

VISUALIZAÇÃO E UMA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO

*Adriano Luiz Fagundes*¹
*Tatiana da Silva*²
*Marta Feijó Barroso*³

Resumo: Neste trabalho são investigadas as concepções prévias sobre as estações do ano apresentadas por 961 alunos de uma disciplina de introdução à Física do ensino superior. São analisadas 3 questões de um pré-teste que foi aplicado em 8 semestres seguidos entre 2013 e 2016. A partir de uma perspectiva teórica que busca entender o papel da visualização no Ensino de Ciências, busca-se analisar a maneira como os alunos associam (ou não) o modelo orbital adotado e as suas respectivas explicações para as estações do ano. O instrumento de coleta de dados utilizado permite que sejam encontrados indicativos sobre essa associação. Os resultados indicam que a maioria dos estudantes tem uma visão equivocada sobre a forma do movimento orbital da Terra, o que associado às suas justificativas para a existência das estações se torna inconsistente. Um grupo muito pequeno deste universo, 55 (6%) alunos, consegue apresentar uma explicação coerente em termos dessa mudança de perspectiva.

Palavras-chave: Visualização; Estações do ano; Órbita da Terra; Ensino de Ciências; Concepções prévias; Representações visuais.

VISUALIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS CONCEPCIONES PREVIAS DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA SUPERIOR SOBRE LAS ESTACIONES DEL AÑO

Resumen: En este trabajo se investigan las concepciones previas sobre las estaciones del año presentadas por 961 alumnos de una disciplina de introducción a la Física de la enseñanza superior. Se analizan 3 cuestiones de un pre-test que se aplicó en 8 semestres seguidos entre 2013 y 2016. A partir de una perspectiva teórica que busca entender el papel de la visualización en la Enseñanza de Ciencias, se busca analizar la manera como los alumnos asocian (o no) el modelo orbital adoptado y sus respectivas explicaciones para las estaciones del año. El instrumento de recolección de datos utilizado permite que se encuentren indicaciones sobre esa asociación. Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes tienen una visión equivocada sobre la forma del movimiento orbital de la Tierra, lo que asociado a sus justificaciones para la existencia de las estaciones se vuelve inconsistente. Un grupo muy pequeño de este universo, 55 (6%) alumnos, logra presentar una explicación coherente en términos de ese cambio de perspectiva.

Palabras clave: Visualización; Estaciones del año; Órbita de la Tierra; Enseñanza de las Ciencias; Concepciones previas; Representaciones visuales.

VISUALIZATION AND AN EVALUATION OF UNDERGRADUATE STUDENTS' PRECONCEPTIONS ABOUT SEASONS

Abstract: This work investigates the preconceptions about the seasons presented by 961 undergraduate students in a discipline of introduction to Physics. We analyze 3 questions of a pretest that was applied in

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: adrianoitajuba@gmail.com.

² Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: tatiana.silva@ufsc.br.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: marta@if.ufrj.br.

8 consecutive semesters between 2013 and 2016. From a theoretical perspective that seeks to understand the role of visualization in Science Education, we seek to analyze the way students associate (or not) the orbital model adopted and their respective explanations for the seasons. The data collection instrument used allows to find the indications of this association. The results indicate that most students have a misconception about the shape of the Earth's orbital motion, which, coupled with their justification for the existence of the seasons, becomes inconsistent. A very small group of this universe, 55 (6%) students, can present a coherent explanation in terms of this change of perspective.

Keywords: Visualization; Seasons; Earth's orbit; Science Education; Previous conceptions; Visual representations.

1 Introdução

A visão consiste num dos meios pelos quais coletamos informações e percebemos o “mundo” exterior. No entanto, nem sempre tudo aquilo que “internalizamos” através desse sentido nas nossas experiências cotidianas é suficiente para que os fenômenos estudados pelas ciências sejam devidamente compreendidos.

Pode-se inicialmente encontrar respostas para essa constatação na Psicologia Cognitiva onde há um consenso de que através dos sentidos as pessoas criam representações mentais (internas) acerca do mundo exterior (CHANDLER; SWELLER, 1991; CLARK; PAIVIO, 1991; MAYER, 2005; SWELLER, 2008).

Da teoria do conhecimento (HESSEN, 2000), é possível assumir a partir de uma perspectiva realista crítica que os objetos dos quais as ciências se ocupam não são exatamente aqueles da realidade concreta, os quais são observados e percebidos diariamente. Mas, objetos idealizados e que respeitam certos contextos de validade (MEDEIROS; MEDEIROS, 2001). Sendo assim, a compreensão das ciências não é decorrente simplesmente do ato de internalizar informações exteriores, mas internalizar e interpretar corretamente aquelas que são pertinentes para a compreensão dos modelos científicos. Nesse caminho, geralmente elaboramos modelos didáticos mais simplificados e idealizados também chamados de modelos curriculares (GILBERT, 2008) que têm o intuito de fornecer, dentre outros objetivos, auxílio à visualização.

Mas afinal, o que é visualização? Essa palavra vem sendo utilizada com uma pluralidade de significados nas pesquisas na área de Ensino de Ciências (GILBERT, 2008; VAVRA *et al.*, 2011), por isso é relevante apontar a definição que será utilizada neste trabalho. Gilbert (2008) apresenta duas convenções onde o termo é usado como um verbo (ato de visualizar mentalmente alguma coisa) ou como um substantivo (objeto concreto). Adota-se neste trabalho a visualização como um verbo, uma ação que é entendida como a interpretação de imagens mentais.

O ensino de Astronomia é um contexto particularmente interessante, pois apesar de ser uma área da ciência fortemente observacional, diversos autores enfatizam a importância da utilização de recursos visuais para auxiliar na interpretação dos fenômenos (KRINER, 2004; SCARINCI; PACCA, 2006).

Ocorre que nesse domínio, as escalas de tamanho e distância são extremamente grandes e torna-se difícil para um observador situado na superfície da Terra compreender o que de fato está acontecendo no céu. Não obstante, as observações do nosso referencial foram a base para explicações equivocadas sobre a natureza do cosmos que prevaleceram por centenas de anos. Além disso, as escalas de tempo

também são geralmente muito maiores do que a de outros fenômenos do nosso cotidiano. Não sendo possível, por exemplo, observar um ciclo completo de fases lunares em uma semana.

As grandes dimensões envolvidas geram um problema de extrema relevância para os processos de ensino e de aprendizagem de Astronomia. Muitos trabalhos relatam as dificuldades de professores e alunos em explicar os fenômenos mais básicos como as estações do ano, as fases da Lua, as marés, os eclipses solares e lunares, entre outros (AGUIAR; BARONI; FARINA, 2009; CANALLE, 2003; GOMIDE; LONGHINI, 2017; KRINER, 2004; PINTO; FONSECA; VIANA, 2007; SCARINCI; PACCA, 2006). Em muitos casos, esses resultados são associados à falta de habilidade de abstração dos indivíduos e/ou à dificuldades de mudança de perspectiva.

As dificuldades de integração de diferentes pontos de vista resultam, muitas vezes, numa compreensão fragmentada da maior parte dos tópicos estudados pelos alunos. Gomide e Longhini (2017) identificam, por exemplo, as dificuldades de alunos do ensino fundamental em transitar entre distintos referenciais para explicar a existência dos dias e das noites.

O presente trabalho faz parte de uma investigação mais ampla onde recursos visuais são avaliados enquanto mediadores do ensino de Astronomia. Neste contexto, a análise dos conhecimentos prévios dos estudantes e das suas dificuldades de visualização antes da interação com os recursos visuais é uma tarefa pertinente e que configura como uma parte componente da pesquisa.

Neste recorte, busca-se identificar as concepções prévias dos alunos e analisar a maneira como eles associam (ou não) o modelo orbital terrestre adotado e a suas respectivas explicações para a existência das estações do ano. A análise é realizada através da aplicação de um questionário, o que permite que sejam encontrados indicativos acerca da referida mudança de perspectiva.

Essa abordagem avaliativa é baseada numa discussão sobre o papel da visualização no Ensino de Ciências que tem como fundamento a Psicologia Cognitiva. Ao mesmo tempo que se baseia nos conhecimentos prévios acerca das estações do ano já levantados na literatura. Logo, fundamenta-se também nas pesquisas no campo da Educação em Astronomia.

2 Conhecimentos prévios sobre as estações do ano

É consensual o fato de que os alunos possuem ideais prévias sobre muitos dos tópicos científicos discutidos no âmbito escolar (PIETROCOLA; ZYLBERSZTAJN, 1999; READ, 2004; VIENNOT, 2009). Há diversos termos atribuídos a esses conhecimentos iniciais tais como “concepções alternativas”, “ideias espontâneas”, entre outros. O que os define é o referencial teórico adotado. Neste trabalho, adota-se o termo “conhecimentos prévios” conforme sugerem Gilbert e Zylbersztajn (1985) por não carregar consigo uma conotação negativa a respeito das ideias iniciais que os estudantes possuem sobre os tópicos científicos.

Há um levantamento bastante robusto sobre os conhecimentos prévios mais comuns apresentados pelos estudantes sobre tópicos de Astronomia (LANGHI, 2011).

Dentre os conhecimentos prévios sobre o tema estações do ano, aquele que é mais recorrentemente mencionado na literatura de pesquisa é a ideia de que elas são explicadas pela proximidade e pelo afastamento entre a Terra e o Sol ao longo do ano (LANGHI, 2011; LANGHI; NARDI, 2012; LELLIOTT; ROLLNICK, 2010; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SANZOVO, 2017; SOBREIRA, 2010; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016; TRUMPER, 2001).

Também são encontrados trabalhos que evidenciam o fato de muitos alunos imaginarem a órbita da Terra ao redor do Sol como uma elipse com exagerada excentricidade, o que está em acordo com a ideia da variação de distância Terra-Sol (CAMINO, 1995; CANALLE, 2003; LANGHI; NARDI, 2012; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SOBREIRA, 2010; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016). Canalle (2003), por exemplo, destaca os resultados de uma questão de múltipla escolha utilizada na IV Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) em 2001 onde a ampla maioria dos alunos escolheu a elipse mais excêntrica dentre as opções existentes (ver Figura 1). Não obstante, após a divulgação dos resultados muitos professores questionaram o gabarito da questão, revelando que o entendimento equivocado sobre a forma da órbita terrestre ao redor do Sol não é exclusividade dos alunos.

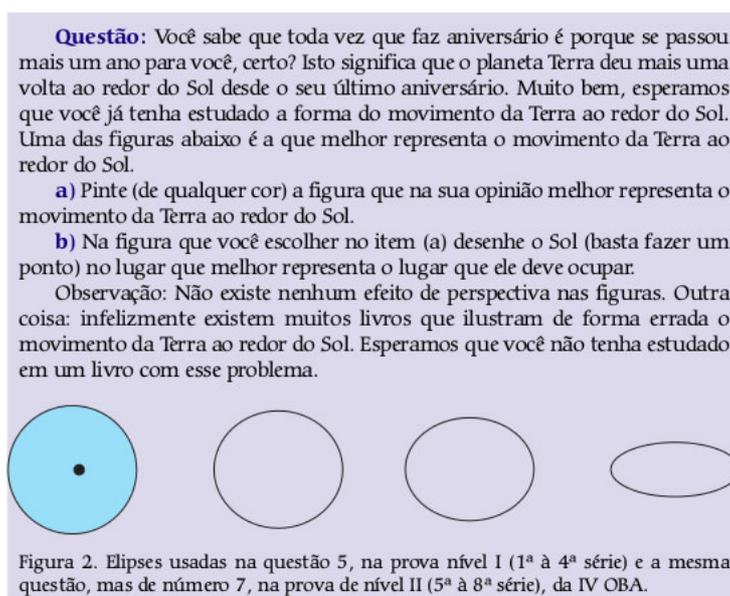


Figura 1 - Questão da IV OBA sobre o formato da órbita terrestre (CANALLE, 2003). A primeira figura da esquerda para direita que está pintada em azul claro é a que contém as respostas corretas aos itens “a)” e “b)”, o ponto representa a correta localização do Sol.

Na Figura 1, a elipse pintada em azul representa corretamente como é a órbita terrestre ao redor do Sol sem efeito de perspectiva.

Além disso, é importante frisar, assim como consta na observação da questão da OBA, que o conhecimento que as pessoas em geral têm sobre a forma da órbita terrestre deriva de modelos visuais geralmente presentes em livros didáticos. Durante anos muitos desses modelos apresentaram uma forma elíptica com excentricidade bastante exagerada por conta de efeito de perspectiva (uma circunferência vista de lado aparenta ser uma elipse, assim como uma elipse pouco excêntrica aparenta ter uma excentricidade maior quando vista de lado) ou com intuito proposital de destacar com

ênfase a 3ª Lei de Kepler. Ocorre que a observação de modelos com elipses demasiadamente excêntricas seja por efeito de perspectiva sem que haja uma discussão e/ou destaque a respeito ou por intenção de enfatizar algum outro assunto, pode ser um fator determinante para a ideia equivocada que as pessoas têm sobre a órbita da terrestre, uma vez que não conseguimos observar do nosso referencial o seu formato. E, possivelmente, essa seja a única fonte de informação visual que as pessoas têm sobre o assunto (CANALLE; TREVISAN; LATTARI; 1997; CANALLE, 2003; LANGHI; NARDI, 2012; SANZOVO, 2017; SOBREIRA, 2010; VARELA-LOSADA *et al.*, 2015).

Varela-Losada *et al.* (2015) analisam as concepções prévias de 145 estudantes universitários espanhóis dos cursos de formação de professores do ensino primário e do ensino infantil a partir de questões de múltipla escolha. Quando questionados sobre a explicação para a existência das estações do ano, 64% assinalam a opção considerada correta de que o eixo de rotação da Terra é inclinado em relação ao plano orbital. Enquanto que 29% assinalam a opção associada à variação de distância entre a Terra e Sol. Os autores aplicam também uma questão muito semelhante àquela utilizada na OBA (CANALLE, 2003) e identificam que uma parcela muito pequena de 6% adota o modelo considerado correto, enquanto que 63% escolhem a opção que representa uma elipse muito excêntrica.

Camino (1995) investiga os conhecimentos apresentados por professores a respeito das estações e de outros temas através de questionários e entrevistas. Dentre as explicações mais recorrentes, uma delas é muito semelhante ao que foi encontrado mais recentemente por Varela-Losada *et al.* (2015). Alguns professores indicam que a forma do movimento orbital é bastante excêntrica, mas utilizam como argumento para as estações do ano principalmente a inclinação do eixo de rotação, indicando uma explicação internamente incoerente. Também foram encontradas pelo autor outras explicações associadas à variação de distância Terra-Sol. Em algumas situações o autor percebe uma mescla de distintos modelos explicativos para o fenômeno.

Parker e Heywood (1998) analisam os conhecimentos apresentados por estudantes de graduação, de pós-graduação e por professores. Eles identificam pelo menos dois modelos os quais chamaram de “modelo de distância” e da “Terra cambaleante” (SABOTA; SOBREIRA, 2011). O “modelo de distância” está associado com a aproximação e o afastamento entre a Terra e o Sol ao longo do ano, enquanto que o modelo da “Terra cambaleante” se refere a ideia de que o eixo de rotação terrestre oscila ao longo do movimento orbital, ora apontando numa direção e ora na direção contrária. Os autores destacam também casos que demonstram utilizar a órbita excêntrica e o eixo inclinado como fatores que se combinam para explicar o fenômeno.

3 Visualização e o ensino de Astronomia

Os conhecimentos prévios acerca do tema estações do ano destacados na seção anterior de certa maneira indicam que os estudantes têm dificuldades com mudanças de perspectiva. Por exemplo, é bastante comum a visualização incorreta da forma orbital terrestre e a sua associação com a explicação das estações do ano através do “modelo de distância”.

Essa associação caracteriza uma dificuldade de integrar distintos pontos de vista. Muitas vezes, percebe-se que os alunos têm dificuldades de associar a perspectiva heliocêntrica comumente apresentada em modelos curriculares com o ponto de vista geocêntrico. Sabota e Sobreira (2011) defendem que é preciso levar em conta também este ponto de vista em situações de ensino e de aprendizagem do tema, uma vez que aquele geralmente é o que domina a discussão sobre o assunto.

Neste cenário, a discussão sobre o papel da visualização e do uso de recursos visuais como ferremantas de ensino da Astronomia se torna bastante pertinente. Essa discussão é fundamentada na Psicologia Cognitiva.

A busca por respostas sobre a forma como se dá o processamento cognitivo ganhou maiores proporções na segunda metade do século XX, desse período em diante alguns autores se debruçaram na tentativa de elaborar um modelo sobre o nosso modo de processar as informações (NEUFELD; BRUST; STEIN, 2011). Allan Paivio, por exemplo, apresentou um modelo que ficou conhecido como Teoria da Codificação Dual (TCD). Ele defende a existência de dois subsistemas de processamento de informações que se comunicam, um verbal que é especializado no processamento de representações verbais e outro imagético que é especializado no processamento de informações não verbais, objetos e eventos (CLARK; PAIVIO, 1991). A TCD é referência para diversas teorias cognitivas de aprendizagem mais atuais (MAYER, 2005; SWELLER, 2008) e também para pesquisas voltadas para o entendimento do papel da visualização no Ensino de Ciências (CHANG RUNDGREN; YAO, 2014; GILBERT, 2008; MNGUNI, 2014; VAVRA *et al.*, 2011).

Levando em consideração que os dois subsistemas (verbal e imagético) da TCD se comunicam e que a aprendizagem pode ser potencializada com o estímulo de ambos (MAYER, 2005; SWELLER, 2008), Gilbert (2010) destaca que se concentra nos estímulos ao subsistema imagético o qual lida com representações visuais e com a visualização.

Há uma distinção ontológica entre duas formas de representações visuais, a interna e a externa. A externa se refere àquelas que são compartilhadas pelas pessoas e, portanto, de domínio público. Incluem-se nessa categoria os modelos curriculares elaborados para o ensino das ciências e os modelos externalizados/elaborados pelos alunos. Enquanto que a interna se refere às imagens mentais (CHANG RUNDGREN; YAO, 2014; GILBERT, 2008; 2010; MNGUNI, 2014; VAVRA *et al.*, 2011). Resumindo, entende-se que o fornecimento de representações visuais externas pode auxiliar as pessoas na construção de suas imagens mentais (representações visuais internas) e interpretação das mesmas (visualização).

Neste contexto, Gilbert (2010) sugere que a aprendizagem em ciências, mais especificamente no domínio da Química, envolve pelo menos três distintos tipos de representações visuais denominados de submicro, macro e simbólico. O primeiro tipo se refere às entidades que não são observáveis com um microscópio ótico (átomos, moléculas, e outros), o segundo se refere às entidades observáveis no cotidiano (escala macroscópica) e o último se refere aquelas que são descritas com uso de letras ou sinais (sinais para representar carga elétrica, letras que representam elementos químicos, por exemplo). Sendo assim, a compreensão de conceitos desta área do conhecimento dependeria da capacidade dos indivíduos em transitar entre esses distintos tipos de representação visual.

Consequentemente, recursos visuais propostos para o ensino de Química deveriam fornecer auxílio para essas transições. Seguindo essa discussão, Chang Rundgren e Yao (2014) e Mnguni (2014) também destacam a importância de que os alunos consigam transitar entre esses mesmos e distintos tipos de representação visual destacados por Gilbert (2008; 2010).

Pode-se pensar numa extensão das conclusões e sugestões desses trabalhos para o domínio da Astronomia. Gilbert (2010), por exemplo, sugere que se faça isso para as diversas áreas do conhecimento e que sejam consideradas para cada uma delas as suas próprias especificidades. Ao se fazer a extensão dessa discussão para o âmbito do ensino da Astronomia, mais especificamente no caso deste trabalho, para o tema estações do ano, é possível assumir diferentes tipos de representação que estão envolvidos na explicação do fenômeno. São considerados, para isso, os trabalhos apresentados na seção anterior.

Isto porque uma compreensão consistente sobre a existência das estações só ocorrerá se houver um esforço para entender o que está acontecendo em outras perspectivas as quais de fato explicam aquilo que experimentamos no nosso referencial. Portanto, mudanças de referenciais ou de perspectivas são essenciais para a interpretação do fenômeno e é nesse sentido que cada uma delas envolve uma representação visual distinta. Na Figura 2 são apresentadas, pelo menos, três distintas perspectivas assumidas como fundamentais para a visualização do assunto.

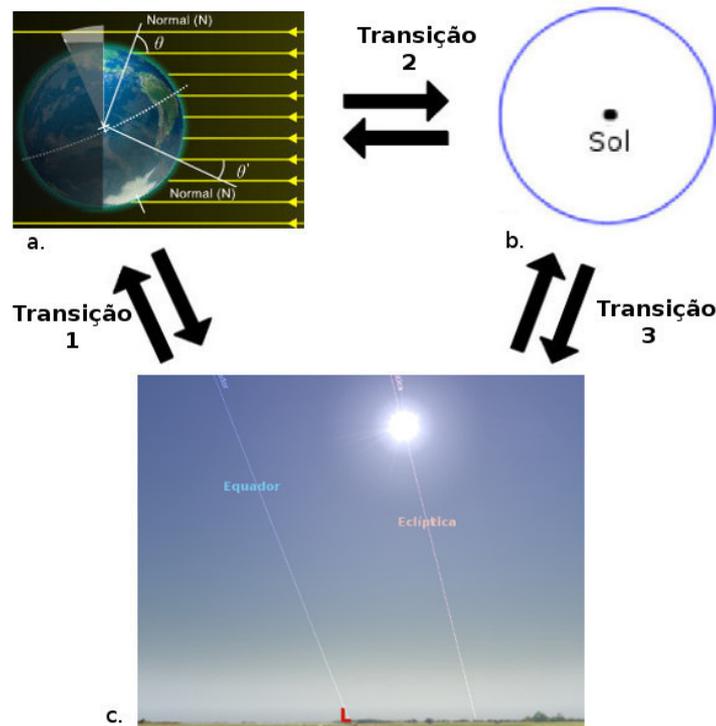


Figura 2 - Em (a) um observador localizado fora da Terra e sobre o plano orbital pode visualizar a inclinação do eixo de rotação terrestre em relação ao plano. Em (b) uma representação global ilustra como um observador visualiza a órbita terrestre sem perspectiva à distância (vista “de cima” ou “de baixo”) - imagem adaptada de Canalle (2003). Em (c) como um observador visualiza o plano orbital (eclíptica) e a linha do Equador projetadas no céu do hemisfério sul – imagem retirada do software *Stellarium*.

Fonte: adaptação do modelo de Silva (2019).

Sendo assim, qualquer explicação consistente para esse fenômeno envolveria uma correta transição e integração de informações que seriam observadas a partir desses distintos pontos de vista (Figura 2).

A maior parte dos modelos curriculares elaborados para tratar desse tema está focada em apresentar para os alunos uma representação visual da Transição 2. A Figura 3 a seguir ilustra um exemplo de modelo curricular clássico elaborado para auxiliar na visualização dessa referida transição. A representação do eixo inclinado em relação ao plano orbital em distintas posições ao longo do ano (com o intuito de destacar que um hemisfério ficará mais exposto do que o outro em determinados períodos).

A ideia da “Terra cambaleante” destacada por Parker e Heywood (1998), por exemplo, ilustraria uma dificuldade dos estudantes de fazer essa transição, ou seja, de visualizar como o eixo de rotação terrestre estará orientado conforme a Terra faz o seu movimento ao redor do Sol.

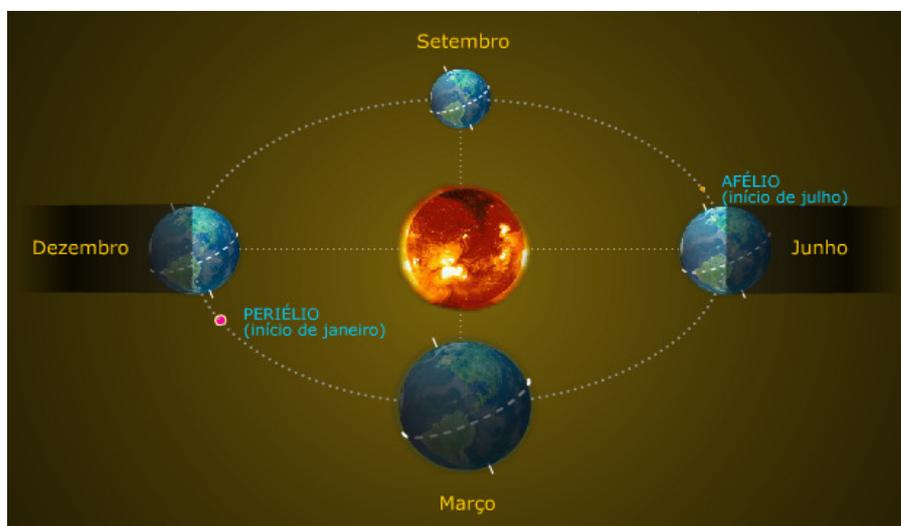


Figura 3 - Modelo curricular “clássico” sobre o tema estações do ano. Uma representação visual da Transição 2. Neste caso, visto “de lado” - desta perspectiva a órbita fica alongada (muito excêntrica). O modelo está fora de escala de tamanho e de distância.

Fonte: Imagem estática do modelo de Silva (2019).

Por fim, mas não menos importante, o indivíduo precisa associar corretamente aquilo que ele observa do referencial terrestre com aquilo que ele imagina ser a forma orbital do movimento de translação. A Transição 3 representa o reconhecimento de que o diâmetro aparente do Sol não muda significativamente ao longo do ano, pois a órbita do planeta em torno da estrela é pouco excêntrica (pouco achatada).

Portanto, essa última mudança de perspectiva envolve conhecimentos acerca da geometria do movimento orbital da Terra ao redor do Sol. Dela decorre, por exemplo, a constatação de que a variação de distância Terra-Sol ao longo do ano é muito pequena e não explica as estações do ano (DIAS; PIASSI, 2007). Além disso, essa transição está associada à percepção de que existe um efeito de perspectiva nos modelos curriculares clássicos como aquele apresentado na Figura 3 onde a órbita da Terra é vista “de lado” (Figura 4).

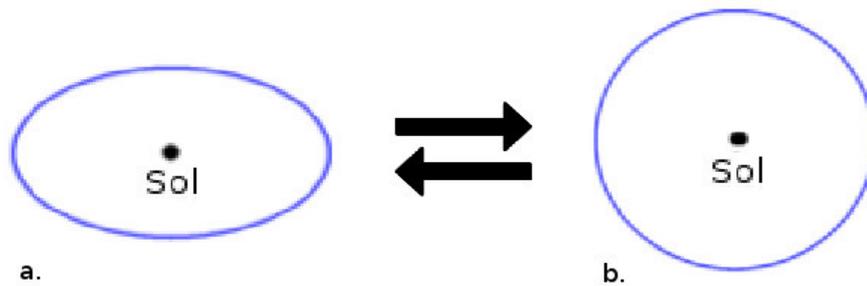


Figura 4 - Em (a) a órbita da Terra vista “de lado” aparenta ser uma elipse com grande excentricidade – a maioria dos alunos acredita que essa seja a real descrição da órbita terrestre. Em (b) uma representação fidedigna da órbita terrestre vista “de cima” ou “de baixo”.

A Figura 4 destaca a necessária percepção por parte dos alunos de que a forma da órbita representada está associada com o ângulo de visada, ou seja, uma vez fixada a distância da qual nos imaginamos do Sol (o suficiente para ver toda a órbita) poderíamos visualizar a Terra descrever elipses com distintas excentricidades dependendo do ângulo formado entre nossa posição e o plano orbital (CANALLE, 2003; SCARINCI; PACCA, 2006).

Essa última transição (Transição 3) associada à maneira como os estudantes imaginam ser o formato do movimento da Terra ao redor do Sol e as suas implicações no referencial terrestre é o que se busca identificar nesta pesquisa. Todavia, alguns indicativos de dificuldades com a Transição 1 também podem ser encontrados.

É importante ressaltar que há outros trabalhos que à luz de um referencial teórico distinto vêm destacando a utilização de Multimodos e Múltiplas Representações com objetivo de avaliar os significados atribuídos ao mesmo fenômeno por licenciandos em Biologia (SANZOVO, 2017; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016). Eles apresentam um caminho bastante pertinente para uma avaliação mais aprofundada do problema destacado por este trabalho de pesquisa.

4 Metodologia

O foco deste recorte é, portanto, identificar as concepções prévias de estudantes do ensino superior através de um questionário e analisar se eles associam (ou não) o modelo orbital terrestre adotado e as suas respectivas explicações para a existência das estações do ano.

Os dados foram coletados num ambiente real de aprendizagem de uma disciplina de introdução à Física de um curso de ensino superior. Esta disciplina é componente da grade curricular do Curso de Ciências Matemáticas e da Terra da Universidade Federal do Rio de Janeiro. É obrigatória no primeiro período e é oferecida no formato semipresencial, com um número significativo de alunos ingressantes por semestre (são 140 vagas por período). Ela é responsável pelo primeiro contato dos alunos recém-ingressantes na universidade com o estudo da Física e foi criada especificamente com o objetivo de auxiliar na superação de dificuldades de aprendizagem observadas nas disciplinas de Física básica tradicionais com a inclusão de tópicos considerados aprendidos no ensino médio, mas que de fato não o são.

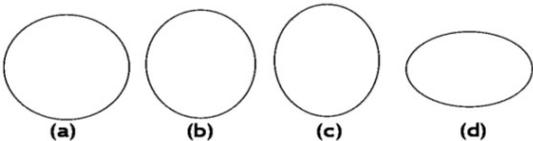
Neste recorte são utilizadas questões aplicadas em um dos instrumentos de avaliação da disciplina, um pré-teste que é aplicado antes da sua Unidade 2. Essa unidade envolve o estudo com recursos visuais os quais abordam temas de Astronomia tais como os movimentos da Terra, estações do ano, marés, eclipses, entre outros.

O pré-teste é o primeiro de uma série de atividades que os alunos precisam responder on-line na plataforma Moodle. Ele é respondido em sala de aula com a presença do professor onde há acesso a computadores.

A análise apresentada se refere a 8 semestres desta disciplina no período compreendido entre 2013 e 2016. Durante esse intervalo de 4 anos, 961 alunos responderam ao pré-teste disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem da disciplina.

As questões analisadas são apresentadas no Quadro 1 seguir. Os resultados são analisados com técnicas de estatística descritiva simples e inferencial. O instrumento de avaliação em questão contém questões abertas e fechadas do tipo múltipla escolha.

As questões abertas são analisadas usando-se a redução e a categorização das respostas. A categorização foi feita a partir da leitura das respostas dos alunos e do subsequente agrupamento daquelas que são semelhantes numa mesma categoria, ou seja, as categorias não foram pré-definidas.

Pré-Teste – Questionário 2-1
Q3. Qual das figuras a seguir você acha que representa melhor o movimento da Terra ao redor do Sol? (Não existe nenhum efeito de perspectiva nessas figuras.)

Q4. E, na figura escolhida por você na questão anterior, onde fica o Sol?
Q9. Qual a explicação que você daria para a existência das estações do ano?

Quadro 1 - Questões sobre as estações do ano avaliadas no pré-teste.

As questões Q3 e Q4 são utilizadas para a identificação da “forma” dos modelos orbitais adotados pelos estudantes.

Enquanto que os resultados da Q9 são utilizados para analisar as explicações que eles atribuem para a existência das estações do ano. Através das explicações verbais apresentadas pelos estudantes é possível identificar se eles fazem alguma associação com o modelo adotado nas questões anteriores (Q3 e Q4) via Transição 3.

No entanto, para a combinação e associação do modelo adotado pelos estudantes com as suas respectivas justificativas para o fenômeno foi feita uma consideração baseada no trabalho de Dias e Piassi (2007). Esses autores apresentam um modelo simples para explicar porque a variação da distância entre a Terra e o Sol não é um fator determinante das estações do ano. Eles demonstram que a pequena variação de distância entre os dois astros durante o ano (devido à órbita pouquíssimo excêntrica da

Terra) causa uma pequena variação de temperatura desprezível e que não é o suficiente para explicar o fenômeno. Além disso, simulam outras situações hipotéticas para mostrar, por exemplo, que se a variação de distância entre o afélio (máximo afastamento) e o periélio (máxima aproximação) fosse da ordem de 20%, esse efeito seria equivalente ao da inclinação do eixo na determinação da temperatura do planeta. As elipses representadas pelas opções “a”, “c” e “d” da Q3 provocariam variações de distância entre afélio e periélio superiores a 20%, independentemente da posição do Sol adotada. Por isso, entende-se que é irrelevante levar em conta os resultados da Q4 nessa combinação, mas apenas as Q3 e Q9.

Quanto às Transições 1 e 2 elas não são avaliadas no âmbito deste trabalho devido as próprias características do instrumento de avaliação (coleta de dados) utilizado. Isto porque, o pré-teste que é respondido online não permite que os alunos elaborem desenhos complementares às suas explicações verbais. Essa limitação impossibilita que a Transição 2 seja analisada, pois ela envolve a visualização do eixo inclinado (em relação plano orbital) em distintas posições ao longo do ano. O que inviabiliza, por exemplo, que os casos que visualizam o eixo de rotação da Terra “cambaleante” sejam identificados. Dadas as limitações, apenas alguns indicativos sobre a Transição 1 podem ser encontrados.

5 Resultados

No pré-teste há duas questões Q3 e Q4 (Quadro 1) parecidas com a questão utilizada na IV OBA e que buscam identificar o formato da órbita terrestre imaginada pelos alunos antes do início dos estudos sobre o tema.

Como a Questão 3 (Q3) é de múltipla escolha, foram identificadas as frequências de respostas para cada uma das categorias preestabelecidas. No caso desta questão, a resposta correta é a alternativa “b”, a qual apresenta uma elipse com excentricidade bastante pequena (muito difícil de se distinguir de uma circunferência). Todas as demais alternativas apresentam elipses com excentricidades muito maiores e não representam de forma fidedigna a órbita da Terra, portanto são consideradas incorretas. Para facilitar a apresentação dos resultados foram trocadas as imagens por uma descrição verbal das mesmas onde: a=excêntrica horizontal, b=pouco excêntrica, c=excêntrica vertical, d=muito excêntrica. As opções “a” e “c” possuem a mesma excentricidade, no entanto o que as distingue é fato do semieixo maior estar orientado na horizontal ou na vertical.

As respostas da Questão 4 (Q4) foram agrupadas e reduzidas em categorias elaboradas a partir das explicações mais frequentes apresentadas pelos alunos. São elas: o Sol está próximo ao centro (a), no centro (b), em um dos focos (c), na extremidade (d) e demais respostas pouco frequentes que foram reduzidas em uma única categoria (e).

A combinação das duas questões (Q3 e Q4) origina 20 possibilidades diferentes de resposta, no entanto nem todas apresentam frequências relevantes. A Figura 5 apresenta um histograma que é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica). A opção “Excêntrica vertical” por ser pouco adotada pelos alunos foi desconsiderada, uma vez que sua combinação com as respostas da Q4 se torna

irrelevante. Ainda no eixo X, cada barra individualmente representa uma categoria de resposta da Q4. No eixo Y estão representadas as frequências de resposta para cada caso.

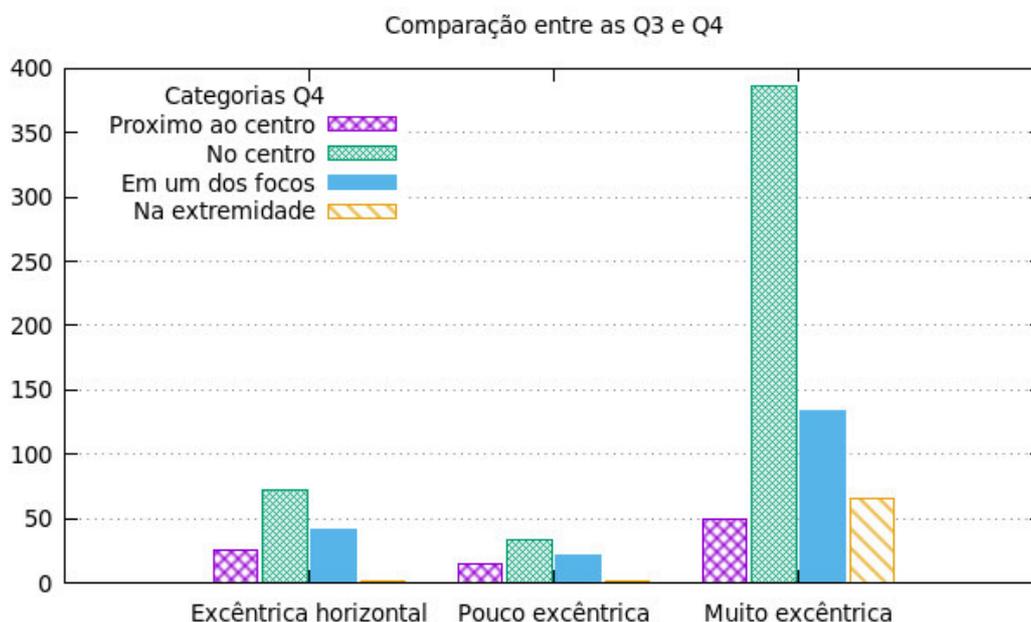


Figura 5 - Combinação das respostas da Q3 e Q4. O histograma é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica) e pelas barras que representam individualmente cada uma delas uma categoria da Q4.

Da Figura 5, percebe-se que o modelo mais adotado pelos alunos é a elipse muito excêntrica com o Sol localizado no centro da figura, modelo adotado por 387 (40%) alunos. Em seguida, o segundo modelo mais adotado é a elipse muito excêntrica com o Sol em um dos focos. Esse modelo é adotado por 134 (14%) alunos. Em contrapartida, a elipse pouco excêntrica com o Sol localizado em um dos focos, próximo ao centro ou no centro que representam uma boa aproximação de um modelo considerado correto são pouco escolhidos pelos alunos, são 70 (7%), somando-se os três casos.

Esses resultados indicam que a imagem equivocada que as pessoas possuem sobre a órbita da Terra permanece como um problema para o ensino das ciências, mesmo depois de alguns pesquisadores terem dado o devido destaque ao assunto na literatura de pesquisa em décadas passadas (CANALLE, 2003; LANGUI; NARDI, 2012; SCARINCI; PACCA, 2006)

É importante ressaltar, no entanto, que o resultado implica em pelo menos duas situações: Os estudantes simplesmente reproduzem aquilo que boa parte dos modelos curriculares clássicos ilustra, sem perceber o efeito de perspectiva destacado na Figura 4 (TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016). Ou compreendem de fato que a elipse é exageradamente excêntrica, o que está de acordo com uma variação de distância considerável entre os dois astros ao longo do ano.

Quanto ao primeiro caso, o instrumento de coleta de dados utilizado limita qualquer tipo de inferência, seria necessário entrevistar os estudantes para se

fazer qualquer afirmação mais precisa. Todavia, a segunda situação pode ser encontrada durante a análise da Q9. Isto porque, ao explicarem as causas do fenômeno os alunos podem estabelecer essa associação.

As respostas da questão aberta Q9 foram agrupadas e reduzidas em categorias elaboradas a partir das explicações mais frequentes apresentadas pelos alunos. As categorias são apresentadas abaixo, exemplos de cada categoria de resposta e as suas respectivas frequências são apresentadas na Tabela 1.

a) *O eixo de rotação da Terra é inclinado (Eixo inclinado (Correta))* – respostas onde os alunos explicam que as estações do ano ocorrem devido à inclinação do eixo de rotação da Terra.

b) *O eixo de rotação da Terra é inclinado e a proximidade-afastamento da Terra ao Sol (Eixo inclinado + Variação da distância ao Sol)* – respostas onde os alunos explicam que as estações do ano são causadas tanto pela inclinação do eixo de rotação quanto pela variação de distância entre os dois astros.

c) *Movimento de translação (Translação)* - respostas onde os alunos utilizam apenas o movimento de translação da Terra para justificar a existência das estações.

d) *Proximidade e afastamento Terra-Sol (Variação da distância ao Sol)* – respostas onde os alunos justificam que as estações do ano são causadas pela proximidade e pelo afastamento entre a Terra e o Sol.

e) *Demais respostas incorretas* – outras justificativas consideradas incorretas e que foram agrupadas nessa categoria. Além disso, inclui alunos que não respondem e/ou não sabem responder.

Categorias de resposta Q9 – explicação para a existência das estações do ano			
Categorias	Exemplos	Freq	(%)
Eixo inclinado (Correta)	<i>“Esse fenômeno ocorre devido a inclinação do eixo de rotação da Terra relativo ao seu plano de translação”. Aluno 703</i>	587	61%
Eixo inclinado + Variação da distância ao Sol	<i>“Pelo fato da Terra realizar o movimento de translação ao Sol, sofrendo variações de calor e temperaturas de acordo com sua proximidade e o ângulo do seu eixo, conseqüentemente esse movimento é a origem das estações do ano.” Aluno 1351</i>	67	7%
Translação	<i>“Por causa da Translação.” Aluno 1246</i>	109	11%
Variação da distância ao Sol	<i>“A proximidade do sol. Como a terra gira em uma elipse: mais longe do sol é o inverno e mais perto é o verão.” Aluno 1313</i>	130	14%
Demais respostas incorretas	<i>“As estações do ano variam, pois o eixo é inclinado e assim, partes da Terra se aproximam mais do Sol enquanto outras estão mais distantes.” Aluno 1215</i>	68	7%
Total		961	100%

Tabela 1 - Exemplos e frequência das categorias de respostas da Q9.

Os resultados da Q9 indicam que a explicação mais frequente para as estações do ano é aquela considerada correta (**Eixo inclinado**). Do universo de 961 alunos, 587 (61%) adotam essa justificativa. Dentro deste grupo, percebe-se a existência de dois

tipos de resposta, uma delas onde os estudantes mencionam como justificativa apenas o eixo de rotação inclinado (40%) e outra onde eles mencionam o eixo de rotação inclinado em combinação com o movimento orbital (21%).

Esses casos indicam que utilizam o caminho da Transição 1 para a explicação do fenômeno e em momento algum mencionam a variação de distância Terra-Sol (via Transição 3). Por outro lado, a impossibilidade de avaliação da Transição 2 não permite que sejam diferenciados os indivíduos que visualizam corretamente a explicação das estações daqueles que possivelmente apresentam a ideia da Terra “cambaleante” (PARKER; HEYWOOD, 1998; SABOTA; SOBREIRA, 2011). Portanto, apesar de considerada correta pela argumentação verbal, essa categoria de resposta não implica necessariamente numa visualização correta do fenômeno.

Outra justificativa encontrada é representada pelo grupo que acredita que tanto a inclinação do eixo terrestre como a variação de distância Terra-Sol contribuem para o fenômeno, 67 (7%) alunos adotam a justificativa **Correta+Variação da distância ao Sol**. Diferentemente dos casos mencionados acima, esses indicam utilizar o caminho da Transição 1 e ao mesmo tempo utilizam o argumento da variação de distância Terra-Sol (via Transição 3) para justificar a existência das estações.

Curiosamente, é encontrado um número significativo de justificativas onde os alunos mencionam apenas o movimento de translação terrestre como causa das estações do ano, justificativa (**Translação**) adotada por 109 (11%) alunos. Há também um grupo de estudantes que justifica a existência das estações do ano exclusivamente pela proximidade e pelo afastamento entre o nosso planeta e o Sol, esse foi o caso de 130 (14%) alunos que apresentam a justificativa **Variação da Distância ao Sol**.

Ambos os casos destacados acima dão indícios de que não fazem a Transição 1, mas indicam utilizar apenas a Transição 3 para associar o fenômeno com o movimento orbital da Terra. No caso da justificativa **Translação** não é possível fazer inferências sobre a forma como os estudantes utilizam a Transição 3, isto porque eles não explicitam se a variação de distância é um fator relevante para a explicação ou não. No entanto, os casos que utilizam a justificativa **Variação da Distância ao Sol** indicam uma associação incorreta da forma orbital terrestre com a explicação das estações.

É possível olhar agora para a combinação entre as explicações para as estações do ano (Q9) e a forma que eles atribuem para a órbita terrestre (Q3). Isso permite reforçar os indicativos sobre a associação dessas perspectivas via Transição 3. A combinação é apresentada na Figura 6.

O histograma é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica). A opção “Excêntrica vertical” por ser pouco adotada pelos alunos foi desconsiderada, uma vez que sua combinação com as respostas da Q9 se torna irrelevante. Ainda no eixo X, cada barra individualmente representa uma categoria de resposta da Q9. No eixo Y estão representadas as frequências de resposta para cada caso.

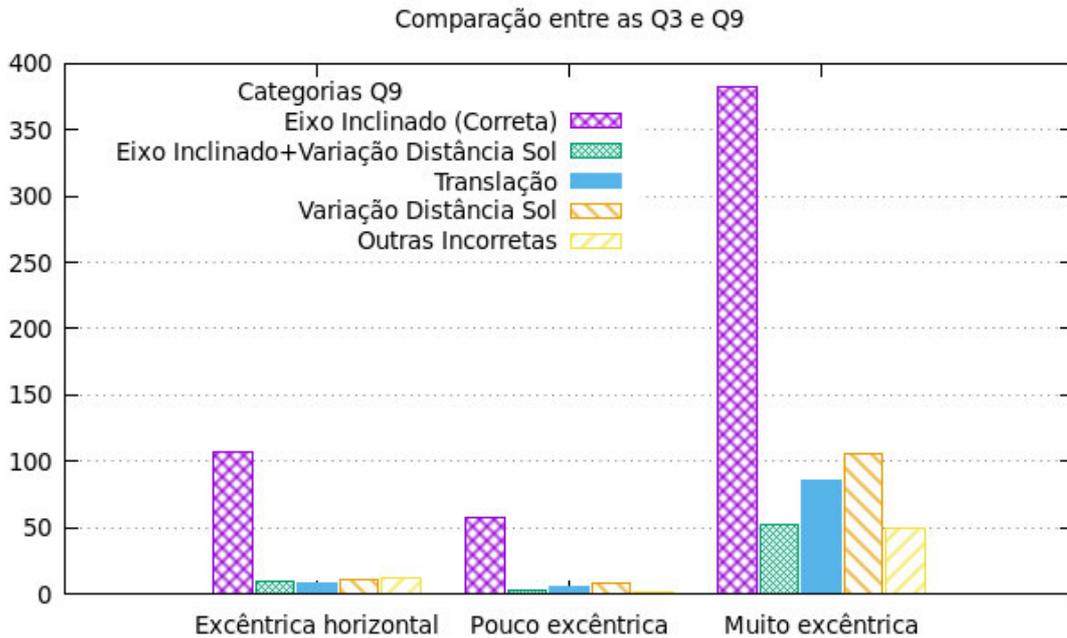


Figura 6 - Combinação respostas das Q3 e Q9. O histograma é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica) e pelas barras que representam individualmente cada uma delas uma categoria da Q9.

Na Figura 6 vê-se que o número de alunos que adota um modelo de órbita considerado correto (Pouco excêntrica) e que ao mesmo tempo adota uma justificativa considerada correta para a existência das estações na Q9 é muito pequeno. Em um universo de 961 alunos, apenas 55 (6%) satisfazem essa condição. Esse grupo indica associar de maneira correta o modelo orbital imaginado com a justificativa para as estações do ano (via Transição 3). Ainda que não seja possível afirmar que eles visualizam o fenômeno corretamente, pois a impossibilidade de analisar as demais transições não permite que casos que apresentam, por exemplo, a ideia da Terra “cambaleante” (SABOTA; SOBREIRA, 2011) sejam identificados.

Por outro lado, a combinação mais frequente indica ser inconsistente, cerca de 383 (40%) alunos adotam a órbita muito excêntrica e justificam a existência das estações utilizando como argumento a inclinação do eixo de rotação. Eles não mencionam na explicação verbal para as estações (Q9) a forma elíptica orbital adotada ou qualquer relação com a variação de distância Terra-Sol. Isso é entendido como um indicativo de dificuldade de associação do modelo orbital com a justificativa para o fenômeno apresentada. Um resultado bastante semelhante é encontrado por Varela-Losada *et al.* (2015). Para um aprofundamento maior sobre esse resultado seriam necessárias entrevistas e/ou questões abertas com a possibilidade de elaboração de desenhos como as apresentadas por Camino (1995), por exemplo.

O contra exemplo da situação ilustrada acima são os 52 (5%) casos onde os alunos adotam o mesmo modelo e utilizam a justificativa **Correta+Variação da distância ao Sol**, resultado semelhante já foi destacado por Parker e Heywood (1998). Há também os 106 (11%) casos que adotam esse mesmo modelo e utilizam na Q9 a justificativa **Variação de distância ao Sol**. Esses dois grupos, diferentemente daquele

mencionado no parágrafo anterior, indicam que associam o modelo orbital adotado na Q3 com a sua justificativa para as estações apresentada na Q9.

6 Conclusões

Foram analisadas neste trabalho três questões que identificam os conhecimentos prévios de alunos do ensino superior sobre as estações do ano. Elas foram aplicadas em um pré-teste de uma disciplina de introdução à Física do ensino superior entre 2013 e 2016, o que gerou um universo de 961 alunos participantes nesse período.

A análise proposta levou em consideração aspectos da discussão sobre o papel da visualização para o ensino das ciências, a qual tem como fundamento a Psicologia Cognitiva (CHANG RUNDGREN; YAO, 2014; CLARK; PAIVIO, 1991; GILBERT, 2010; MNGUNI, 2014; SWELLER; 2008). Ao mesmo tempo que se baseou em pesquisas no campo da Educação em Astronomia (CANALLE, 2003; DIAS; PIASSI, 2007; GOMIDE; LONGHINI, 2017; LANGUI, 2011; PARKER; HEYWOOD, 1998; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SCARINCI; PACCA, 2006; VARELA-LOSADA *et al.*, 2015).

Da discussão teórica foram destacadas pelo menos três transições ou mudanças de perspectivas as quais são entendidas como essenciais para a visualização interpretativa do fenômeno em questão. Por se tratar de dados coletados em um ambiente real de aprendizagem, as questões analisadas neste recorte não possibilitam uma análise aprofundada das três transições destacadas, o que direcionou este recorte para a avaliação da maneira como os estudantes associam (ou não) a justificativa para as estações do ano com o formato orbital terrestre adotado.

Os resultados das Q3 e Q4 indicam que os estudantes recém ingressantes no ensino superior reproduzem a ideia de um formato elíptico exageradamente excêntrico para o movimento orbital da Terra e que esse quadro pouco se alterou desde que outros autores já o destacaram em anos anteriores (CANALLE, 2003; SCARINCI; PACCA, 2006; SOBREIRA, 2010).

Quanto as justificativas apresentadas pelos alunos para as estações do ano, identifica-se que a maioria deles, 587 (61%), menciona verbalmente o eixo de rotação inclinado em relação ao plano como argumento. No entanto, as respostas exclusivamente no modo de representação verbal limitaram a avaliação e, apesar desses casos indicarem seguir o caminho da Transição 1, as suas justificativas fornecem pouca informação a respeito de como eles mudam de perspectiva. Logo, não se pode identificar, por exemplo, casos que apresentam a ideia da Terra “cambaleante” (PARKER; HEYWOOD, 1998; SABOTA; SOBREIRA, 2011).

Em contrapartida, a justificativa *Variação de distância ao Sol* que é um conhecimento prévio recorrentemente citado na literatura de pesquisa (LANGHI, 2011; LANGHI; NARDI, 2012; LELLIOTT; ROLLNICK, 2010; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SANZOVO, 2017; TRUMPER, 2001) foi adotada por uma parcela menor, cerca de 130 (14%) estudantes. Esses casos indicam associar a explicação para o fenômeno com a geometria do movimento orbital terrestre, utilizando de maneira incorreta a Transição 3.

Foram identificados também casos que consideraram os dois fatores mencionados acima como sendo os causadores das estações, 67 (7%) alunos adotaram a justificativa *Eixo inclinado + Variação de distância ao Sol*. Indicando que além da associação com o formato orbital eles compreendem que existe uma inclinação do eixo de rotação. Casos semelhantes foram destacados na literatura de pesquisa por Parker e Heywood (1998).

Quando combinados os modelos orbitais adotados pelos estudantes (Q3) com as suas respectivas justificativas para as estações (Q9), encontrou-se 55 (6%) casos que indicam associar de maneira correta e coerente a forma da órbita terrestre com a justificativa apresentada para o fenômeno.

Enquanto que a maioria dos estudantes indica não associar a forma que escolhe para o movimento orbital com a sua explicação para o fenômeno conforme resultado já encontrado recentemente por Varela-Losada *et al.* (2015). Camino (1995), por exemplo, destaca que é comum alguns alunos mesclarem diferentes modelos explicativos para o assunto e essa incorrespondência também foi verificada no âmbito de seu trabalho.

Esses resultados dão indicativos de algumas dificuldades de mudança de perspectiva encontradas pelos estudantes ao buscarem uma explicação para o fenômeno. Sobretudo, indicativos a respeito da referida Transição 3 que trata da associação entre a forma orbital e as consequências causadas na perspectiva terrestre.

No entanto, as questões aplicadas e o próprio instrumento de avaliação limitam conclusões mais aprofundadas a respeito delas. Para avaliar com maior profundidade como os alunos fazem essas transições seria importante que eles apresentassem desenhos e/ou que elaborassem desenhos acompanhados de explicações verbais conforme metodologia adotada por outros autores que investigaram as explicações atribuídas por licenciandos para o mesmo tema (CAMINO, 1995; SANZOVO, 2017; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016).

Entranto, dada a relevância da amostra considerada e o fato de que esse trabalho consiste num recorte de uma pesquisa que visa considerar aspectos da visualização na avaliação de recursos visuais mediadores do ensino de Astronomia, entende-se que os resultados obtidos consistem num primeiro passo que é o de apresentar a discussão. Adiante é possível, consideradas as limitações, buscar um aprofundamento sobre a avaliação das mudanças de perspectivas destacadas.

Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio da CAPES (bolsa de doutorado CAPES-DS).

Referências

AGUIAR, C. E.; BARONI, D.; FARINA, C. A órbita da Lua vista do Sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4301-4306, 2009.

- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio com 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. O Problema do Ensino da Órbita da Terra. **Revista Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2003.
- CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.
- CHANDLER, P.; SWELLER, J. Cognitive load theory and the format of instruction. **Cognition and Instruction**, v. 8, n. 4, p. 293-332. 1991.
- CHANG RUNDGREN, S-N.; YAO, B-J. Visualization in research and science teachers' professional development. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. v. 15, n. 2, 2014.
- CLARK, J. M.; PAIVIO, A. Dual coding theory and education. **Educational Psychology Review**, v. 3, n. 3, p. 149-210, 1991.
- DIAS, W. S.; PIASSI, L. P. Por que a variação da distância terra-sol não explica as estações do ano?. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 235, 2007.
- GILBERT, J. K. The role of visual representations in the learning and teaching of science: an introduction. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. v. 11, p. 1-19, 2010.
- GILBERT, J. K. Visualization: an emergent field of practice and enquiry in Science Education. In: GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, 2008, p. 3-24.
- GILBERT, J. K.; ZYLBERSZTAJN, A. A conceptual framework for science education: The case study of force and movement. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 2, p. 107-120, 1985.
- GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Modelos mentais de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o dia e a noite: um estudo sob diferentes referenciais. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 24, p. 45-68, 2017.
- HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- KRINER, A. Las Fases da Lua, ¿Cómo y cuándo enseñarlas? **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 111-120. 2004.
- LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

- LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.
- LELLIOT, 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.
- MAYER, R. E. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. In: MAYER, R. E. **Cognitive Theory of Multimedia Learning**. New York: Cambridge University, 2005. p. 31-48.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 103-117, 2001.
- MNGUNI, L. E. The theoretical cognitive process of visualization for science education. **Springer Plus**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2014.
- NEUFELD, C. B.; BRUST, P. G.; STEIN, L. M. Bases Epistemológicas da Psicologia Cognitiva Experimental. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 27, n. 1, p. 103-112, 2011.
- PARKER, J.; HEYWOOD, D. The Earth and beyond: developing primary teacher's understanding of basic astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 503-520, 1998.
- PIETROCOLA, M.; ZYLBERSZTAJN, A. The use of the principle of relativity in the interpretation of phenomena by undergraduated physics students. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 3, p. 261-279, 1999.
- PINTO, S. P.; FONSECA, O. M.; VIANNA, D. M. Formação continuada de professores: Estratégia para o ensino de Astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 71-86, 2007.
- READ, J. R. **Children's Mis conceptions and Conceptual Change in Science Education**. 2004. Disponível em: <http://acell.chem.usyd.edu.au/Conceptual-Change.cfm>. Acesso em: 20 out. 2019.
- SABOTA, H. S.; SOBREIRA, P. H. A. Modelos mentais, concepções espontâneas e alternativas de discentes e docentes sobre estações do ano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônicos...**, São Paulo: Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), 2012. Disponível em: www.sab-astro.org.br/sneal/atas. Acesso em: 20 out. 2019.
- SANZOVO, D. T. **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.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89-99, 2006.

SILVA, T. **Estações**. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <http://tati.fsc.ufsc.br/webfisica/sis-solar/estacoes.htm>. Acesso em:

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: Átomo, 2010, p. 37- 58.

SWELLER, J. In: Handbook of research on educational communications and technology. **Human Cognitive Architecture**. 3. ed. New York: Routledge, 2008. p. 369-381.

TREVISAN SANZOVO, D.; LABURÚ, C. E. Níveis Interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as estações do ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 22, p. 35-58, 2016.

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, 2001.

VARELA-LOSADA, M. M. *et al.* Spanish pre-service teachers' alternative conceptions about Astronomy. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 4, p. 799-816, 2015.

VAVRA *et al.* Visualization in science education. **Alberta Science Education Journal**, v. 41, n. 1, p. 22-30. 2011.

VIENNOT, L. Learning and conceptual understanding: beyond simplistic ideas, what have we learned?. In: SASSI, E.; VICENTINI, M. (Eds.), **Physics education: recent developments in the interaction between research and teaching** (seção B1), ICPE. 2009. Disponível em: <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>. Acesso em 20 out. 2019.

Artigo recebido em 15/03/2019.

Aceito em 24/06/2019.