
ANÁLISE DO CONTEÚDO DE ASTRONOMIA DE LIVROS DE GEOGRAFIA DE 1^o GRAU

João Batista Garcia Canalle

Instituto de Física - UERJ

Rute Helena Trevisan

Departamento de Física - UEL

Cleiton Joni Benetti Lattari

Departamento de Matemática – UEL

Resumo

Analisamos os conteúdos de astronomia de seis livros didáticos de geografia destinados à quinta série do primeiro grau, escolhidos ao acaso e constatamos que eles, geralmente, apresentam os mesmos problemas ou erros. Todos eles apresentam um esquema do sistema solar, porém, sempre com as mesmas deficiências ou desatualizações, como por exemplo, órbitas eqüidistantes, falta de proporções, etc. As estações do ano e as fases da lua também têm explicações comprometidas por falta de clareza ou mesmo erros conceituais. As órbitas dos planetas são sempre desenhadas de forma exageradamente excêntricas, distorcendo a realidade. As constelações são definidas como sendo agrupamento de estrelas, o que não é verdade. Estes e outros erros encontrados nos conteúdos de astronomia dos livros didáticos analisados, discutiremos abaixo.

I. Introdução

De um livro didático espera-se que ele seja correto, isto é, isento de erros conceituais, corretamente ilustrado, atualizado, isento de preconceito, isento de estereótipo e, naturalmente, o detalhamento e a profundidade das explicações dos seus conteúdos dependem da série para a qual ele se destina. Norteados por estes fundamentos, analisamos os conteúdos de astronomia de 6 livros didáticos de geografia, destinados à quinta série do primeiro grau, quanto à correção do texto e de suas ilustrações. Estes livros vamos chamar de Livro 1, Livro 2, etc e a referência completa

deles estão nas Referências Bibliográficas. Infelizmente esta classe de livros não tem o hábito de apresentar o número da edição, portanto, esse dado não aparece nas Referências. Em itálico reproduzimos o texto dos livros e o número das páginas, nas quais os textos são encontrados, são precedidos da letra p. Os seguintes conteúdos específicos foram analisados: 1) O esquema do sistema solar; 2) As órbitas dos planetas; 3) As estações do ano; 4) As fases da Lua; 5) Os eclipses 6) Os pólos geográficos; 7) Os pólos magnéticos; 8) Os cometas e 9) As constelações. Estes temas foram escolhidos por serem os que mais comumente aparecem nos livros didáticos da série estudada.

II. O Esquema do sistema solar.

Sempre que este tema é estudado, uma tradicional figura do sistema solar é esquematizada, com o Sol no centro dela, circundado por 9 linhas elípticas com um planeta sobre cada uma dessas curvas. Mas nunca é enfatizado que aquele desenho é um esquema e que não respeita proporções para o volume dos planetas, para o Sol ou para as distâncias entre suas órbitas e que suas cores são falsas; assim sendo, o aluno é induzido a acreditar em afirmações que o texto não faz, mas que estão contidas nas figuras. Por exemplo, o Livro 1, p.14, define o sistema solar da seguinte forma:

“Imagine uma grande área do céu, no centro da qual fica o Sol. Ao redor dele giram os planetas percorrendo caminhos chamados órbitas. Cada planeta gasta um tempo diferente para percorrer sua órbita, dando uma volta inteira ao redor do Sol. A Terra, por exemplo, gasta um ano neste movimento”.

Ficaram excluídos desta definição os satélites naturais, os cometas e os asteróides. Em nenhuma outra parte deste livro eles são definidos. Nada é escrito sobre a forma das órbitas. Para ilustrar a definição do sistema solar é apresentada a clássica figura esquemática do sistema solar. Neste livro é a Fig. 2.2, p.14, com a legenda *“Os planetas do Sistema Solar giram ao redor do Sol”*. Os erros desta figura são vários, como, por exemplo: 1) Terra e Marte têm o mesmo diâmetro; sabemos que Marte tem cerca de metade do diâmetro da Terra; 2) Vênus é representado por uma esfera comparável à de Mercúrio mas com menos da metade do diâmetro da esfera da Terra, enquanto sabemos que eles, Terra e Vênus têm aproximadamente o mesmo diâmetro, e Mercúrio é menor que a Terra; 3) Júpiter é representado por uma esfera com 1,5 cm de diâmetro, enquanto deveria ter mais de 10 cm de diâmetro, pois a Terra foi representada por uma esfera com 1 cm de diâmetro; 4) Júpiter tem anéis, mas a figura também não os esquematizou; 5) Saturno está com quase o mesmo diâmetro de Júpiter, isto é verdade, mas como a Terra tem 1 cm de diâmetro ele não poderia ter 1,5 cm de diâmetro; 6) Urano e Netuno também estão representados de forma errada, pois ambos têm apenas 1,2 cm de diâmetro; sabemos que são muito maiores do que a Terra, além disso, não

aparecem os seus anéis; 7) Também errônea é a representação de Plutão, com 0,6 cm de diâmetro ele é maior que Mercúrio e Vênus, enquanto na verdade, ele é o menor dos planetas do sistema solar; 8) As linhas que representam as órbitas dos planetas são aproximadamente equidistantes umas das outras, o que é um grande erro; 9) A Terra está pintada de azul com um esquema do continente americano. Isto é verdade e, talvez, leve o aluno a pensar que os outros planetas também têm a cor com as quais foram pintadas as esferas que os representam, mas então, novos erros são introduzidos, pois Vênus, por exemplo, fica verde. E 10) o Sol com 3,5 cm de diâmetro está fora de escala, mas o aluno acredita no livro, pois usa-o, justamente para aprender. Apesar de nada estar escrito sobre o cinturão de asteróides que orbitam entre Marte e Júpiter, na Fig. 2.2 mencionada, aparece a representação esquemática destes asteróides.

Mesmo que esta Fig. 2.2 seja apenas para “dar uma idéia” do que seja o sistema solar, não podemos ignorar a capacidade dos alunos e de professores leigos deduzirem informações a partir dela. Informações detalhadas sobre a representação proporcional do volume do Sol e dos planetas podem ser encontradas em Canalle e Oliveira (1994). Estes mesmos erros, variando-se apenas as cores, e tamanhos usados nas esferas que representam os planetas e o Sol, são encontrados nos Livro 2 (p.45), Livro 3 (p.78 e 79), Livro 4 (p.26), Livro 5 (p.15 e p.2 do “*Pequeno Atlas*” contido no final do mesmo) e Livro 6 (p.38).

III. As órbitas dos planetas.

No Livro 2, p. 40, na ilustração do movimento de translação da Terra ao redor do Sol é desenhada uma elipse muito excêntrica (achatada), o Sol está no centro dela e não há proporções na figura, nem aviso para a falta dela. Como as órbitas dos planetas são elipses pouco excêntricas (quase circulares) e o Sol ocupa um dos seus focos, o esquema transmite uma informação errada. O mesmo erro está no Livro 6, p.38. No Livro 3 este erro se repete (p.29) embora neste o Sol não ocupe o centro da elipse, mas também não está no seu foco. No Livro 4, aos erros já mencionados, acrescenta-se o fato de estar escrito na figura que quando a Terra cruza o eixo menor da elipse, a Terra está no periélio e quando cruza o eixo maior, a Terra está no afélio, ou seja, estando o Sol no centro da elipse, as definições de periélio e afélio, continuam corretas, mas num contexto completamente errado.

IV. As estações do ano

A explicação deste fenômeno está presente em todos os livros analisados, porém, sempre com alguns erros, ou explicações insuficientes. No Livro 1, p. 18, está escrito:

“O eixo terrestre está um pouco inclinado em relação ao Sol, apontando sempre na direção da estrela Polar”.

Como pode um eixo estar inclinado em relação a uma esfera? E em segundo lugar, para um leigo é difícil entender como um eixo pode ser fixo, apontando sempre para a mesma estrela, se a Terra se desloca ao redor do Sol. Em seguida, na p.19, está a explicação para as estações do ano:

“... essas mudanças (das estações) dependem da inclinação do eixo terrestre e do movimento de translação da Terra.”

Esta explicação está correta, mas dificilmente fará um aluno da quinta série entender o fenômeno das estações. Para começar: que inclinação é essa do eixo terrestre? O texto não explica. A Fig. 2.11, do Livro 1, tem a legenda *“A inclinação do eixo terrestre faz mudar a parte mais atingida pelo Sol”*. A legenda é muito pouco esclarecedora. Nela o Sol é colocado no centro de uma elipse e a Terra é representada em 4 diferentes posições, sobre uma elipse muito excêntrica, representando cada uma delas uma estação do ano. O eixo de rotação da Terra está corretamente representado e tem um esboço dos continentes, porém falta a linha do equador. As legendas em cada posição da Terra são: a) inverno, dia 21 de junho, e isso está escrito próximo ao pólo Sul, b) primavera, dia 23 de setembro, mas isso está escrito no hemisfério norte, próximo ao equador, c) verão, dia 21 de dezembro, e isto está escrito bem próximo ao pólo norte, causando, portanto, grande confusão, pois as estações mencionadas são para o hemisfério sul, e d) outono, dia 21 de março, e isso está escrito junto à linha do equador. Conclusão, quem ver esta figura, poderá pensar que as estações do ano são as mesmas para o planeta todo. O texto também não menciona que as estações são diferentes para os dois hemisférios. Erros semelhantes estão no Livro 4, p.130 e Livro 6, p.46.

No Livro 2, p.42, podemos ler sobre este fenômeno:

“O dia 21 de dezembro é o dia em que o hemisfério sul recebe mais calor. ...” e “Do mesmo modo, o dia 21 de junho é o ponto máximo do inverno no hemisfério sul. ...”

A seguir vem a frase:

“Fora esses dias que marcam o momento em que a Terra mais se aproxima e mais se distancia do Sol, na realidade, as estações do ano não são tão bem definidas como mostra o quadro acima”

O texto está claramente afirmando que o verão é devido à maior proximidade da Terra ao Sol e que o inverno é justamente devido ao maior afastamento entre eles, o que é um erro.

No Livro 3, p.87 há a seguinte explicação para este fenômeno:

“O movimento de translação da Terra em torno do Sol e a inclinação do eixo da Terra é que determinam as estações do ano.”

Você poderia perguntar: Que inclinação é essa?

Procure observar como a Terra é representada em desenhos ou globos. Ela aparece inclinada para a direita. A Terra é assim representada porque é nessa posição que o nosso planeta gira em torno do Sol. O eixo da Terra está sempre inclinado 23,5° para a direita.”

Direita e esquerda dependem do observador e os 23,5° representam uma inclinação em relação à direção perpendicular ao plano de translação da Terra. A explicação de que as estações dependem da translação e da mencionada inclinação está correta, mas não é suficiente para que leigos a entendam realmente. Mesmo a presença da figura com a Terra em 4 posições tentando ilustrar a diferença de iluminação não auxilia muito no entendimento. Este fenômeno precisa de um experimento didático para ser bem entendido por professores e alunos. Neste sentido, na p.88, o texto faz a sugestão de uma experiência, porém, se alguém seguir suas instruções, dificilmente entenderá algo. As instruções dadas são:

“Material:

- *uma lâmpada ou vela acesa para representar o Sol;*
- *um globo, uma bola ou uma fruta arredondada, como uma laranja, para representar a Terra (no caso de vocês usarem uma bola ou uma fruta, deverão marcar os pólos).*

Como proceder:

- 1. Incliná-lo o globo, mantendo o pólo norte voltado para a direita e para a luz.*
- 2. Caminhar bem devagar em volta da luz e em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. Durante todo o movimento de translação, manter a inclinação do globo no mesmo sentido, ou seja, para a direita.”*

É apresentada ao lado destas instruções, a figura de uma criança segurando uma bola atravessada por um eixo e caminhando ao redor de uma vela que está no chão. Os erros são, por exemplo, os seguintes: 1) Não foi dito que é absolutamente necessário um ambiente escuro para tal experiência. 2) Se for usada uma vela, também, é preciso de um aviso para que crianças somente façam a experiência na presença de um adulto, por questões de segurança. 3) A chama ou o filamento da lâmpada precisam ficar, aproximadamente na mesma altura do centro do globo ou bola. 4) A vela da figura está no chão e a Terra está sendo segura por uma criança que circula ao redor da vela. Neste caso, quase nenhuma diferença de iluminação será observada no hemisfério de cima da Terra, pois ela estará girando num plano acima da vela.

O professor que tentar fazer esta demonstração, em sala de aula, sem tê-la testado antes, ficará perdido com os imprevistos que acontecerão, e, provavelmente, ficará menos motivado a fazer outras demonstrações em sala.

V. As fases da Lua.

As fases da Lua sempre são explicadas acompanhadas de uma figura que contém a Terra no centro de um círculo e a Lua em 4 posições diametralmente opostas. Nestas quatro posições são representadas as luas nova, cheia, quarto minguante e quarto crescente. Ao lado deste esquema está o Sol emitindo seus raios luminosos. Como os três astros estão no mesmo plano, nesta representação sempre haverá dois eclipses por mês, sendo um lunar e outro solar. Nunca é mencionado que os planos das órbitas da Lua e da Terra não coincidem (Maciel, 1991). Figuras com esses problemas podem ser encontradas no Livro 2, p.25, Livro 3, p.73, Livro 4, p.29, Livro 5, p.17 e Livro 6, p.51 e 52. No Livro 1 essa figura não existe. Outro erro comum a todos eles é associar o nome da fase da lua destes dias particulares (lua cheia, nova, quarto minguante e quarto crescente) aos sete dias que a seguem, pois não existem 7 dias de lua cheia, nem 7 dias de lua nova, etc. Temos sim um período de lua crescente e outro de lua minguante separados pelos dias das lua cheia e nova. No transcorrer destes períodos temos dois dias de aparência particular para a Lua, que são os dias em que vemos um quarto de sua superfície iluminada, são os dias de quarto crescente e quarto minguante (Mourão, 1987).

VI. Os eclipses

Este é um fenômeno que está explicado em apenas 2 dos 6 livros analisados. No Livro 4, p.28, tem uma figura com o título "*Como ocorre o eclipse solar,*" mas em nenhum lugar do texto há menção a esta figura. Na legenda da figura consta que ela foi extraída do jornal Folha de São Paulo, caderno 6 - Ciência, p. 14., embora um livro técnico de astronomia seja uma fonte mais segura de informação astronômica do que um jornal. Na figura mencionada aparece o Sol, a Terra com o desenho da sua órbita ao redor do Sol e a Lua com o desenho de uma órbita elíptica fechada, estando a Terra no centro desta órbita. Os três astros e as duas órbitas estão no mesmo plano. Como o desenho mostra a Terra girando ao redor do Sol, não tem sentido fazer uma órbita fechada para a Lua ao redor da Terra. Este esquema gera dois eclipses por mês (um solar e outro lunar), e de fato isso não ocorre, mas não há explicações para isso.

No Livro 5, p.19, na parte de exercícios, encontramos duas figuras esquematizando os eclipses solar e lunar, dentro de um quadro chamado "*Atividade de Apoio*". Acima das figuras está escrito:

"Observe os esquemas e indique que fenômenos astronômicos eles representam. Indique também em que fase da Lua deve ocorrer cada um deles."

Como não existe em nenhum outro lugar do livro, qualquer outra explicação sobre eclipses, a mesma é bastante incompleta, pois deve-se entender o fenômeno apenas observando a ilustração.

VII. Os pólos geográficos

A definição de pólos geográficos, que é simplesmente a interseção da superfície da Terra com seu eixo de rotação, também é apresentada de forma incorreta nos livros didáticos. Por exemplo, no Livro 1, p.16, ele é definido da seguinte forma:

"Na verdade, a Terra não é uma bola certinha. Os cientistas descobriram que ela é achatada em dois lados opostos. Mas o achatamento é tão pequeno que nem dá para ser visto nas fotos. O ponto central de cada lado achatado da Terra recebe o nome de pólo. Temos, assim, dois lugares bem marcados na superfície da Terra: os pólos terrestres. Um deles aponta para a estrela que os antigos usavam para se orientar: a estrela Polar ou estrela do norte. Este pólo foi chamado de pólo norte e ao outro foi dado o nome de pólo sul. Imagine agora uma linha que une o pólo norte ao pólo sul, passando pelo centro da Terra. Essa linha é chamada de eixo terrestre."

Se um professor perguntar: O que são os pólos geográficos? O aluno, baseado neste livro, deverá responder: São os pontos centrais de cada lado achatado da Terra. Os pólos, segundo o texto, são pontos "*bem marcados*" na superfície da Terra. Na verdade nada existe marcando o pólo. Note também que, pelo texto, o pólo norte aponta para a estrela Polar. Um ponto não aponta para lugar algum, o que aponta é o eixo da Terra.

Erro semelhante encontramos no Livro 4, p.29, que define os pólos geográficos assim:

"A Terra tem a forma arredondada, mas não é uma esfera perfeita. Sua forma se assemelha mais à de uma laranja, com leve achatamento de um lado e um arredondamento quase perfeito do outro. A parte achatada corresponde aos dois pólos: norte e sul."

Associar a forma da Terra à de uma laranja é deformar demais a Terra e associar parte achatada com pólos é trocar uma definição exata por outra sem precisão alguma.

VIII. Os pólos magnéticos

Os pólos magnéticos são os pontos para os quais convergem ou divergem as linhas do campo magnético, mas nos livros didáticos eles têm estranhas definições, como por exemplo, no Livro 5, p.23, no qual está escrito:

"Nas proximidades dos pólos norte e sul, devido ao próprio movimento de rotação terrestre, houve uma grande concentração de minerais metálicos, criando-se aí os pólos magnéticos da Terra."

Esta afirmação é totalmente destituída de sentido. Outra definição incorreta é encontrada, por exemplo, no Livro 6, p.18, que define pólo magnético da seguinte forma:

"Por que ocorre esse fenômeno? Por uma razão muito simples: próximo ao pólo norte existe um ponto denominado pólo norte magnético (ao sul existe o pólo sul magnético). A agulha é atraída para esse ponto."

O aluno poderá concluir que se soltarmos a agulha da bússola ela voará para um dos pólos magnéticos atraídas por eles. Na verdade a agulha imantada se orienta segundo o campo magnético presente no local onde ela está. Outra definição incorreta é encontrada no Livro 2, p.27, que o define assim:

"Acontece que a própria Terra funciona como um gigantesco imã, pois as suas extremidades norte e sul possuem magnetismo."

Pode-se entender da explicação acima, que o magnetismo da Terra só está nos seus pólos, enquanto na verdade, toda a superfície da Terra está imersa num campo magnético gerado no seu interior.

IX. Os cometas

Também neste tópico, algumas confusões podem ser encontradas em livros didáticos. Por exemplo, no Livro 2, p.45, Livro 3, p.80 e Livro 5, p.14, está escrito, respectivamente:

"... os cometas são corpos brilhantes como uma estrela mas dotados de uma cauda..."

"Cometas são astros formados por um núcleo (um ponto brilhante como uma estrela) cercado por uma nuvem de gases, conhecida como cabeleira."

"... Compõe-se de um ponto brilhante, o núcleo, envolvido por uma nebulosidade, a cabeleira, e um rastro luminoso, a cauda."

Como normalmente os livros definem estrela como astro com luz própria, comparar cometa com estrela ou dizer que ele é um ponto brilhante é fazer os leitores pensarem que cometas têm luz própria, o que não é verdade. Além disso, as características dadas aos cometas como cauda e cabeleira só existem enquanto eles passam perto de uma estrela.

X. As constelações

As constelações são aparentes agrupamentos de estrelas, pois estão próximas em uma mesma direção e, como não distinguimos suas diferentes distâncias à Terra, parecem estar todas numa mesma região. Além disso, sua semelhança com objetos, animais, etc, é apenas temporária, pois estando todas as estrelas em movimento, a mencionada semelhança se altera com o tempo. Mas nos livros didáticos as constelações, geralmente são apresentadas como um agrupamento de estrelas. Por exemplo, no Livro 2, p.27 e Livro 6, p.39, lemos, respectivamente:

"Um conjunto de estrelas mais ou menos próximas umas das outras forma uma constelação."

"Constelação - Agrupamento de estrelas que visto da Terra possui uma suposta semelhança com determinado objeto, pessoa ou animal".

XI. Conclusões

O levantamento acima mostra que os conteúdos de astronomia dos livros didáticos analisados são apresentados de forma muito pouca esclarecedora, quando não, de forma totalmente errada. O aluno desta séria e até mesmo alguns professores dela, não têm conhecimentos suficiente para descobrir os erros nos conteúdos, pois estão, justamente, usando aquele texto para aprender sobre os mesmos, assim sendo, livros que deveriam informar estão deixando de fazê-lo, quando não, estão informando errado.

Além dos erros acima exemplificados, pudemos constatar que todos os livros analisados contêm informações desatualizadas, principalmente quanto ao número de satélites, anéis e diâmetros dos planetas. As figuras, que em princípio, deveriam colaborar para a compreensão do conteúdo, freqüentemente trazem consigo informações errôneas, como o desenho de órbitas muito excêntricas para os planetas, a falta de proporções nos desenhos que representam os planetas e seus satélites, os duplos eclipses mensais gerados nas tradicionais explicações para as fases da Lua, a colocação do Sol no centro da órbita dos planetas, etc. As atividades experimentais ou demonstrações recomendadas nos textos, infelizmente, não atingem seus objetivos, também por erros nos procedimentos propostos. Atividades simples, tais como recomendar a observação do céu para localizar algumas constelações, por exemplo, não são incentivadas.

Também seria desejável encontrar nesses livros, as referências utilizadas para a elaboração dos mesmos, assim como sugestões de leituras complementares, mas, infelizmente, elas não estão presente neles.

Considerando que os conhecimentos básicos de astronomia que a população adquire deveriam estar sendo adquiridos no primeiro grau, o amontoado de

erros e confusões acima exemplificados, são fortes indicadores de que a população brasileira é ignorante sobre os fenômenos mais elementares da astronomia.

Certamente que os problemas acima apontados nos conteúdos de astronomia não existiriam, pelo menos em tal monta, se autores e editoras procurassem auxílio de astrônomos profissionais, os quais podem ser encontrados na Sociedade Astronômica Brasileira.

Referências

- ALVES, L.I.O., CARVALHO, R.M. e LASMAR, I.E., Espaço em Construção, vol.1, 5ª Edição, Ed. Lê S/A. Livro 1, 1994.
- ANTUNES, C., Geografia e Participação - Introdução aos Estudos Geográficos, vol. 1, (Edição desconhecida), Ed. Scipione. Livro 6, 1996.
- BELTRAME, Z. V., Geografia Ativa - Investigando o Ambiente do Homem, vol. 1, 45ª Edição, Ed. Ática. Livro 3, 1995.
- CANALLE, J.B.G. e OLIVEIRA, I.A.G., Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol, Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol. 11, nº 2, p. 141 - 144, 1994.
- GARCIA, H.C. e GARAVELLO, T.M., Lições de Geografia - Iniciação aos Estudos Geográficos, vol. 1, 4ª Edição, Ed. Scipione. Livro 5, 1995.
- MACIEL, W.J., (editor), Astronomia e Astrofísica, IAG-USP, 1991.
- MOREIRA, I., Geografia Nova - O Espaço do Homem, vol. 1, 30ª Edição, Ed. Ática. Livro 2, 1996.
- MOURÃO, R.R.F., Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica, Ed. Nova Fronteira, 1987.
- VESENTINI, J.W. e VLACH, V., Geografia Crítica - O Espaço Natural e a Ação Humana, vol. 1, 13ª Edição, Ed. Ática. Livro 4, 1996.