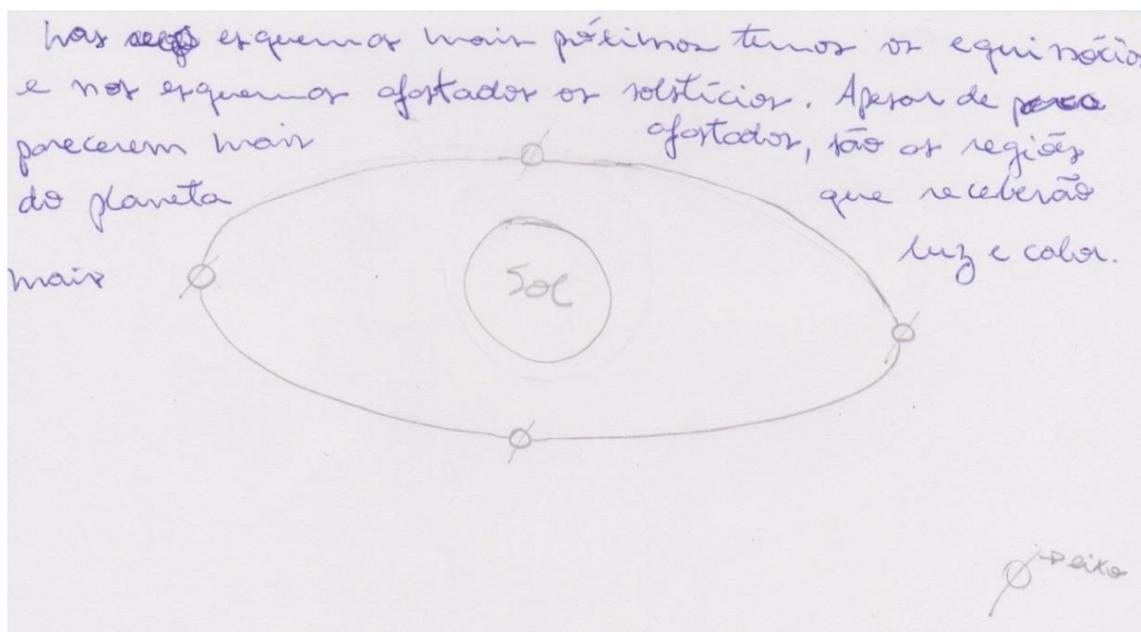
- **E16:**

E16 elaborou a seguinte representação textual:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] O distanciamento do Sol e da Terra, em eventos conhecidos como solstício e equinócio (Representação textual de E16 no Teste Diagnóstico).

E16 deixa claro, em sua representação textual, que ele explica as estações devido ao “distanciamento do Sol e da Terra”, expondo ainda que esse distanciamento proporciona os “eventos conhecidos como solstício e equinócio”. Em sua representação imagética (Figura 27), há os dizeres “nos esquemas mais próximos temos os equinócios e nos esquemas afastados os solstícios. Apesar de parecerem mais afastados, são as regiões do planeta que receberão mais luz e calor”.

Figura 27 – Representação imagética de E16 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

A Figura 27 ilustra, também, o Sol no centro e a Terra em quatro posições distintas em uma órbita bem excêntrica. Na imagem podemos perceber o uso do chavão do eixo da Terra e configura-se como tal, pois em momento nenhum citou ou desenhou relação entre as estações e o eixo de rotação da Terra, explicando o fenômeno devido variação da distância Terra-Sol. Portanto, E16

apresenta um significado circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum, que não foi fruto de uma reflexão pormenorizada por parte do aluno, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E17:**

Como último representante dos que explicaram as Estações do Ano devido a variação da distância entre a Terra e o Sol no Teste Diagnóstico, E17 expôs a seguinte representação textual:

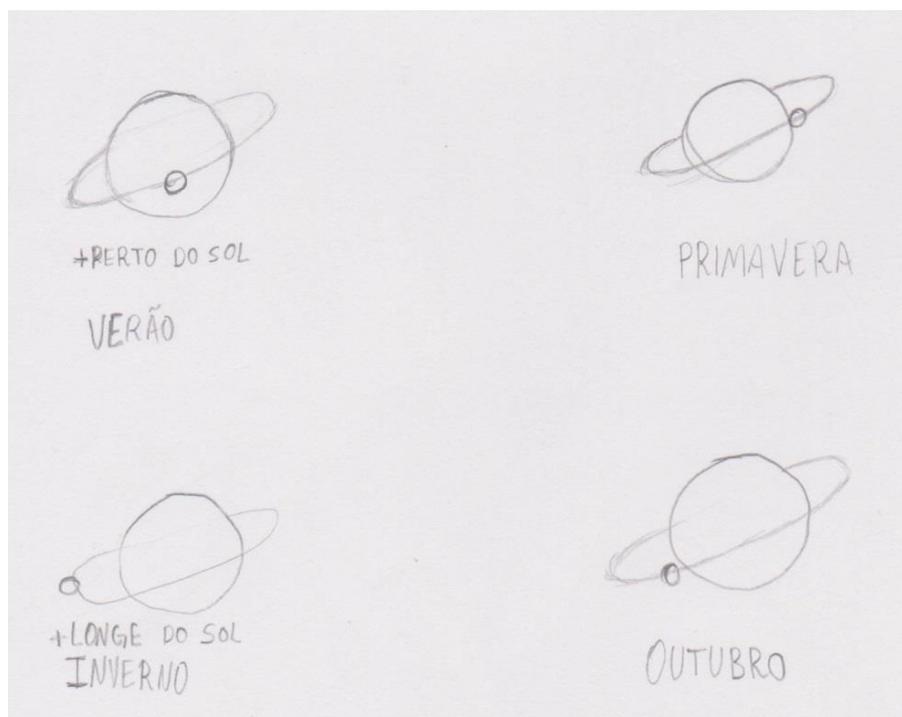
[o que ocasiona as Estações do Ano é] Os principais fatores são: sua órbita ao redor do sol(sic) e sua leve inclinação, o que os faz ficar mais próximo ou distante do sol(sic) (Representação textual de E17 no Teste Diagnóstico).

E17, em sua representação textual, atribui ao fato de que a órbita da Terra e sua leve inclinação faz com o que o planeta fique “mais próximo ou distante do sol(sic). Essa concepção fica clara em sua representação imagética (Figura 28), que mostra verão quando o planeta está “+ perto do Sol” (topo esquerdo), inverno quando a Terra encontra-se “+ longe do Sol” (parte de baixo, esquerda), primavera e outono em posições intermediárias (topo e parte de baixo do lado direito da figura, respectivamente).

A ilustração também mostra que E17 atribui uma sequência para as Estações do Ano equivocada: partindo do topo esquerdo da Figura 28 no sentido horário temos “verão” → “primavera” → “outubro(sic)” → “inverno” e, no sentido anti-horário, “verão” → “inverno” → “outubro(sic)” → “primavera”.

Assim como E01, E02, E05, E06, E07, E10, E11 e E15, o interpretante de E17 é marcado pela presença da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, presente em suas representações, visto que a distância do planeta em relação à estrela não é constante pelo desenho, pois sua órbita é elíptica. Assim, o signo não atinge sua marca conotativa em que a pequena excentricidade descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Portanto, E17 explica as Estações do Ano devido à variações da distância Terra-Sol, sendo o significado classificado como **Nível Interpretante Imediato**.

Figura 28 – Representação imagética de E17 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

- **E18:**

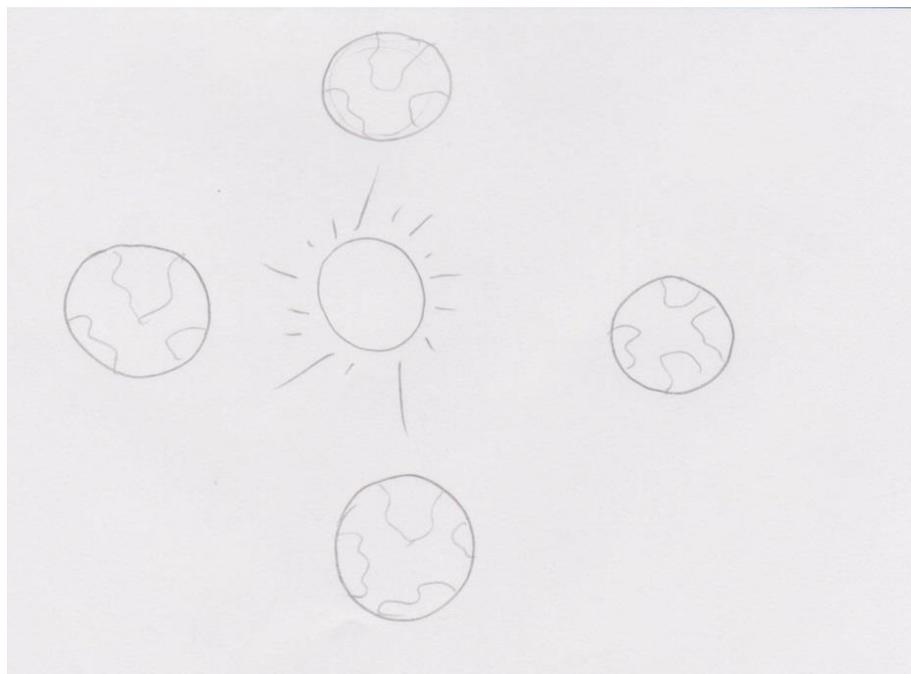
Por último e não menos importante, E18 elaborou a seguinte representação textual:

[o que ocasiona as Estações do Ano é] A posição que a terra(sic) encontra-se em torno do sol (Representação textual de E18 no Teste Diagnóstico).

Apesar de E18 escrever que a “posição que a terra(sic) encontra-se em torno do sol” é que vai determinar sua estação, não esclarece nem como é a variação dessa posição nem como configuraria as estações.

Sua representação imagética (Figura 29) mostra apenas o Sol no centro e quatro Terras ao seu redor. O significado apresentado por E18 é equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, pertencendo ao **Nível Interpretante Imediato**.

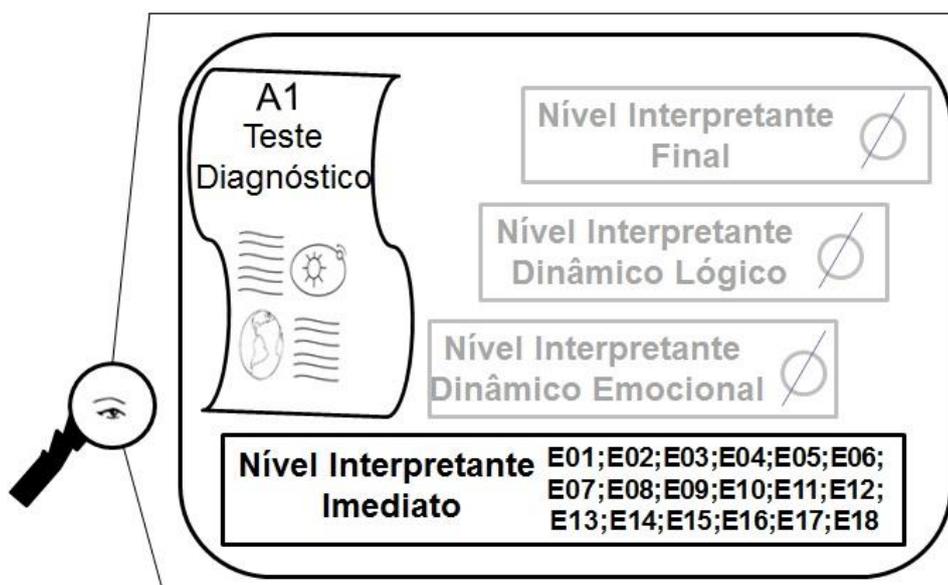
Figura 29 – Representação imagética de E18 das Estações do Ano no Teste Diagnóstico.



(Fonte: o próprio autor)

Portanto, como visto na presente seção, todos os significados expostos sobre as Estações do Ano no **Teste Diagnóstico** pertenceram ao **Nível Interpretante Imediato** (Figura 30).

Figura 30 – Níveis Interpretantes apresentados no Teste Diagnóstico



(Fonte: o próprio autor)

Tal nível é caracterizado essencialmente pela presença de denotações e a interpretação acaba permanecendo presa ao significado interno e ordinário do signo. Em outras palavras, o efeito interpretante do aprendiz se manifesta em significados análogos aos anteriores a quaisquer atos educacionais de conteúdos específicos de astronomia, que permanece circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios, senso comum, aparente, intuitivo do aprendiz, e/ou com uso de chavões. Suas respectivas interpretações se fazem de maneira direta, literal, e não são frutos de quaisquer tipos de análises ou reflexões pormenorizadas.

O Quadro 4 mostra uma síntese dos níveis alcançados pelos estudantes no referido teste, sendo classificados basicamente em três tipos: (i) concepções DTS (“Distância Terra-Sol”); (ii) uso de chavões; e (iii) representações confusas. A primeira coluna indica qual nível interpretante, seguido do tipo de classificação (coluna do meio) e, na última coluna, os estudantes pertencentes a tal arranjo.

Quadro 4 – Síntese dos Níveis Interpretantes identificados no Teste Diagnóstico.

Nível Interpretante	Classificação	Estudante
Imediato	Concepções DTS	E01, E02, E05, E06, E07, E10, E11, E15, E17
	Uso de chavões	E04, E08, E16
	Confusas	E03, E09, E12, E13, E14, E18

(Fonte: o próprio autor)

5.2. NÍVEIS INTERPRETANTES ALCANÇADOS DAS ESTAÇÕES DO ANO

Conforme visto no Capítulo 4, as quatro últimas aulas (A7) ficaram reservadas para a coleta dos dados finais, em forma de avaliação, através do Teste Avaliativo, que solicitou aos alunos que realizassem representações verbais textuais em conjunto com imagéticas a respeito das Estações do Ano. A seguir apresentaremos os níveis interpretantes atingidos pelos participantes no referido teste, além dos níveis interpretantes dinâmicos energéticos apresentados por E04 e E17 na prática “Órbita da Terra e as Estações do Ano” (A6).

- **E01:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E01 gerou a seguinte representação textual:

As Estações do Ano ocorrem em função da inclinação da terra(sic) em relação a sua órbita(sic) (aproximadamente 23,5°). Desse modo, uma parte da terra(sic) estará mais as(sic) raios solares do que outra. Conforme a terra(sic) vai orbitando o Sol, os hemisférios Norte e Sul apresentarão estações diferentes um do outro (Representação textual de E01 no Teste Avaliativo).

Em termos científicos menciona CT1 [“em relação à sua órbita”; “Conforme a terra(sic) vai orbitando o Sol”], CT2 [“da inclinação da terra(sic)...aproximadamente 23,5°”] e CT3 [“Desse modo, uma parte da terra(sic) estará mais as(sic) raios solares do que outra”]. Apresenta certa confusão com relação ao CT3, ao tentar explicar o que a inclinação [da Terra] acarreta na prática, citando que “uma parte da terra(sic) estará mais as(sic) raios solares do que outra”.

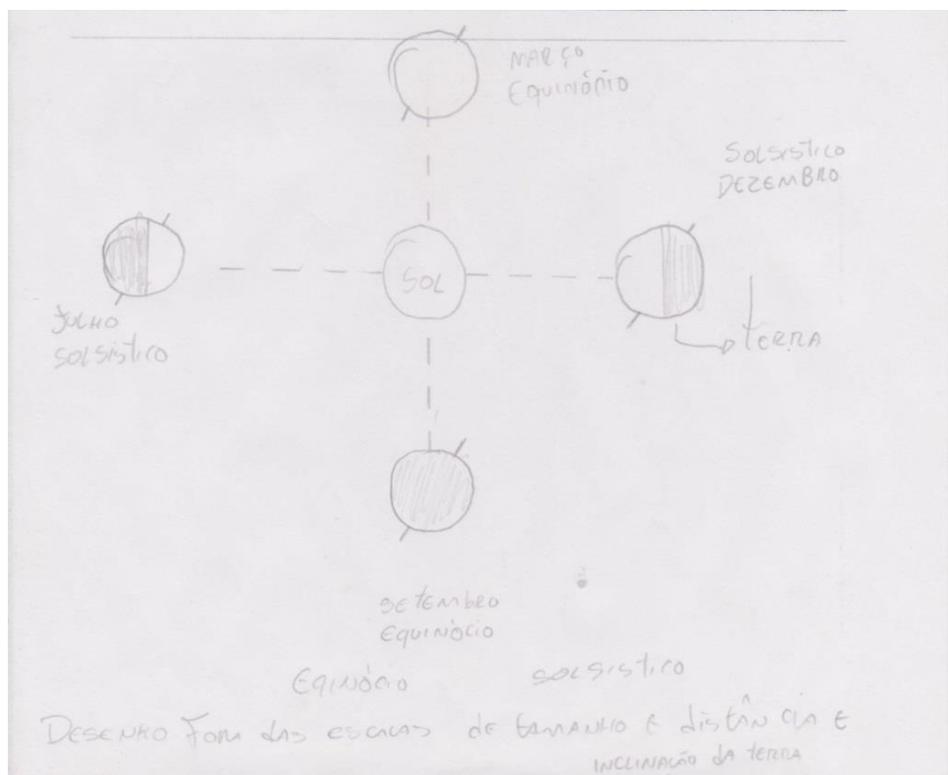
A representação imagética (Figura 31) apresenta os componentes fundamentais IMEA2 (apesar de representar o eixo de rotação da Terra, não identifica qual é o ângulo) e IMEA4 (identifica equinócios e solstícios, mas não as posições da Terra em que seria Verão, Outono, Inverno e Primavera). E01 menciona, na Figura 31, que ela encontra-se fora de escala (IMEA5).

O interpretante de E01 sobre as Estações do Ano, no Teste Avaliativo, ao contrário do ocorrido no Teste Diagnóstico, é caracterizado por desprender-se da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, atingindo a marca conotativa em que a pequena excentricidade descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Em outras palavras, E01 não explica mais o fenômeno devido à variação da distância entre a Terra e o Sol, como anteriormente. A representação textual em conjunto com representação imagética (Figura 31), dá indícios de ter entendido como a referida inclinação se comporta ao longo do ano, havendo uma inter-relação entre as duas representações. E01 conclui logicamente que parte da Terra recebe mais “raios solares do que a outra” devido à “inclinação da terra(sic)”.

O nível de significado é claramente equivalente àquele estimulado por interferências de ensino, ultrapassando, portanto, o nível interpretante imediato, pois E01 afirma que o real motivo das EA é a “inclinação da terra(sic) em relação a sua

orbital (aproximadamente $23,5^\circ$). Apresenta agora um significado predominantemente pertencente ao **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

Figura 31 – Representação imagética de E01 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

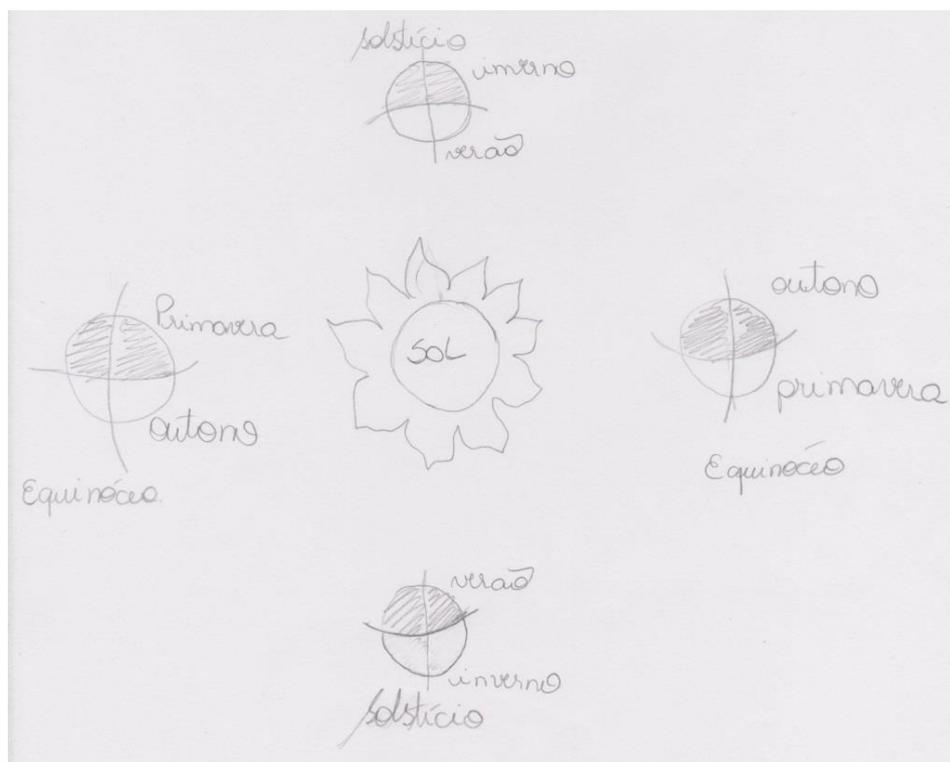
- **E02:**

No Teste Avaliativo, E02 apresentou em conjunto com a imagem ilustrada pela Figura 32 a seguinte representação textual:

A Terra tem uma inclinação de 23° , e é essa inclinação que possibilita as diferentes estações do ano, já que em determinado período um local do planeta recebe maior incidência de raios solares ficando mais iluminado e aquecido. Os polos são os que mais apresentam temperaturas abruptas, não havendo muitas diferenças, mudando mesmo que pouco a “altura” do sol(sic) no céu. (Representação textual de E02 no Teste Avaliativo).

Tal representação engloba os componentes conceituais CT2 (“A Terra tem uma inclinação de 23° , e é essa inclinação que possibilita as diferentes estações do ano”) e CT3 (“determinado período um local do planeta recebe maior incidência de raios solares ficando mais iluminado e aquecido”).

Figura 32 – Representação imagética de E02 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

O nível de significado atingido é claramente equivalente àquele estimulado por interferências de ensino, ultrapassando, portanto, o Nível Interpretante Imediato apresentado no Teste Diagnóstico, pois E02 afirma que o motivo das Estações do Ano é a inclinação de “23°(sic)” do eixo da Terra, que faz com que “em determinado período um local do planeta recebe maior incidência de raios solares ficando mais iluminado e aquecido”. O componente CT2 exposto na representação textual encontra-se incorreto cientificamente (pois o ângulo de inclinação é 23,5° e não 23°), enquanto que exibe CT3 de forma adequada.

E02 conclui que “um local do planeta recebe maior incidência de raios solares ficando mais iluminado e aquecido” devido a “uma inclinação de 23°(sic)” da Terra. A representação imagética apresentada (Figura 32) implica numa não harmonização com relação à representação textual, pois não ilustrou nem identificou a inclinação do eixo de rotação da Terra, apesar de tê-la mencionada na textual. Do exposto, E02 atinge predominantemente o **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

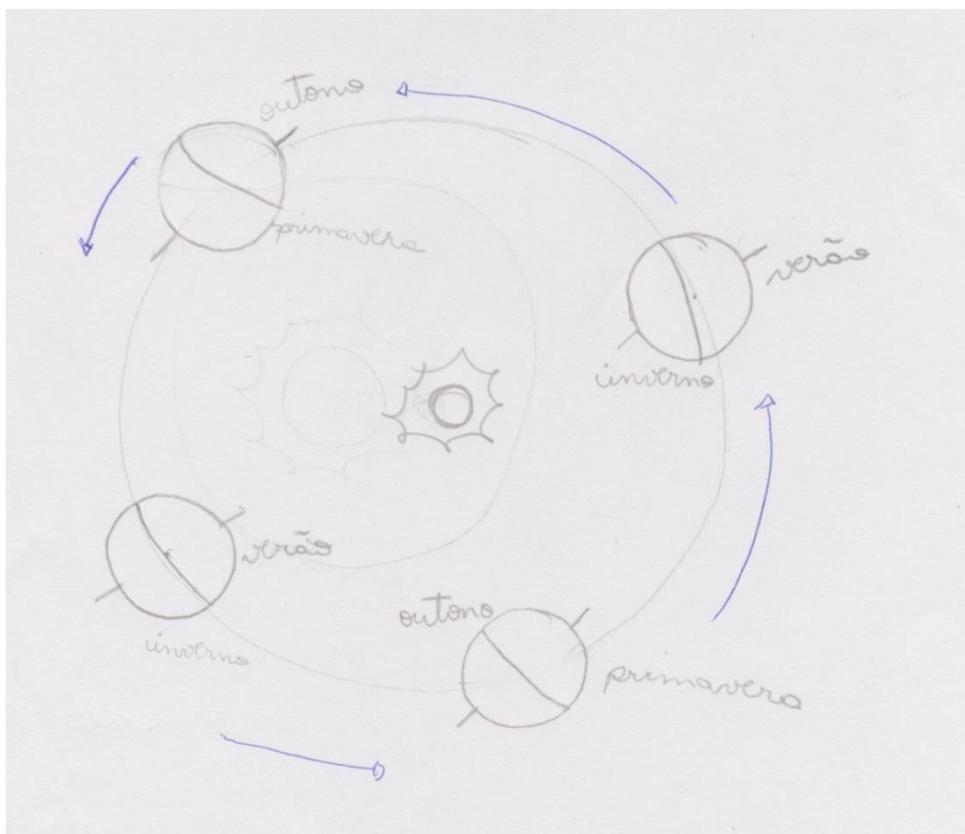
- **E03:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E03 gerou a seguinte representação textual:

As estações ocorrem por causa do movimento de translação e pela inclinação de 23°(sic) do eixo da Terra (Representação textual de E03 no Teste Avaliativo).

A representação textual de E03 é sucinta e menciona que “As estações ocorrem por causa do movimento de translação” e “pela inclinação de 23°(sic) do eixo da Terra” (CT2). Em nenhum momento explica o fato do eixo da Terra ser inclinado acarretaria para a radiação na superfície terrestre. O interpretante gerado por E03 no Teste Avaliativo, assim como o evidenciado no Teste Diagnóstico, é marcado por certa confusão, principalmente na representação imagética (Figura 33). Esta última é marcada por apresentar o componente IMEA2 com certa variação na direção em que o eixo de rotação aponta.

Figura 33 – Representação imagética de E03 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Além disso, na parte inferior da direita da figura mencionada não é possível identificar qual hemisfério denominou “outono” (parece indicar “primavera” para o hemisfério superior). Demonstra também não compreender a periodicidade das estações: se seguirmos a ilustração a partir do topo superior esquerdo no sentido indicado por E03 (anti-horário) temos, para o hemisfério superior, a sequência “outono” → “verão” → “primavera (e/ou outono)” → “verão”, e para o hemisfério inferior “primavera” → “inverno” → “outono” → “inverno”.

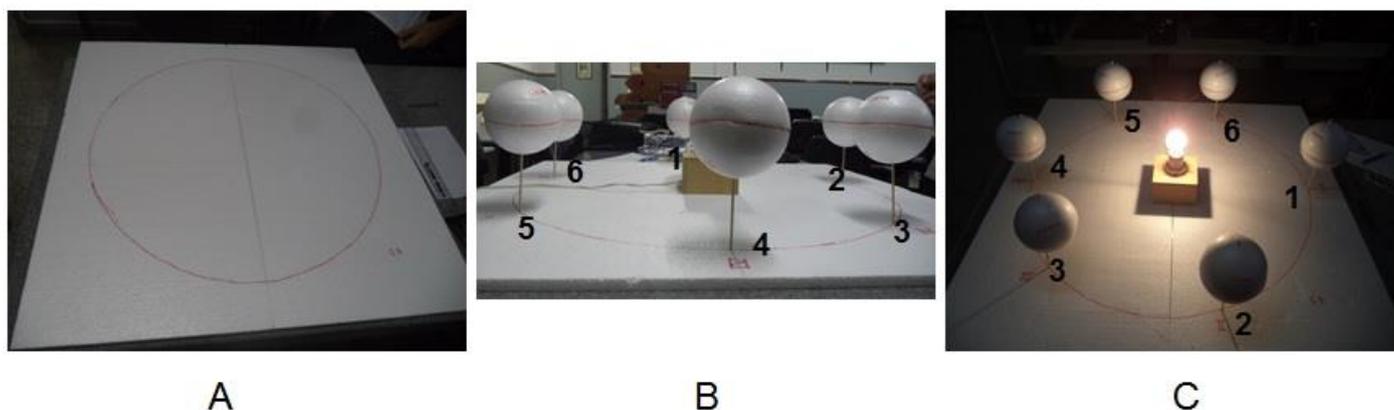
Trata-se de um interpretante que possui característica de não ter sido fruto de qualquer tipo de análise ou reflexão pormenorizada, circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios do aprendiz, e pertence ao **Nível Interpretante Imediato**.

- **E04:**

Com relação ao Nível Interpretante Dinâmico Energético de E04 demonstrado em A6 (Prática “Órbita da Terra e as Estações do Ano”):

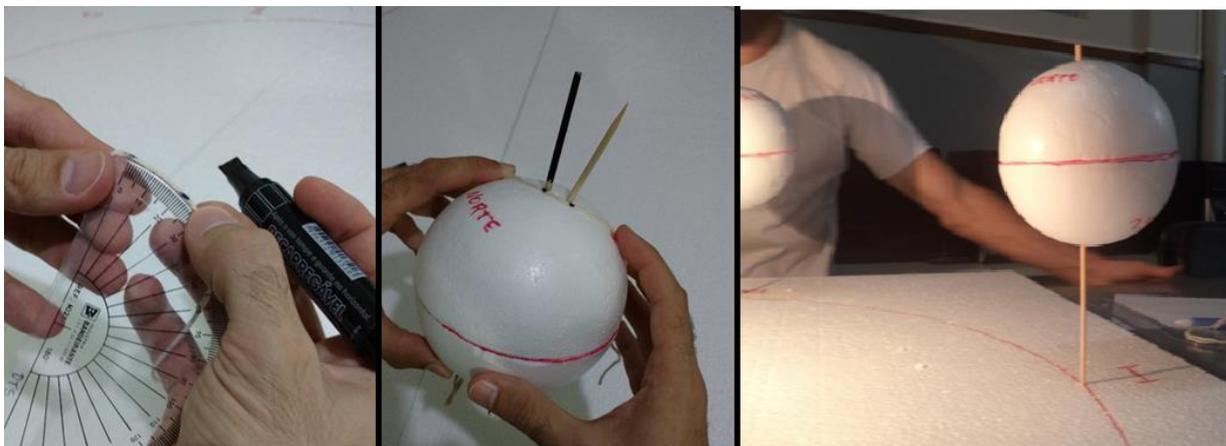
A Figura 34(A) mostra que o grupo de E04 construiu de forma coerente a órbita em escala da Terra em torno do Sol durante a atividade da elaboração da maquete das Estações do Ano, cuja órbita mostra-se quase circular. Porém a construção das 6 posições da Terra para representar as Estações do Ano ao longo do ano (Figura 34 – B e C) ficou marcada pela imposição das ideias de E04 que, como será visto, foi realizada de maneira cientificamente inadequada.

Figura 34 – Imagens da construção da maquete das Estações do Ano do grupo de E04.



(Fonte: o próprio autor)

Figura 35 – Nível Interpretante Dinâmico Energético de E04 na prática da maquete das Estações do Ano.



(Fonte: o próprio autor)

Durante a construção da maquete, E04 mediu em um barbante um comprimento de arco de $23,5^\circ$ em cima de um transferidor, marcou essa distância na Terra (esfera de isopor) em ambos os polos, inseriu um segundo palito de churrasco nos pontos marcados e retirou o outro que representaria o eixo de rotação da Terra (Figura 35). Ou seja, o palitinho de churrasco deixou de representar o eixo de rotação da Terra para o grupo, apesar do professor ter deixado claro que deveria representar (uma mesma posição na Terra construída dessa maneira - Londrina, por exemplo - receberia incidência de raios solares típicos de cada uma das Estações do Ano numa única rotação). Portanto, podemos dizer que o **Nível Interpretante Dinâmico Energético** de E04 das Estações do Ano não está coerente com um possível Nível Interpretante Final.

Com relação ao Teste Avaliativo de E04 (A7):

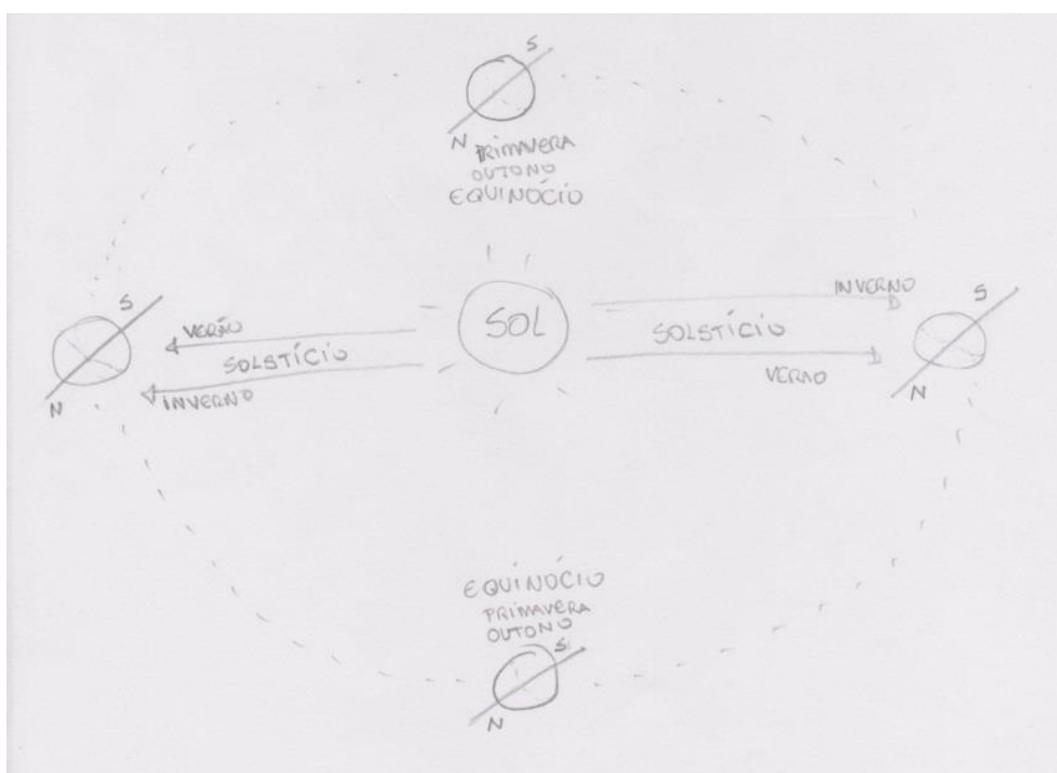
A não coerência entre interpretantes demonstrada por E04 no Nível Interpretante Dinâmico Energético é confirmada em seu respectivo Teste Avaliativo, em que produziu a seguinte representação textual:

As Estações do Ano é um fenômeno que tem como causa a inclinação de $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação ao equador celeste. Esta inclinação faz com que os raios solares tenham maior incidência num dos polos em determinadas épocas do ano em relação ao outro polo terrestre, esta diferença de radiação solar chega ha(sic) 45% a mais de radiação no polo que se encontra

no verão, e na mesma época, o polo oposto, se encontra no inverno (representação textual de E04 para o Teste Avaliativo).

Percebe-se claramente que essa representação apresenta um significado equivalente àquele estimulado por interferências de ensino, pois apresenta os componentes fundamentais [CEA2] e [CEA3]. E04 conclui que os raios solares têm “maior incidência” em diferentes pontos da Terra devido à “inclinação de $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação ao equador celeste”. Com relação à representação imagética, apresenta o componente fundamental [IMEA1] invertido (geralmente o padrão é colocar o Norte em cima e o Sul embaixo), o que não acarreta nenhum problema, pois não identifica o ângulo no desenho [IMEA2] e nem a direção de translação [IMEA3], conforme ilustrada pela Figura 36. Apresenta de forma parcialmente correta, em termos científicos, assim como o fez no Teste Diagnóstico, o componente [IMEA4], pois parece repetir outono e primavera num mesmo hemisfério ao longo de um ano.

Figura 36 – Representação imagética de E04 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

O significado apresentado por E04, cientificamente falando, claramente não é o significado idealizado pelo professor e balizado pelo currículo, pois na representação imagética no Teste Avaliativo (Figura 36) não identifica o ângulo da inclinação, além de não identificar explicitamente em quais posições seria primavera ou outono nos respectivos hemisférios (Norte e Sul), e apresentar um dado equivocadamente como exemplo na representação textual (“esta diferença de radiação solar chega há(sic) 45% a mais de radiação no polo que se encontra no verão, e na mesma época, o polo oposto, se encontra no inverno”).

Analisando ambas as representações (textual e imagética), E04 apresenta representações científicas coerentes e internamente consistentes e inter-relacionadas, construídas de maneira lógica, atingindo um significado predominantemente de **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

- **E05:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E05 elaborou a imagem evidenciada pela Figura 37 em conjunto à representação textual abaixo:

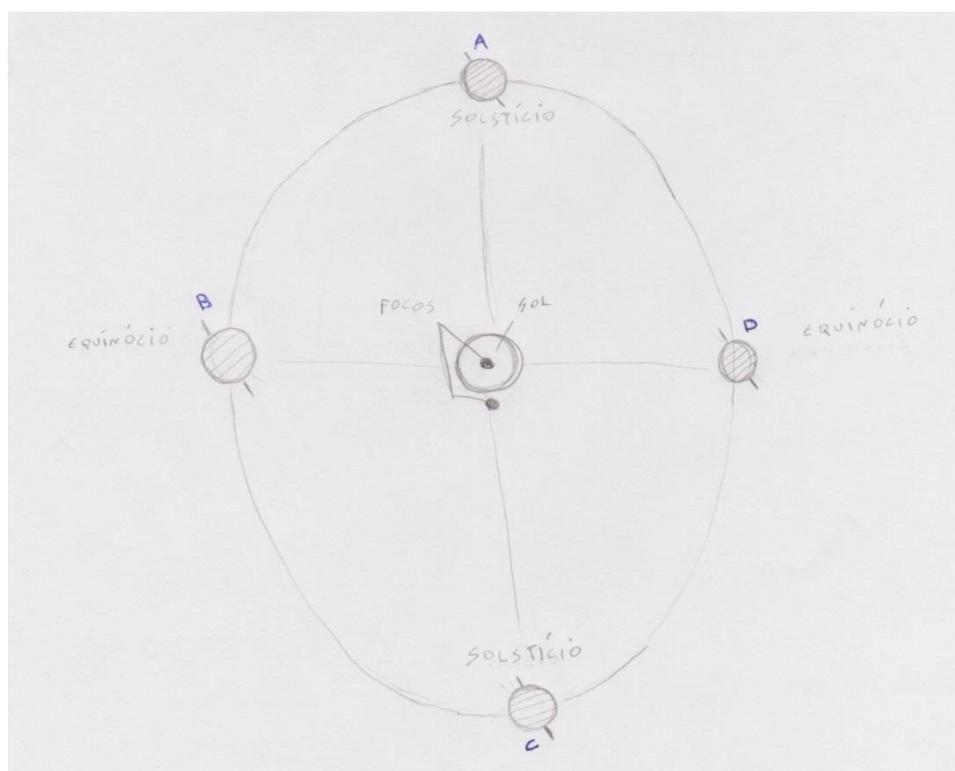
As estações se dá(sic) ao fato do planeta terra(sic) possuir uma pequena inclinação em relação a sua órbita. Essa inclinação permite que o planeta possua temperaturas diferentes conforme diferentes pontos orbital(sic) onde o planeta se encontra. Como o eixo demora 13 mil anos para fazer um movimento de precessão, o efeito acaba não se evidenciando. Nos pontos B e D na figura abaixo, ambos os equinócios recebem radiação solar em pontos próximos a linha do equador. Nos pontos A e C, os polos recebem máis(sic) radiação que se torna calor. Enquanto num polo é verão, no outro é inverno. E os equinócios são primavera e verão. (Representação textual de E05 no Teste Avaliativo).

Ao mencionar, em sua representação textual, parâmetros como *inclinação (da Terra) em relação à sua órbita, diferentes temperaturas em diferentes pontos orbitais do planeta, movimento de precessão, equinócios e solstícios*, E05 apresenta um significado equivalente àquele que se vê estimulado por interferências de ensino, ultrapassando o nível imediato apresentado no Teste Diagnóstico.

Estão presentes, na representação textual sobre as Estações do Ano no Teste Avaliativo de E05, os componentes conceituais CT2 (“planeta terra(sic) possuir uma pequena inclinação em relação à sua órbita”) e CT3 (“ambos os equinócios recebem radiação solar em pontos próximos a linha do equador”, e “os polos recebem máis(sic) radiação que se torna calor”). E05 menciona o movimento de

precessão e seu período de “13 mil anos” (cientificamente equivocado, pois leva aproximadamente 26 mil anos), mas não explicita o que esse fenômeno teria a ver com as Estações do Ano, além de confundir “verão” e “outono” (menciona “verão” tanto nos solstícios quanto nos equinócios e não escreveu “outono”).

Figura 37 – Representação imagética de E05 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Nota-se que E05 ultrapassa a marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, presente em suas representações elaboradas no Teste Diagnóstico, pois explica as Estações do Ano “ao fato do planeta terra(sic) possuir uma pequena inclinação em relação a sua órbita”, o que acarreta “que o planeta possua temperaturas diferentes conforme diferentes pontos orbital(sic) onde o planeta se encontra”, construindo representação coerente e internamente consistente, além de fazer sua inter-relação com a representação imagética (“Nos pontos B e D na figura abaixo [vide Figura 37], ambos os equinócios recebem radiação solar em pontos

próximos a linha do equador” e “Nos pontos A e C, os polos recebem máis(sic) radiação que se torna calor”), ilustrada pela Figura 37.

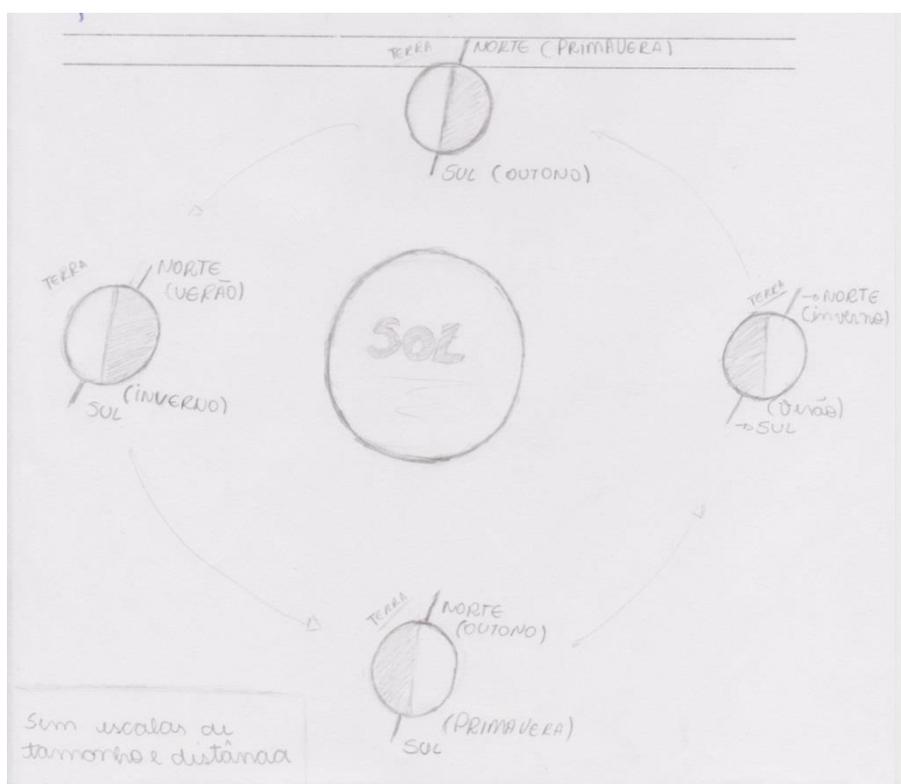
Com relação aos componentes conceituais imagéticos, a ilustração mostra o eixo de rotação sempre apontando para uma mesma direção (IMEA2) e identifica pontos na órbita da Terra em que seriam solstícios e equinócios (IMEA4). Pelo exposto, o nível de significado é classificado como predominantemente **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

- **E06:**

E06 produziu, para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, a seguinte representação textual:

As Estações do ano são dadas através do movimento de translação ao redor do sol(sic), e também pelo motivo de a terra(sic) apresentar uma inclinação no seu próprio eixo, desse modo quando no hemisfério sul é verão, no hemisfério norte é inverno, quando no hemisfério sul for outono, no hemisfério norte será Primavera, e vice e versa. Dependendo do quanto à(sic) a inclinação. (Representação textual de E06 no Teste Avaliativo).

Figura 38 – Representação imagética de E06 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

A representação textual de E06 engloba os componentes conceituais CT1 (“através do movimento de translação ao redor do sol(sic)”) e CT2 (“motivo de a terra(sic) apresentar uma inclinação no seu próprio eixo”). Justifica logicamente que as estações ocorrem devido ao “movimento de translação ao redor do sol(sic), e também pelo motivo de a terra(sic) apresentar uma inclinação no seu próprio eixo”.

Em sua representação imagética (Figura 38), E06 apresenta todos os componentes conceituais: apesar de não representar a linha do equador, identifica os hemisférios Norte e Sul no desenho (IMEA1); apresenta uma inclinação do eixo de rotação da Terra sempre apontando para uma mesma direção, embora não tenha identificado o ângulo (IMEA2); representou a direção de translação da Terra (IMEA3); identifica corretamente as estações do ano e sua periodicidade em ambos os hemisférios (IMEA4); e Menciona que a figura encontra-se fora de escala de tamanho e distância (IMEA5).

Ao contrário do ocorrido no Teste Diagnóstico, E06 consegue ultrapassar a marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, apresentando agora uma conotação do referido signo nas representações de E06, em que a órbita elítica que a Terra descreve em torno do Sol é um quase círculo, e a variação dessa distância entre o planeta e a estrela acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma posição na superfície da Terra.

Analisando ambas as representações (textual e imagética), E06 apresenta representações científicas coerentes e internamente consistentes e inter-relacionadas, construídas de maneira lógica, atingindo um significado predominantemente de **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

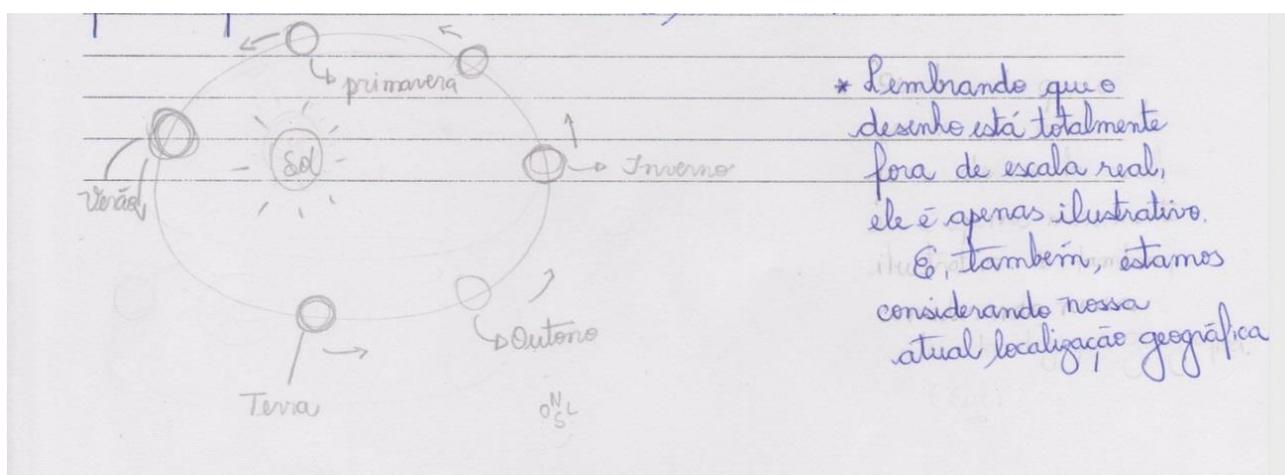
- **E07:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E07 gerou a seguinte representação textual:

As estações do ano só são possíveis porque, além de fazer o movimento de translação (em torno do Sol), a Terra o faz inclinada sob seu eixo orbital, que é o que vai proporcionar as estações do ano. São elas: primavera, verão, outono e inverno. A primavera e o verão são estações mais quentes devido a posição da Terra no sistema solar(sic) (lembrando que as órbitas são elípticas), sendo que o outono e o inverno são mais ‘geladas’, por se apresentarem mais distantes do Sol. Assim: [segue representação imagética vide Figura 39] (Representação textual de E07 no Teste Avaliativo).

A representação verbal textual de E07 sobre as Estações do Ano no Teste Avaliativo menciona os componentes CT1 [“fazer o movimento de translação (em torno do Sol)”]; “devido a posição da Terra no sistema solar(sic) (lembrando que as órbitas são elípticas)”] e CT2 (“Terra o faz inclinada sob seu eixo orbital”). Com relação ao CT2, percebe-se que se configura num chavão, pois não explica qual inclinação seria essa, nem na representação textual e muito menos na imagética (Figura 39).

Figura 39 – Representação imagética de E07 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Em conjunto com a representação textual, a Figura 39 mostra que o interpretante de E07 ainda é marcado, assim como demonstrado no Teste Diagnóstico, pela presença da marca denotativa do signo “distância Terra-Sol”, visto que a distância do planeta em relação à estrela não é constante pelo desenho, pois sua órbita é elíptica, e frases como “A primavera e o verão são estações mais quentes devido a posição da Terra no sistema solar(sic) (lembrando que as órbitas são elípticas)” e “sendo que o outono e o inverno são mais ‘geladas’, por se apresentarem mais distantes do Sol”. Assim, o signo não atinge sua marca conotativa em que o pequeno achatamento da órbita terrestre descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma posição na superfície do planeta. Em outras palavras, atribui à variação da distância Terra-Sol as Estações do Ano, denominando verão e inverno os pontos em que o planeta se encontra mais próximo

e mais afastado da estrela do Sistema Solar, respectivamente, denominando primavera e outono localizações intermediárias.

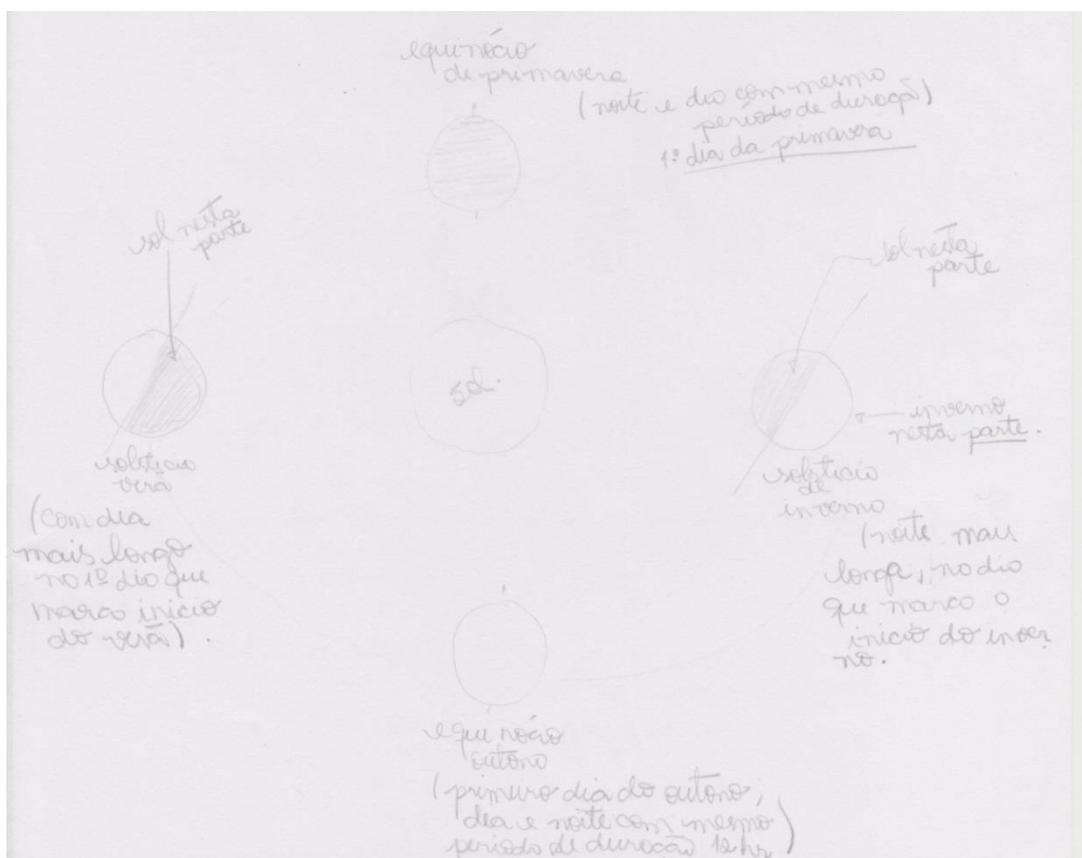
Portanto o significado apresentado por E07 sobre as Estações do Ano no Teste Avaliativo contém chavão, é equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, circunscrito aos conhecimentos prévios e de senso comum e caracterizado por marcas denotativas, apresentando um **Nível Interpretante Imediato**.

- **E08:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E08 gerou as seguintes representações:

As estações do ano se dão pelo fato da Terra orbitar o sol(sic) com o eixo de rotação inclinado, e não perpendicular ao angulo(sic) do plano equatorial e ao plano orbital da Terra. Onde a obliquidade vale 23° (sic). (Representação textual de E08 no Teste Avaliativo).

Figura 40 – Representação imagética de E08 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Apesar de E08 apresentar os componentes conceituais CT1 e CT2 em sua breve elaboração textual, sua representação imagética (Figura 40) mostra que a inclinação do eixo de rotação da Terra configura-se num chavão para o estudante: na parte esquerda do desenho em que E08 denomina “solstício verão”, representa o eixo de rotação terrestre inclinado e a parte hachurada do planeta voltada para o Sol com menção “sol nesta parte”; no centro inferior, em que intitula de “equinócio outono” o eixo apresenta uma leve inclinação; na extrema direita da figura chama de “solstício de inverno” e o eixo de rotação volta a ter uma inclinação maior e a parte não hachurada denomina como sendo “inverno” (parte oposta ao Sol da Terra); já no “equinócio de primavera” no topo central da imagem, mostra um planeta com área totalmente hachurada e sem inclinação do eixo de rotação (perpendicular ao plano de translação terrestre em torno do Sol).

O conceito da inclinação do eixo da Terra, assim como o das Estações do Ano, não foi fruto de qualquer tipo de análise ou reflexão pormenorizada por parte de E08, e sua interpretação se faz direta, literal e permanece circunscrito ao contexto de seus conhecimentos prévios. O significado é predominantemente equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional, encontrando-se no **Nível Interpretante Imediato**.

- **E09:**

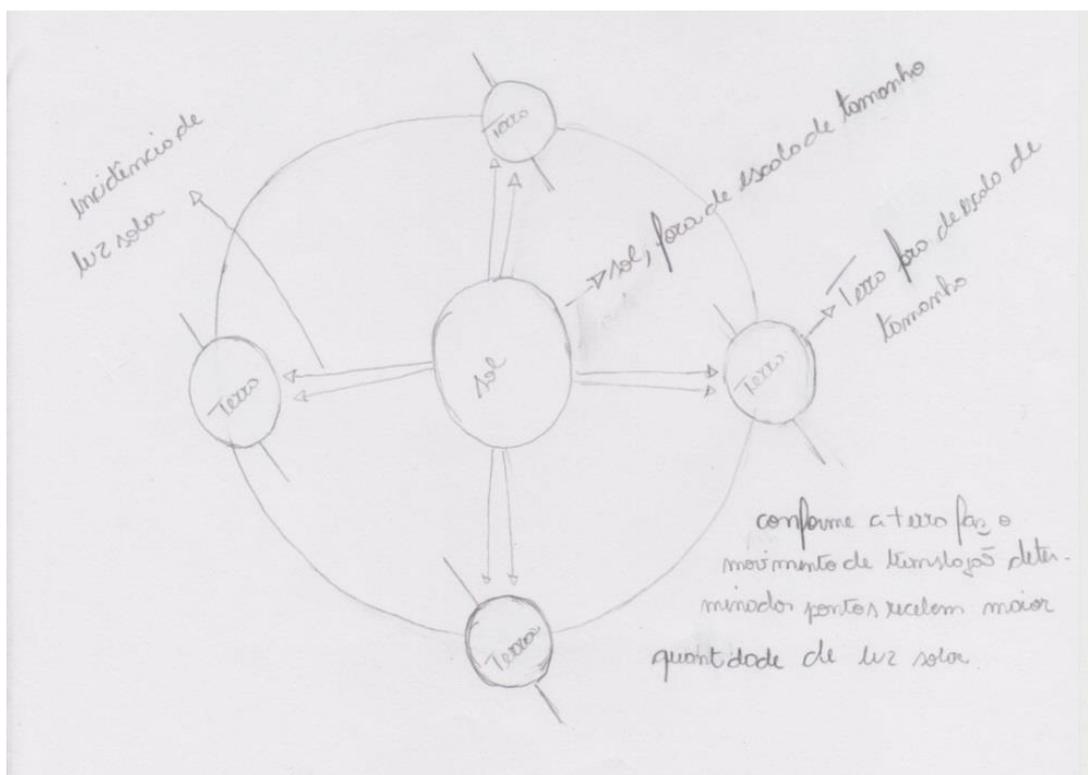
Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E09 gerou em conjunto com a representação imagética ilustrada pela Figura 41 a seguinte representação verbal textual:

As estações do ano na Terra são possíveis graças a(sic) inclinação no eixo de rotação do planeta, e não pelo movimento de translação, assim conforme a Terra vai realizando o movimento de translação, a luz solar incide com maior intensidade em um ponto do que outro graças somente a inclinação no eixo de rotação do planeta. Isso então possibilita que ocorram as diferentes estações do ano, de acordo com que há mais luz solar em um ponto que outro, ou seja iluminando mais um hemisfério que outro. (Representação verbal textual de E09 no Teste Avaliativo).

A representação textual de E09 apresenta os três elementos fundamentais: CT1 (ao mencionar “pelo movimento de translação”), CT2 (“graças a(sic) inclinação no eixo de rotação do planeta”) e CT3 (“a luz solar incide com maior intensidade em um ponto”, “há mais luz solar em um ponto que outro, ou seja

iluminando mais um hemisfério que outro”). Claramente o nível de significado é equivalente àquele estimulado por interferências de ensino, ultrapassando, portanto, o nível interpretante imediato apresentado no Teste Diagnóstico. Estabelece consequência (“luz solar incide com maior intensidade em um ponto do que outro”) de premissa (graças à “inclinação no eixo de rotação do planeta”). Portanto, associa corretamente o motivo das Estações do Ano ao movimento de translação e à inclinação do eixo de rotação do planeta. Com relação ao CT2 apenas menciona que o eixo de rotação é inclinado, mas não identifica essa inclinação nem na textual nem na imagética (embora nesta última, como mostra a Figura 41, E09 represente corretamente a inclinação do eixo de rotação da Terra sempre apontando para a mesma direção).

Figura 41 – Representação imagética de E09 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Com relação à representação imagética, a Figura 41 mostra que E09 representou apenas a componente conceitual IMEA5 (fora de escala), pois não identifica os hemisférios norte e sul (IMEA1); não identifica o ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra (IMEA2), apesar de representar corretamente a inclinação

do eixo de rotação da Terra sempre apontando para a mesma direção; não identifica sentido translação da Terra (IMEA3); não identifica nem os solstícios nem os equinócios.

Considerando ambas as representações, pelo acima exposto, E09 apresenta predominantemente um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** sobre as Estações do Ano no Teste Avaliativo.

- **E10:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E10 gerou a seguinte representação textual:

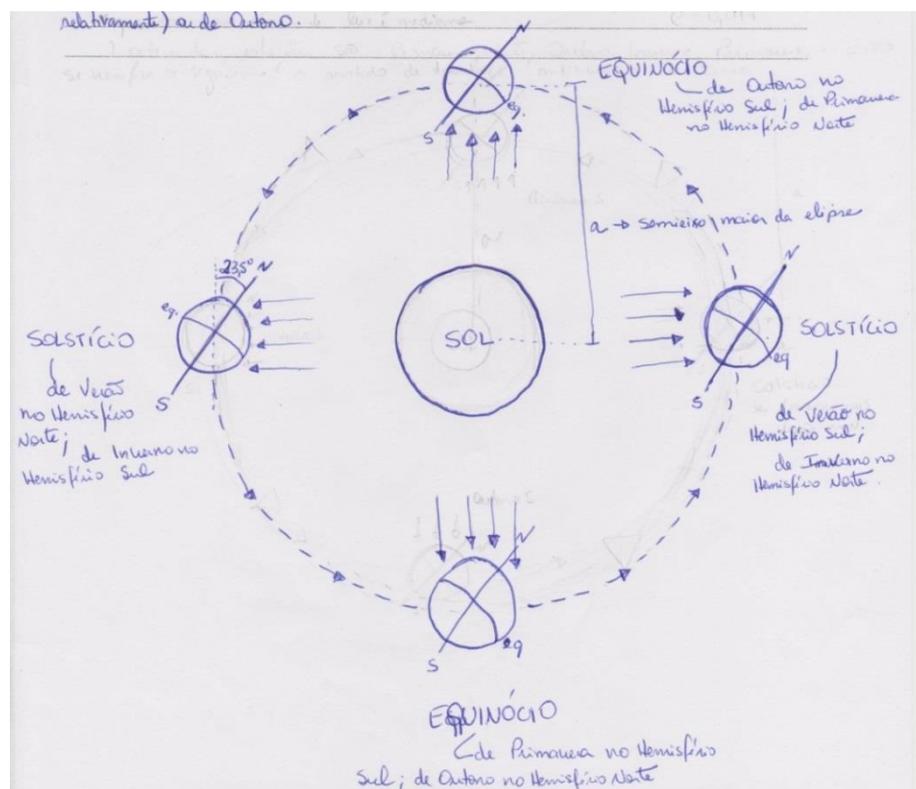
As estações do ano são consequência(sic) do movimento de translação da Terra; porque o eixo de rotação da Terra é inclinado em $23,5^\circ$, elas são opostas nos hemisférios. Existem 4 estações, diferenciadas pela quantidade de luz solar que a superfície terrestre recebe. Em ordem, são: Inverno, Primavera, Verão, Outono, Inverno, etc. Essa ordem é verificada se seguirmos a translação anti-horária da Terra. Porque a trajetória da Terra é elíptica, mesmo que com $e=0,017$, haverá dois pontos em que a sua distância ao Sol será menor: são os solstícios, que podem ser de Verão (para o hemisfério recebendo mais luz) ou de Inverno (para o que recebe menos). Nos pontos mais afastados do Sol, as temperaturas serão mais medianas na Terra: são os Equinócios, que podem ser de Primavera (hemisfério com mais luz, relativamente) ou de Outono. (Representação textual de E10 no Teste Avaliativo).

Claramente E10 apresenta um significado equivalente àquele estimulado por interferências de ensino, ultrapassando, portanto, o Nível Interpretante Imediato, ao percebermos que apresenta praticamente todos componentes conceituais cientificamente corretos em suas representações imagética (Figura 42) e textual, e que explica o fenômeno logicamente devido a diferenciadas quantidades “de luz solar que a superfície terrestre recebe”.

A única ausência é IMEA5 (figura fora de escala de tamanho e distância), pois o estudante identifica, na imagética, os hemisférios Norte e Sul e representa a linha do Equador (IMEA1), o ângulo de $23,5^\circ$ de inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à normal do plano de sua translação apontando sempre à mesma direção (IMEA2), a direção de revolução da translação da terra em torno de Sol no sentido anti-horário com o Norte do planeta orientado para cima (IMEA3) e os equinócios e solstícios para ambos os hemisférios e as posições da Terra em que é verão, outono, inverno e primavera (e sua periodicidade). Apresenta um equívoco ao

ilustrar o “semieixo maior” da órbita de translação terrestre nos equinócios: o periélio ocorre, como visto no Capítulo 1, por volta de 4 de janeiro (data próxima do solstício de verão para o hemisfério Sul, que em 2017 ocorre em 21 de dezembro²⁵) e o Afélio por volta de 4 de julho (data próxima do solstício de inverno para o hemisfério Sul, que em 2017 ocorre em 21 de junho²⁶), o que implica dizer que o semieixo maior da órbita estaria próximo aos pontos solstícios.

Figura 42 – Representação imagética de E10 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Com relação à textual, percebe-se CT1 em dizeres como “As estações do ano são consequência(sic) do movimento de translação da Terra”), CT2 em “o eixo de rotação da Terra é inclinado em 23,5°” e CT3 em palavras como “diferenciadas pela quantidade de luz solar que a superfície terrestre recebe”.

Apesar de apresentar marca conotativa do signo “distância Terra-Sol”, evidenciada pelo desenho quase circular da órbita terrestre em sua representação imagética (Figura 42) e também por palavras como “[as estações são] diferenciadas

²⁵ Fonte: <<http://astro.if.ufrgs.br/sol/estacoes.htm>>, acesso realizado em 12 de maio de 2017.

²⁶ Idem Nota anterior.

pela quantidade de luz solar que a superfície terrestre recebe” em sua representação textual, a marca denotativa do referido signo apresentada por E10 no Teste Diagnóstico ainda leva E10 pensar que a variação da distância entre o planeta e a estrela influencia no fenômeno das Estações do Ano, pois diz que “haverá dois pontos em que a sua distância ao Sol será menor” e isso produz Verão e Inverno. O mesmo pode ser percebido no desenho, em que há os dizeres “semieixo maior [da elipse]” nas estações primavera e outono. Pelo exposto, E10 apresenta predominantemente um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** sobre as Estações do Ano.

- **E11:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E11 gerou a seguinte representação textual:

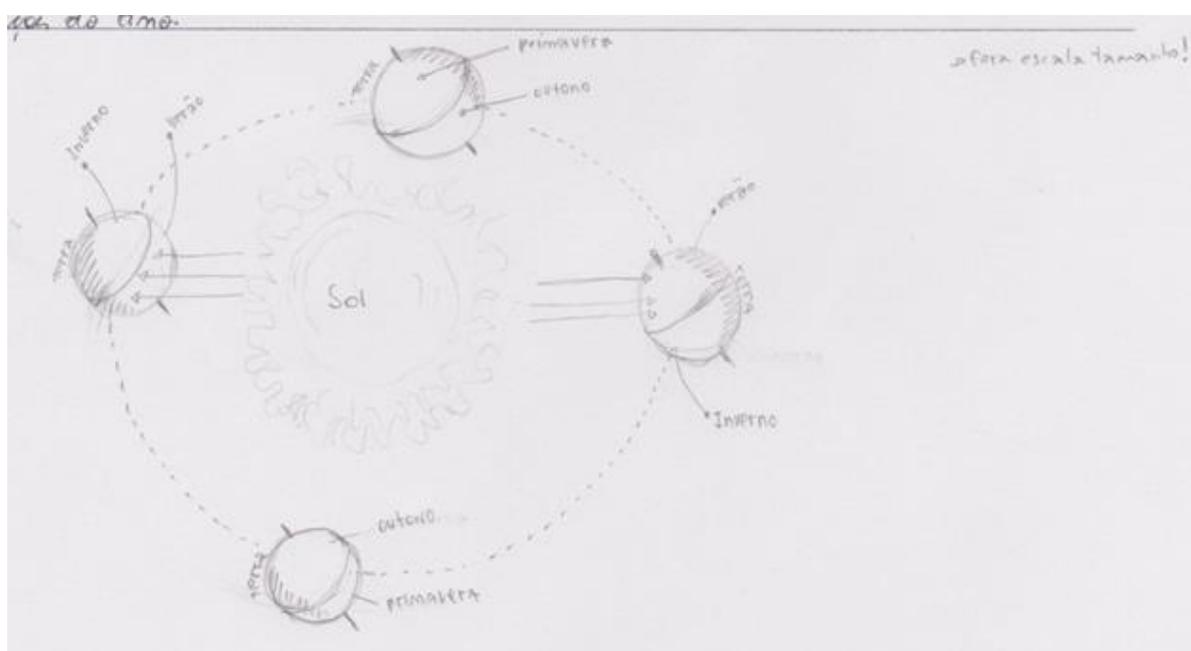
O movimento de translação que a terra(sic) possui, ocorre ao mesmo tempo que ela gira em torno de seu próprio eixo, porém, o eixo que a terra(sic) gira é inclinado $23,27^\circ$ (sic), então torna exposta a terra(sic) aos raios solares(sic) de maneiras diferentes, dependendo se sua posição no espaço, quando o hemisfério(sic) norte é mais exposto ao sol(sic), e o hemisfério(sic) sul é menos exposto, caracteriza verão e inverno, que se inverte quando a terra(sic) atinge o outro lado da sua órbita, já quando ela esta(sic) na posição onde a luz do sol(sic) os atinge de maneira dividida ocorrem outono e primavera, sendo outono a região menos atingida e primavera a região mais exposta, cada estação deve durar 4 meses, já que em 12 meses a terra(sic) completa o ciclo de translação, reiniciando assim o ciclo das estações do ano. (Representação textual de E11 no Teste Avaliativo).

A representação textual de E03 engloba os componentes conceituais CT1 [“O movimento de translação que a terra(sic) possui, ocorre ao mesmo tempo que ela gira em torno de seu próprio eixo”], CT2 [“o eixo que a terra(sic) gira é inclinado $23,27^\circ$ (sic)”] e CT3 [“torna exposta a terra(sic) aos raios solares(sic) de maneiras diferentes, dependendo se sua posição no espaço, quando o hemisfério(sic) norte é mais exposto ao sol(sic), e o hemisfério(sic) sul é menos exposto”; “a luz do sol(sic) os atinge de maneira dividida ocorrem outono e primavera, sendo outono a região menos atingida e primavera a região mais exposta”], claramente ultrapassando o nível imediato.

E11 confunde o tempo de ocorrência de cada estação (“cada estação deve durar 4 meses, já que em 12 meses a terra(sic) completa o ciclo de

translação”), e explica logicamente que, devido ao fato de que “o eixo que a terra(sic) gira é inclinado $23,27^\circ$ (sic)”, a Terra recebe “raios solarem(sic) de maneiras diferentes, dependendo se sua posição no espaço”, sendo que “quando o emisfério(sic) norte é mais exposto ao sol(sic), e o emisfério(sic) sul é menos exposto, caracteriza verão e inverno” e que quando a Terra “esta(sic) na posição onde a luz do sol(sic) os atinge de maneira dividida ocorrem outono e primavera, sendo outono a região menos atingida e primavera a região mais exposta”.

Figura 43 – Representação imagética de E11 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Em sua representação imagética (Figura 43) E11 ilustra parcialmente os componentes IMEA2 (inclinação do eixo de rotação da Terra sempre apontando numa mesma direção), IMEA4 (identifica as estações em ambos os hemisférios), e IMEA5 (menciona que a figura encontra-se fora de escala de tamanho).

O interpretante de E11 para o Teste Avaliativo ultrapassa a marca denotativa do signo “distância Terra-Sol” presente em ambas as representações do Teste Diagnóstico: o referido signo agora atinge a marca conotativa em que a pequena excentricidade descreve um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. Em outras palavras, E11 deixa de explicar as estações devido à

variação da distância entre a Terra e o Sol. Portanto, E11 apresenta predominantemente um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

- **E12:**

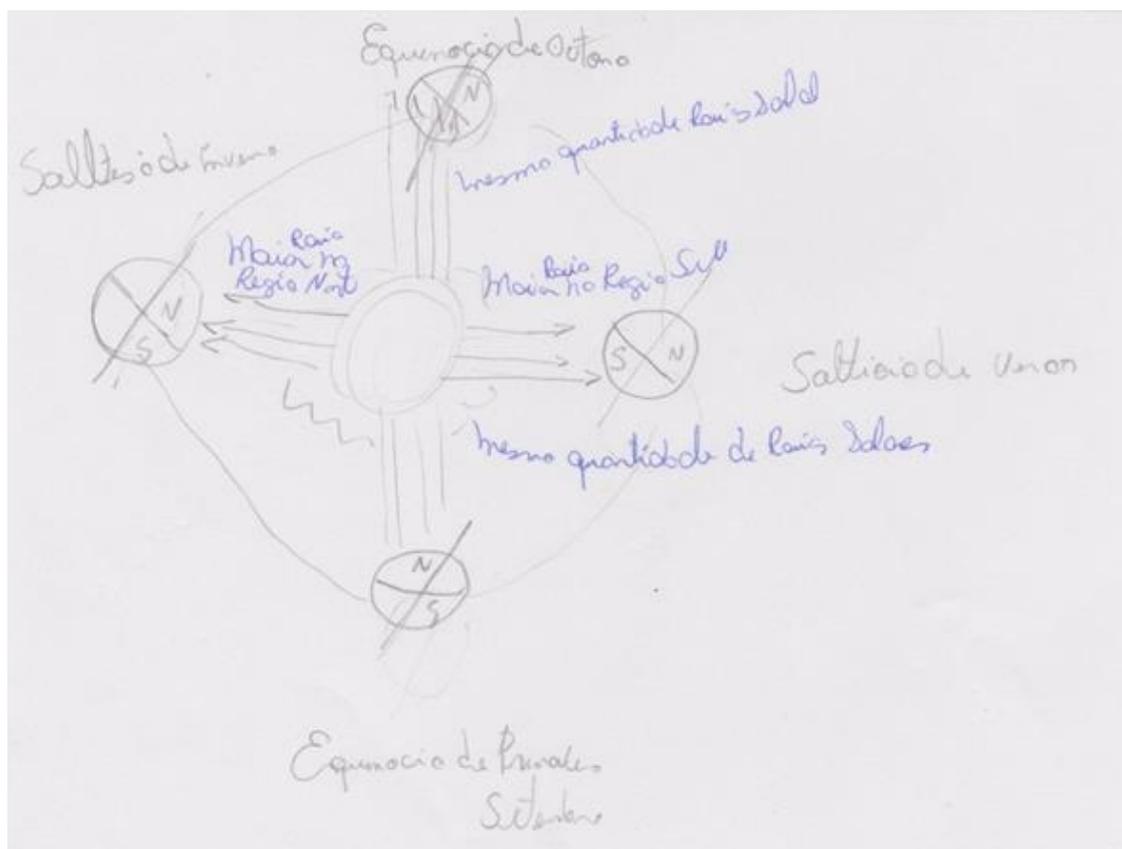
Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E12 apresentou a seguinte representação textual:

Devido o eixo de inclinação da terra de $23^{\circ}27'$ (sic) faz com que se defina as estações do ano: conforme o local em que a terra(sic) se encontra a região Norte recebe maior(sic) raios solares fazendo com que os dias sejam maiores ficando mais quente ja(sic) neste momento a região Sul recebe menos raios solares que a região norte o dia e(sic) mais curto assim a(sic) inverno ja(sic) quando esta(sic) na posição oposta do eixo de translação o Sul tem maior ensidencia(sic) de raios solares do que o norte, seus dias são mais duradoras(sic) esquentando mais so(sic) a noite dias mais curto(sic). (Representação textual de E12 no Teste Avaliativo).

Em sua representação textual, E12 evidencia componentes conceituais coerentes CT2 [em citações como “Devido o eixo de inclinação da terra de $23^{\circ}27'$ (sic) faz com que se defina as estações do ano”] e CT3 [em “a região Norte recebe maior(sic) raios solares”; “a região Sul recebe menos raios solares que a região norte”; “quando esta(sic) na posição oposta do eixo de translação o Sul tem maior ensidencia(sic) de raios solares do que o norte”].

Em sua representação imagética (Figura 44), identifica adequadamente os hemisférios Norte e Sul (IMEA1), representa o eixo de rotação da Terra inclinado sempre apontando para a mesma direção (IMEA2), e os equinócios, solstícios e as estações de um dos hemisférios (IMEA4), indicando no desenho posições da Terra em que há maior incidência de radiação no hemisfério Norte (lado esquerdo da figura), no hemisfério Sul (lado direito) e mesmas quantidades (lados superior e inferior). E12 produziu representações coerentes, internamente consistentes e inter-relacionadas: é possível verificar que em ambas as representações o estudante justifica a ocorrência do fenômeno através de maior incidência de radiação devido à inclinação do eixo de rotação da Terra e da posição do planeta em sua translação ao longo do ano, atingindo predominantemente o **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

Figura 44 – Representação imagética de E12 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



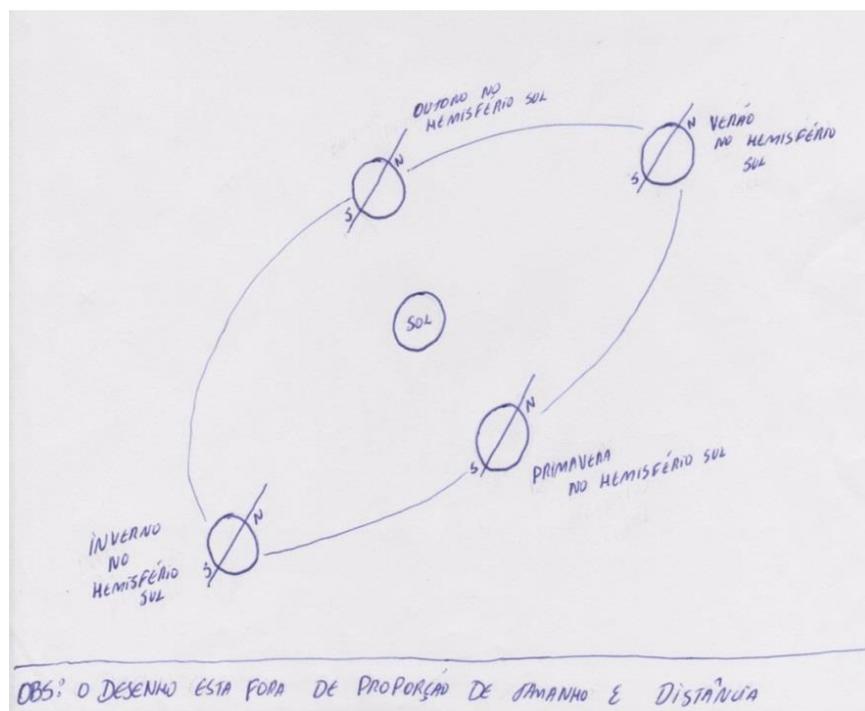
(Fonte: o próprio autor)

- **E13:**

Em conjunto com a Figura 45, E13 gerou a seguinte representação textual para o Teste Avaliativo das Estações do Ano:

Quando a Terra faz seu movimento de translação em torno do Sol com seu eixo de inclinação em um ângulo de $27^{\circ}23'$ (sic), isto faz com que haja as estações do ano. Na onde (sic) o dia em que a Terra receber mais sol (sic), será o dia mais longo do ano, e representará o solstício de verão, e quando for o dia mais curto, com menos (sic) incidência de sol (sic) será o solstício de inverno. Há dias em que o globo recebe incidências iguais de sol (sic), estes serão os solstícios de primavera e outono. Cada solstício “começa” a estação do ano que corresponde. As estações do ano são primavera, verão, outono e inverno. E como a revolução em torno do sol (sic) dura aproximadamente 365 dias, as estações se distribuem durante o ano de acordo com o desenho abaixo [vide Figura 45] (Representação textual de E13 no Teste Avaliativo).

Figura 45 – Representação imagética de E13 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

A representação textual de E13 engloba os componentes conceituais adequados cientificamente CT1 [“a Terra faz seu movimento de translação em torno do Sol”]; “E como a revolução em torno do sol(sic) dura aproximadamente 365 dias, as estações se distribuem durante o ano”] e CT3 [“Na onde(sic) o dia em que a Terra receber mais sol(sic), será o dia mais longo do ano, e representará o solstício de verão”]; “quando for o dia mais curto, com menos(sic) incidência de sol(sic) será o solstício de inverno”]; “Há dias em que o globo recebe incidências iguais de sol(sic), estes serão os solstícios de primavera e outono.”], mas CT2 parcialmente correto [“seu eixo de inclinação em um ângulo de $27^{\circ}23'$ (sic), isto faz com que haja as estações do ano”], pois menciona “eixo de inclinação” ao invés de *inclinação do eixo de rotação terrestre*, e o valor de $27^{\circ}23'$ o mesmo.

Em sua representação imagética (Figura 45) E13 identifica os hemisférios Norte e Sul sem representar a linha do equador (IMEA1), apresenta adequadamente a inclinação do eixo de rotação da Terra apontando sempre para mesma direção(IMEA2), identifica corretamente as estações do Ano para o hemisfério Sul (IMEA4) e menciona que a figura encontra-se “fora de proporção de tamanho e distância” (IMEA5).

E13 esclarece logicamente que o fenômeno das estações acontece devido ao “movimento de translação [da Terra] em torno do Sol com seu eixo de inclinação em um ângulo de $27^{\circ}23'$ (sic),” e inter-relaciona sua produção textual com a imagética, expondo representações coerentes, internamente consistentes, atingindo um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

- **E14:**

E14 apresentou a seguinte representação textual para o Teste Avaliativo:

As estações do ano se devem ao eixo de inclinação da TERRA(sic) referente à sua órbita, essa inclinação é de $23^{\circ},27'$. Conforme a terra(sic) faz o movimento de translação a radiação incidirá mais sobre um hemisfério do que outro, sendo esse movimento sempre no sentido anti-horário. (Representação textual de E14 no Teste Avaliativo).

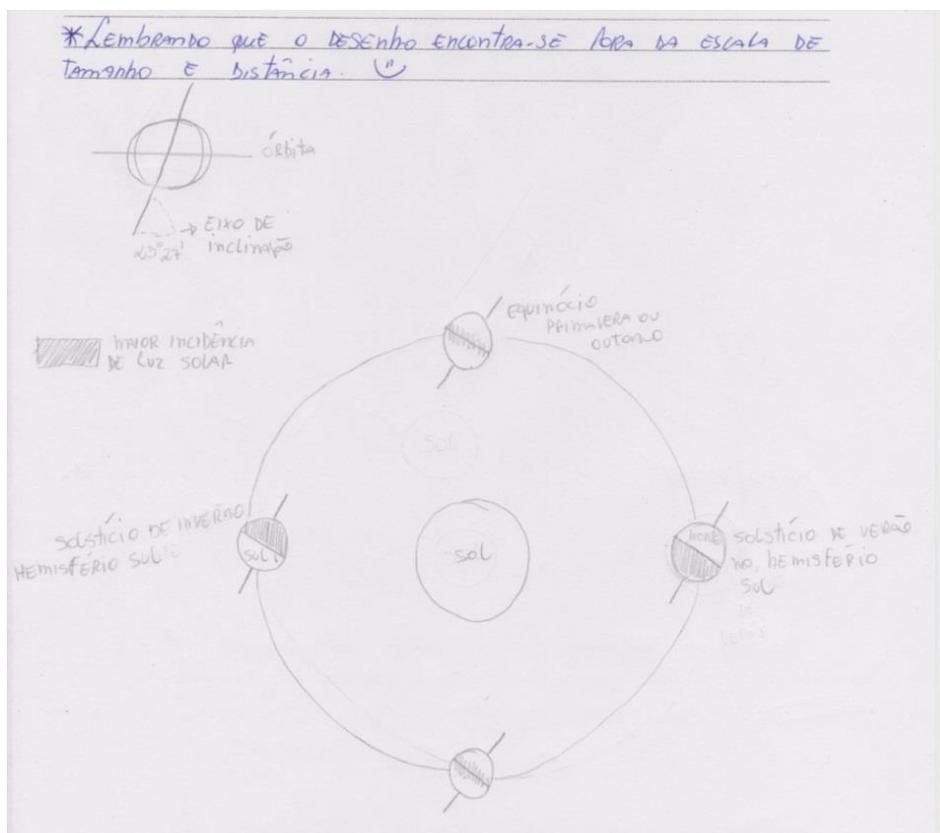
Apesar de sucinta, a representação textual de E03 engloba todos os componentes conceituais de forma adequada [CT1: “Conforme a terra(sic) faz o movimento de translação”; CT2: “eixo de inclinação da TERRA(sic) referente à sua órbita, essa inclinação é de $23^{\circ},27'$.”; CT3: “a radiação incidirá mais sobre um hemisfério do que outro”]. Detalhe interessante é que, assim como E13, E14 menciona “eixo de inclinação da TERRA(sic)” e não inclinação do eixo de rotação do planeta.

A representação imagética de E14 (Figura 46) mostra os componentes conceituais cientificamente adequados IMEA1 [identifica os hemisférios Norte e Sul em duas das quatro representações da Terra na ilustração (extremos esquerdo e direito do desenho)], IMEA2 (desenhou o eixo de rotação da Terra sempre apontando para uma mesma direção) e IMEA4 (identificou os equinócios, solstícios e todas as estações para o hemisfério Sul). Além disso, no início da figura colocou os dizeres “Lembrando que o desenho encontra-se fora da escala de tamanho e distância” (IMEA5).

Verifica-se que em ambas as representações E14 justifica a ocorrência do fenômeno através de maior incidência de radiação devido à inclinação do eixo de rotação da Terra e da posição do planeta em sua translação ao longo do ano, produzindo representações coerentes, internamente consistentes e inter-

relacionadas, e que apresenta predominantemente um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** sobre as Estações do Ano no Teste Avaliativo.

Figura 46 – Representação imagética de E14 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



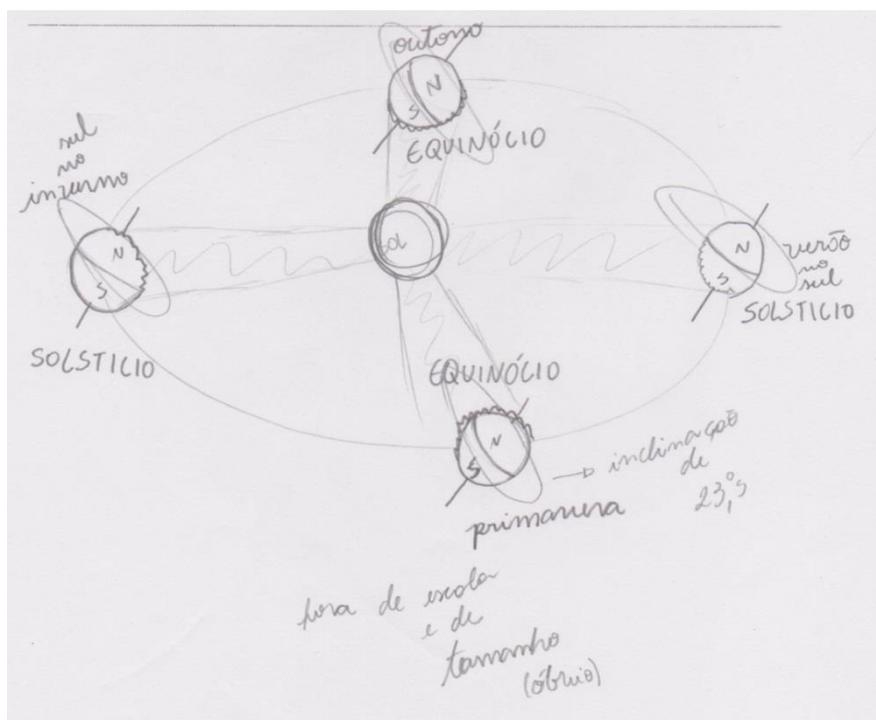
(Fonte: o próprio autor)

- **E15:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E15 produziu em conjunto com a imagem ilustrada pela Figura 47 a seguinte representação textual:

É a inclinação do eixo da terra(sic), já que seu eixo não é perpendicular ao plano da órbita em torno do sol(sic), sua inclinação é de 23,5° essa inclinação faz com que partes da terra(sic) receba mais radiação solar que uma outra parte gerando o solstício (verão e inverno) e equinócio (outono e primavera). Isso ocorre devido a translação, que dura 360 dias e 6 hrs(sic). (Representação textual de E15 no Teste Avaliativo).

Figura 47 – Representação imagética de E15 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

A representação textual de E03 engloba os componentes conceituais CT1 [“translação, que dura 360 dias e 6 hrs(sic).”], CT2 [“É a inclinação do eixo da terra(sic), já que seu eixo não é perpendicular ao plano da órbita em torno do sol(sic), sua inclinação é de 23,5°”] e CT3 [“partes da terra(sic) receba mais radiação solar que uma outra parte”]. A representação imagética Figura 47 engloba todos os componentes conceituais em conformidade com o cientificamente aceito, com exceção feita à ausência da Identificação da direção de revolução da translação da terra em torno de Sol (IMEA3).

Percebe-se que E15 não explica mais o motivo das Estações do Ano por meio da variação da distância Terra-Sol, conforme feito no Teste Diagnóstico. Isto é, seu interpretante agora é caracterizado pelo fato do signo atingir a marca conotativa em que a pequena excentricidade da órbita terrestre descrever um quase círculo, e a variação dessa distância acarreta pouca diferença de radiação recebida no periélio e afélio terrestre numa mesma cidade. No Teste Avaliativo, E15 explica o fenômeno logicamente através da inclinação do eixo de rotação da Terra em representações científicas coerentes e internamente consistentes e inter-relacionadas, atingindo um significado predominantemente de **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

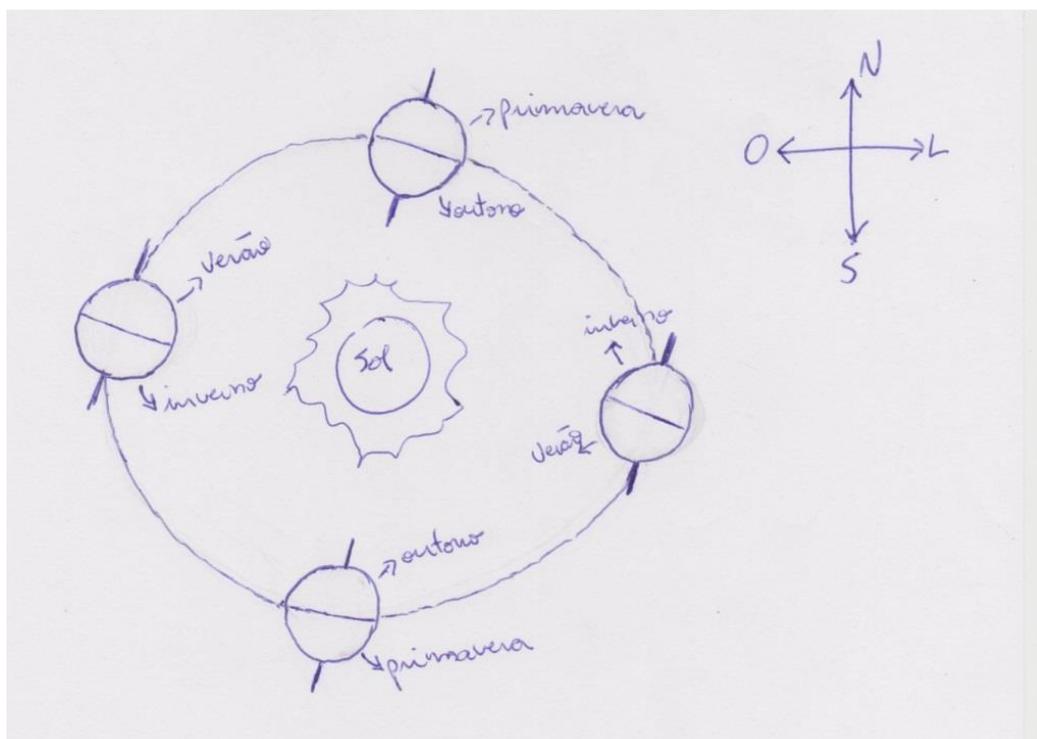
- **E16:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E16 gerou a seguinte representação textual:

As estações do ano ocorrem devido ao ângulo de inclinação da terra(sic). Nos períodos denominados solstícios, a face norte ou a face sul podem(sic) ficar mais expostos ao sol(sic), tendo as estações verão e inverno. Nos períodos denominados equinócios (de primavera e outono) os raios solares atingem o equador, com as mesmas proporções tanto para norte quanto para o sul. São quatro estações (primavera, verão, outono e inverno) e ocorrem a cada seis meses. (Representação textual de E16 no Teste Avaliativo).

A representação textual de E16 engloba os componentes conceituais cientificamente adequados CT2 [“ocorrem devido ao ângulo de inclinação da terra(sic)”] e CT3 [“a face norte ou a face sul podem(sic) ficar mais expostos ao sol(sic)”]; “os raios solares atingem o equador, com as mesmas proporções tanto para norte quanto para o sul”]. O estudante apresenta, também, certa confusão com relação ao período de duração de cada estação ao longo de um ano, dizendo que elas “ocorrem a cada seis meses”.

Figura 48 – Representação imagética de E16 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

A Figura 48 ilustra a representação imagética produzida por E16 no Teste Avaliativo. Com relação ao componente conceitual IMEA1, representa o que aparenta ser a linha do equador, representando o eixo de rotação terrestre sempre apontando para a mesma direção (IMEA2). E16 identifica, na referida imagem, adequadamente as quatro estações de ambos os hemisférios ao longo do ano (IMEA4).

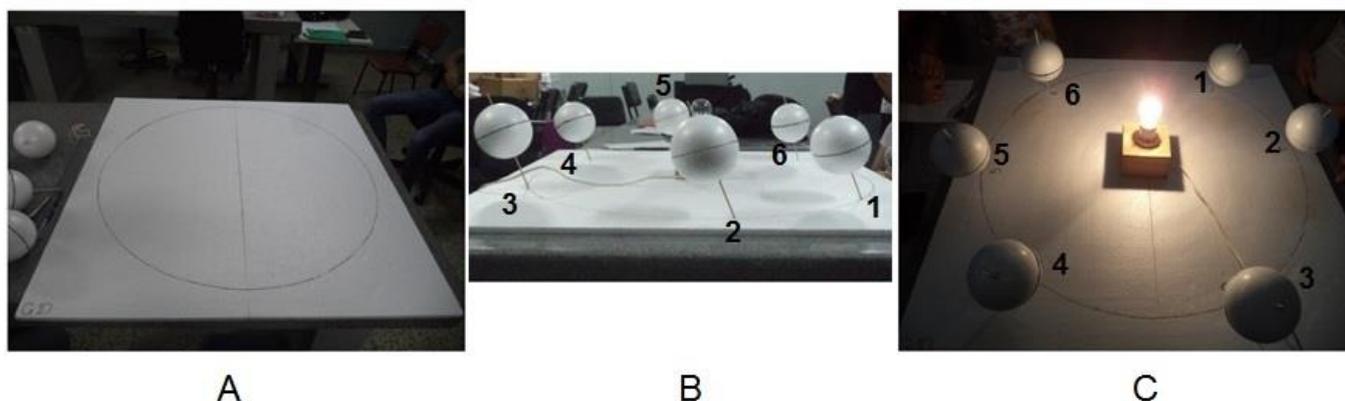
Com exceção feita à menção equivocada do período das estações do ano em sua elaboração textual, E16 produziu representações coerentes, internamente consistentes e inter-relacionadas, justificando a ocorrência do fenômeno através de maior incidência de radiação devido à inclinação do eixo de rotação da Terra e da posição do planeta em sua translação ao longo do ano, atingindo predominantemente o **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

- **E17:**

Com relação ao Nível Interpretante Dinâmico Energético de E07 demonstrado em A6 (Prática “Órbita da Terra e as Estações do Ano”):

Como mostra a Figura 49 (A), E17 construiu, em conjunto com seu grupo, de forma coerente a órbita em escala da Terra em torno do Sol durante a atividade da elaboração da maquete das Estações do Ano.

Figura 49 – Imagens da construção da maquete das Estações do Ano do grupo de E17.



(Fonte: o próprio autor)

Durante a construção das 6 posições da Terra para representar as Estações do Ano ao longo do ano, E17 auxiliou em todas as medições, que foram feitas adequadamente, resultando na (Figura 49 – B e C). Durante a discussão das posições da mesma com o professor, E17 e o restante do grupo identificaram corretamente as estações ao longo do ano na maquete. O Nível Interpretante Dinâmico Energético de E17 foi predominantemente coerente com um possível Nível Interpretante Final.

Com relação ao Teste Avaliativo de E17 (A7):

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E17 apresentou, em conjunto com a representação imagética ilustrada pela Figura 50, a seguinte representação textual:

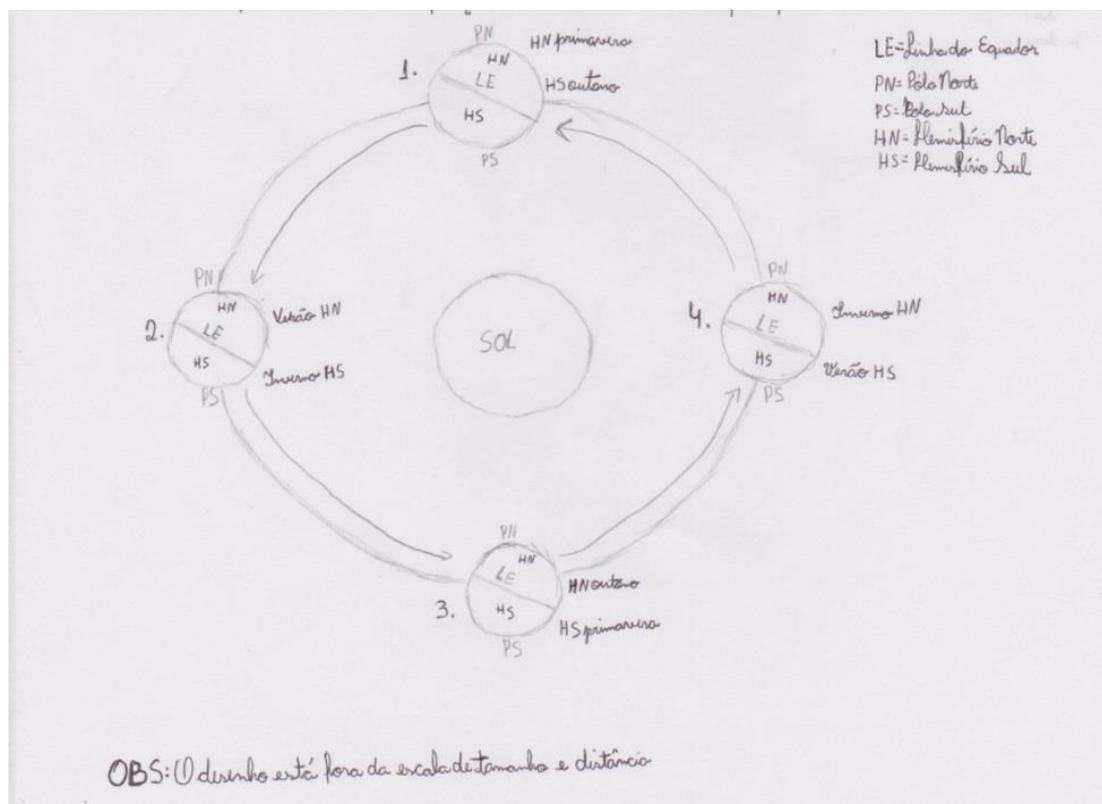
O Planeta realiza o movimento de translação ao redor do Sol. Esse movimento ocorre e esse “trajeto” feito pela Terra ao redor do Sol é denominado órbita. Esse movimento, somado à leve inclinação de cerca de $23,5^\circ$ do planeta, em seu próprio eixo, gera as Estações do Ano, que são os períodos com maior incidência de radiação em determinados locais do globo terrestre. Tomando que, na posição 2, é verão no hemisfério Norte e inverno no Sul, uma vez que nesse ponto, a incidência da radiação solar é bem maior no HN que no HS. Já na posição 4, o hemisfério Sul recebe mais radiação do que o Norte, sendo assim verão no HS e inverno no HN. Já nas posições 1 e 3, a incidência de radiação nos dois hemisférios não é tão diferenciada, por meio disso temos primavera no HN e outono no HS na posição 1 e outono no HN e primavera no HS na posição 3. Primavera e outono que apresentam auroras boreais e austrais (Representação textual de E17 no Teste Avaliativo).

A única ausência sentida nas produções de E17 acima é a falta da representação explícita do eixo de rotação da Terra, mas percebe-se claramente que E17 entende “a leve inclinação de cerca de $23,5^\circ$ do planeta” pela representação imagética (Figura 50), que apresenta todos os componentes conceituais fundamentais de forma correta, com exceção do mencionado IMEA2.

A representação verbal textual é cientificamente coerente e apropriada e menciona os três componentes conceituais fundamentais. Conforme visto, o Nível Interpretante Dinâmico Energético de foi classificado como sendo coerente com os demais, indo em direção a um possível Nível Interpretante Final. E como há

harmonização entre os interpretantes, podemos dizer que, com relação ao conceito Estações do Ano, E17 atingiu predominantemente o **Nível Interpretante Final**.

Figura 50 – Representação imagética de E17 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

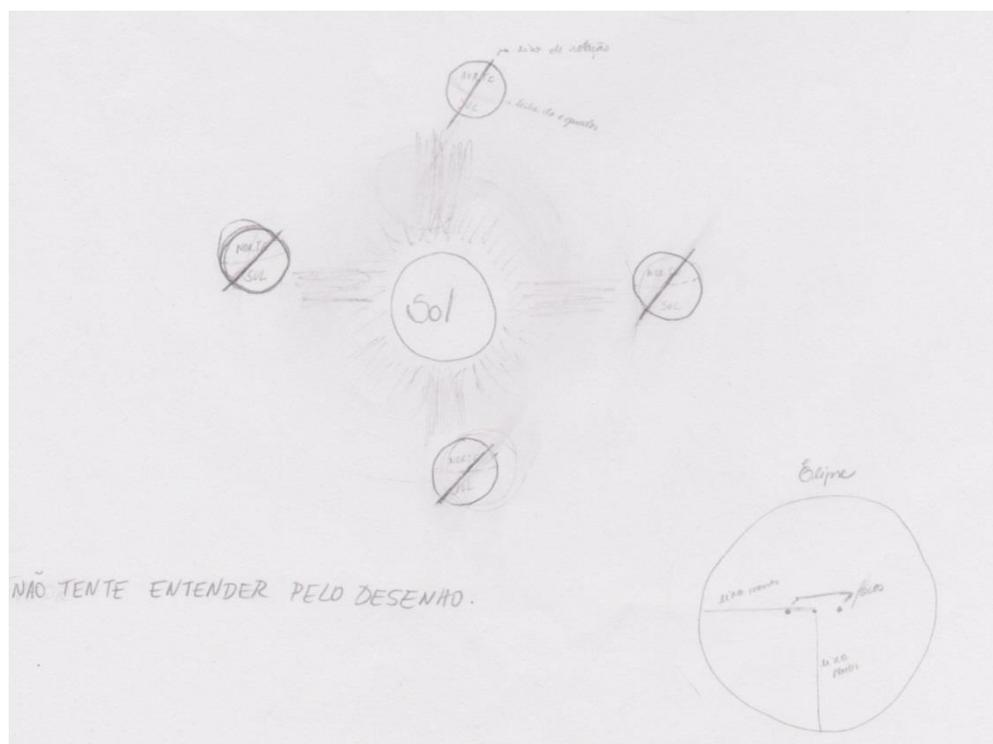
- **E18:**

Para o Teste Avaliativo das Estações do Ano, E18 gerou a seguinte representação textual:

As estações do ano ocorrem de acordo com a inclinação do eixo de rotação da Terra, que é perpendicular ao plano de translação. Sendo assim, a incidência de raios solares sempre será diferente nos hemisférios norte e sul, provocando verão e inverno (dependendo do local de maior incidência), e quando a incidência for de maneira igual será outono e inverno. A inclinação da Terra é de $23,5^\circ$ e sua rotação é no sentido anti-horário, onde o movimento de precessão realizado pelo eixo da Terra é como se fosse o de um bambolê. Possui uma elipse quase circular, com dois pontos "centrais" chamado(sic) focos (periélio mais próximo do sol(sic) e afélio mais longe do sol(sic)) e um eixo maior e outro menor, a partir disso aplicam-se as Leis de Kepler, onde a 1ª lei consiste em que a Terra faz translações elípticas em torno do sol(sic) que encontra-se no centro. A 2ª lei diz que a área e a distância percorrida pelo astro é a mesma durante a translação,

mas a velocidade não é a constante (isso para elipses mais achatadas), já para elipses mais ovais próximo a zero a velocidade é quase equivalente. E a 3ª lei é a lei dos períodos, onde existe uma constante que iguala os valores a 1. (Representação textual de E18 no Teste Avaliativo).

Figura 51 – Representação imagética de E18 das Estações do Ano no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor)

Os três componentes conceituais se fazem presentes de maneira cientificamente adequada na representação textual de E18 em frases como “Possui uma elipse quase circular, com dois pontos “centrais” chamado(sic) focos (periélio mais próximo do sol(sic) e afélio mais longe do sol(sic)) e um eixo maior e outro menor” (CT1), “A inclinação da Terra é de 23,5°” (CT2), e quando menciona que “a incidência de raios solares sempre será diferente nos hemisférios norte e sul” ou “quando a incidência for de maneira igual será outono e inverno” (ambos CT3). Ainda assim, em sua elaboração textual encontram-se alguns equívocos ou confusões como, por exemplo, ao citar que o eixo de rotação da Terra é perpendicular ao plano de translação (“As estações do Ano ocorrem de acordo com a inclinação do eixo de rotação da Terra, que é perpendicular ao plano de translação”) e depois acrescentar “A inclinação da Terra é de 23,5°”; ao dizer que “sua rotação [da Terra] é no sentido anti-horário” sem indicar nenhuma referência

(e.g., olhando a Terra de longe com hemisfério Norte voltado para cima? ou para baixo?); e ao mencionar “quando a incidência for de maneira igual será outono e inverno”. E18 foi o único estudante que mencionou as Leis de Kepler.

Na representação imagética (Figura 51) E18 identifica os hemisférios Norte e Sul, com a linha do equador não sendo desenhada de forma adequada (IMEA1), representou o eixo de rotação da Terra sempre apontando para uma mesma direção (IMEA2) e apresenta a frase “não tente entender pelo desenho” ao final da imagem. O estudante não identifica as estações no desenho.

Apesar de algumas confusões em ambas as representações, E18 explica o fenômeno logicamente através da inclinação do eixo de rotação da Terra, apresentando predominantemente um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico**.

- **DOC:**

Por sua vez, DOC elaborou em conjunto com a representação imagética ilustrada pela Figura 52 a seguinte representação textual para as Estações do Ano no Teste Avaliativo:

A Terra possui um único movimento que é o seu movimento próprio mas ele pode ser decomposto em inúmeros movimentos como por exemplo: rotação, translação, precessão, e nutação entre outros. Porém, são os movimentos de translação ao redor do Sol e a rotação ao redor de si mesma que definem as estações do Ano. Cada volta ao redor do Sol se completa no período de um ano terrestre, sobre uma trajetória espacial chamada Eclíptica. Se pensarmos no planeta Terra ao longo de sua órbita, vemos que tem momentos em que os raios solares incidem mais obliquamente sobre um hemisfério do que em outro, tornando esta região menos aquecida, como por exemplo o Hemisfério Sul na figura. Temos neste dia o Solstício de Inverno para o Hemisfério Sul (posição 1), no dia 22 de junho (em latim Solstitium significa Sol parado). As temperaturas locais são baixas e a noite é a mais longa do ano. No Hemisfério Norte é o Solstício de Verão. Passando-se os dias, as noites vão tendo menor duração e os dias vão se alongando no Hemisfério Sul, até que chega um momento 3 meses depois, em que a duração do dia é igual a duração da noite nos dois hemisférios. Este dia, que cai perto de 22 de setembro, é chamado de Equinócio de Primavera para o Hemisfério Sul e Equinócio de Outono para o Hemisfério Norte (ponto 2 na figura). Nestes dias, a quantidade de radiação é a mesma nos dois hemisférios. A palavra Equinócio vem do latim (aequus – igual e nox – noite) e significa ‘noites iguais’, ocasião em que o dia e a noite tem igual duração. A Terra continua seu movimento ao redor do Sol, e no Hemisfério Sul as noites vão ficando mais curtas e os dias mais longos, até chegar na posição ‘3’ da figura, quando ocorre o dia claro mais longo do ano, perto de 21 de dezembro. O oposto ocorre no

Hemisfério Norte. Neste dia temos o Solstício de Verão para o Hemisfério Sul e o Solstício de Inverno para o Hemisfério Norte. Após este dia, no H.S. os dias claros se tornam cada vez mais curtos, ocorrendo o inverno no H.N.(sic), porém os dias claros ainda são mais longos que as noites. Quando a Terra se encontra na posição '4' na figura, a duração do dia claro é igual a duração da noite nos dois hemisférios. Chamamos este momento de Equinócio de Inverno para o Hemisfério Sul e Equinócio de Verão para o Hemisfério Norte. Ocorre em torno de 20 de Março. Após este dia, os dias claros começam a ficar mais curtos do que as noites no H.S.(sic) e vice versa no H.N.(sic). Após 3 meses, temos no Hemisfério Sul a noite mais longa do ano e no Hemisfério Norte a mais curta. Isto ocorre perto de 22 de Junho e é chamado de Solstício de Inverno no H.S. (sic) e Solstício de Verão no H.N. (sic), posição 'A' na figura. A diferença na iluminação que recebemos é o que faz com que o clima seja tão diferente e oposto nos dois hemisférios simultaneamente. Estas diferenças climáticas se fazem notar em geral quatro vezes ao ano e as reconhecemos como As Estações do Ano na Terra: Primavera, Verão, Outono e Inverno que sucedem-se uma após a outra, nesta ordem. No Hemisfério Sul estamos no verão no início do nosso calendário e no Hemisfério Norte no Inverno. A seguir no H.S.(sic) vem o Outono e no H.N.(sic) a Primavera. Cada um dos hemisférios continuam com a ordem das estações citadas acima, a qual volta a repetir-se após o período de 1 ano. A duração de cada estação é de 3 meses. Em 2016, as datas dos Equinócios e Solstícios são as seguintes

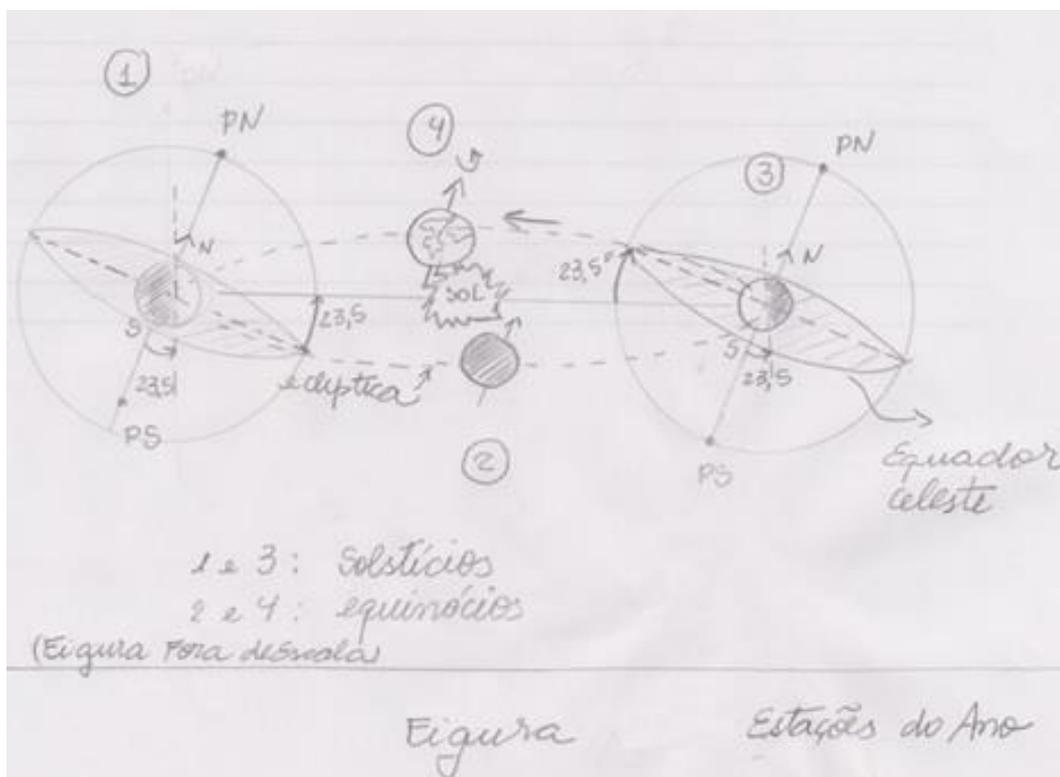
Data	Hemisfério Norte	Hemisfério Sul
20/3	Equinócio Primavera	Equinócio Outono
20/6	Solstício Verão	Solstício Inverno
22/9	Equinócio Outono	Equinócio Primavera
21/12	Solstício Inverno	Solstício Verão

(Representação textual de DOC no Teste Avaliativo)

A representação textual de DOC sobre as EA apresenta o componente fundamental CT1 ao mencionar o movimento de “translação ao redor do Sol”, que cada “volta ao redor do Sol se completa no período de um ano terrestre, sobre uma trajetória espacial chamada Eclíptica”, “A Terra continua seu movimento ao redor do Sol”, e que a “duração de cada estação é de 3 meses”. Apesar de DOC não explicitar CT2 na representação textual, deixa claro que compreende como a Terra é inclinada ao desenhar e identificar tal inclinação corretamente na representação imagética (componente IMEA2 na Figura 52). O componente CT3 se faz presente quando DOC escreve “momentos em que os raios solares incidem mais obliquamente sobre um hemisfério do que em outro”, “Nestes dias [ponto 2 da Figura 52], a quantidade de radiação é a mesma nos dois hemisférios”, e que a diferença “na iluminação que recebemos é o que faz com que o clima seja tão diferente e

oposto nos dois hemisférios simultaneamente”. Todos os componentes acima citados encontram-se de acordo com o cientificamente aceito.

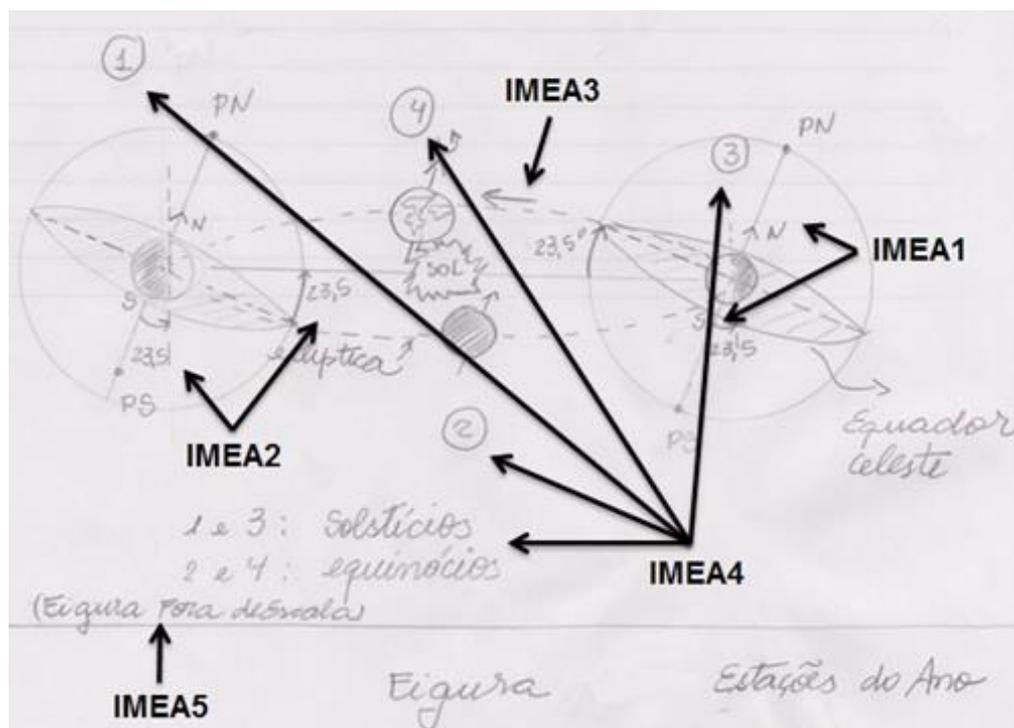
Figura 52 – Representação Imagética das Estações do Ano gerada por DOC no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor).

Com relação à representação imagética, a Figura 52 mostra que DOC: (i) identificou os hemisférios Norte e Sul; (ii) identificou o ângulo de inclinação do eixo de rotação da Terra de duas formas diferentes (ângulo formado entre o eixo de rotação da terra em relação à perpendicular ao plano de translação da Terra em torno do Sol e em termos da inclinação da eclíptica em relação ao Equador Celeste); (iii) direção de revolução da translação da terra em torno do Sol, que é no sentido anti-horário quando o hemisfério Norte da Terra aponta para cima; (iv) identificou as posições dos solstícios (verão e inverno) e equinócios (primavera e outono). Em outras palavras, representou todos os componentes fundamentais imagéticos também de acordo com os cientificamente aceitos, conforme ilustrado pela Figura 53.

Figura 53 – Componentes fundamentais presentes na representação Imagética das Estações do Ano gerada por DOC no Teste Avaliativo.

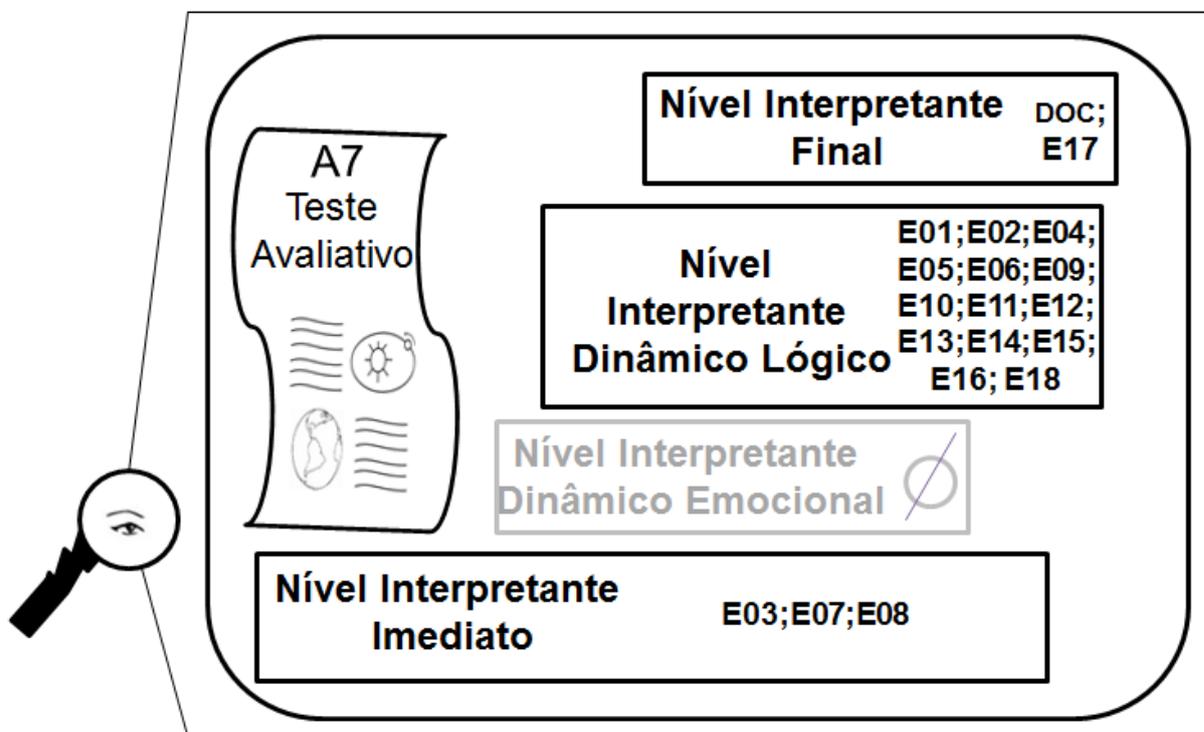


(Fonte: o próprio autor).

O significado apresentado por DOC das Estações do Ano é clara e evidentemente equivalente àquele estimulado por alguma interferência de ensino. Apesar de não explícito o Interpretante dinâmico energético, é de se esperar que seja harmônico com um possível interpretante final. Além disso, a análise em conjunto das representações textual e imagética dão indícios de harmonização entre os interpretantes dinâmicos energéticos e lógicos (e.g., além de haver coerência, ao desenhar o IMEA2 na imagética DOC complementa cientificamente a menção “momentos em que os raios solares incidem mais obliquamente sobre um hemisfério do que em outro, tornando esta região menos aquecida, como por exemplo o Hemisfério Sul na figura” na representação textual). Portanto, configura-se, como era de se esperar, num **Nível Interpretante Final**: percebe-se uma harmonização dos interpretantes dinâmicos (energético e lógico, e ao menos uma convivência não conflituosa com o emocional), sendo aquele idealizado pelo professor e balizado pelo currículo, o signo apreendido torna-se parte integrante de um conhecimento normatizado e independe de um intérprete particular.

Portanto, como visto na presente seção, grande parte dos estudantes acabaram atingindo o **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** sobre as Estações do Ano no **Teste Avaliativo**. A Figura 54 ilustra os resultados do referido teste.

Figura 54 – Níveis Interpretantes apresentados no Teste Avaliativo.



(Fonte: o próprio autor).

A Figura 54 mostra que três alunos demonstraram um **Nível Interpretante Imediato** (E03, E07 e E08), quatorze estudantes um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** (E01, E02, E04, E05, E06, E09, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16 e E18) e um aluno um **Nível Interpretante Final** (E17), também demonstrado por **DOC**. Nenhum dos participantes dessa pesquisa demonstrou um **Nível Interpretante Dinâmico Emocional**.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou refletir sobre quais níveis de significado, embasado numa leitura dos níveis interpretantes de Peirce, os estudantes de graduação de Ciências Biológicas apresentam após a utilização da estratégia de ensino que usa a Diversidade Representacional acerca das Estações do Ano.

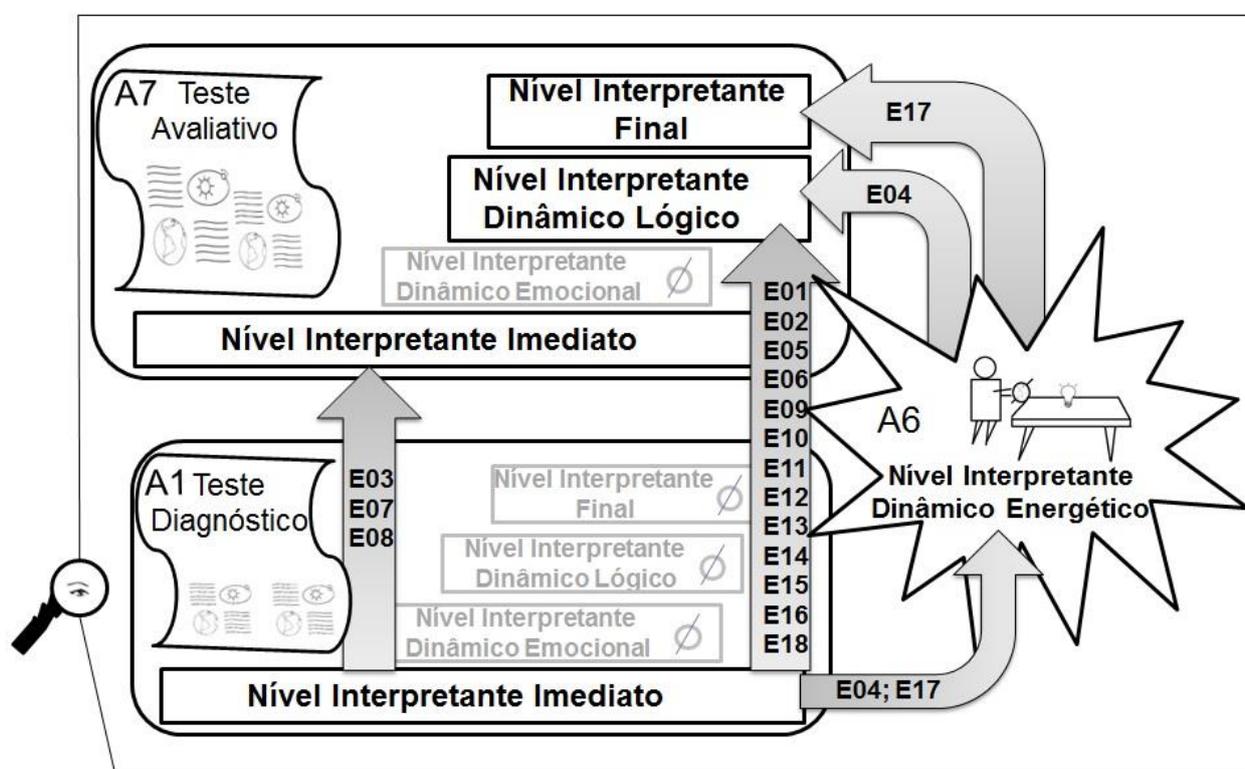
Realizando-se um olhar semiótico enfocando o significado apropriado pelos estudantes, o presente trabalho procurou conceituá-lo segundo uma reformulação dos Interpretantes da teoria de Peirce, estabelecendo um instrumento analítico em termos dos efeitos destes, produzidos na mente do aprendiz, no decorrer da apropriação simbólica. O referido construto reformado com fins pedagógicos visou identificar estados de significação alcançados pelos estudantes em um conteúdo científico específico, tendo como objetivo proporcionar ao professor pesquisador uma orientação teórica para qualificar o significado apropriado pelos seus aprendizes, oferecendo-o como uma leitura alternativa à forma de compreender a questão do significado dado à aprendizagem.

Foram analisadas produções textuais e imagéticas elaboradas por 18 estudantes em dois momentos distintos, antes (A1) e após (A7) o uso da estratégia didática proposta. Além disso, foram acompanhados os níveis interpretantes dinâmicos energéticos demonstrados por dois alunos, previa e aleatoriamente escolhidos, na prática “Órbita da Terra e as Estações do Ano” (A6).

O instrumento analítico dos interpretantes se mostrou viável e aplicável para sala de aula de até 36 alunos para as aulas teóricas, em que a turma era dividida em duas turmas de até 18 alunos para as aulas práticas. Além disso, como os dados indicam, com o uso da Diversidade Representacional os estudantes atingiram significados mais profundos a respeito das Estações do Ano do que o Nível Interpretante Imediato apresentado no Teste Diagnóstico, ultrapassando significados que eram circunscritos ao contexto dos conhecimentos prévios, senso comum, aparente, intuitivo do aprendiz, caracterizados com presença de marcas denotativas sobre o fenômeno estudado. Em outras palavras, os alunos, através da Diversidade Representacional, apresentaram um significado mais elaborado acerca das Estações do Ano, deixando, inclusive, de utilizar “chavões” (BISCH, 1998, p.225) para explicarem o fenômeno.

O ensino deve contribuir para o aprofundamento e ampliação dos significados construídos pelos estudantes nas situações de instrução (COLL, 2002). Nessa perspectiva, considera-se o estudo pioneiro devido a possibilidade de se olhar a construção do significado pelo estudante. Ao fundamentar o significado no plano da semiótica peirceana o presente trabalho apresenta um refinamento analítico para tal acompanhamento, por parte do pesquisador (e/ou professor), da construção de significados pelos alunos. Tal evolução da construção do significado das Estações do Ano é sintetizada pela Figura 55.

Figura 55 – Síntese da evolução dos Níveis Interpretantes.



(Fonte: o próprio autor)

A parte inferior da Figura 55 mostra que, como visto no Capítulo 5, inicialmente todos os estudantes apresentaram um **Nível Interpretante Imediato** acerca do fenômeno estudado no **Teste Diagnóstico**.

O lado direito da figura ilustra o estudo do **Nível Interpretante Dinâmico Energético** apresentado por E04 e E17: E04 apresentou uma não coerência entre os níveis interpretantes dinâmicos e o estudante acabou demonstrando um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** no **Teste Avaliativo**; por sua vez, E17 apresentou

harmonia dos níveis interpretantes dinâmicos e acabou atingindo o **Nível Interpretante Final**.

A parte inferior esquerda da Figura 55 mostra que, após a utilização da Diversidade Representacional sobre as Estações do Ano, três estudantes acabaram permanecendo estagnados no **Nível Interpretante Imediato**: E03, E07 e E08, cujos efeitos interpretantes possuem característica de não ter sido fruto de qualquer tipo de análise ou reflexão pormenorizada, circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios do aprendiz (E03), caracterizado pela presença de marca denotativa (E07) e uso de chavões (E08).

A parte inferior central da Figura 55 mostra que um número significativo dos estudantes (E01, E02, E05, E06, E09, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16 e E18), após o uso da metodologia que engloba Diversidade Representacional, acabou ultrapassando o Nível Interpretante Imediato (previamente demonstrado) por demonstrações de ordem conotativa, apresentando efeitos interpretantes que o signo provoca em uma mente que se vê estimulada por interferências de ensino, expondo um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** sobre o fenômeno das Estações do Ano no **Teste Avaliativo**. Por exemplo, E05 apresentou um Nível Interpretante Imediato das Estações do Ano no Teste Diagnóstico, demonstrando um significado marcado pela presença de marcas conotativas, conforme pode ser acompanhado pelo Capítulo 5. Após o uso de Diversidade Representacional acerca das Estações do Ano, E05 conseguiu ultrapassar a marca denotativa do signo “distância Terra-Sol” e apresentar um significado mais profundo do fenômeno no Teste Avaliativo, atingindo um Nível Interpretante Dinâmico Lógico.

Além da contribuição para o pesquisador em ensino de Ciências, a ferramenta empregada na presente pesquisa contribui para o processo de instrução na medida em que o professor pode contar com uma nova leitura para compreender o significado alcançado pelos estudantes de conteúdos científicos ensinados. A Figura 56 mostra um possível acompanhamento pedagógico da atribuição do significado para as Estações do Ano de E04. Tal ilustração mostra que, com a utilização da noção de coerência entre interpretantes, o professor pode perceber que E04 apresentou um **Nível Interpretante Dinâmico Lógico** acerca do conceito em questão no **Teste Avaliativo**, porém exibe uma **não coerência entre interpretantes** na construção da maquete na prática “Órbita da Terra e as Estações do Ano”, demonstrando não entender como o eixo de rotação terrestre se configura na

prática. Portanto, o docente pode trabalhar essa questão com o aluno de forma que este consiga gerar uma harmonização entre seus interpretantes, trabalhando como o eixo de rotação da Terra realmente se configura e quais suas respectivas implicações para a radiação solar recebida em diferentes pontos de sua superfície, indo em direção a um possível Nível Interpretante Final. Com isso o estudante tem condições de integrar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998) acerca do fenômeno estudado.

Figura 56 – Possível acompanhamento Pedagógico de E04.

Ficha de Acompanhamento

Nome do Aluno: E04

Teste Avaliativo: Nível Interpretante Dinâmico Lógico

↑

Nível Interpretante Dinâmico Energético
 não coerente, demonstrando não entender

OBS como o eixo de rotação da Terra se configura
na prática

↑

Teste Diagnóstico: Nível Interpretante Imediato

Sugestões Pedagógicas

É preciso trabalhar com esse aluno a
configuração prática do eixo de rotação
da Terra e as respectivas implicações
para a radiação recebida em diferentes
portos do nosso planeta

(Fonte: o próprio autor).

O Nível Interpretante Dinâmico Emocional acabou não sendo demonstrado por nenhum estudante na presente pesquisa. O aprofundamento de seu respectivo estudo e de sua relação com o processo ensino e aprendizagem surge como primeira implicação, em temas propícios à sua manifestação (e.g., formação do Universo, em que há possível embate entre ciência e religião).

Outra possível motivação para a continuidade desta pesquisa encontra-se num olhar mais profundo e extenso ao Nível Interpretante Dinâmico Energético, caracterizado por esforços musculares dos estudantes (comportamentos, atitudes,

procedimentos, técnicas originadas do processo educacional), que são traduzidos em signos emitidos através da ação, de gestos, de atos e de expressões. Isto é, na sua identificação e na superação de possíveis desafios que possam aparecer durante o processo instrucional, seja executando um experimento, ou uma ação, entre outras possibilidades, pois essas ações levam o estudante a pensar e aprimorar o conceito em questão, uma vez que, de acordo com Laburú e Silva (2011b), o agir configura um ato de aprendizagem e possui função cognitiva que, em conjunto com outros modos de representação, apoia, complementa e refina a formação do conceito científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, D.; QUEIROZ, J. Tradução Intersemiótica: ação do signo e estruturalismo hierárquico. **Lumina**, v.4, p.1-14, 2010.
- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, v. 33, p.131-152, 1999.
- AINSWORTH, S. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. **Learning and Instruction**, v.16, n.3, p. 183 – 198, 2006.
- AINSWORTH, S. The educational value of Multiple-representations when learning complex scientific concepts. In: GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. New York: Springer, 2008. p. 191-208.
- AIREY, J.; LINDER, C. A disciplinary discourse perspective on university science learning: Achieving fluency in a critical constellation of modes. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, p. 27 – 49, 2009.
- ALEXANDER, W. R. Assessment of teaching approaches in an introductory astronomy college classroom. **Astronomy Education Review**, v. 3, n. 2, p. 178-186, 2005.
- AMARAL, P.; DE OLIVEIRA, C. E. Q. V. Astronomia nos livros didáticos de ciências: uma análise do PNLD 2008. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 12, p. 31-55, 2011.
- AMORIM, M. A. D. Da tradução intersemiótica à teoria da adaptação intercultural: estado da arte e perspectivas futuras. **Itinerários - Revista de Literatura**, n.36, p.15-33, 2013.
- ANDERSSON, B. The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. **European Journal of Science Education**, v. 8, n. 2, p. 155-171, 1986.
- ARAGÃO, M. J. **História da Física**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
- ASHCRAFT, P. G. **A comparison of student understanding of seasons using inquiry and didactic teaching methods**. 2005. Physics Education Research Conference. [S.I.]: [s.n.]. 2006. p. 85-88.

ATKIN, A. **Peirce's Theory of Signs**. [2013]. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/peirce-semiotics/>>. Acesso em: 10 maio 2017.

ATWOOD, R. K.; ATWOOD, V. A. Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 5, p. 553-563, 1996.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda, 1980.

BARAB, S. A. et al. Virtual solar system project: Building understanding through model building. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 7, p. 719-756, 2000.

BARROUILLET, P. et al. ADAPT: a developmental, asemantic, and procedural model for transcoding from verbal to arabic numerals. **Psychological Review**, v.111, n.2, p.368-394, 2004.

BARTHES, R. **Elementos de Semiologia**. 3ª ed., São Paulo: Cultrix, 1974.

_____. **Mitologias**. 4ª ed. Rio de Janeiro: DIFEL, 2009.

BASSO, C. R.; LABURÚ, C. E. Apropriações na aprendizagem dos conceitos de ecologia por meio da transcodificação da representação 3D para a verbal escrita. In: IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Atas do IX ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013, p.1-8.

BATISTA, I. L. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência & Educação**, v. 10, n.3, p. 461-476, 2004.

BAXTER, J. Childrens' understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 11 (Special Issue), p. 502-513, 1989.

BELL, R. L.; TRUNDLE, K. C. The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. **Journal of Research in Science Teaching**, v.45, n.3, p.346-372, 2008.

BISARD, W. et al. Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university preservice teachers. **Journal of College Science Teaching**, v. 24, n. 1, p. 38–42, 1994.

BISCH, S. M. **Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e conteúdo do conhecimento de Estudantes e Professores**. 1998. 301 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências): IF/USP, São Paulo, 1998.

BIZZO, N. Graves erros de conceitos em livros didáticos de ciência. **Ciência Hoje**, n.21, v. 121, p. 26-35, 1996.

BLOWN, E.; BRYCE, T. G. K. Conceptual Coherence revealed in Multi-Modal Representations of Astronomy Concepts. **International Journal of Science Education**, v. 32, n.1, p. 31-67, 2010.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1998.187f. Dissertação (Mestrado em Educação): Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas, 1999.

BRETONES, P.S. (ORG.). **Jogos para o Ensino de Astronomia**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2014.

BROGT, E. A Theoretical Background on a Successful Implementation of Lecture-Tutorials. **Astronomy Education Review**, v. 6, n. 1, 2007.

BUYSSENS, E. **Semiologia e Comunicação Linguística**. São Paulo: Cultrix, 1967.

BUZATO, M. E. K. Será que ler um robô desrobotiza um leitor? **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v.49, n.2, p.359-372, 2010.

CACHAPUZ, A.; DE CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n.1, p. 81-96, 1995.

CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.

CANIATO, R. **A Terra em que vivemos**. Campinas: Editora Átomo, 2007.

_____. **O céu**. Campinas: Editora Átomo, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2001.

CLEMENT, J. Students' preconceptions in introductory mechanics. **American Journal of Physics**, v. 50, n. 1, p. 66-71, 1982.

COELHO NETTO, J. T. **Semiótica, informação e comunicação**. São Paulo: Perspectiva, 1983.

COLL, C. **Aprendizagem escolar e construção de conhecimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DE MANOEL, J. B. ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 227-236, 1995.

DE MANOEL, J.; MONTERO, A. Dificultades en el aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Implicaciones didácticas. **Enseñanza de las ciencias de la Tierra**, v.3, n..2, p.91-101, 1995.

DELOCHE, G.; SERON, X. Numerical transcoding: a general production model. In: DELOCHE, G.; SERON, X.; (EDS.) **Mathematical disabilities: a cognitive neuropsychological perspective**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1987, p.137-179.

DRIVER, R. **The pupil as scientist?** Milton Keynes: Open University Press, 1983.

_____. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 3-15, 1986.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p.109-120, 1988.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. **Studies in Science Education**, v. 5, n.1, p.61-84,1978.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, p. 84, p.287-312, 2000.

DUNLOP, J. How children observe the universe. **Publications of the Astronomical Society of Australia**, v. 17, n. 2, p. 194-206, 2000.

DUVAL, R. The cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. **Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education**, v. 1, n.2, p.1-16, 2002.

_____. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papirus, 2003. p.11-34.

_____. **Semiosis y pensamiento humano: registros Semióticos y aprendizajes Intelectuales**. Universidad del Valle: Peter Lang, 2004. p.11-34 p.

_____. **Semiósis e pensamento humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

ECO, U. **O signo**. Lisboa: Editorial Presença, LDA, 1985.

_____. **Tratado geral de Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 4ªed., 2003.

ELIA, I. et al. Relations between secondary pupils' conceptions about functions nad problem solving in different representations. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 5, p. 533-556, 2007.

FIDALGO, A.; GRADIM, A. **Manual de semiótica**. Portugal: UBI, 2005.

FREITAS, M.; DUARTE, M. C. Ensino de biologia: implicações da investigação sobre as concepções alternativas dos alunos. **Revista Internacional**, v. 3, n. 11/12, p. 125-137, 1990.

FREITAS, N. L. D.; FERREIRA, F. D. O.; HAASE, V. G. Linguagem e Matemática: estudo sobre relações entre habilidades cognitivas linguísticas e aritméticas. **Ciência e Cognição**, v.15, n.3, p.111-125, 2010.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas, a teoria na prática**. Porto Alegre: Artmed, 1995.

GEE, J. **Social Linguistics and literacies: Ideology in discourses**. [S.l.]: Routledge, 2008.

GIL PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 111-121, 1986.

GILBERT, J. K.; OSBORNE, R. J.; FENSHAM, P. J. Children's science and its consequences for teaching. **Science education**, v. 66, n. 4, p. 623-633, 1982.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F.. **Multiple representations in chemical education**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2009.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. D. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2ª. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GONZATTI, S. E. M. et al. Ensino de Astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 16, p. 27-43, 2013.

GREGERSEN, E. (Ed.). **The Inner Solar System: The Sun, Mercury, Venus, Earth, and Mars**. 1st. ed. [S.l.]: Britannica Educational Publishing, 2010.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HIEBERT, J.; CARPENTER, T. P. Learning and teaching in the understanding. In: GROUWS, D. A. **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. Reston, VA: National Council of, 1992. p. 65-97.

HORVATH, J. E. **O ABCD das Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008

_____. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, p. 4501, 2013.

HUDGINS, D. W. **Investigation of the effect of ranking tasks on student understanding of key astronomy topics**. 2005. Tese (Doutorado em Filosofia da educação matemática, ciências e tecnológica): UNIVERSITY OF SOUTH AFRICA, SOUTH AFRICA, 2005.

HUDGINS, D. W. et al. Effectiveness of collaborative ranking tasks on student understanding of key astronomy concepts. **Astronomy Education Review**, v. 5, n. 1, p. 1-22, 2006.

JAKOBSON, R. **Linguística e Comunicação**. São Paulo: Cultrix, 1959.

JOHANSEN, J. D. Prolegomena to a semiotic theory of text interpretation. **Semiotica**, p. 57(3/4): 225-288, 1985.

_____. **Dialogic Semiosis: an essay on signs and meaning**. Bloomington & Indianapolis: Indiana University Press, 1993.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. Campinas: Papirus, 1996.

KIKAS, E. Pupils' explanations of seasonal changes: Age differences and the influence of teaching. **British Journal of Educational Psychology**, v. 68, n. 4, p.505-516, 1998.

KOZMA, R. The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. **Learning and Instruction**, v. 13, p. 205-226, 2003.

KRESS, G. **Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication**. Routledge, 2010.

KRESS, G. et al. **Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom**. London: Continuum, 2001.

KÜÇÜKÖZER, H. The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon. **Physics Education**, v. 43(6), p. 632-636, 2008.

LABURÚ, C. E. Níveis de significados da aprendizagem científica do estudante: em direção à elaboração de um instrumento analítico inspirado em uma leitura peirceana. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v.4, n.1, p.192-222, 2014.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. D. O Laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência & Educação**, p. v.17, n.3, p.721-734, 2011a.

_____. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p.7-33, 2011b.

LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. D. F.; BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.1, p.7-24, 2013.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2004. 240f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência): Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

_____. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre as concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 373-399, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos em ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

_____. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

LEITE, C. **Os professores de ciências e suas formas de pensar astronomia**. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências): Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

_____. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 274f. Tese (Doutorado em Educação): Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LELLIOTT, A.; ROLLNICK, M. Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. **International Journal of Science Education**, v. 32, n.13, p.1771-1799, 2010.

LEMKE, J. L. Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions. In: **Conference on Science Education in Barcelona**. 1998a.

_____. Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J.; (EDS.), R. V. **Reading science**. London: Routledge, 1998b. p. 87-113.

LIMA, E. **A visão do professor de ciências sobre as estações do ano**. 2006. 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática): Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

LIMA, E.; TREVISAN, R. H. Representações dos professores de ciências do ensino fundamental sobre as estações do ano. In: V ENPEC, 2005, Bauru. **Atas do V**

ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2005, p. 1-10.

LINKE, R. D.; VENZ, M. I. Misconceptions in physical science among non-science background students. **Research in Science Education**, v. 8, n. 1, p. 183-193, 1978.

LONGHINI, M. D. (ORG.). **Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e práticas.** Campinas: Editora Átomo, 2014.

LOPES-SILVA, J. B. et al. Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. **Frontiers in Psychology**, v.5, Art.13, p.1-9, 2014.

LYONS, J. **Linguagem e linguística: uma introdução.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1987.

MANOVICH, L. **The Language of New Media.** Cambridge, MA: MIT Press, 2001.

MANT, J.; SUMMERS, M. Some primary-school teachers' understanding of the Earth's place in the universe. **Research Papers in Education**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 1993.

MARRONE JÚNIOR, J.; TREVISAN, R. T. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 547-574, 2009.

MCCLOSKEY, M. Cognitive mechanisms in numerical processing: evidence from acquired dyscalculia. **Cognition**, v.44, p.107-157, 1992.

MONSELL, S.; DOYLE, M. C.; HAGGARD, P. N. Effects of frequency on visual word recognition tasks: where are they? **Journal of Experimental Psychology**, v.118, n.1, p.43-71, 1989.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências.** Belo Horizonte: UFMG, 2000.

NAZE, Y.; FONTAINE, S. An astronomical survey conducted in Belgium. **Physics Education**, v. 49, n. 2, p. 151-163, 2014.

NIELSEN, W.; HOBAN, G. Designing a Digital Teaching Resource to Explain Phases of the Moon: A Case Study of Preservice Elementary Teachers Making a Slowmation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 52, n.9, p. 1207-1233, 2015.

- NOVAK, J. **Theory of Education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.
- NUTHALL, G. The way students learn: acquiring knowledge from an integrated science and social studies unit. **The elementary school journal**, v.99, n.4, p.303-341, 1999.
- OGDEN, C. K.; RICHARDS, I. A. **The meaning of meaning**. New York: HBJ Harcourt Brace Iovanovich Publishers, USA, 359p., 1989.
- OJALA, J. The third planet. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 2, p. 191–200, 1992.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico**. São Paulo: Editora Scipione, 1993.
- OLIVEIRA, M. K. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In: LA TAILLE, Y. D.; OLIVEIRA, M. K. D.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992. p. 23-34.
- OLIVEIRA, S. S. D. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar em Revista**, v. 26, p. 233-250, 2005.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999.
- OSBORNE, R. J.; WITTROCK, M. C. Learning science: a generative process. **Science Education**, v. 67, n.4, p. 489-508, 1983.
- PARKER, J.; HEYWOOD, D. The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 503–520, 1998.
- PATTERSON, N. D.; NORWOOD, K. S. A case study of teacher beliefs on students' beliefs about multiple representations. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n. 1, p. 5-23, 2004.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, 2005.

PEIRCE, C. S. **Collected Papers**. C. Hartshorne e P. Weiss. eds. (v.1-6) e A. W. Burks. ed. (v.7-8). Cambridge, MA: Harvard University Press. (Aqui referido como CP; os números das citações referem-se respectivamente aos volumes e aos parágrafos), 1931-58.

_____. On a new list of categories. **Proceedings of the american academy of arts and sciences**, p. Vol. 7, pp. 287-298, 1968.

_____. **Escritos Coligidos**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

_____. **The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings**/edited by the Peirce Edition Project. Bloomington and Indianapolis: Indiana university Press (Aqui referidas como EP seguido do volume), 1998.

_____. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

_____. **MS**: Online Archival Search Information of Harvard Library [S.I] - (Aqui referido como MS, os números indicam o volume, seguindo-se do ano e da sequência encontrada na página da web]. Disponível em: <oasis.lib.harvard.edu/oasis/deliver/deepLinkDigital?_collection=oasis&inoid=null&hi stno=null&uniqueId=hou02614>. Acesso em: 10 maio 2017.

PENN, G. Análise semiótica de imagens paradas. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagens e sons: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 319-342.

PLAZA, J. **Tradução Intersemiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2003.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A., HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a Scientific Conception: toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v.66, n.2, p.211-227, 1982.

POWER, R. J. D.; MARTELLO, M. F. D. The dictation os italian numerals. **Language and Cognitive Processes**, p. v.5:3, p.237-254, 1990.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. E. A. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

PRAIN, V.; HAND, B. Writing for learning in secondary science: rethinking practices. **Teaching & Teacher Education**, v.12, n.6, p.609-626, 1996.

PRAIN, V.; TYTLER, R. Learning through constructing representations in science: a framework of representational construction affordances. **International Journal of Science Education**, v.34, n.17, p. 2751-2773, 2012.

PRAIN, V.; TYTLER, R.; PATERSON, S. Multiple representation in learning about evaporation. **International Journal of Science Education**, v.31, n.6, p.787-808, 2009.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations os concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, p. v.28, n.15, p.1843-1866, 2006.

PRATHER, E. E. et al. Research on a lecture-tutorial approach to teaching introductory astronomy for non-science majors. **Astronomy Education Review**, v. 3, n. 2, p. 122-136, 2004.

PRATHER, E. E.; RUDOLPH, A. L.; BRISSENDEN, G. Teaching and learning astronomy in the 21st century. **Physics Today**, v.62, n.10, p. 41-47, 2009.

PRESMEG, N. Semiotics and the “connections” standard: Significance of semiotics for teachers of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v.61, n.1, p.163-182, 2006.

QUEIROZ, V. **A Astronomia presente nas séries iniciais do Ensino Fundamental das escolas municipais de Londrina**. 2008. 146f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática): Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

RADFORD, L.; EDWARDS, L.; ARZARELLO, F. Introduction: beyond words. **Educational Studies in Mathematics**, v. 70, p. 91-95, 2009.

ROALD, I.; MIKALSEN, O. Configuration and dynamics of the Earth-Sun-Moon system: An investigation into conceptions of deaf and hearing pupils. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 4, p. 423-440, 2001.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, volume 1: das origens à Grecia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

SADLER, P. M. Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 3, p. 265-296, 1998.

SANTAELLA, L. **Teoria geral dos signos - Semiose e autogeração**. São Paulo: Ática, 1995.

_____. **Produção de Linguagem e Ideologia**. São Paulo: Cortez, 1996.

_____. **Teoria Geral dos Signos: Como as linguagens significam as coisas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

_____. **Matrizes da Linguagem e Pensamento**. São Paulo: Iluminuras, 2005a.

_____. **Semiótica Aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005b.

SAUSSURE, F. D. **Curso de Linguística Geral**. 27ª ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

SCAIFE, M.; ROGERS, Y. external cognition: how do graphical representations work? **International journal of human-computer studies**, v. 45, n. 2, p. 185-213, 1996.

SCHOON, K. Students' alternative conceptions of Earth and space. **Journal of Geological Education**, v. 40, n. 3, p. 209–214, 1992.

SCOTT, P. H.; ASOKO, H. M.; DRIVER, R. H. Teaching for conceptual change: A review of strategies. **Connecting research in physics education with teacher education**, p. 71-78, 1991.

SIEGEL, M. More than words: the generative power os transmediation for learning. **Canadian Journal of education**, v.20, n.4, p.455-475, 1995.

SMITH III, J. P.; DiSESSA, A. A.; ROSCHELLE, J. Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. **The journal of the learning sciences**, v. 3, n.2, p. 115-163, 1993.

SMITH, H. A. A. Peirce's sign and mathematics education: an introduction. **The Philosophy of Mathematics Education Journal**, n.10, v.1, p.9-14, 1997.

SOBREIRA, P. H. A. Estações do Ano: concepções espontâneas, alternativas, modelos mentais e o problema da representação em livros didáticos de Geografia. In: LONGHINI, M. D. (Org.). **Educação em Astronomia: experiências e**

contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Editora Átomo, 2010, p.37-58.

SOLBES, J.; PALOMAR, R. Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1401, 2013.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva.** Tradução por Ana Maria Dalle Luche, Roberto Galman. 5ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SUHOR, C. Towards a semiotics-based curriculum. **Journal of Curriculum Studies**, v.16, n.3, p.247-257, 1984.

SUMMERS, M.; MANT, J. A survey of British primary school teachers' understanding of the Earth's place in the universe. **Educational Research**, v. 37, n. 1, p. 3–19, 1995.

SUTOPO, L.; WALDRIP, B. Impact of a representational approach on students' reasoning and conceptual understanding in learning mechanics. **International Journal of Science and Mathematics Education**, p. v.12, n.4, p.741-765, 2014.

TANG, K.-S.; DELGADO, C.; MOJE, E. B. An Integrative Framework for the Analysis of Multiple and Multimodal Representations for Meaning-Making in Science Education. **Science Education**, p. v. 98, n. 2, p. 305-326, 2014.

TANG, K.-S.; MOJE, E. B. Relating multimodal representations to the literacies of Science. **Research in Science Education**, v. 40, p. 81-85, 2010.

TESTA, I.; LECCIA, S.; PUDDU, E. Astronomy textbook images: do they really help students? **Physics Education**, v. 49, n. 3, p. 332, 2014.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.14, n.1, p.7-16, 1997.

TREVISAN SANZOVO, D.; LABURÚ, C. E. Uma Leitura Peirceana de níveis de significado de física na formação de professores de Ciências.. In: X ENPEC, 2015, Águas de Lindóia. **Atas do X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2015, p.1-8.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1111-1123, 2001a.

_____. A cross-college age study of science and nonscience students' conceptions of basic astronomy concepts in preservice training for high-school teachers. **Journal of Science Education and Technology**, v. 10, n. 2, p. 189-195, 2001b.

_____. Assessing students' basic astronomy conceptions from Junior High School through University. **Australian Science Teachers Journal**, v. 47, n. 1, p. 21, 2001c.

_____. Teaching future teachers basic astronomy concepts – seasonal changes – at a time of reform in science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n.9, p. 879-906, 2006.

TSAI, C.; CHANG, C. Lasting effects of instruction guided by the conflict map: Experimental study of learning about the causes of the seasons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 10, p. 1089-1111, 2005.

TYTLER, R.; PRAIN, V. Representation construction to support conceptual change. In VOSNIADOU, S. (Ed.). **Handbook of research on conceptual change**. New York: Routledge, 2013, p. 560-579.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, v.37,p.313-331, 2007.

UCAR, S.; TRUNDLE, K. C.; KRISSEK, L. Inquiry-based instruction with archived, online data: An intervention study with preservice teachers. **Research in Science Education**, v. 41, n. 2, p.261-282, 2011.

ULLMANN, S. **Semântica: uma introdução à ciência do significado**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1964.

VANOYE, F. **Usos da linguagem: problemas e técnicas na produção oral e escrita**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

VOLLI, U. **Manual de Semiótica**. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 2ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. **Research in Science Education**, v.40, n.1, p.65-80, 2010.

WALLACE, C. S.; HAND, B.; PRAIN, V. **Writing and learning in the science classroom**. Holanda, : Kluwer Academic Publishers: Science & Technology Education Library, 2004.

WALTHER-BENSE, E. **A teoria geral dos Signos**. São Paulo: Perspectiva. 2010.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. D. B. Os níveis de representação no ensino de Química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigões em Ensino de Ciências**, v.16, n.2, p.275-290, 2011.

WU, H.; PUNTAMBEKAR, S. Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 6, p. 754-767, 2012.

YORE, L. D.; HAND, B. Epilogue: Plotting a research agenda for multiple representations, multiple modality, and multimodal representation competency. **Research in Science Education**, p. 40, p.93-101, 2010.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre : Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ portador do RG.
nº. _____ declaro para os devidos fins e a quem possa interessar,
que concordo com a minha participação no Projeto de Pesquisa provisoriamente intitulado
**“Evolução de conceitos astronômicos em estudantes do nível superior por meio de uma
leitura dos interpretantes de Peirce”**, bem como autorizo o uso ético da publicação dos
relatos provenientes desse trabalho a ser pesquisado pelo doutorando Daniel Trevisan
Sanzovo, que garante meu anonimato, sob orientação do Professor Doutor Carlos Eduardo
Laburú, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
da Universidade Estadual de Londrina.

Jacarezinho, ____ de _____ de _____.

Assinatura do pesquisado

APÊNDICE 2

Teste Diagnóstico

Pesquisa Ensino de Astronomia

(Favor preencher a tinta esferográfica preta ou azul)

Nome: _____ Data: _____

Pesquisa básica:

1) Qual tipo de escola você frequentou durante o Ensino Fundamental?

Estadual Particular mistura das duas

(especificar): _____

2) Qual tipo de formação você teve no Ensino médio:

Estadual Particular mistura das duas

(especificar): _____

3) Você fez algum tipo de cursinho pré-vestibular?

Não Sim (qual e de onde?): _____

4) Você já teve contato com algum(ns) conteúdo(s) de Astronomia?

Não Sim [aonde e qual(is) conteúdo(s)]: _____

5) Você encontra dificuldades ao se deparar com a matemática?

Não Sim (quais dificuldades?): _____

6) Por quê você escolheu o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas?

Sobre Astronomia:

(Favor assinalar a resposta correta à tinta esferográfica preta ou azul)

7) A Terra possui movimento de translação e rotação?

- (a) não, nenhum dos dois;
 - (b) sim, somente em torno da Lua (translação) e não gira em torno de um eixo (rotação);
 - (c) sim, somente em torno do Sol (translação) e não gira em torno de um eixo (rotação);
 - (d) sim, em torno da Lua (translação) e gira em torno de um eixo (rotacional);
 - (e) sim, em torno do Sol e rotacional em torno de um eixo;
 - (f) outro (especifique): _____
-

8) A Lua possui movimento de translação e rotação?

- (a) não, nenhum dos dois;
 - (b) sim, somente em torno da Terra (translação) e não gira em torno de um eixo (rotação);
 - (c) sim, somente em torno de um eixo (rotação) e não em torno da Terra;
 - (d) sim, em torno da Terra (translação) e gira em torno de um eixo (rotacional);
 - (e) outro (especifique): _____
-

9) Se você respondeu que a Lua possui movimento de translação em torno da Terra, quanto tempo leva para ela dar uma volta completa em torno da Terra?

10) O que ocasionam as estações do ano na Terra?

11) Explique o que ocasiona os dias e as noites:

12) Quantas fases da Lua existem?

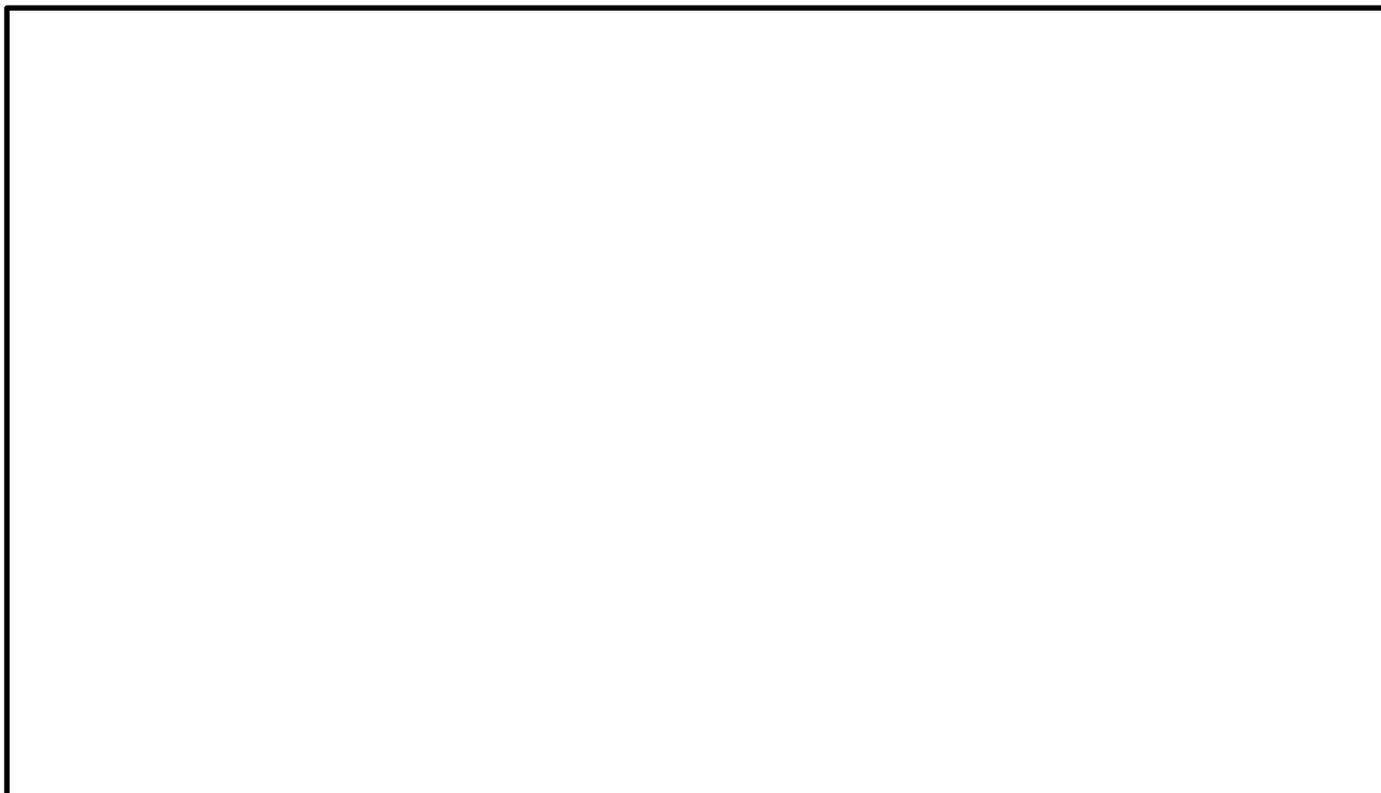
13) Explique o que ocasiona os eclipses.

DESENHOS (PODEM SER FEITOS À LAPIS)

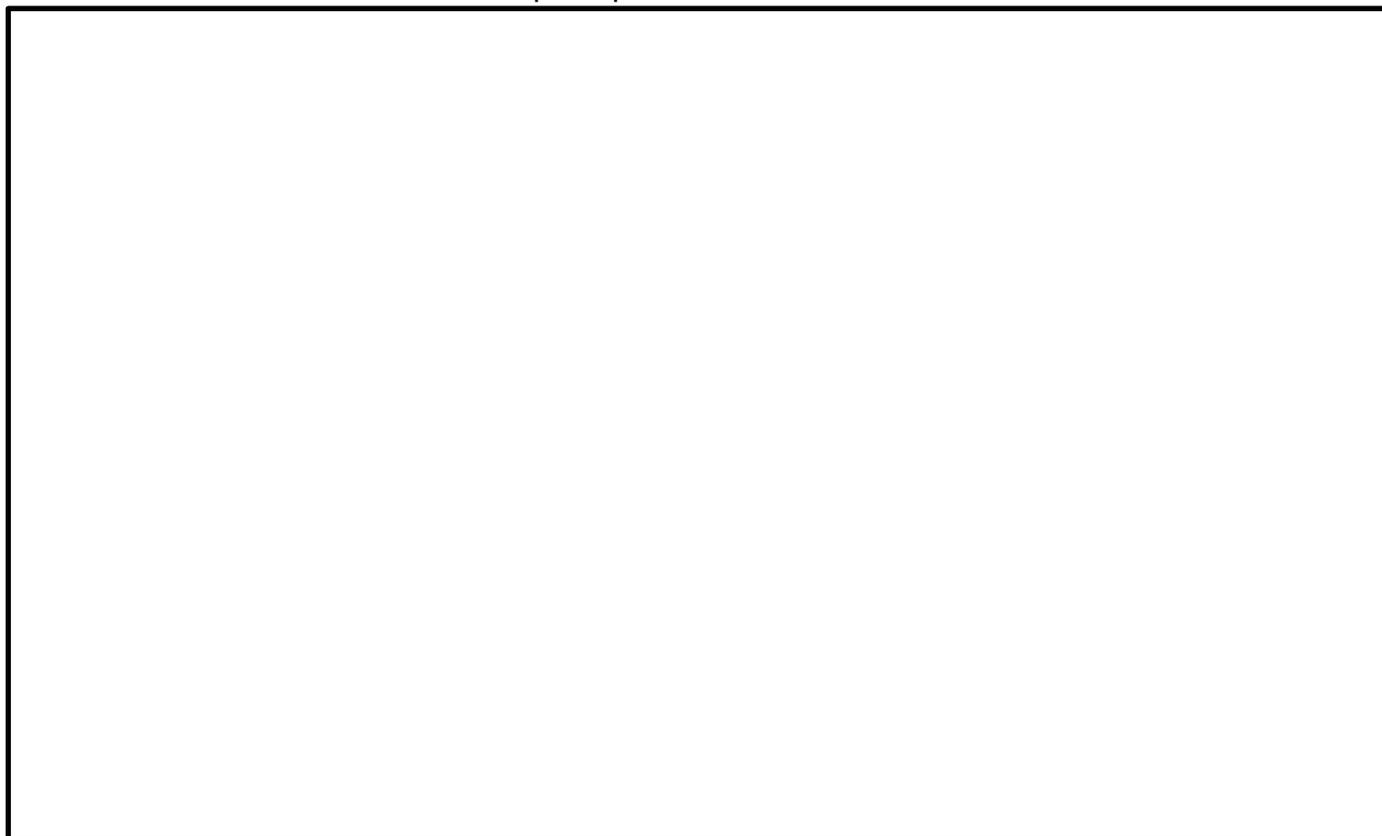
14) Se você respondeu que a Terra possui movimento de translação, desenhe abaixo esse movimento:



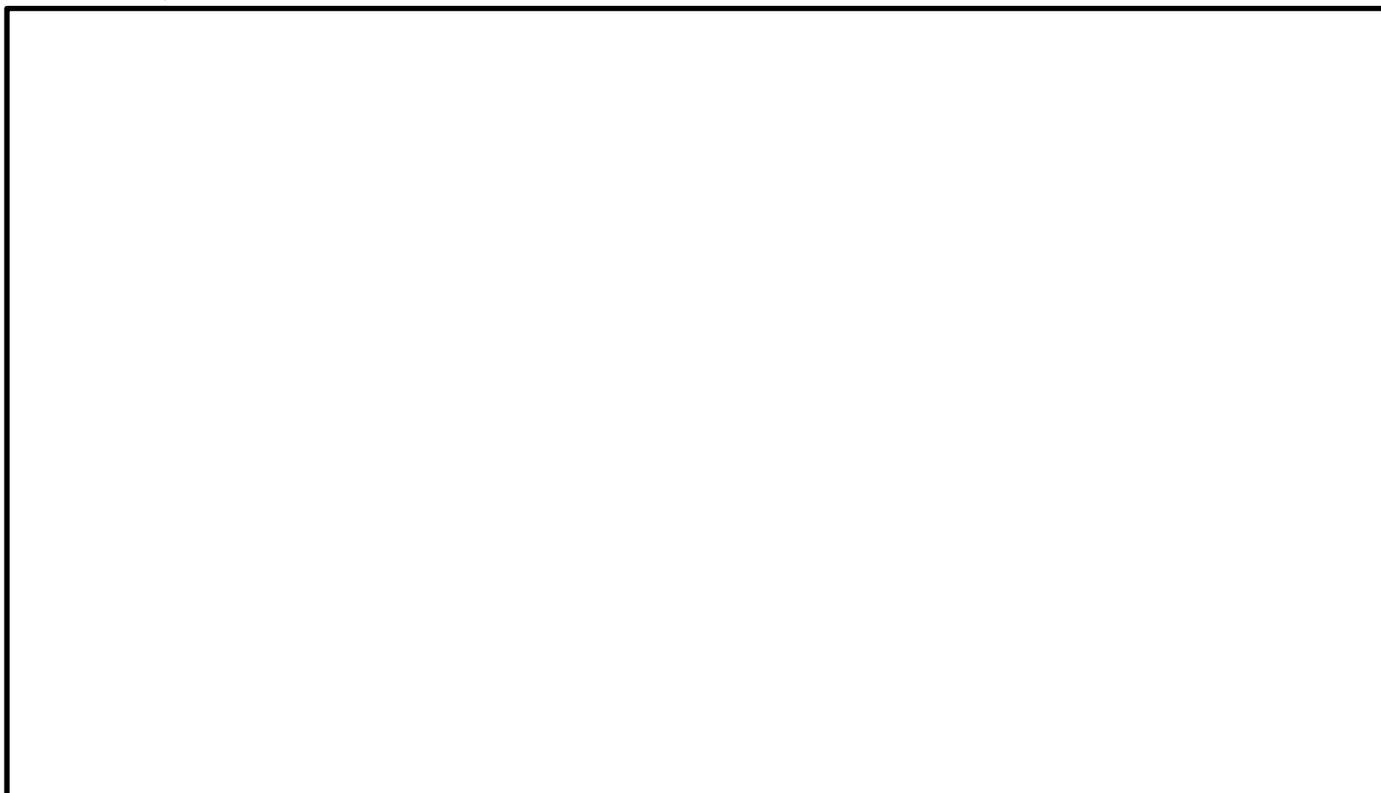
15) Faça um desenho mostrando as posições Terra e Sol que explique as estações do ano:



16) Faça um diagrama da localização do Sol, da Terra e da Lua indicando seus movimentos relativos de modo que fiquem evidente as fases da Lua:



17) Faça um desenho do Sistema Solar:



APÊNDICE 3

Teste Avaliativo

Questões sobre Astronomia Básica

(Favor preencher a tinta esferográfica preta ou azul)

Nome: _____ Data: _____

QUESTÕES

1) A Lua possui movimento de translação e rotação?

(a) não, nenhum dos dois;

(b) sim, somente em torno da Terra (translação) e não gira em torno de um eixo (rotação);

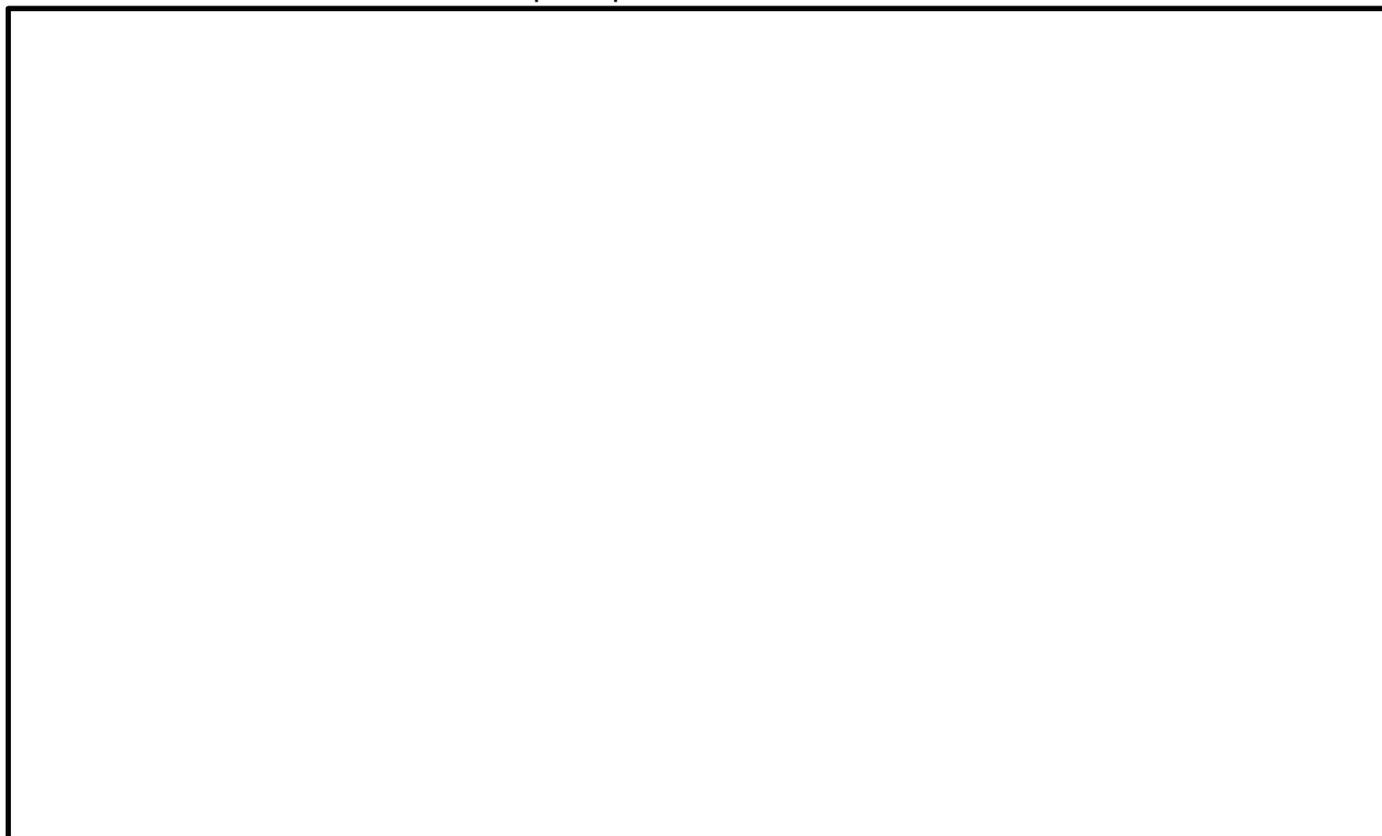
(c) sim, somente em torno de um eixo (rotação) e não em torno da Terra;

(d) sim, em torno da Terra (translação) e gira em torno de um eixo (rotacional);

(e) outro (especifique): _____

2) Se você respondeu que a Lua possui movimento de translação em torno da Terra, quanto tempo leva para ela dar uma volta completa em torno da Terra?

5) Faça um diagrama da localização do Sol, da Terra e da Lua indicando seus movimentos relativos de modo que fiquem evidente as fases da Lua:



6) Faça um desenho do Sistema Solar:

