

NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS POR ALUNOS DE ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO

Daniel Trevisan Sanzovo ¹
Carlos Eduardo Laburú ²

Resumo: O objetivo deste estudo é investigar os níveis interpretantes iniciais sobre as Estações do Ano apresentados por estudantes em uma disciplina de física de um curso de licenciatura em ciências biológicas de uma universidade estadual do sul do Brasil. O presente estudo, de cunho qualitativo, analisa representações verbais textuais e imagéticas acerca do referido fenômeno astronômico. Constatou-se que todos apresentaram níveis interpretantes equivalentes àquele anterior a qualquer instrução, centrando suas explicações desse conceito na variação da distância entre a Terra e o Sol e representações indeterminadas ou confusas. Outro importante resultado foi a ausência de uma concepção cientificamente correta sobre o assunto. Os dados do presente estudo estão em concordância com diversas pesquisas sobre a má formação docente, em termos de astronomia, de futuros professores de ciências, ao passo que ressaltam a importância tanto de uma reestruturação da formação inicial desses futuros docentes quanto da formação continuada dos profissionais em exercício.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Estações do Ano; Formação docente; Níveis Interpretantes.

NIVELES INTERPRETANTES PRESENTADOS POR ALUMNOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR SOBRE LAS ESTACIONES DEL AÑO

Resumen: El objetivo de este estudio es investigar los niveles interpretantes iniciales de las estaciones del año presentados por los alumnos en una disciplina de física del profesorado en ciencias biológicas en una universidad estatal en el sur de Brasil. Este estudio, de carácter cualitativo, analiza las representaciones verbales textuales e imágenes sobre dicho fenómeno astronómico. Se encontró que todos mostraron niveles interpretantes similares a los anteriores a cualquier instrucción, centrando su explicación de este concepto en el cambio de la distancia entre la Tierra y el Sol y en representaciones indeterminadas o confusas. Otro resultado importante fue la ausencia de una concepción científicamente correcta del tema. Los datos de este estudio están de acuerdo con varios estudios sobre la mala formación docente en temas de astronomía para los futuros profesores de ciencias, mientras que destacan la importancia tanto de una reestructuración de la formación inicial de estos futuros maestros como de la formación continuada de los profesionales en ejercicio.

Palabras clave: Educación en Astronomía; Estaciones del Año; Formación del Profesorado; Niveles Interpretantes.

INTERPRETANT LEVELS PRESENTED BY HIGHER EDUCATION STUDENTS ABOUT THE SEASONS

Abstract: The aim of this study is to investigate the initial interpretant levels of the seasons of the year presented by students in a physics discipline of undergraduate course of a biological sciences degree at a state university of the south of Brazil. This study is qualitative, it analyzes textual oral representations and

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina/ Docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus de Jacarezinho, CCHE. E-mail: <dsanzovo@uenp.edu.br>.

² Universidade Estadual de Londrina, CCE, Departamento de Física. E-mail: <laburu@uel.br>.

images about that astronomical phenomenon. It found that all students showed similar interpretant levels than those without any instruction, focusing their explanation of this concept in the variation of the distance between Earth and the Sun and indeterminate or confused representations. Another important result was the absence of a scientifically correct conception of the subject. The data from this study are in agreement with several studies on the weak training of science teachers in astronomy, and emphasizes the importance of both a re-structuration of the initial training of these future teachers, as well as the continuous teacher training of the working professional ones.

Keywords: Astronomy Education; Seasons of the year; Teacher Formation; Interpretant levels.

1 Introdução

Fundamentados no trabalho de Piaget acerca dos pensamentos das crianças a respeito do mundo, os pesquisadores educacionais no final da década de 70 do século passado começaram a ouvir com mais cuidado o que os aprendizes foram dizendo e fazendo em uma variedade de tarefas no assunto. Chegaram à conclusão de que estes alunos tinham ideias que competiam, muitas vezes de forma bastante eficaz, com os conceitos científicos apresentados em sala de aula. Em outras palavras, os estudantes não iam para as suas respectivas escolas como tábulas rasas e sim haviam desenvolvido concepções duráveis com poder explicativo, sendo estas, muitas vezes, inconsistentes com os conceitos matemáticos e científicos aceitos apresentados na instrução (SMITH; DISESSA; ROSCHELLE, 1993). Há o início, portanto, do denominado movimento das concepções alternativas (CACHAPUZ et al., 2011), uma das principais linhas de investigação da didática das ciências.

Com relação à Educação em Astronomia, estudos indicam um aumento no seu interesse, comprovado pelo crescente 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). Esse fato deve-se, primordialmente, a uma formação docente deficitária, em que os profissionais formados desconhecem, ou não têm consciência, das concepções alternativas usadas por eles e por seus alunos para explicar os fenômenos astronômicos (BISCH, 1998; CAMINO, 1995; MANOEL, 1995; LANGHI, 2004; LEITE, 2002; LIMA, 2006; TRUMPER, 2006).

Além disso, 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). Temos outros fatores, como por exemplo, a utilização de livros didáticos recheados de conceitos errôneos (AMARAL; OLIVEIRA, 2011; LANGHI; NARDI, 2007) o que prejudica de maneira definitiva o aprendizado, 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).³

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, tem como uma de suas origens fundamentais a formação docente inicial (LANGHI; NARDI, 2012). Em certos casos, considerados exceções no Brasil, os conteúdos ministrados pelos professores vão muito além do que a proposta pedagógica do município sugere, porém este fator se encontra diretamente relacionado à paixão do professor em relação à astronomia (QUEIROZ, 2008).

Uma questão capital para o professor na aprendizagem científica é a possibilidade de acompanhamento da produção e desenvolvimento dos significados que os estudantes vão adquirindo durante o processo de ensino, com o objetivo de direcioná-los e enquadrá-los ao conhecimento científico.

Diferenciando-se da corrente da mudança conceitual que se fundamenta na psicologia cognitiva (OSBORNE; WITTROCK, 1983) e na filosofia da ciência (POSNER et al., 1982), o presente estudo procura fundamentar a questão do significado no plano da semiótica peirceana (PEIRCE, 1980; 2005). Como consequência, a representação de um conceito passa a ser concebida como sendo uma interação de um signo, interpretação 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 feito *com a* representação através de um processo de semiose, isto é, de interpretação (TANG; MOJE, 2010).

O presente trabalho procura analisar os níveis interpretantes (LABURÚ, 2014) acerca das Estações do Ano apresentados pelos estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas (e, portanto, prováveis futuros professores de Ciências) antes de qualquer instrução formal sobre astronomia, isto é, seus significados iniciais acerca do assunto.

1.1 Sobre o fenômeno das Estações do Ano

Para se entender as Estações do Ano (EA) pelo referencial heliocêntrico, deve-se, primeiramente, olhar para as Leis de Kepler. O fato de as órbitas serem elípticas 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, op. cit.), 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. Se 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

³ Com relação a essa temática, ressaltam-se as diversas ações da comunidade da área voltadas para sua melhoria nas últimas décadas, como, por exemplo, obras de Rodolpho Caniato (e.g., CANIATO, 2007, 2011), gerados a partir de aplicações de oficinas para professores; 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 – EREAs (disponível em <<http://www.oba.org.br/site/>>, acesso realizado em 10 de outubro de 2016); estratégias alternativas e práticas aplicadas para o ensino de astronomia (LONGHINI, 2014); lúdico aplicado à astronomia (BRETONES, 2014), entre outras.

livros didáticos (e.g., AMARAL; De OLIVEIRA, 2011; BIZZO 1996; CANALLE et al., 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%.

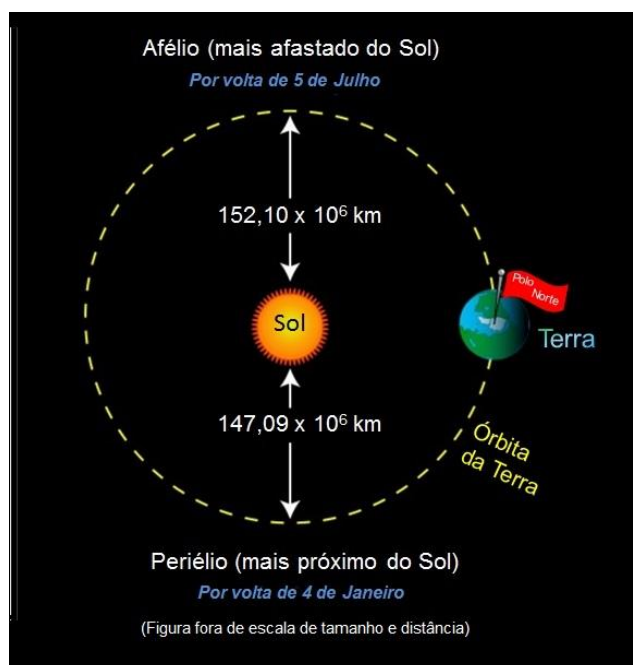


Figura 1 - Representação Imagética do Afélio e Periélio da Terra.
Fonte: (NASA, 2016).

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 eclíptica⁴ é inclinada em $23,5^\circ$ em relação ao Equador Celeste). Isso ocasiona uma diferença de aproximadamente 45% e 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 EA, e não a variação da distância entre a Terra e o Sol (Figura 2).

⁴ Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, o Sol aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada “Eclíptica” (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 36).

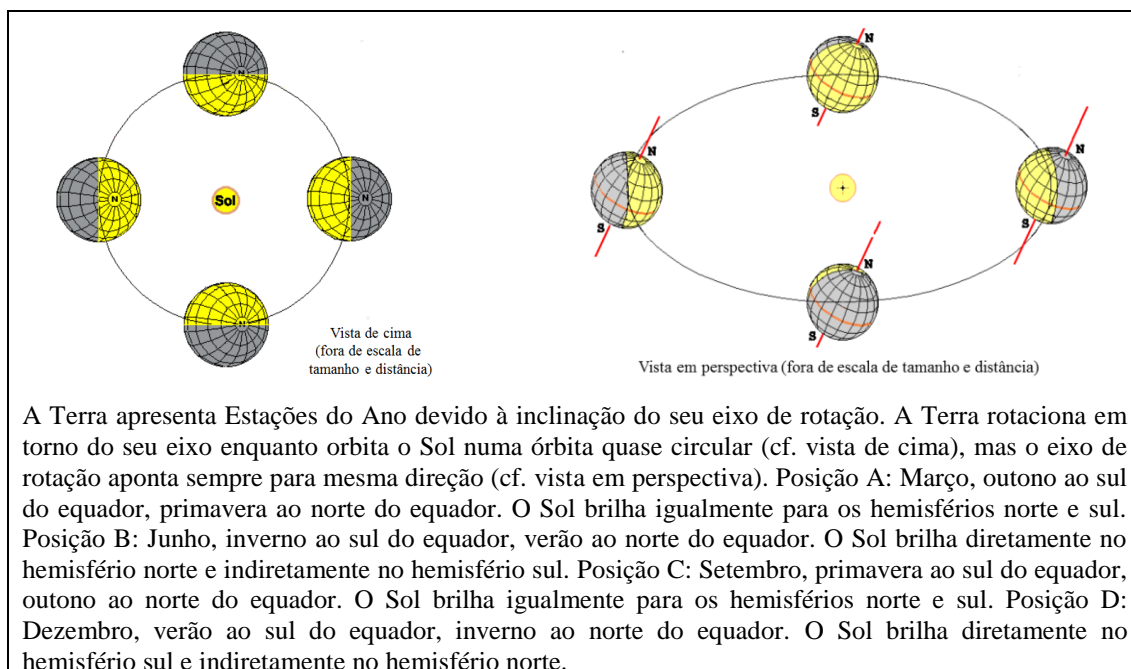


Figura 2 - Representação Imagética dos reais motivos das Estações do Ano na Terra
Fonte: Adaptado de (CDA, 1997).

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, 2004).

1.2 Alguns estudos sobre Concepções Alternativas sobre as Estações do Ano

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, 2001; DRIVER, 1988), pré-conceitos (NOVAK, 1977; ANDERSSON, 1986), erros conceituais (LINKE; VENZ, 1979), conceitos alternativos (GILBERT, 1982), conhecimentos prévios (POZO, 1998), concepções alternativas (DRIVER, 1983; DRIVER; EASLEY, 1978), entre outros.

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 prenunciar 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 em crianças quanto estudantes e professores (LANGHI; NARDI, 2012), mostrando-se promissora como referencial metodológico da área. Existem diversas revisões bibliográficas sobre

concepções alternativas no ensino de astronomia e, dentre elas, citamos os trabalhos de Langhi e Nardi (2012) e Lelliott e Rollnick (2010).

Langhi e Nardi (2012) elencam as principais concepções alternativas em astronomia. Com relação às EA, sua mais difundida concepção errônea é a famosa explicação dada através da distância Terra-Sol (DTS): de que as EA 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” (LANGHI; NARDI, 2012, p.101). Outras concepções encontradas pelos autores chamam a atenção, devido ao fato de poderem estar associado à explicação errônea da DTS ao conceito das estações, dentre elas (i) o Sol é uma bola de fogo; (ii) há apenas dois movimentos da Terra: rotação e translação; (iii) a órbita da Terra é muito excêntrica, assemelhando-se a uma elipse e não um círculo; (iv) o eixo de rotação da Terra é inclinado de $23,5^\circ$ em relação ao plano de sua órbita; e (v) 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., BAXTER, 1989; CAMINO, 1995; MANOEL, 1995; 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 EA 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, 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 EA 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" (MANOEL; MONTERO, 1995, p.99, tradução nossa).

Outro exemplo, em estudo realizado com 448 estudantes de duas escolas de duas regiões rurais de Israel, Trumper (2001a) constatou que 45% dos estudantes atribuíram o motivo das EA à DTS. Essa concepção ainda é encontrada em trabalhos mais recentes. Por exemplo, em estudo realizado em 113 estudantes do ensino médio da Espanha, Solbes (2013) mostrou que 30,1% dos pesquisados apresentaram a concepção DTS enquanto que, em estudo realizado na Bélgica que envolveu milhares de estudantes 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.

Em outra revisão bibliográfica sobre o tema, Lelliott e Rollnick (2010), analisando pesquisas realizadas entre os anos de 1974 e 2008, encontraram 27 estudos sobre concepções alternativas das EA. 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, 2010, p.1784) como explicação do motivo das EA.

No Brasil, em estudo realizado com estudantes e professores de vários conteúdos astronômicos, dentre eles as EA, Bisch (1998) apresenta o realismo ingênuo, o conhecimento conceitual feito de chavões 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 EA. Ostermann e Moreira (1999), por exemplo, entrevistaram professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental e a explicação DTS para as EA 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 EA como, por exemplo, a explicação dada para esse fenômeno devido à DTS.

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 EA à incidência dos raios solares na superfície da Terra mas não conseguem “ligar esse conceito com o seu sentido” (LIMA; TREVISAN, 2005, p.8), atribuindo sentidos equivocados cientificamente, gerando concepções alternativas que são lançadas aos seus alunos.

Nos últimos anos, pesquisas realizadas com possíveis futuros professores têm sido muito menos exploradas (TRUMPER, 2006) do que as executadas com alunos do ensino fundamental, 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.

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 EA, a explicação da DTS foi utilizada por 37% e 32% 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 acerca das EA e fases da Lua em 76 alunos universitários na Turquia. Para as EA, 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 EA).

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 EA, 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 EA 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).

1.3 Níveis Interpretantes da aprendizagem científica

Para Charles Sanders Peirce (1839-1914), filósofo, lógico, matemático, físico, astrônomo e químico norte americano, o signo é composto de uma relação triádica entre os seguintes correlatos: o *representamen*, aquilo que representa algo para alguém, o *objeto*, alguma coisa que o signo representa, e o *interpretante* (PEIRCE, 2005). O filósofo americano categorizou os objetos, devido sua qualidade dual, como Objeto Imediato, aquele que o signo representa, e Objeto Dinâmico do signo, sendo o objeto como ele realmente é (PEIRCE, 2005). O primeiro é o modo pelo qual o Objeto Dinâmico é sugerido, referido ou indicado pelo signo, isto é, seu recorte específico.

A imagem especular refletida por um espelho, por exemplo, é um signo, sendo aquilo que ele reflete seu Objeto Dinâmico. Como o espelho possui limites físicos do que é refletido, o seu enquadramento, isto é, o modo como o Objeto Dinâmico aparece naquele reflexo específico, é denominado Objeto Imediato daquele signo (SANTAELLA, 2005a). Com relação ao termo interpretante, ele designa algo que o signo, em sua função significativa, essencialmente determina em seu intérprete e, na ausência dele, “algo que seria determinado no intérprete, se ele existisse” (EP2, p.409)⁵, não devendo ser confundido, portanto, com os termos *intérprete* ou *interpretação*.

O semioticista estadunidense acrescenta uma terceira classificação com relação ao interpretante, classificando-o em termos das categorias de sua

⁵ Conforme convenção para estudos da obra de Peirce, EP indica *The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings*, seguido do volume (ver referências bibliográficas para mais detalhes).

fenomenologia, em Imediato (primeiridade), Dinâmico (secundidade) e Final (terceiridade). O Interpretante Imediato é uma propriedade objetiva do signo para significar e implica noção de potencial ainda não realizado, possibilidade de interpretação ainda em abstrato, aquilo que o signo está apto a produzir como efeito numa mente interpretante qualquer, isenta de mediação e análise, constituindo uma impressão total ainda não analisada que se espera que o signo possa produzir, sendo o interpretante tal como é revelado pela compreensão do próprio signo (CP 4.536; CP 8.314; CP 8.315)⁶.

O Interpretante Dinâmico é o efeito efetivamente produzido pelo signo na mente do intérprete (CP 4.536; CP 8.315; CP 8.343), e é ainda classificado em Emocional, quando o efeito se realiza como qualidade de sentimento, Energético, cujo efeito é da ordem de um esforço físico ou psicológico, e Lógico, que funciona como uma regra de interpretação (SANTAELLA, 2005a)⁷. Como último estágio, temos o interpretante Final, que seria o efeito semiótico pleno do signo, a norma ou a fronteira ideal e aproximável, mas inatingível, para a qual os interpretantes dinâmicos tendem a caminhar ao longo do tempo (CP 4.536).

Enxergando a linguagem científica como um enorme signo complexo, uma mescla de diversos outros signos formados por ideias, símbolos, conceitos, princípios, modelos, teorias, procedimentos, imagens, gráficos, entre outros, Laburú (2014) indica um instrumento analítico denominado níveis interpretantes para a investigação de significados científicos. Nessa perspectiva, é feita uma reformulação da tricotomia interpretante semiótica de Peirce, visando 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. Ressalta-se que o referido instrumento realiza uma leitura particular das ideias peirceanas, tentando manter a correspondência com as proposições de Peirce, mas afastando-se das ideias *stricto sensu* peirceanas, adequando-o para fins pedagógicos.

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 enquadramento ao conhecimento científico.

Com base na classificação dos interpretantes de Peirce adotada por Santaella (2004; 2005a; 2005b), em que a segunda tríade (emocional, energético e lógico) está inserida somente no interpretante dinâmico, obtemos cinco níveis de significado: Nível

⁶ 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.

⁷ A inserção da segunda tríade dos interpretantes (Emocional, Energético e Lógico) no interpretante Dinâmico ainda é alvo de discussões entre os estudiosos de Peirce e não faz parte dos objetivos do presente trabalho, que irá considerar a visão de Santaella (2004; 2005a; 2005b). Para mais detalhes sobre o assunto ver, por exemplo, Santaella (2004), Johansen (1985; 1993), Buczynska-Garewicz (1981) e Savan (1976).

Interpretante Imediato, Nível Interpretante Dinâmico Emocional, Nível Interpretante Dinâmico Energético, Nível Interpretante Dinâmico Lógico e Nível Interpretante Final.

O nível inicial é um primeiro resultado do ato de significação estabelecido por um aprendiz frente aos signos científicos, sendo denominado Nível Interpretante Imediato. Ele é equivalente ao significado anterior a qualquer ato de instrução, isto é, o efeito interpretante do estudante se manifesta em significados análogos aos anteriores a quaisquer atos educacionais de conteúdos específicos de astronomia, no caso, que permanece circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios, senso comum, aparente, intuitivo do aprendiz. A interpretação fica presa a denotações de primeira ordem, isto é, ao significado interno do signo.

Transpondo para o caso da Educação em Astronomia, temos, por exemplo, nesse nível, o uso de “chavões” (BISCH, 1998, p. 225) sobre concepções de astronomia de alunos e professores, que podem ser verbais, no caso de enunciados, e gráficos, no caso de imagens. Segundo o referido pesquisador, não há uma reflexão crítica pormenorizada do conceito em questão, isto é, equivale a 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 (BISCH, 1998). A explicação do motivo das EA com a utilização isolada do chavão “devido à inclinação da Terra”, que não faz nenhuma explicação do que se quer dizer com inclinação da Terra, serve como exemplo hipotético de chavão, pertencente ao primeiro nível de significado.

Chega-se ao Nível Interpretante Dinâmico ao apresentar um significado equivalente àquele que o signo provoca numa mente estimulada por interferências de ensino. Subdivide-se em Emocional, Energético e Lógico, sendo que a relevância relativa do significado de cada um desses três interpretantes mantém-se na dependência do tipo de conteúdo tratado. No presente nível, o processo de conotação símica é desencadeado e deslocado da denotação de primeira ordem em razão de novas significações que começam a se instaurar na mente por causa da circunstância instrucional.

Há, portanto, conotação de enésima ordem, pois o significado provém de enésimos sentidos assentes sobre a primeira denotação (ECO, 1985; PRESMEG, 2006; BARTHES, 1999), 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.

No Nível Interpretante Dinâmico Emocional o efeito interpretante apresenta qualidade de sentimento, sendo reconhecido quando os estudantes exibem significados hesitantes, presos à beleza e opiniões emocionais, ou ainda de caráter religioso, metafísico, místico ou mítico. Convém ressaltar, nesse ponto, que o referido efeito interpretante é aquele produzido pelo signo que está por detrás de um conteúdo científico específico, o que implica que ele precisa ser compreendido a partir do enquadramento do conteúdo específico em foco, em vez de genéricos estados de sentimento ou disposição psicológica, (emoção, afetividade, desejo, motivação, ansiedade, antipatia pelo professor, entre outros).

O Nível Interpretante Dinâmico Energético é o efeito devido a atos de interpretação, caracterizado por esforços musculares dos estudantes, isto é, comportamentos, atitudes, procedimentos, técnicas originadas do processo educacional,

traduzidos em signos emitidos através da ação, gestos, atos e expressões. É comum esse nível Interpretante se apresentar via emissão de signos expressivos visuais (ECO, 1985), os quais não têm a propósito direto de comunicar, pois costumam ser espontâneos, involuntários e intuitivos, visto escaparem à codificação consciente. Tais signos expressivos surgem de forma subliminar nas ações ou gestos existentes nos comportamentos, atitudes, procedimentos e técnicas. Entretanto, quando emitidos intencionalmente, se corretos ou incorretos, tornam-se signos comunicativos (ECO, 1985), visto terem sido produzidos artificialmente, no sentido de provocados por meio da instrução. Esse nível não foi verificado no presente estudo.

No seguinte nível o ato de significação é constituído 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, e é denominado Nível Interpretante Dinâmico Lógico. Opondo-se ao nível imediato, há produção de inferências e estabelecimento de consequências de premissas por parte do intérprete, conectando 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, 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. Com respeito à determinação precisa do significado, esta 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).

Como exemplo, um estudante pode construir uma representação verbal textual coerente sobre as EA partindo da premissa de que, com base nas Leis de Kepler, a Terra não se encontra a uma distância fixa em relação ao Sol. Como consequência, chega à conclusão (equivocada) de que recebemos muito mais radiação quando nosso planeta se encontra em seu periélio, ocasionando o verão, e muito menos radiação no afélio, produzindo o inverno, sendo primavera e outono nas posições intermediárias.

Pode ainda estabelecer conexões da mencionada representação com outros signos. Por exemplo, com sua experiência pessoal cotidiana sobre fontes de calor. Ou ao signo de uma representação imagética exageradamente excêntrica encontrada em um livro didático ou site que usou para estudar sobre o assunto. Ou ainda, utilizar uma representação verbal textual em conjunto com uma representação imagética, ambas cientificamente corretas, mas deixando de lado algum detalhe ou consideração que o faça não atingir o nível final.

Na prática, os três níveis interpretantes dinâmicos coexistem com predominância relativa entre si, estando suas supremacias 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).

Ressaltando-se tratar de uma leitura específica da teoria dos interpretantes peirceanos (LABURÚ, 2014), em que o último deles é idealizado e inatingível, o Nível Interpretante Final é alcançado quando é apresentado um significado idealizado pelo

professor e balizado pelos documentos oficiais da educação. O signo apreendido torna-se, agora, parte integrante de um conhecimento normatizado e o significado independe do intérprete, consistindo na maneira pela qual toda mente deveria pensar e agir em conformidade ao conhecimento oficial, opondo-se às concepções alternativas. Estas últimas não coincidem com o cientificamente aceito, e podem estar presentes em qualquer um dos níveis interpretantes anteriores.

Entretanto, no nível interpretante final, há mudança de hábito e conduta, desprendendo-se do aspecto denotativo e estabelecendo análises conotadas com foco no que está institucionalizado pelo signo. Este último estágio é caracterizado pela produção de inferências, avaliações, generalizações, seleções e comparações aplicáveis do efeito desejado. 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.

Portanto, a significação completa atingida no último nível interpretante de uma pessoa 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.

2 Metodologia

A presente pesquisa faz parte de um estudo maior, ainda em andamento, que pretende verificar a evolução dos significados das EA em termos dos níveis interpretantes, com o uso de uma Diversidade Representacional. O atual recorte pretende responder a questão de pesquisa de qual nível interpretante estudantes de Ciências Biológicas de uma universidade estadual do sul do Brasil, possíveis futuros professores de ciências, apresentam quando entram em sala de aula no início da disciplina de física, sendo realizada entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 durante a referida disciplina, que foi reformulada e contempla conteúdos específicos de astronomia desde 2010. De cunho qualitativo, propõe-se aqui, portanto, um levantamento desses níveis interpretantes acerca do fenômeno das EA.

Participaram da pesquisa 18 estudantes, chamando-os de E01 a E18, conforme ordem aleatória dos mesmos, para efeito de sigilo, que realizaram todas as atividades e concordaram em fazer parte da mesma, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido. Para o levantamento dos mencionados níveis, foi solicitado aos participantes que realizassem uma representação verbal textual respondendo à questão “o que ocasiona as Estações do Ano?” e que fizessem uma representação imagética envolvendo a Terra e o Sol que explicasse o referido fenômeno.

Além da referida análise, procurou-se investigar se a turma não estava “contaminada” com algum tipo de curso ou prática de astronomia, fugindo da realidade do contexto de formação inicial de futuros professores de ciências, através de um questionário de múltipla escolha, denominado teste diagnóstico, que levantou informações a respeito da formação escolar da amostra anterior à pesquisa.

3 Resultados e Discussões

Os estudantes participantes possuem um perfil socioeconômico que não diferencia muito do restante das instituições estaduais de ensino superior do Brasil⁸. 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)⁹ de 2014, obtendo faixa 4 no ENADE e faixa 3 do Conceito Preliminar de Curso.

Os resultados do teste diagnóstico mostram que, dentre os alunos pesquisados, 14 declararam ter algum tipo de dificuldade com matemática e 13 alegaram ter algum contato com conteúdo astronômico, variando desde documentários, filmes, livros, revistas, feira de ciências, à participação em olimpíadas de astronomia ou de monitoria em um planetário.

Com relação aos níveis de significado, todos apresentaram estar estagnados no Nível Interpretante Imediato, sendo equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional sobre as EA. 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. Podemos classificar os interpretantes imediatos apresentados basicamente em três tipos: (i) concepções DTS; (ii) uso de chavões; e (iii) representações confusas.

3.1 Tipo I: Concepções DTS

A concepção alternativa mais difundida entre pesquisas sobre as EA é a explicação desse fenômeno através da DTS (LELLIOTT; ROLLNICK, 2010). No presente estudo, 8 estudantes apresentaram essa concepção. E05 por exemplo além da explicação das EA através da DTS, apresenta uma representação imagética que mostra as quatro estações ocorrendo em meia translação da órbita da Terra em torno do Sol:

E05: “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”.

⁸ Fonte: <<http://enadeies.inep.gov.br/enadeIes/enadeResultado/>>, acesso realizado em 27/08/2016.

⁹ idem nota anterior.

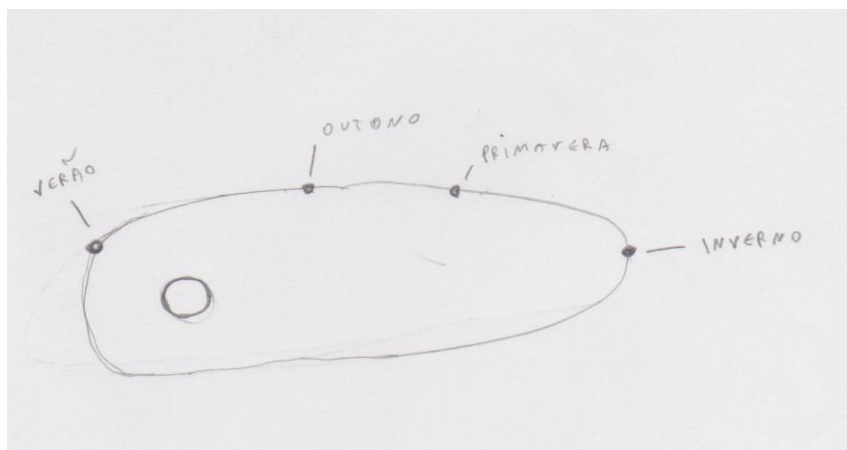


Figura 3 - Representação imagética de E05 das Estações do Ano.

Outra concepção apresentada que explica as EA através da DTS, mas ao longo de uma translação completa, foi apresentado por E01, E07, E10, E15 e E17, conforme exemplificado abaixo.

E15: “A translação, uma volta completa em torno do Sol; duração de 365 dias”.

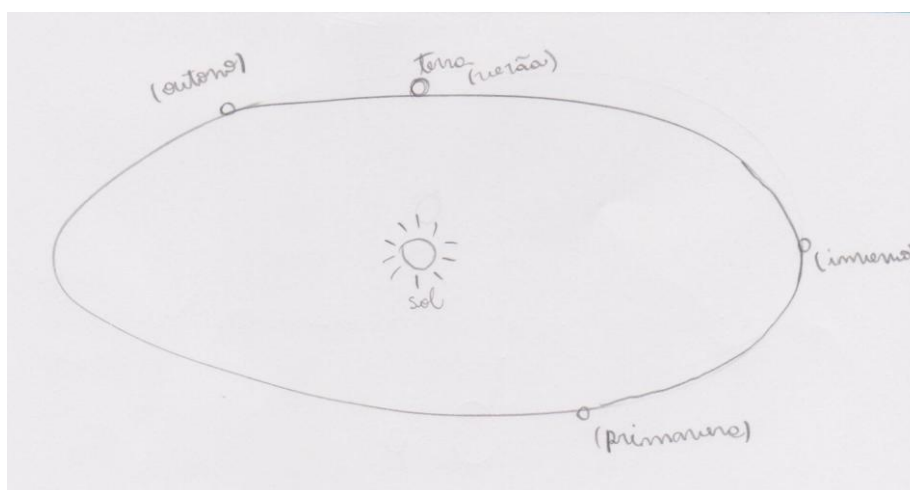


Figura 4 - Representação imagética de E15 das Estações do Ano.

Conforme pode ser percebido, E15 explica as EA através da DTS, em que a órbita da Terra em torno do Sol mostra-se muito excêntrica, denominando “verão” um ponto mais próximo e “inverno” um ponto mais afastado, enquanto que em dois pontos intermediários “primavera” e “outono”.

Outro tipo de explicação dada foi exposta por E02 e E11, que explanaram as EA devido à DTS, mas sem identificá-las ao longo de uma translação completa, apenas mencionando que as estações “mais quentes” acontecem quando a Terra se encontra mais próxima do Sol e as “mais frias” quando nosso planeta se localiza mais afastado:

E11: “A distância da terra em relação ao sol (sic)”.

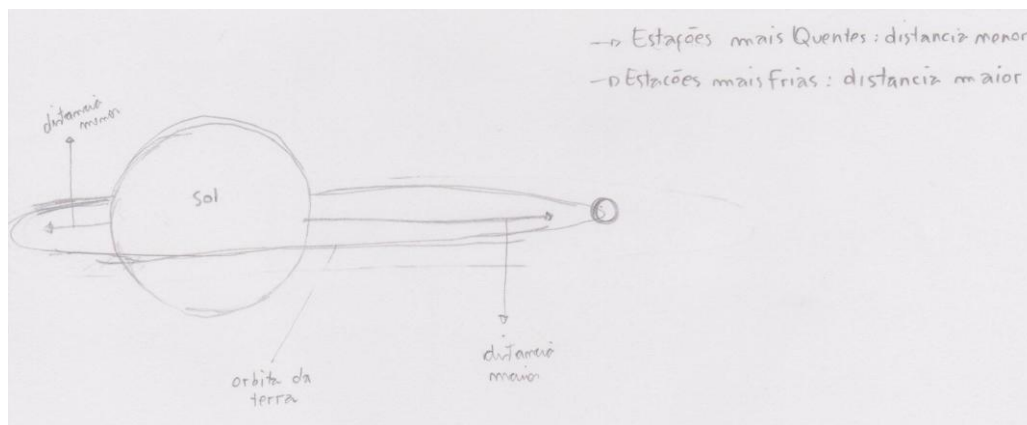


Figura 5 - Representação imagética de E11 das Estações do Ano.

Por sua vez, E06 explica as EA através da DTS, mas apresenta uma representação imagética com a órbita da Terra fragmentada em torno do Sol, não explicitando uma translação completa:

E06: “A posição da Terra perante ao (sic) Sol, 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”.

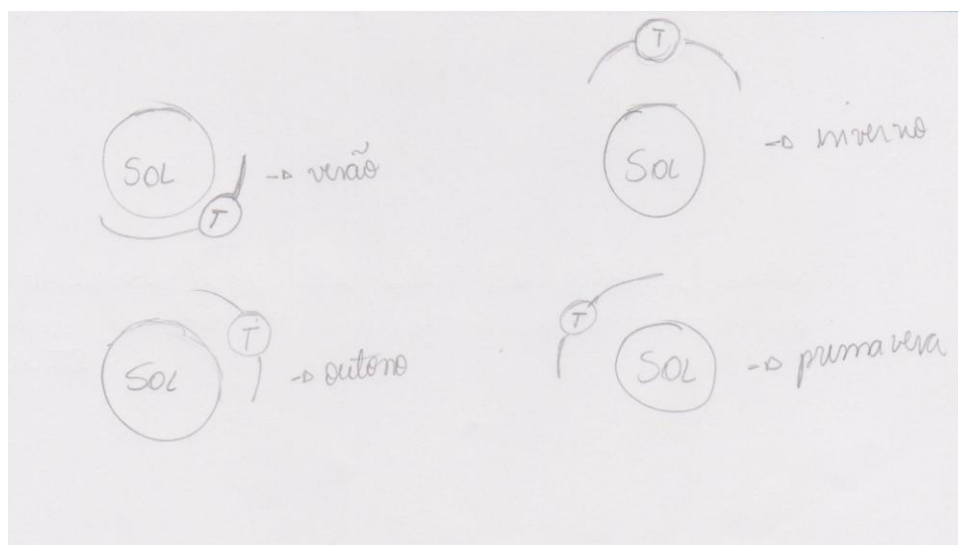


Figura 6 - Representação imagética de E06 das Estações do Ano.

3.2 Tipo II: Uso de Chavões

Um dos resultados do estudo de Bisch (1998) sobre concepções de astronomia de alunos e professores foi a explicação de conceitos utilizando-se de respostas padronizadas, memorizadas e vazias. Ou seja, respostas repetidas ‘por quem aprendeu’ sempre da mesma forma, o que ele acabou denominando de “chavões” (BISCH, 1998, p. 225). Eles podem ser chavões verbais, no caso de enunciados, ou gráficos, no caso de imagens. E04, E08 e E16 apresentaram esses chavões na explicação das EA, sendo denominados do Tipo II, que pode ser exemplificado no caso de E16.

E16: “O distanciamento do Sol e da Terra, em eventos conhecidos como solstício e equinócio”;

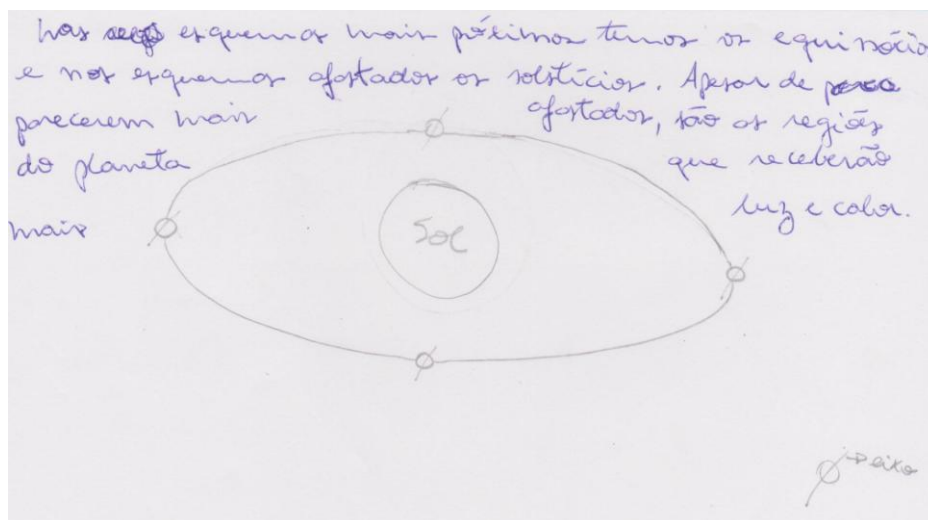


Figura 7 - Representação imagética de E16 das Estações do Ano.

Percebe-se que E16 menciona o distanciamento da Terra em relação ao Sol, mas apresenta, em sua representação imagética, um exemplo típico de chavão imagético da inclinação do eixo de rotação da Terra, que provavelmente viu em algum material e reproduz mecanicamente sem a menor reflexão sobre o que isso teria a ver com as EA na Terra.

3.3 Tipo III: Representações Confusas

Além das explicações acima mencionadas, E03, E09, E12, E13, E14 e E18 apresentaram concepções confusas, claramente equivalentes ao significado anterior a qualquer ato de instrução, permanecendo estagnadas ao primeiro nível interpretante, sendo classificadas como Tipo III. E09, por exemplo, confunde os movimentos de rotação e translação:

E09: “O fato da terra (sic) realizar movimento de Rotação ao redor do Sol”.

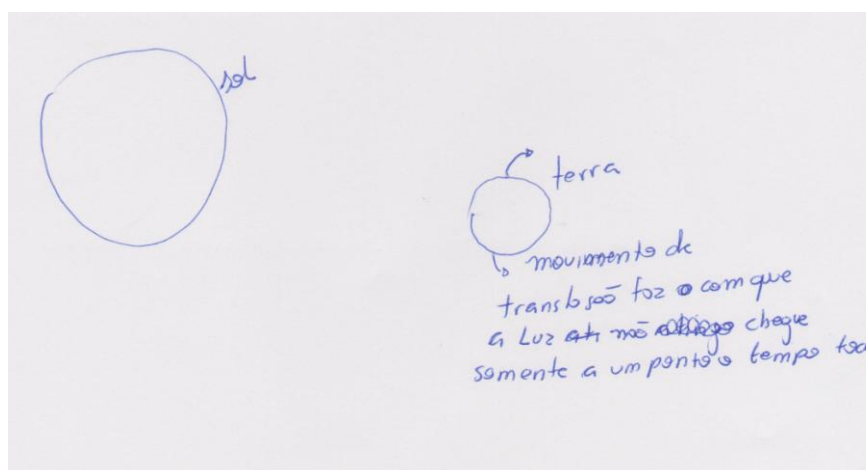


Figura 8 - Representação imagética de E09 das Estações do Ano.

Por sua vez E13 menciona tanto a distância Terra-Sol quanto a da Terra com relação à Lua para explicar as EA:

E13: “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)”.

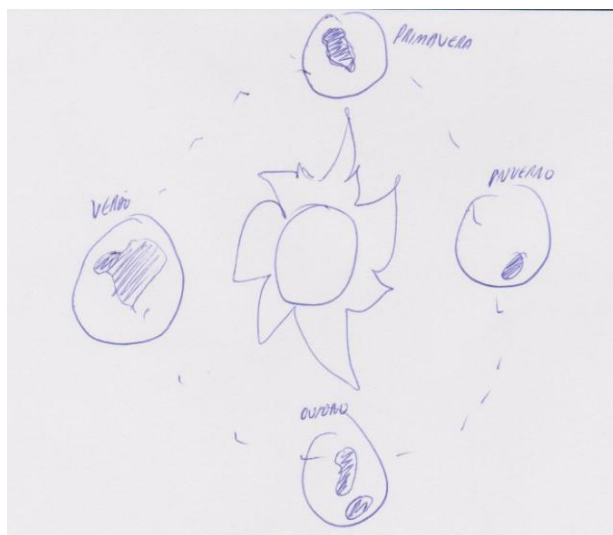


Figura 9 - Representação imagética de E13 das Estações do Ano.

4 Considerações Finais

O presente trabalho é um recorte de uma pesquisa mais abrangente, ainda em andamento, que procura investigar a significação efetiva de conceitos astronômicos com uso de uma Diversidade Representacional, em oposição a uma aprendizagem mecanicista, para que o aprendiz construa conteúdos conceituais, procedimentos e valores a respeitar envolvidos com esses conteúdos (ZABALA, 1998). Procurou-se responder à questão de pesquisa de qual nível interpretante, sobre as EA, estudantes de nível superior de um curso específico em licenciatura de ciências biológicas, prováveis futuros professores de ciências, apresentam ao entrarem em sala de aula.

Todos os alunos demonstraram estar estagnados ao primeiro nível interpretante em relação ao significado das EA. A grande maioria dos participantes do presente estudo utilizou a concepção alternativa mais difundida para a explicação das EA, valendo-se da DTS para explicarem o referido fenômeno. Assim como encontrado por Pedrochi e Neves (2005), em pesquisa realizada em estudantes universitários abordando vários temas astronômicos, alguns aprendizes apresentaram chavões (BISCH, 1998), isto é, respostas mecânicas padronizadas, memorizadas e vazias, repetidas ‘por quem aprendeu’ sempre da mesma forma, 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.

Uma constatação interessante é que, apesar de 72,2% dos estudantes terem declarado que já tiveram contato com algum conteúdo de astronomia, variando desde conteúdos vistos nos ensinos fundamental e médio, documentários, filmes, livros,

revistas, participação em olimpíadas de astronomia a ter trabalhado como monitor de um planetário, não expressaram nenhuma concepção correta sobre o fenômeno das Estações do Ano.

Uma implicação do atual trabalho é com relação ao despreparo da formação de futuros professores com relação aos conteúdos astronômicos como as EA. Poucos cursos de formação inicial fornecem aos futuros professores disciplinas que abordam astronomia (BRETONES, 1999). A formação (inicial e continuada) do professor do curso envolvido na atual pesquisa com relação a conteúdos de astronomia e astrofísica proporcionou ao referido docente incorporá-los à ementa da disciplina. Se os alunos do presente estudo não estivessem inseridos nesse contexto, os dados indicam que esses futuros profissionais provavelmente não teriam base alguma para ensinar conteúdos sobre as EA e provavelmente, demais temas astronômicos. Isso reforça ainda mais a importância de uma reformulação da formação inicial docente com relação aos conteúdos de astronomia e ressalta a importância da formação continuada (IACHEL, 2013) de professores de ciências em atuação pelo país.

Agradecimentos

O segundo autor agradece ao CNPq (CNPq - processo 302281/2015-0).

Referências

- AMARAL, P.; 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.
- ANDERSSON, B. The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. **European Journal of Science Education**, v. 8, p. 155-171, 1986.
- ATWOOD, R.; ATWOOD, V. Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of the seasons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 5, p. 553-563, 1996.
- BARTHES, R. **Mitologias**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- BATISTA, I. L. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência e 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.
- BISARD, W.; ARON, R.; FRANCEK, M.; NELSON, B. Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university preservice teachers. **Journal of College Science Teaching**, v. 24, 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. 121, v. 21, p. 26-35. 1996.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1998. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas, 1999.

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

BUCZYNSKA-GAREWICZ, H. The interpretant and a system of signs. **Ars Semeiotica**, v. 4, n. 2, p. 187-200, 1981.

CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. 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: Átomo, 2007.

CANIATO, R. **O céu**. Campinas: Átomo, 2011.

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

CENTRO DE DIVULGAÇÃO DA ASTRONOMIA (CDA). Universidade de São Paulo (USP). **Análises e propostas para o ensino da Astronomia**. 1997. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93>>. Acesso em: 07 out. 2016.

MANOEL, J. ¿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.

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.

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

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

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, 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, p. 61-84, 1978.

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

ECO, H. **O signo**. Lisboa: Editorial Presença, 1985.

EPSTEIN, I. **O signo**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2002.

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.

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

GILBERT, J. K. Children's science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, p. 623-633, 1982.

GONZATTI, S. E. M.; MAMAN, A. S.; BORRAGINI, E. F.; KERBER, J. C; HAETINGER, W. Ensino de Astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 16. p. 27-43, 2013.

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

IACHEL, G. **Os caminhos da formação de professores e da pesquisa em ensino de astronomia**. 2013. 201f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) - UNESP, Bauru, 2013.

JOHANSEN, J. D. **Dialogic Semiosis: an essay on signs and meaning**. Bloomington & Indianapolis: Indiana University, 1993.

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

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

KÜÇÜKÖZER, H. The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon. **Physics Education**, v. 43, n. 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. 192-221, 2014.

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

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

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.

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.

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

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.

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

LIMA, E.; TREVISAN, R. H. Representações dos professores de ciências do ensino fundamental sobre as estações do ano. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA (ENPEC), 5., Bauru: 2005. **Atas...** Bauru: 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. 9, p. 103-109, 1979.

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

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.

NASA. Nasa Space Place. **What causes the seasons?**. Disponível em: <http://spaceplace.nasa.gov/seasons/en>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

NOVAK, J. **Theory of education**. Ithaca: Cornell University, 1977.

OJALA, J. The third planet. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 1992.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed.. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

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

ORSTEMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: 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.

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. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 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. (Aqui referido como CP; os números das citações referem-se respectivamente aos volumes e aos parágrafos), 1931-58.

PEIRCE, C. S. **Escritos Coligidos**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

PEIRCE, C. S. **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.

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.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

PRESMEG, N. Semiotics and the “connections” standard: significance of semiotics for teacher of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, p. 163-182, 2006.

QUEIROZ, V. **A Astronomia presente nas séries iniciais do Ensino Fundamental das escolas municipais de Londrina**. 146f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática): Universidade Estadual de Londrina. 2008.

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.

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. **Matrizes da Linguagem e Pensamento**. São Paulo: Iluminuras, 2005a.
- SANTAELLA, L. **Semiótica Aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005b.
- SANTAELLA, L. **Teoria Geral dos Signos: Como as linguagens significam as coisas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- SAVAN, D. **An introduction to C. S. Peirce's full system of semiotic**. Toronto: Victoria College of the University of Toronto (Monograph Series of the Toronto Semiotic Circle, 1). 1976.
- SCHOON, K. Students' alternative conceptions of Earth and space. **Journal of Geological Education**, v.40, p.209-214, 1992.
- SMITH, 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.
- 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.
- 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.
- 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 dos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p.7-16, 1997.
- 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.
- TRUMPER, R. A cross-age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **Research in Science and Technological Education**, v. 19, n. 1, p.97-109, 2001b.
- TRUMPER, R. Assessing students' basic astronomy conceptions from junior high school through university. **Australian Science Teachers Journal**, v. 41, p. 21-31, 2001c.
- TRUMPER, R. 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.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Artigo recebido em 02/09/2016.

Aceito em 23/11/2016.