



## **DO REFERENCIAL GEOCÊNTRICO AO HELIOCÊNTRICO: CIÊNCIA, MODERNIDADE E ENSINO**

## **FROM THE GEOCENTRIC REFERENCE TO THE HELIOCENTRIC: SCIENCE, MODERNITY AND TEACHING**

## **DEL REFERENCIAL GEOCÉNTRICO AL HELIOCÉNTRICO: CIENCIA, MODERNIDAD Y ENSEÑANZA**

**Fernando Roberto Jayme Alves**

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG)

E-mail: fernandorja@gmail.com

### **RESUMO:**

Desde a Antiguidade, inúmeras teorias foram elaboradas para explicar a morfologia do universo. Vários autores apontam que há uma continuidade nas cosmologias desde Aristóteles até Copérnico. A substituição do referencial geocêntrico de Ptolomeu pelo referencial heliocêntrico de Copérnico percorreu um caminho linear no Século das Luzes, provocando o abandono do geocentrismo pela ciência moderna. O objetivo do presente artigo é evidenciar a importância do referencial geocêntrico, ao abordar temas que envolvem a relação Terra/céu, e como conciliar as visões ptolomaica e copernicana no ensino de Geografia. Trata-se de dois modelos de linguagem que se referem a uma mesma realidade. A revolução copernicana legitimou o heliocentrismo, mas é preciso compreender que o sistema ptolomaico está relacionado à percepção sensorial do mundo observado pelo aluno. Torna-se necessário validar o referencial geocêntrico para associá-lo ao heliocêntrico, no ensino de Geografia.

**Palavras-chave:** geocentrismo; heliocentrismo; modernidade; ensino de geografia.

---

### **ABSTRACT:**

Since the classical antiquity, numerous theories have been elaborated to explain the morphology of the universe. Several authors point out that there is a continuity in cosmologies from Aristotle to Copernicus. The substitution of Ptolemy's geocentric reference for Copernicus's heliocentric reference has taken a linear path in the Century of Lights, leading to the abandonment of geocentrism by modern science. The purpose of this article is to highlight the importance of the geocentric reference, when addressing issues involving the relationship Earth/Sky, and how to reconcile the Ptolemaic and Copernican views in the teaching of Geography. These are two models of language that refer to the same reality. The Copernican revolution legitimized heliocentrism, but we must understand that the Ptolemaic system is related to the sensory perception of the world observed by the student. It becomes necessary to validate the geocentric reference to associate it with the heliocentric, in the teaching of Geography.

**Keywords:** geocentrism; heliocentrism; modernity; geography teaching.

---

### **RESUMEN:**

Desde la Antigüedad, inúmeras teorías han sido elaboradas para explicar la morfología del universo. Varios autores apuntan que hay continuidad en las cosmologías desde Aristóteles hasta Copérnico. La sustitución del referencial geocéntrico de Ptolomeo por el referencial heliocéntrico de Copérnico recurrió un camino linear en el Siglo de las Luces, provocando el abandono del geocentrismo por la ciencia moderna. El objetivo del presente artículo es evidenciar la importancia del referencial geocéntrico, en abordar temas que involucran la relación Tierra/cielo, y cómo conciliar las visiones ptolomaica e copernicana en la enseñanza de Geografía. Se trata de dos modelos de lenguaje que se refieren a una misma realidad. La revolución copernicana legitimó el heliocentrismo, pero es necesario comprender que el sistema ptolomaico está relacionado a la percepción sensorial del mundo observado por el alumno. Es necesario validar el referencial geocéntrico para asociarlo al heliocéntrico, en la enseñanza de Geografía.

**Palabras clave:** geocentrismo; heliocentrismo; modernidad; enseñanza de geografía.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade, diversas teorias cosmológicas foram criadas com o intuito de descrever o funcionamento do universo. Barrio (2002) afirma que, nos últimos milênios, não houve grandes alterações provocadas pelos fenômenos celestes (escala astronômica), mas que as teorias elaboradas pela mente humana, para explicar a morfologia do universo, mudaram consideravelmente.

Foi na Grécia clássica que surgiu uma produção mais sistemática do conhecimento envolvendo a relação entre fenômenos celestes e terrestres. Os pensamentos científicos e filosóficos tornaram-se mais abstratos e as primeiras tentativas de explicar o universo racionalmente começaram a aparecer, em contraposição às explicações míticas elaboradas até então (GATTI; NARDI, 2010).

Por volta do século III a.C., o modelo geocêntrico e a esfericidade terrestre se consolidaram na Grécia com as contribuições dos filósofos Platão e Aristóteles, mais notadamente. No início da Era Cristã, Claudio Ptolomeu (~90 a 170 d.C.) aperfeiçoou o modelo geocêntrico e sua obra passou a dominar o cenário astronômico e científico até o aparecimento do sistema copernicano no século XVI.

Durante este longo interregno, é possível identificar uma continuidade entre as estruturas de universo desde Aristóteles até Nicolau Copérnico<sup>1</sup>. Segundo Pereira (1999), a obra de Copérnico pode ser considerada, simultaneamente, revolucionária e conservadora, uma vez que sua nova astronomia desloca a Terra do centro do universo, por meio de uma hipótese heliocêntrica, ao mesmo tempo que conserva o princípio do movimento circular uniforme dos planetas (princípio este tão defendido por Aristóteles<sup>2</sup>).

Copérnico não questionou a validade do movimento circular na trajetória dos corpos celestes e, por conseguinte, o astrônomo não foi capaz de desenvolver uma nova física que sua proposta heliocêntrica exigia. Entretanto, a passagem do referencial geocêntrico para o heliocêntrico desmanchou a ordem medieval cristã, ao retirar o homem e a Igreja do centro do universo, e, nesse sentido, a obra copernicana é totalmente moderna.

Os impactos provocados pela modernidade, no que se refere às mudanças dos modelos cosmológicos, principalmente ao longo do Século das Luzes, geraram um sistema de valores

<sup>1</sup> Vale lembrar que são quase dois milênios que separam o filósofo grego do astrônomo polonês.

<sup>2</sup> “Não existe, talvez, outro exemplo na história do pensamento de persistência tão obstinada, tão obcecada no erro, como a ilusão do círculo que emperrou a astronomia durante dois milênios. [...] foi Aristóteles que promoveu a ideia do movimento circular a dogma da astronomia” (KOESTLER, 1989, p. 31).

segundo o qual o referencial geocêntrico de Ptolomeu estava “errado” e o referencial heliocêntrico de Copérnico estava “correto”, sendo que este modelo era novo, contemporâneo e moderno, enquanto aquele era antigo, obsoleto e ultrapassado.

A consolidação do heliocentrismo de Copérnico, consagrado pela ciência moderna, criou basicamente dois problemas: primeiro que o abandono do sistema ptolomaico desconsidera quase todo o conhecimento construído desde a Antiguidade até meados do século XVII; e segundo que a legitimação do referencial heliocêntrico criou um ponto de vista externo ao planeta Terra, provocando confusões tanto no ensino quanto na aprendizagem de conteúdos astronômicos e geográficos.

Temas, como a origem da vida, a formação do Sistema Solar, os movimentos da Terra, a sucessão dos dias e das noites, o ciclo das estações do ano, as fases da Lua, entre outros, são de competência da Astronomia e possuem grande valia para os estudos geográficos, uma vez que astros, como o Sol e a Lua, bem como as constelações, são utilizados para a localização e a orientação espaciais desde a Antiguidade. Aliás, o sistema de coordenadas geográficas surgiu a partir da observação celeste e dos movimentos dos astros (ALMEIDA, 2006).

Pretendemos, assim, demonstrar que a substituição da cosmologia geocêntrica de Ptolomeu pela cosmologia heliocêntrica de Copérnico percorreu um caminho unidirecional, impactando diretamente o ensino nos séculos XIX e XX. O objetivo desse texto é evidenciar a importância do referencial geocêntrico, ao abordar temas que envolvem a relação Terra/céu, e como conciliar as visões ptolomaica e copernicana no ensino de Geografia.

As escolas e universidades europeias seguiram fielmente o caminho traçado pela ciência moderna. Lanciano (1989) afirma que as escolas apresentam os modelos ptolomaico e copernicano de maneira linear, de modo que uma ideia mais precisa da realidade sucede uma ideia mais antiga e menos precisa que, substituída pela nova, desaparece dos currículos. Trata-se, na verdade, de dois modelos de linguagem diferentes que se referem a uma mesma realidade, a partir da qual cada um possui seu ponto de vista particular.

Seja no campo filosófico, científico e/ou astronômico, toda a discussão que permeou as mudanças nas concepções de universo ao longo do tempo influenciou direta ou indiretamente a construção do conhecimento geográfico, pois a contribuição da Astronomia para a Geografia é muito significativa, de maneira que diversos temas geográficos estão envolvidos com os fenômenos celestes. Afinal, céu e Terra se encontram nas coordenadas geográficas, na constelação infinita dos lugares, no traçado dos fusos horários, na representação das massas de terras e águas dos continentes e oceanos (MOREIRA, 2002).



## 2 O SISTEMA DE MUNDO PTOLOMAICO

Foi entre os anos de 127 e 151 d.C. que Ptolomeu propôs seu modelo geocêntrico de universo. Segundo Boczko (1984, p. 258), a “ordem de colocação dos planetas e [da] Lua a partir da Terra levava em consideração o período que cada astro apresentava para dar uma ‘volta’ na esfera celeste: os mais lentos eram supostos mais distantes”. Ptolomeu aprimorou o sistema geocêntrico por meio de pequenos círculos chamados *epiciclos*, cujo centro se moveria em um círculo maior em torno da Terra, nomeado *deferente*. Delimitando o universo, haveria uma grande esfera composta pelas estrelas fixas.

A teoria do deferente-epiciclo foi adotada para explicar o movimento retrógrado dos planetas ao longo do ano<sup>3</sup>. Boczko (op. cit., p. 260) explica que Ptolomeu verificou

[...] que a posição ocupada pelos planetas na realidade nem sempre coincidia com a posição prevista pela teoria do movimento circular uniforme. Para não contradizer a noção arraigada de movimento circular, foi sugerida a *Teoria dos Epiciclos*: cada planeta giraria em movimento circular uniforme em torno de um ponto que por sua vez giraria em movimento circular uniforme em torno da Terra. A circunferência descrita pelo planeta recebia o nome de *Epiciclo* e a circunferência descrita pelo centro do epiciclo recebia o nome de *Deferente* (Grifo do autor).

Com todo o legado dos gregos que o antecederam, juntamente com os conhecimentos adquiridos ao longo de séculos por diferentes povos da Antiguidade<sup>4</sup>, Ptolomeu elaborou sua principal obra intitulada *Almagesto*. Trata-se de uma coleção de 13 livros que contém o mais completo catálogo de estrelas da Antiguidade, além de conter os fundamentos básicos do geocentrismo e do movimento aparente das estrelas. O termo *Almagesto* vem do árabe e significa “o maior”.

Barrio (2002, p. 85) explica que Ptolomeu realizou

[...] un estudio sistemático del cielo, catalogando 1022 estrellas, y alrededor del 140 d.C. escribe su principal obra con trece libros, *Mathematiks Sintaxis*, de donde aparece más tarde el término árabe *Al Magisti*, *Almagesto*. Puesto que Europa conoció la obra de Ptolomeo en gran medida a través de las traducciones medievales árabes, eso explica que prácticamente todas las estrellas visibles en el hemisferio norte tengan nombres en árabe antiguo.

<sup>3</sup> Segundo Sobreira (2005), tal teoria foi elaborada por Hiparco de Niceia (séc. II a.C.) e adaptada posteriormente por Ptolomeu.

<sup>4</sup> Lima Neto (2017, p. 83) alerta que “não podemos esquecer que foram as observações acumuladas por séculos pelos povos da Mesopotâmia e do Egito que possibilitaram de maneira fundamental o desenvolvimento da astronomia como ciência na Grécia clássica”.

Portanto, foi graças às traduções do grego para o latim, realizadas pelos árabes, que grande parte da Europa Ocidental conheceu a obra de Ptolomeu ao longo da Idade Média. Conforme Barrio (op. cit.), o título original da obra era “A Coleção Matemática” (*Mathematiks Sintaxis*), mas, em decorrência das traduções árabes, o título ficou conhecido como “O Grande Astrônomo”, ou melhor, o *Almagesto*.

Peduzzi (1998, *apud* GATTI; NARDI, 2010) afirma que o *Almagesto* é um tratado matemático que sintetiza as tentativas anteriores de descrição do céu e possui amplo poder preditivo do movimento dos corpos celestes. Tal obra elevou Ptolomeu ao *status* de um dos maiores astrônomos da Antiguidade clássica, quiçá o maior. Sua concepção geocêntrica de universo aprimorou e condensou diversos modelos de mundo concebidos até então.

O sistema ptolomaico constitui um modelo de universo baseado e interpretado na realidade observada. Trata-se de uma cosmologia bastante adequada do ponto de vista experimental, isto é, da observação direta do céu a partir da superfície terrestre. Tal perspectiva considera os ensinamentos da Astronomia de Posição<sup>5</sup> que, desde os primórdios da humanidade, construiu diversos conhecimentos valiosos acerca dos movimentos celestes e suas relações com os ciclos da natureza.

A abordagem do céu pela superfície da Terra possui um referencial denominado *topocêntrico*. Bisch (1998, p. 12) argumenta que se trata do “nosso ponto de vista local, do chão, do ponto particular em que estamos sobre a superfície desta esfera imensa, em relação ao nosso próprio tamanho, que é a Terra, que gira sobre si mesma e em torno do Sol”. Etimologicamente, o termo topocêntrico significa “centrado no lugar” (BOCZKO, 1984).

O referencial topocêntrico encontra-se diretamente relacionado à concepção geocêntrica de universo. Os referenciais topocêntrico e geocêntrico estão tão próximos que geram confusões, pois são tomados como sinônimos em diversas ocasiões. Entretanto, há uma diferença elementar na posição central que caracteriza cada um desses sistemas de referência. Lima Neto (2017, p. 10-1) explica que

A escolha do ponto central do sistema de coordenadas é arbitrária e depende do problema astronômico em questão. Se o centro do sistema coincide com o centro da Terra, dizemos que o sistema de coordenadas é *geocêntrico*; [...] se o centro do sistema de coordenadas for um ponto na superfície da Terra, este sistema será *topocêntrico* (Grifo do autor).

<sup>5</sup> Também conhecida como Astronomia Fundamental ou Astrometria. São áreas do conhecimento astronômico cujo sistema de referência encontra-se centrado na superfície da Terra. Segundo Lima Neto (2017, p. 02), o “objetivo da *astronomia de posição* ou *astrometria* é o estudo das posições dos astros na esfera celeste e de seus movimentos. Sem dúvida, a astronomia de posição é a mais antiga das ciências. Desde a pré-história, as sociedades têm um grande interesse pela posição e movimento dos astros. Estes movimentos, ligados aos ciclos naturais (dia e noite, estações do ano, etc.), regiam as atividades econômicas (plantação e colheita, criação de animais, etc.)” (Grifo do autor).



Logo, os dois referenciais diferem entre si por meio da posição central que cada um possui, mas, por outro lado, torna-se importante dizer que ambos formam uma *unidade*, tendo em vista que, ao abordar o céu, por meio do referencial topocêntrico, assume-se o olhar e a perspectiva geocêntrica de universo.

Sabe-se que esta foi a concepção cosmológica predominante ao longo da Idade Antiga, principalmente na Grécia, o que significa dizer que o geocentrismo não era unânime entre os pensadores antigos<sup>6</sup>. A questão é que as contribuições de Aristóteles, a partir do século IV a.C., foram substanciais para a consolidação do modelo geocêntrico. O objetivo do universo aristotélico é encontrar a natureza das coisas e a Terra ocupa o lugar central do cosmos que, por sua vez, está dividido em duas regiões: a terrestre (sublunar) e a celeste. A partir desta constatação, Aristóteles formulou o modelo dual de universo<sup>7</sup>.

A ideia de movimento em Aristóteles é marcada pela concepção de *movimento natural*. Para o filósofo, a Terra está dirigida para o centro do universo, sendo que os corpos pesados se movem para o centro da Terra incidentalmente, pois seu centro está no centro do mundo. Portanto, a Terra não se move. A razão para o repouso do planeta está em sua própria natureza de se mover de todos os lados para o centro.

Influenciado por tais ideias, Ptolomeu aperfeiçoou posteriormente o sistema geocêntrico defendido por Aristóteles. Gatti e Nardi (2010) evidenciam que há uma continuidade entre as visões de mundo de Aristóteles e Ptolomeu. Segundo os autores,

A cosmologia de Ptolomeu é perfeitamente coerente com a doutrina aristotélica, o que evidencia que não existe a necessidade de uma nova física para explicar os fenômenos. Três pontos fundamentais estão presentes: 1) todo movimento no céu é circular uniforme; 2) os corpos celestes são constituídos de um material imutável; 3) a Terra é o centro do universo (op. cit., p. 184).

Tal continuidade aponta para uma ausência de rupturas na construção do saber, haja vista que Ptolomeu avançou no desenvolvimento da cosmologia geocêntrica que já havia sido proposta por outros filósofos anteriores a ele. Assim, a teoria geocêntrica desenvolvida e divulgada por Ptolomeu, através de sua obra *Almagesto*, dominou expressivamente o cenário astronômico e científico até o aparecimento do sistema copernicano no século XVI.

<sup>6</sup> Sobreira (2005) demonstra que na Grécia clássica, por exemplo, existiram modelos cosmológicos que explicavam o universo a partir de outros referenciais, como o sistema pirocêntrico – fogo central – de Filolau de Crotona (séc. V a.C.), o sistema heliocêntrico primitivo de Aristarco de Samos (séc. III a.C.), e alguns modelos híbridos como o geo-heliocêntrico de Heráclides do Ponto (séc. IV a.C.).

<sup>7</sup> Cf. Sobreira (2005), Gatti e Nardi (2010).



### 3 O AUGES E O DECLÍNIO DO GEOCENTRISMO: A TRANSIÇÃO DA ORDEM MEDIEVAL PARA A MODERNIDADE

Alguns séculos após a morte de Ptolomeu, por volta de 470 d.C., a Idade Antiga chega ao fim com a queda do Império Romano na Europa Ocidental. O esfacelamento deste império provocou divisões regionais responsáveis pela origem espacial do poder autônomo dos feudos, predominante na Idade Média.

Diversos autores apontam que o conhecimento científico e filosófico desenvolvido pelos gregos, na Antiguidade, sofreu uma forte estagnação (ou até mesmo retrocesso) ao longo deste período histórico. A astronomia ptolomaica continuou sendo a grande referência, pois o *Almagesto* se consolidou como a maior obra astronômica até meados do século XVII.

Koestler (1989) conta que o *Almagesto* se tornou uma espécie de “Bíblia da Astronomia” durante este período, uma vez que quase não houve progresso científico no campo da Astronomia neste interregno. Na verdade, desde a ascensão do Império Romano, no início da Era Cristã, a construção do saber, em geral, sofrera uma considerável paralisação, conforme relatado por Barrio (2002, p. 85-6):

[...] la llegada del imperio romano, preocupado en consolidar su estructura política y económica, provocó un estancamiento de la ciencia, llegando varias veces a destruir parcial o totalmente los focos de la cultura griega. Las preocupaciones en Roma se centraban tan solo en la tecnología capaz de ofrecerles una producción bélica con el fin de aumentar sus conquistas.

A la vez, la progresiva concentración del poder y de las riquezas en manos de unos pocos, el empobrecimiento de los comerciantes, artesanos y demás personas de la sociedad, y como no, el aumento de las grandes masas de esclavos, creó *un ambiente donde no había lugar para el conocimiento*. Los dioses vuelven a llenar el vacío del pensamiento, las religiones vuelven a fortalecerse y una nueva, el cristianismo, aparece con fuerza (Grifo nosso).

A partir de então, a religião cristã, com seus pensamentos místicos e supersticiosos, baseados em interpretações literais da Bíblia Sagrada, passou a habitar o imaginário dos povos europeus ao longo da Idade Média. Concomitantemente, os conhecimentos celestes produzidos pelos gregos foram se perdendo com o passar dos séculos.

A hipótese grega da esfericidade terrestre foi amplamente abandonada pela Igreja Católica, ignorando-se diversos conhecimentos construídos anteriormente pelos gregos. Sobreira (2005) afirma que os pensadores europeus desta época não tinham interesse sobre os estudos celestes e



terrestres, pois a cosmografia medieval europeia se baseava no livro Gênesis da Bíblia cristã, em busca de uma ordenação do mundo e da negação da esfericidade tanto do céu quanto da Terra.

A visão de mundo dos europeus medievais, segundo Koestler (1989), era dominada principalmente por duas ideias centrais: primeiro que a Terra tem o formato do Santo Tabernáculo<sup>8</sup>; e segundo que o firmamento está envolto em água. Tal formato terrestre encontra-se na topografia cristã – *Topographica Christiana* –, escrita no século VI d.C. pelo monge Cosmas Indicopleustes.

Portanto, a concepção geocêntrica que prevaleceu durante a Idade Média era de cunho religioso, tendo em vista o expressivo domínio exercido pela Igreja no Ocidente. Martins, Godoi e Mascarenhas (2010, p. 139) explicam que

[...] o argumento mais forte do Geocentrismo, após o século XIII, seria de natureza religiosa (e, portanto, política, já que a influência política do clero perdurou por séculos): Deus habitara o centro do Universo; Cristo, o filho do próprio Deus, habitou a Terra; o homem, feito à sua imagem e semelhança de Deus, habitaria o centro do Universo e, conseqüentemente, este centro seria a Terra (a morada do homem), tornando os demais astros, as estrelas, por exemplo, apenas como enfeites, sendo imutáveis.

Criou-se uma espécie de dogma geocêntrico no qual a Igreja Católica ditava os preceitos da doutrina. A concepção geocêntrica do universo ptolomaico se tornou num mero proselitismo cristão propagado pelo clero ao longo deste período. Trata-se, na verdade, de uma perspectiva *teocêntrica* da ordem medieval.

A Terra “voltou a ser plana” por meio de uma adaptação retrógrada do modelo de Tales de Mileto (séc. VI a.C.) e o mundo ficou dividido em duas esferas (adaptação do modelo dual de Aristóteles). O movimento uniforme dos astros em círculos também fazia parte do dogma geocêntrico e, segundo Boczko (1984), a teoria de tal movimento estava atrelada à ideia de que o céu era um local perfeito e, portanto, o movimento dos astros deveria ser perfeito. A única figura capaz de materializar este movimento era a circunferência<sup>9</sup>.

Apesar da dominação dogmática sobre os conhecimentos científicos e filosóficos elaborados na Grécia antiga, o homem continuava habitando o centro do universo, mas por razões distintas daquelas elaboradas por Ptolomeu. Enquanto o dogma geocêntrico era estabelecido no Ocidente, os árabes aprimoravam seus conhecimentos terrestres e celestes por meio das heranças gregas. De acordo com Sobreira (2005, p. 37),

<sup>8</sup> Descrito no livro Êxodo, o segundo do Antigo Testamento, o Santo Tabernáculo tinha um formato retangular, no qual o comprimento era duas vezes maior que a largura.

<sup>9</sup> Ideia esta que os europeus medievais herdaram dos gregos.



A Cosmografia Antiga do Mundo na Ásia, entre os árabes, se baseava nos conhecimentos da Grécia Clássica, porém, entre os intelectuais deste período, a Astronomia e os conhecimentos geográficos se separaram. Aos conhecimentos terrestres, os árabes se dedicaram em medir as dimensões da Terra – califa Al-Mamun (813-839) – e em elaborar mapeamentos mais precisos e com linhas geométricas imaginárias como limites territoriais, enquanto os europeus se dedicavam à “topografia cristã”, que era extremamente simplista e alegórica. *Quanto aos conhecimentos celestes, este foi o auge da Astronomia Islâmica fundamentada na Astronomia Ptolomaica.* Havia observatórios astronômicos no Oriente Médio e Próximo, onde se aperfeiçoaram instrumentos tais como o astrolábio e a bússola (Grifo nosso).

A astronomia de Ptolomeu foi fundamental para o desenvolvimento dos conhecimentos árabes durante a Idade Média. As traduções, realizadas pelos árabes, das obras gregas para o latim – a exemplo do *Almagesto* – proporcionou uma redescoberta do conhecimento grego na Europa Ocidental. Com o início das grandes navegações europeias, na virada do século XV para o século XVI, a Cartografia e a Náutica se fortaleceram na Europa devido à aplicabilidade de tais ramos do conhecimento nas expedições marítimas.

Além das grandes navegações, que proporcionou a colonização das Américas, houve uma série de eventos que agitaram a Europa<sup>10</sup> durante os séculos XV, XVI e XVII, tais como o movimento cultural da Renascença (ou Renascimento), a Reforma Protestante na Inglaterra, a derrocada do Império Bizantino no leste europeu, entre outros. O alvoroço causado por tais episódios na Europa proporcionou o que muitos consideram ser o início da *modernidade*.

Ao romper com a ordem medieval, a Renascença proporcionou novos horizontes para a construção do conhecimento ocidental. Numa Broc (1980 *apud* GOMES, 2003) afirma que no campo da geografia, durante a Renascença, houve uma redescoberta de Ptolomeu e Estrabão. Logo, o movimento renascentista possibilitou o reencontro dos europeus com a obra de Ptolomeu ao adotar a Antiguidade clássica como fonte primordial de sua inspiração.

A retomada da geografia ptolomaica conduziu à emergência, na pesquisa geográfica, de um modelo fundamental que perdurou até o advento da geografia científica. Este modelo era composto de uma cosmografia, a *Almageste*, e de uma *Geografia*. Esta última reagrupava um conjunto de mapas e de comentários relativos à dimensão e à forma da Terra, uma série de dados concernentes à localização rigorosa dos lugares e um conjunto de princípios gerais (chamado *Taxis*, que significa colocar em ordem) dando as regras do traçado dos mapas. A finalidade da geografia de Ptolomeu era a cartografia. [...] Segundo Ptolomeu, o céu se dá ao nosso conhecimento, visto que ele gira ao nosso redor; a Terra, ao

<sup>10</sup> Torna-se importante, pois, explicitar que não há nenhuma pretensão de análise eurocêntrica. Trata-se apenas de um recorte analítico sobre a construção do saber dentro da tradição intelectual do Ocidente (uma espécie de síntese das tradições grega, romana, judaica e cristã). Portanto, estamos de acordo com Santos (2002, p. 15) ao afirmar que: “muito do que se cantou como novidade absoluta e resultante da genialidade da Europa, hoje sabemos tratar-se de conhecimento mais que consolidado em outras culturas”.



contrário, apenas se dá a conhecer por sua imagem representada nos mapas (GOMES, 2003, p. 128, grifo do autor).

As obras renascentistas de inspiração ptolomaica provocaram uma repercussão na Geografia, que enalteceu as representações terrestres por intermédio do uso e aprimoramento das técnicas cartográficas, uma vez que os interesses dos pensadores se voltaram para a superfície da Terra no século XVI (SOBREIRA, 2005).

A Geografia se tornou, nesta época, um tratado descritivo e cartográfico que auxiliava a administração mercantil efetuada por especialistas em Astronomia aplicada à Geografia, isto é, pelos cosmógrafos. De acordo com Sobreira (op. cit.), existiam coleções de mapas portulanos europeus que eram elaborados a partir de dados astronômicos de posição e dos conhecimentos de geografia matemática relacionados à Cartografia. Tais coleções formaram os primeiros “Atlas”.

Por outro lado, a Renascença “fez nascer a necessidade de um novo modelo cosmológico, a fim de substituir o sistema geocêntrico, o único então aceito pela Igreja” (GOMES, op. cit., p. 127), uma vez que tal sistema ficou reduzido à condição de um dogma teocêntrico na Europa medieval. Neste contexto, o primeiro modelo cosmológico importante que surgiu foi o copernicano, cujo referencial é heliocêntrico.

#### 4 O ADVENTO DA MODERNIDADE E A REVOLUÇÃO COPERNICANA

Mapear a origem da modernidade, com precisão, não é tarefa fácil. Aliás, se existe algum consenso entre pensadores a respeito do assunto é que, paradoxalmente, há um grande impasse quanto ao principal marco que estabelece o aparecimento da modernidade.

Pereira (1999) comenta que a modernidade se inicia, para os historiadores, com a Renascença que abalou a hegemonia da ordem medieval. Já para a Filosofia, a modernidade é inaugurada com René Descartes (1596-1650), que estabelece um grande modelo de ruptura no qual introduz um novo princípio para o saber ao colocar o homem como fundamento deste saber. E para Foucault, segundo Pereira (op. cit.), o início da modernidade coincide com o surgimento das ciências humanas que transformaram o homem em objeto de pesquisa.

Gomes (2003) argumenta que, além da dificuldade de pontuar com exatidão o advento da modernidade, este período inaugurou um novo sistema de valores que interferiu profundamente na formação da dita “sociedade moderna”. Segundo o autor,

[...] considera-se que este período começa, a despeito de todas as controvérsias em torno das questões relativas às suas origens, no momento em que *um novo código de valorização intervém em diversas esferas da vida social*, sendo, pois, impossível identificar um evento ou uma data histórica precisa que demarcaria sua eclosão. Trata-se de uma mudança sutil e gradual que toma diferentes formas e que possui uma dinâmica espaço-temporal muito complexa para ser objeto de uma precisa localização, ainda que uma época moderna seja facilmente identificada. (op. cit., p. 28, grifo nosso).

Um dos traços marcantes da modernidade, para o autor, é o novo lugar conferido à ciência. Ou seja, a “nova ciência é, portanto, um dos fundamentos, talvez o mais importante, do que normalmente se identifica como sendo o novo código de valores da modernidade” (op. cit., p. 28). O binômio *novo/tradicional* adquire um verdadeiro sistema de valores a partir do que se convencionou chamar de modernidade.

A Idade Moderna, em seu princípio, se caracterizou por uma “busca de explicações mais profundas para as relações entre a Terra e os astros, entre as condições naturais e as sociedades” (PEREIRA, 1999, p. 53). Os novos sistemas de universo elaborados nesta época acompanhavam, em certa medida, as mudanças expressivas no campo das ideias filosóficas e científicas, proporcionadas pela Renascença.

O primeiro modelo cosmológico importante, que surge nesta perspectiva, foi elaborado pelo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Com um referencial heliocêntrico e sete esferas concêntricas, incluindo o Zodíaco, tal modelo conseguiu explicar com simplicidade os movimentos retrógrados dos planetas.

Sobreira (2005) conta que a ideia de um sistema heliocêntrico não é nova, pois o primeiro modelo com o Sol no centro do universo foi proposto por Aristarco de Samos no século III a.C. Como os gregos da Antiguidade clássica foram a principal inspiração dos europeus renascentistas, certamente o modelo de Aristarco influenciou a obra de Copérnico. Martins, Godoi e Mascarenhas (2010, p. 139) afirmam que Copérnico utilizou

[...] argumentos de trigonometria, estimou a distância da Terra até a Lua e o espaço que separa a Terra e o Sol. Na época do Renascimento, a produção de vidro, que levaria à produção de lentes e às futuras montagens de óculos para leitura e do telescópio, já ocorria com significativo domínio. Foi neste ambiente de transformação rápida, que Copérnico revisitou Aristarco e propôs sete axiomas principais para sustentar sua teoria.

Tais axiomas estavam contidos em um manuscrito chamado *Commentariolus*. Os três primeiros axiomas já deixavam clara a ruptura provocada por este modelo em relação ao sistema



geocêntrico, pois Copérnico colocara que os corpos celestes não se movem todos em torno do mesmo centro e que a Terra não é o centro do universo, e sim o Sol.

Ao deslocar o homem do centro do mundo, Copérnico atingiu não apenas as teorias científicas e filosóficas, mas também os dogmas da Igreja Católica. Gatti e Nardi (2010) afirmam que Copérnico relutou por muito tempo em publicar sua grande obra – *De Revolutionibus Orbitum Coelestium* – em razão do temor que tinha em não ser capaz de provar e defender sua tese, e não por causa de uma possível perseguição religiosa.

Para alguns autores, o livro *De Revolutionibus* não possui tanta novidade científica quanto parece. Sobreira (2005) comenta que o fundamento matemático do modelo heliocêntrico de Copérnico pouco difere do fundamento do modelo geocêntrico de Ptolomeu, pois eles “utilizaram os mesmos artifícios geométricos, sendo que a diferença estava na mudança do referencial para os movimentos dos planetas” (op. cit., p. 42).

Outra semelhança entre os dois sistemas está na utilização da teoria dos epiciclos e deferentes na descrição dos fenômenos. O uso dessa teoria por parte de Copérnico ocorreu porque ele “*não questionou a validade do movimento circular na trajetória dos corpos celestes, e assim, alguns detalhes do movimento planetário não podiam ser explicados sem o auxílio de tais artifícios*” (GATTI; NARDI, op. cit., p. 188, grifo dos autores). Assim como no modelo ptolomaico, o universo copernicano também é finito e possui as mesmas esferas celestes, inclusive a esfera das estrelas fixas.

Complementando tal linha de raciocínio, Martins (1994 *apud* GATTI; NARDI, op. cit., p. 188) afirma que Copérnico “*não foi capaz de desenvolver a física que sua proposta de modelo heliocêntrico exigia, e algumas de suas explicações sobre o movimento ainda são impregnadas com a noção aristotélica de lugar natural*”, o que evidencia uma continuidade nas estruturas de universo desde Aristóteles até Copérnico.

A grande inovação introduzida por Copérnico em atribuir ao planeta Terra a mesma posição hierárquica ocupada pelos demais planetas, reservando o centro do universo ao Sol, provocou uma forte mudança no *pensamento filosófico*, além de atingir diretamente o dogma geocêntrico da Igreja. Pereira (1999, p. 59-60) explica que

[...] Copérnico ao publicar, em 1543, o seu *De revolutionibus orbium coelestium* produziu, a partir da leitura dos antigos, as bases de uma revolução por tirar a Terra do seu “*lugar natural*”. Sua obra, no entanto, pode ser considerada simultaneamente revolucionária e conservadora. A nova astronomia exposta por Nicolau Copérnico desloca a Terra do centro do universo e explica o movimento dos planetas por uma hipótese heliocêntrica, ao mesmo tempo que conserva o princípio da circularidade dos movimentos e da perfeição das esferas. O significado filosófico desta nova teoria é profundo. [...] O verdadeiro significado da obra deste

astrônomo polonês vai além e consiste não tanto em deslocar o centro do universo da Terra para o Sol, mas em implicitamente negar que o mundo tivesse um centro. [...]. É importante considerar ainda que, ao tirar a Terra do centro do universo, na verdade Copérnico está tirando a Igreja do centro do mundo, já que até então fora o centro do planeta Terra em torno do qual girava todo o universo. Com ele se inicia lentamente a derrubada da explicação teológica. A verdade não estaria mais apenas nas Sagradas Escrituras (Grifo da autora).

Logo, a passagem do modelo geocêntrico de Ptolomeu para o modelo heliocêntrico de Copérnico desmanchou a ordem medieval cristã ao deslocar o homem do centro do universo e, neste sentido, a obra copernicana é totalmente moderna. Gomes (2003) explica que a rejeição de uma teleologia divina constitui um dos elementos centrais da modernidade.

A consolidação do modelo heliocêntrico, a partir do século XVII, provocou uma ruptura epistemológica na construção do saber ocidental. À luz do filósofo Michel Foucault, Pereira (op. cit.) explica que a visão moderna de mundo não pode ser entendida de forma linear e progressista, isto é, como um mero aprimoramento de todas as visões cosmológicas elaboradas anteriormente.

Abandonando a pretensão de considerar o conhecimento atual como o ponto alto e o resumo ideal das culturas antigas, é possível perceber que não há uma mera continuidade no avanço do conhecimento humano, mas que, por vezes ele se dá através de mudanças radicais, verdadeiras revoluções sobre o modelo anterior. A imagem de um conhecimento adquirido gradativamente, num crescendo em busca da “*verdade*”, não corresponde à realidade onde uma história de lutas, rupturas, idas e vindas fizeram com que o saber humano atingisse o nível em que se encontra atualmente. Sob a aparente evolução *natural* do conhecimento abriram-se, por vezes, brechas que representaram golpes definitivos na estrutura do corpo de conhecimentos anterior (op. cit., p. 58, grifo da autora).

Dessa forma, o heliocentrismo de Copérnico provocou mudanças muito mais substanciais nos campos filosófico e religioso do que propriamente no campo científico. De acordo com Koestler (1989), a obra de Copérnico teve muito mais relevância nas discussões teológicas e filosóficas do que lhe é atribuído verdadeiramente em ciência.

A questão é que, ao longo dos séculos XVII e XVIII, o modelo heliocêntrico, proposto por Copérnico, foi sendo paulatinamente aprimorado por outros astrônomos que o adotaram como a hipótese mais plausível para explicar a morfologia do Universo. Johannes Kepler (1571-1630) contribuiu profundamente para este processo, uma vez que ele foi o responsável pelo fim da separação entre a Física e a Astronomia<sup>11</sup> (GATTI; NARDI, 2010).

<sup>11</sup> Até então os sistemas de universo eram basicamente descritivos e não possuíam um questionamento sobre as causas físicas dos movimentos celestes.



Kepler buscou durante anos a concordância entre a teoria heliocêntrica e os dados observacionais<sup>12</sup>, concluindo posteriormente que a *órbita elíptica* se mostrava mais adequada com os resultados da experiência. Segundo Cohen (1967 *apud* GATTI; NARDI, 2010, p. 190),

Kepler deu, por fim, o passo revolucionário de rejeitar inteiramente os círculos, experimentado uma curva oval, e, finalmente, uma *elipse*. Para apreciar quão revolucionário era na realidade esse passo, lembremo-nos de que tanto Aristóteles como Platão insistiram em que as órbitas planetárias tinham que ser combinadas a partir de círculos, e que este princípio era lugar comum, tanto no *Almagesto* de Ptolomeu quanto no *De Revolutionibus* de Copérnico (Grifo nosso).

Logo, o princípio do movimento circular uniforme foi desmantelado por Kepler ao introduzir a órbita elíptica. Com os resultados dos experimentos e a elaboração das três leis dos movimentos planetários, Kepler proporcionou uma verdadeira revolução científica no conhecimento físico e astronômico de sua época. Com a introdução do telescópio como instrumento científico, realizado por Galileu Galilei (1564-1642), e posteriormente com a lei da gravitação universal de Isaac Newton (1642-1727), a hipótese heliocêntrica de universo estava legitimada pela ciência do século XVIII.

Ironicamente, a chamada “revolução copernicana” não se efetivou com Copérnico, e sim com seus sucessores (MOSCHETTI, 2004). Por meio das contribuições posteriores de Galileu Galilei, Kepler e Newton, o referencial heliocêntrico tornou-se consagrado pela ciência moderna como a nova teoria a ser seguida, em substituição ao velho e antigo modelo geocêntrico de Ptolomeu.

A popularização do modelo heliocêntrico nas universidades europeias provocou o declínio do referencial geocêntrico e a concepção ptolomaica de universo foi praticamente abandonada pela ciência nos séculos ulteriores. Tais mudanças geraram implicações que recaíram sobre o ensino de Geografia. Segundo Sobreira (2010, p. 55),

Após a ampla divulgação do modelo Heliocêntrico no Renascimento, concebido matematicamente por Copérnico, aperfeiçoado por Kepler e explicado, posteriormente, por Newton ao utilizar a Lei da Gravitação Universal, o referencial Topocêntrico/Geocêntrico foi praticamente abandonado no ensino nos séculos XIX e XX. [...] O referencial Geocêntrico foi fundamental nos modelos cosmográficos desde a Antiguidade até os séculos XVII e XVIII. O referencial Topocêntrico é ideal para ilustrar o Movimento Anual Aparente do Sol no céu<sup>13</sup>, por isso, este é um referencial importantíssimo para o ensino.

<sup>12</sup> Kepler herdou diversos dados preciosos do observatório astronômico de Tycho Brahe (1546-1601), instalado na cidade de Uraniemburgo. Brahe se destacou pela fundação dos primeiros observatórios astronômicos na Europa, antes mesmo da invenção do telescópio.

<sup>13</sup> Trata-se das estações do ano a partir da superfície terrestre (referencial topocêntrico). Tal abordagem está diretamente ligada aos diferentes ângulos de incidência dos raios solares ao longo do ano, às variações nas paisagens climáticas e



A substituição da teoria geocêntrica pela heliocêntrica percorreu um caminho linear ao longo do Século das Luzes. Gomes (2003) explica que a Física foi a base do modelo científico preconizado no século XVIII, sendo que a razão cartesiana se transformou em instituição – Ciência – no final deste século. Constituída por modelos experimentais, esta nova ciência teve nos fundamentos newtonianos sua principal inspiração, caracterizando a Física moderna e suas leis mecânicas sobre o movimento da matéria inanimada.

Assim, a ciência se estabelece enquanto o elemento fundador da modernidade, haja vista que o “discurso do saber é sem dúvida a interface que atravessa o conjunto de discussões da modernidade” (op. cit., p. 28). Tal discurso, segundo o autor, possui três elementos fundamentais que o apresenta como *fato moderno*: a imposição do novo, o caráter de ruptura e a ideia de totalidade.

A revolução copernicana validou o modelo heliocêntrico como o novo e correto sistema de mundo a ser seguido pela ciência, em substituição ao velho e antigo modelo geocêntrico de Ptolomeu. Com a imposição da nova teoria, a ruptura com o universo ptolomaico já estava estabelecida pela ciência moderna. Em suma, a concepção geocêntrica – juntamente com o seu referencial topocêntrico – praticamente desapareceu com o advento da modernidade no mundo ocidental.

## 5 POSSÍVEIS ARTICULAÇÕES ENTRE OS REFERENCIAIS TOPOCÊNTRICO E HELIOCÊNTRICO NO ENSINO DE GEOGRAFIA

Autores, como Lanciano (1989), Bisch (1998), Sobreira (2002, 2010), Leite (2006), Primack e Abrams (2008), Barrio (2010), Langhi (2010), entre outros, abordam as vantagens do referencial topocêntrico na análise do céu e a importância desta perspectiva na compreensão da relação entre fenômenos terrestres e celestes.

Lanciano (op. cit.) discute esta questão e afirma que não se trata de uma eleição entre dois modelos supostamente opostos, a partir do qual um seria adotado por estar “correto” e o outro, excluído por estar “errado”. Não há nenhuma razão prática que justifique o abandono do sistema geocêntrico. Segundo a autora,

---

botânicas, às variações nos comprimentos das sombras de objetos e pessoas etc. Os antigos observaram que a trajetória anual aparente do Sol descreve uma declinação no céu e foram os gregos que elaboraram, por meio de tais observações, os conceitos de *trópico*, *equador* e *polo* (e ainda dividiram o globo em zonas climáticas). Toda a base do sistema de coordenadas geográficas possui definições de ordem astronômica, onde os conceitos de *paralelo*, *meridiano*, *latitude* e *longitude* possuem importância capital para a Cartografia, uma vez que estão intimamente envolvidos ao significado de *mapa* (ALMEIDA, 2006).





Me parece que se puede afirmar, a partir sobre todo de reflexiones sobre el lenguaje y el pensamiento adulto, que no se trata de realizar una elección que elimine una hipótesis para admitir otra: *nadie deja de ser completamente tolemaico para hacerse simplemente copernicano*. Se trata, más bien, de ser capaz y consciente de aceptar la posibilidad de mantener dos modelos diferentes, dos modelos de lenguaje para hablar de lo mismo: mantener la visión tolemaica cotidiana y su relatividad con respecto a un sistema del mundo en el que todo se mueve y no existen centros locales relativos. Se trata de descubrir la ductibilidad de nuestra mente y de ser capaces de hacer coexistir pensamientos diversos ante una misma realidad, por parte de nuestro pensamiento de adultos, alentados por la extraordinaria capacidad, que en este sentido, tienen los niños (op. cit., p. 175, grifo da autora).

Os dois sistemas de universo apresentados constituem, na verdade, dois modelos de linguagem diferentes que se referem a uma mesma realidade, na qual cada um possui seu ponto de vista particular. É preciso, portanto, articular tais modelos e descobrir a nossa capacidade cognitiva de fazer coexistir as diferentes formas de pensamento diante a realidade mundana. Daí a ideia da autora em *Ver e Falar como Ptolomeu e Pensar como Copérnico*.

A linguagem comum e a percepção sensorial sobre os eventos astronômicos estão relacionadas à visão ptolomaica. Devem-se utilizar os sentidos para o conhecimento e a observação direta do céu, a fim de constatar, segundo Lanciano (op. cit.), os elementos da tridimensionalidade do espaço, da esfericidade dos objetos, do caráter contínuo dos movimentos, da verdadeira duração dos fenômenos etc.

Uma prática fundamental relacionada ao referencial topo/geocêntrico, por exemplo, está na Cartografia e na Náutica, tão utilizadas pelos europeus durante as grandes navegações. Langhi (2010, p. 17) comenta que, nos dias atuais, “o geocentrismo [...] é amplamente utilizado para a navegação tanto aérea como marítima e espacial, pois funciona perfeitamente em nosso cotidiano”, uma vez que condiz com nossa percepção sensorial do céu.

Viglietta (1986 *apud* BARRIO, 2010), por sua vez, após identificar algumas concepções de estudantes sobre o movimento dos astros, aconselha não indicar a visão heliocêntrica como “correta” e a geocêntrica como “errada”. Ao invés disso, o autor propõe situações de movimento relativo para compreender a equivalência entre os dois sistemas.

Em uma perspectiva semelhante, Leite (2006) defende a articulação entre o ponto de vista local e um ponto de vista exterior ao planeta Terra, equivalente ao referencial heliocêntrico. Baseando-se em tal articulação, a autora lança mão da ideia “ver com os olhos e ver com a mente”.

Com o objetivo de desenvolver elementos da espacialidade cósmica, tais como a proporção entre os astros e as mudanças de perspectiva no espaço, Leite (op. cit.) realizou um estudo com

professores da Educação Básica e detectou que a maior dificuldade dos docentes está na coordenação de diferentes pontos de vista; condição esta primordial para a construção do conceito de espaço. Segundo a autora,

[...] torna-se imprescindível a compreensão da articulação existente entre o ponto de vista local, na superfície da Terra, no qual realizamos nossas observações do céu, e o ponto de vista do “espaço”, de onde se observaria a Terra vista de fora da mesma e que é comumente utilizado na explicação dos fenômenos mais presentes na mídia (op. cit., p. 35-36).

Este ponto de vista do espaço, exterior à Terra, é chamado por Bisch (1998) de referencial “espaçocêntrico”, isto é, um ponto de vista do espaço cósmico de onde seja possível visualizar o planeta Terra como um todo. Segundo o autor, a “perspectiva ‘espaçocêntrica’ é essencial e indissociável da representação conceitual da Terra. O distanciamento obtido por esta perspectiva é fundamental à sua compreensão como um corpo cósmico” (op. cit., p. 116).

É como olhar para uma foto da Terra retirada do espaço ou observar um pequeno globo terrestre sobre uma mesa. Tais situações ilustram o distanciamento entre o ponto de vista do observador e o objeto observado. Logo, a visão espaçocêntrica equivale ao referencial heliocêntrico, uma vez que seu ponto de vista também está localizado fora da Terra.

A articulação entre os referenciais topocêntrico e heliocêntrico está condicionada ao aprendizado da coordenação dos diferentes pontos de vista no espaço. Bisch (op. cit.) argumenta que o uso do referencial heliocêntrico relacionado ao ponto de vista local para explicar fenômenos básicos da Astronomia, como as estações do ano, as fases da Lua e os movimentos da Terra, tão importantes para a Geografia, devem ser realizados nas séries finais do Ensino Fundamental devido à complexidade deste tipo de atividade<sup>14</sup>. O autor indica

[...] a realização de atividades práticas e experimentais, envolvendo o uso de *modelos tridimensionais*, acompanhadas de uma discussão que enfoque prioritariamente a necessidade de relativização do próprio ponto de vista. Nessas atividades é importante a *consideração de sua adequação ao estágio de desenvolvimento dos estudantes, sobretudo com relação à representação do espaço, à coordenação de distintos pontos de vista* (op. cit., p. 260, grifo nosso).

Logo, a prática de atividades pedagógicas com modelos tridimensionais é fundamental neste processo de aprendizagem acerca da relativização dos pontos de vista, uma vez que tais modelos

<sup>14</sup> Vale lembrar que a Astronomia, na Educação Básica, aparece nas disciplinas de Geografia, Física e Biologia (ciências). Segundo Cavalcanti (2007, p. 09), a “matéria de ensino Geografia corresponde ao conjunto de saberes dessa ciência, e de outras que não têm lugar no ensino fundamental e médio como Astronomia, Economia, Geologia, convertidos em conteúdos escolares a partir de uma seleção e de uma organização daqueles conhecimentos e procedimentos tidos como necessários à educação geral”.



(ou maquetes) permitem visualizar o transporte do referencial “espaçocêntrico” ao ponto de vista local, situado na superfície terrestre.

A capacidade de coordenar diferentes pontos de vista no espaço é essencial para a articulação entre os referenciais topocêntrico e heliocêntrico. As explicações dos vínculos entre os astros no sistema Sol-Terra-Lua, bem como as relações entre os eventos terrestres e celestes, utilizam frequentemente o referencial heliocêntrico ao longo da Educação Básica sem maiores esclarecimentos sobre a relação desse ponto de vista com a visão local do aluno. Acreditamos que o desenvolvimento da relação espacial projetiva (PIAGET, 1978) é primordial neste processo cognitivo, para conciliar os dois referenciais.

Diversos tópicos de geologia, meteorologia, climatologia, cartografia, entre outros, possuem fundamentos astronômicos e encontram-se dentro da “Geografia Escolar”, isto é, do componente curricular da Educação Básica brasileira. Torna-se necessário trazer para o ensino de Geografia a relevância desta discussão, que busca validar o referencial geocêntrico para, posteriormente, associá-lo ao modelo cientificamente correto: o heliocentrismo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A oposição criada pela ciência moderna entre os referenciais heliocêntrico e geocêntrico constituiu um sistema de valores por meio de uma relação antagônica entre o *novo* e o *tradicional*, respectivamente. No entanto, Gomes (2003) nos lembra que existem “tradições no novo e novidades no tradicional”, haja vista que o sistema geocêntrico de Ptolomeu continua atualíssimo para atividades práticas de navegação, orientação e localização espaciais, além de constituir o referencial mais adequado para a compreensão do céu. Do outro lado, existe a tradição heliocêntrica de Aristarco de Samos<sup>15</sup> (século III a.C.), por trás da nova e moderna teoria cosmológica de Copérnico.

É preciso compreender que a visão ptolomaica está relacionada à linguagem comum e à percepção sensorial dos eventos astronômicos. Trata-se de uma importante perspectiva construída a partir da visão humana que observa a natureza que nos envolve. Tal compreensão torna-se condição necessária para superar o antagonismo, criado pela modernidade, entre os modelos geocêntrico e heliocêntrico. Como se sabe, a articulação entre estes referenciais está condicionada ao aprendizado da coordenação dos diferentes pontos de vista no espaço.

<sup>15</sup> Não é por acaso que Koestler (1989) o chama de “Copérnico grego”.

A divergência entre os referenciais geocêntrico e heliocêntrico criou uma contradição entre o mundo científico e o mundo observado pelo aluno, no qual este vive cotidianamente o referencial topocêntrico que se encontra em oposição à visão heliocêntrica, considerada como cientificamente correta (BARRIO, 2010). Torna-se, portanto, necessário evidenciar a importância da concepção geocêntrica de universo e conciliá-la com o referencial heliocêntrico no ensino de Geografia.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rosângela Doin de. **Do Desenho ao Mapa: iniciação cartográfica na escola**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

BARRIO, Juan Bernardino Marques. A investigação educativa em Astronomia: os planetários como espaço de ensino e aprendizagem. In: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Átomo, 2010. p. 159-178.

\_\_\_\_\_. **El Planetario: un recurso didáctico para la enseñanza de la Astronomía**. Valladolid: Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid, 2002. 342 p. (Tesis, Doctorado en Didáctica de las Ciencias).

BISCH, Sérgio Mascarello. **Astronomia no Ensino Fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1998. 301 p. (Tese, Doutorado em Educação).

BOCZKO, Roberto. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

CAVALCANTI, Lana de Souza. **Geografia, Escola e Construção de Conhecimentos**. 10. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, Roberto. Algumas considerações sobre a evolução dos modelos de mundo e o conceito de atração gravitacional. In: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Átomo, 2010. p. 179-208.

GOMES, Paulo César da Costa. **Geografia e Modernidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

KOESTLER, Arthur. **O Homem e o Universo: como a concepção do universo se modificou através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Ibrasa, 1989.

LANCIANO, Nicoletta. Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 7, n. 2, p. 173-182, 1989.

LANGHI, Rodolfo. Astronomia observacional para professores de ciências: uma introdução ao reconhecimento do céu noturno. In: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Átomo, 2010. p. 15-36.



LEITE, Cristina. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia**: uma proposta com enfoque na espacialidade. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2006. 274 p. (Tese, Doutorado em Educação).

LIMA NETO, Gastão Bierrenbach. **Astronomia de Posição**. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/astroposicao.html>>. Acesso em: 03 de maio de 2017.

MARTINS, Débora Coimbra; GODOI, Neiva; MASCARENHAS, Yvonne Primerano. Ensino de Astronomia no nível fundamental por meio da informática: relato de uma experiência. In: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). **Educação em Astronomia**: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas, SP: Átomo, 2010. p. 117-141.

MOREIRA, Ruy. A invenção da modernidade. In: SANTOS, Douglas. **A Reinvenção do Espaço**: diálogos em torno da construção do significado de uma categoria. São Paulo: Ed. UNESP, 2002. p. 9-11.

MOSCHETTI, Marcelo. Crises e Revoluções: a revolução copernicana segundo Thomas Kuhn. **Analecta**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 45-54, 2004.

PEREIRA, Raquel Maria Fontes do Amaral. **Da Geografia que se Ensina à Gênese da Geografia Moderna**. 3. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

PRIMACK, Joel R.; ABRAMS, Nancy Ellen. **Panorama Visto do Centro do Universo**: a descoberta de nosso extraordinário lugar no cosmos. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

SANTOS, Douglas. **A Reinvenção do Espaço**: diálogos em torno da construção do significado de uma categoria. São Paulo: Ed. UNESP, 2002.

SOBREIRA, Paulo Henrique Azevedo. **Cosmografia Geográfica**: a Astronomia no ensino de Geografia. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2005. 239 p. (Tese, Doutorado em Geografia Física).

\_\_\_\_\_. Estações do ano: concepções espontâneas, alternativas, modelos mentais e o problema da representação em livros didáticos de Geografia. In: LONGHINI, Marcos Daniel. (Org.). **Educação em Astronomia**: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Átomo, 2010. p. 37-57.

Recebido em 06 de junho de 2017  
Aprovado em 29 de dezembro de 2017