



Uma estratégia para construção de rosa dos ventos envolvendo geometria, arte, astronomia e tecnologia

Marcos Daniel Longhini

Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil
E-mail: mdlonghini@faced.ufu.br

Roberto Ferreira Silvestre

Astrônomo amador, Observatório Astronômico de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil
E-mail: prof.silvestre@netsite.com.br

Flávio César Freitas Vieira

Divisão de Educação Básica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil
E-mail: flavioc@proex.ufu.br

Seguramente muitos de nós já ouvimos dizer que, se um dia nos perdermos em uma floresta com uma bússola em mãos, podemos nos livrar dessa situação embaraçosa, pois tal instrumento nos guiará geograficamente. Longe de afirmarmos que essa estratégia de escoteiro é incorreta, o que questionamos é: será que quando a agulha da bússola se direciona para a indicação norte, por exemplo, se supostamente seguíssemos sempre esta orientação, chegaríamos àquele local imaginário, representado por um ponto na superfície terrestre chamado Polo Norte?

Para distâncias curtas, como no caso de uma pequena mata, poderíamos encontrar sua saída com relativo êxito, seguindo a orientação da bússola. No entanto, o mesmo não se pode dizer sobre a questão do parágrafo anterior. Isso porque esse instrumento não obedece fielmente à orientação geográfica, pois sua agulha, sendo imantada, orienta-se pelo campo magnético terrestre.

A Terra, compreendida como um grande ímã, possui também seus dois polos magnéticos, que, no entanto, não coincidem com os geográficos. Segundo Teixeira e col. [1], os polos magnéticos estão localizados a aproximadamente 78° N 104° W e 65° S 139° E. Também não são diametralmente opostos, havendo uma diferença de cerca de 2.300 km do antípoda. Além do mais, não se mantêm fixos no decorrer do tempo, variando sua posição na superfície de nosso planeta. Conforme os mesmos autores, os polos magnéticos migram a uma velocidade de $0,2^\circ$ a cada ano em torno dos polos geográficos.

Sendo assim, quando nos orientamos

empregando uma bússola, na maioria das vezes, são aproximações grosseiras dos polos geográficos que iremos localizar, não necessariamente suas exatas posições. O ângulo que demarca a diferença entre a indicação magnética e a geográfica é chamado de deflexão magnética. Alguns programas computacionais oferecem a possibilidade de, uma vez inseridas as coordenadas geográficas do local onde se está e a data, calcular a deflexão magnética. Ela indicará de quantos graus deve-se corrigir a agulha de sua bússola, para leste ou oeste, de modo que ela passe a nos dar a correta orientação dos polos geográficos.

Mas se não dispusermos de tal informação, como descobriremos a real localização dos pontos cardeais? Talvez pudéssemos tentar pela observação do local onde o Sol nasce e se põe no horizonte, como sendo a posição dos pontos leste e oeste, respectivamente. Perpendicular a eles, obteríamos a reta que liga o norte ao sul.

Essa poderia ser outra estratégia, se de fato o Sol nascesse e, conseqüentemente, se pusesse, no mesmo local todos os dias. Somente em ocasiões específicas ele irá surgir no ponto leste e se pôr no ponto oeste. Novamente, não podemos contar com este recurso para a real localização geográfica, principalmente em regiões onde o horizonte for montanhoso. No entanto, podemos empregar

outro recurso de fácil utilização e relativa precisão, que pode ser construído em sua escola ou em sua própria casa: a rosa dos ventos.

O que apontaremos neste artigo é uma possibilidade acerca de como construí-la, além de sugerirmos algumas possibilidades de uso. Para tanto,

Será que quando a agulha da bússola se direciona para a indicação norte, por exemplo, se supostamente seguíssemos sempre esta orientação, chegaríamos àquele local imaginário, representado por um ponto na superfície terrestre chamado Polo Norte?

O texto traz alguns apontamentos acerca de cuidados que devemos ter na busca pelas exatas posições dos pontos cardeais. Propõe uma metodologia de confecção de uma rosa dos ventos, que pode ser pintada no pátio de uma escola. Para tal, requer alguns materiais do cotidiano, atrelados à ideias relacionadas a diferentes campos do conhecimento, como a geometria, a arte, a astronomia e recursos computacionais. O texto apresenta, ainda, algumas possibilidades de uso da rosa dos ventos, após devidamente construída.

empregaremos materiais do cotidiano, como um fio de prumo do tipo empregado na construção civil, trena, barbante, giz escolar, fita crepe, tinta para piso e pincéis. Também empregaremos algumas ideias de geometria e astronomia, além de alguns programas computacionais de fácil acesso e manipulação. O resultado, que é a rosa dos ventos, pode ser incrementado com um toque artístico, conforme o gosto do professor.

Antes do céu, a informática

Comece por escolher um local adequado para a construção de sua rosa dos ventos, bem como uma data para a atividade de marcação do meridiano, que é seu ponto de partida. O diâmetro desejado que o desenho completo tenha é limitado apenas pelo espaço físico disponível. Seu aspecto decorativo final depende dos recursos que tiver, como a variedade e quantidade suficiente de tinta para pintá-la, por exemplo. Existe a possibilidade de construí-la empregando mosaico ou outros materiais que a criatividade e o custo permitirem.

Como faremos uma demarcação no solo a partir da sombra de um fio de prumo, a condição inicial é que a rosa dos ventos seja desenhada em um espaço ao ar livre, relativamente distante de grandes obstáculos como árvores ou paredes que, além de projetarem sombras e dificultarem a demarcação do meridiano sobre

o solo, reduzirão a visibilidade do céu e do horizonte, necessária para as muitas possibilidades de uso desse recurso. Importante, também, é que o trabalho seja realizado sobre um solo pavimentado, plano, liso e nivelado. Escolhido o local adequado, obtém-se as coordenadas geográficas usando um GPS (Global Positioning System) ou a partir do emprego do programa computacional *Google Earth*, por exemplo. Este último é um aplicativo gratuito que pode ser obtido a partir do endereço <http://earth.google.com/intl/pt-BR/>. Após instalá-lo, deve-se identificar o local exato onde pretende-se construir sua rosa dos ventos. Para isso, coloque o cursor do *mouse* no ponto do mapa onde ela será demarcada. Fazendo isso, encontre na barra inferior da tela do programa as coordenadas geográficas do local escolhido: a latitude, que pode ser norte (N) ou sul (S), e a longitude, que no caso do Brasil é sempre oeste (W). O resultado para o caso aqui ilustrado está apresentado na Fig. 1.

Com a informação das coordenadas geográficas em mãos, deve-se obter um segundo dado: o momento exato em que o Sol cruzará o meridiano daquele local na data da marcação. Entende-se por meridiano local uma reta imaginária que liga os polos geográficos norte e sul e que passa pelo ponto que chamaremos de M, escolhido para ser o centro da rosa dos ventos a ser desenhada. Um dos progra-

mas que fornece essa informação com grande precisão é o *SkyMap Pro*. Uma vez que sejam fornecidas as coordenadas do local e a data da marcação, o programa calculará, entre outras coisas, o meio-dia solar, que corresponde ao instante em que o centro do Sol cruza o plano do meridiano local. Para obter essa informação, execute o programa e siga os procedimentos abaixo, que foram realizados na versão 9 do programa (Fig. 2), disponibilizada gratuitamente para teste: na tela principal, na margem esquerda, selecione o ícone (globo terrestre) que abre a janela para entrada da posição do observador. Forneça as coordenadas geográficas do local (Latitude, Longitude), os hemisférios (N/S, E/W), a altitude em relação ao nível do mar (Height) e o deslocamento, em minutos, em relação ao meridiano de Greenwich (Time zone). O fuso de Brasília, por exemplo, está 3 horas (180 minutos) atrás (behind) de Greenwich. Não marque o horário de verão (Daylight saving time). Clique no botão OK (Fig. 3).

Na mesma margem esquerda da tela principal, selecione o ícone (relógio) que abre a janela para entrada do horário de observação. Insira um horário (Time) próximo das 8 horas da manhã. Insira a data (Date) da marcação do meridiano. Deixe o campo seguinte com o conteúdo AD. Não marque o horário de verão (Daylight saving time). Clique no botão OK. Ainda na margem esquerda, selecione a letra E (East) para ver o lado leste do céu diurno. Encontre a imagem do Sol e clique nela com o botão direito do *mouse*. Uma pequena janela aparece. Clique com o

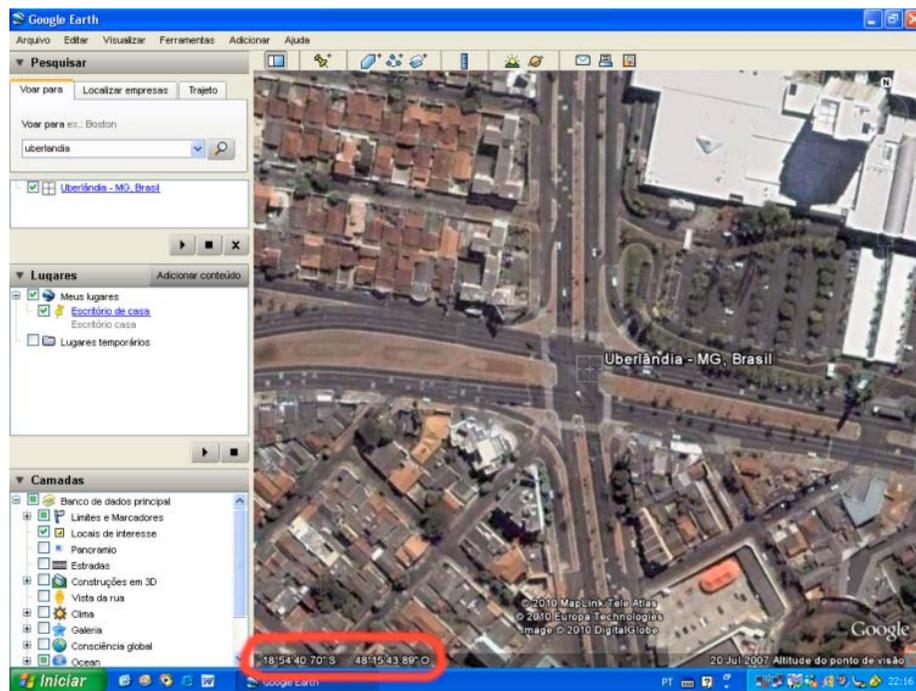


Figura 1 - Apresentação do programa Google Earth. Observe no canto inferior esquerdo da imagem o local da tela que indica as coordenadas geográficas do local no mapa onde se encontra o cursor.



Figura 2 - Apresentação do programa *SkyMap Pro*. Inserção de dados.



Figura 3 - Apresentação do programa *SkyMap Pro*. Inserção de dados.

botão esquerdo do mouse na opção "About Sun" (Fig. 4), para ver os dados sobre o Sol na data escolhida. Na nova janela que aparecer, o meio-dia solar estará disponível à direita do rótulo "Transit". É esse horário que será usado no local para marcação do meridiano.

Para continuar o trabalho de demarcação do solo, verifique em seu relógio o instante em que o Sol cruzar o meridiano que passa pelo centro de sua rosa dos ventos. Logo, será nesse exato momento que a sombra deverá ser demarcada. Para garantir sua perfeita orientação, sugerimos ajustar seu relógio usando os recursos de seu computador. Se o sistema operacional oferecer o serviço de ajuste automático da hora do computador pela internet, utilize-o. Se esse recurso não estiver disponível, o ajuste pode ser feito pelo programa *AboutTime*, de Paul Lutus (<http://www.arachnoid.com/abouttime/>). Isso assegura a marcação da sombra no momento exato em que o Sol cruzar o meridiano local.

Olhar para o chão, olhar para o céu

Dispondo do relógio ajustado e conhecendo o instante em que o Sol cruza o meridiano referente ao local escolhido, deixamos os recursos tecnológicos e partimos para a demarcação do solo, o que requer a observação do céu.

Para esta etapa, deve-se dispor de barbante, giz e fio de prumo. Este último irá representar um rudimentar instrumento conhecido como gnômon, o qual pode ser construído empregando uma haste. Em antigas civilizações, como os gregos, chineses e egípcios, ele era construído na forma de grandes obeliscos e tinha a função de demarcar períodos ou ciclos de tempo, o que era feito a partir do acompanha-

mento de sua sombra no decorrer dos dias [2].

A demarcação da sombra só será possível se essa atividade for realizada em dia ensolarado. Ela será uma boa oportunidade para discutir aspectos relativos ao meio do dia, pois há diferenças entre o horário civil e a ocorrência da metade do dia para o "movimento do Sol" pelo céu. Também é oportunidade para desmistificar a recorrente ideia

que muitas pessoas têm, conforme relevam Langhi [3] e López-Gay [4], por exemplo, de que quando nosso relógio marcar 12 h, a sombra de um objeto desaparecerá.

Para fazer a demarcação, quando o relógio marcar o instante preciso (previamente calculado), a sombra do fio projetará sobre o solo um traço coincidente como o meridiano, que deve ser coberto com giz. Não se esqueça de fazê-lo passar pelo ponto M, centro da rosa dos ventos. Como a sombra do fio está sempre em movimento, o que se faz na prática é marcar um ponto dela que esteja o mais distante possível do ponto M. Com esses dois pontos, ou seja, o centro M e o ponto marcado na sombra do fio, traça-se a reta que define o meridiano.

Esse momento especial coincide com a sombra mínima no decorrer do dia, que raramente é mínima a ponto de desaparecer. É importante ressaltar que, dependendo do período do ano e do local onde essa atividade for realizada, teremos sombras maiores ou menores. As cidades brasileiras situadas ao norte do Trópico de Capricórnio devem estar atentas, pois pelo menos em duas épocas do ano essa atividade torna-se inviável, uma vez que o fio de prumo projetará uma sombra nula ou muito curta no momento especificado. Por isso, recomendamos que a determinação do meridiano seja realizada perto do início do inverno, quando nós, brasileiros, temos

as sombras mais longas ao meio-dia.

Depois de demarcada a linha que interliga o norte geográfico ao sul, basta descobrirmos qual é um e qual é outro. Fique sobre a linha e use uma bússola ou até mesmo a conhecida regra que pede para abrir seus braços e apontar o direito para onde o Sol nasce, para encontrar o lado leste. O braço esquerdo estará voltado para o lado oeste. Portanto, a parte do meridiano que estiver à sua frente apontará para o norte. Consequentemente, a parte sul do meridiano estará às suas costas.

Conhecido o meridiano, deve-se marcar um círculo delimitador, centrado no ponto M, que definirá o tamanho que a figura completa terá. Com o uso do barbante e de um giz fixo em uma das pontas, pode-se simular um grande compasso e marcar esse círculo completo, que interceptará o meridiano nos pontos N e S, que correspondem às extremidades norte e sul da rosa dos ventos.

Em seguida, com o mesmo compasso improvisado, determine a reta perpendicular ao meridiano encontrado. Para isso, centre seu "compasso" no ponto N e, com um raio arbitrário maior do que a metade do segmento SN, trace dois arcos fora do meridiano, nas regiões mostradas na Fig. 5. Com o mesmo raio adotado, trace outros dois arcos com centro no ponto S, de forma que interceptem os arcos anteriores. Ao ligar os pontos obtidos pelos arcos, teremos uma reta cujas interseções com o círculo delimitador são os pontos L e O, correspondentes ao leste e ao oeste. Marque o segmento OL com giz e teremos uma rosa dos ventos rudimentar mas que indica corretamente os pontos cardeais.

Pode-se parar por aí, mas vale a pena avançar e dividir ao meio cada um dos quatro ângulos retos, obtendo-se os pontos colaterais: entre o norte e o leste - nordeste; entre o norte e o oeste - noroeste; entre o sul e o leste - sudeste; e entre o sul

Cidades brasileiras situadas ao norte do Trópico de Capricórnio devem estar atentas, pois pelo menos em duas épocas do ano essa atividade torna-se inviável, uma vez que o fio de prumo projetará uma sombra nula ou muito curta no momento especificado

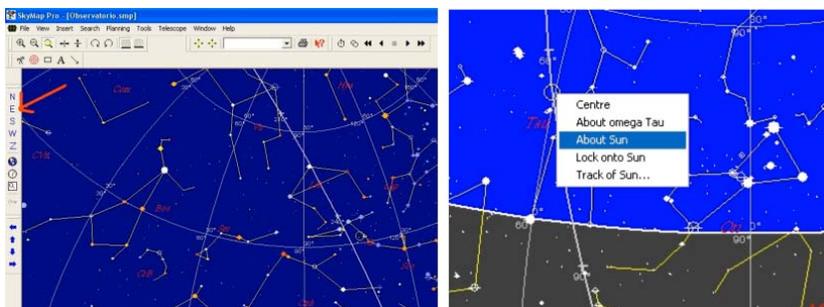


Figura 4 - Localização do Sol e determinação do meio-dia solar.

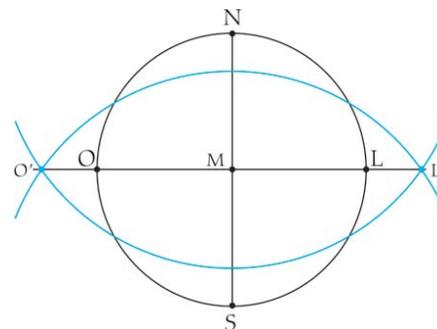


Figura 5 - Construção geométrica da perpendicular à direção norte-sul, que representa a direção leste-oeste.

e o oeste - sudoeste. Unindo os quatro pontos principais por meio das retas auxiliares NL, LS, SO e ON, teremos algo como o esquema da Fig. 6. Se, com uma trena, marcarmos o ponto médio de cada um desses quatro segmentos e unirmos esses pontos, dois a dois, com retas que passem pelo centro da rosa, teremos as indicações dos pontos colaterais: A - nordeste; B - sudoeste; C - noroeste; D - sudeste.

Com as oito direções bem determinadas, o acabamento final da rosa dos ventos fica por conta da criatividade de cada um. A Fig. 7 mostra uma representação esquemática de um modelo básico que utilizamos e a imagem de uma que foi pintada em uma escola pública de Uberlândia, MG.

Algumas possibilidades de uso

A rosa dos ventos pode ser explorada de diversas formas. Uma delas é a verificação, no decorrer do ano, da posição do nascimento e pôr do Sol. Essa atividade trará elementos para desmistificar a concepção de que o Sol sempre nasce exatamente no leste e se põe exatamente no oeste. Os alunos poderão identificar esta variação no decorrer do ano, comparando os pontos do nascente e do poente com as datas do solstício e do equinócio, por exemplo. Algumas relações significativas podem ser obtidas a partir desta observação.

Outra possibilidade é a identificação da direção de certos locais de referência em sua própria cidade. Dispondo de um mapa da cidade que te-

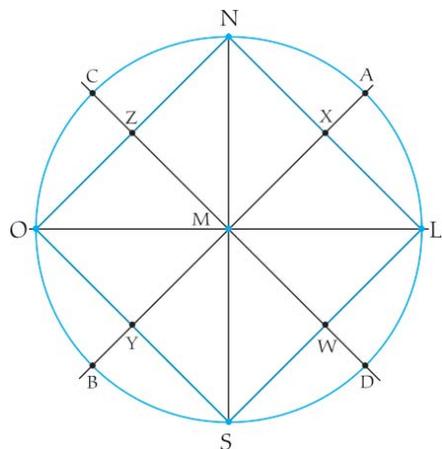


Figura 6 - Construção geométrica dos pontos colaterais.

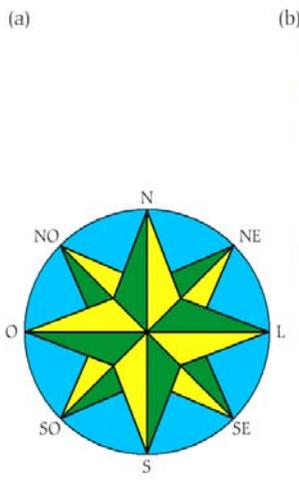


Figura 7 - Em (a), esquema de demarcação de uma rosa dos ventos; em (b), após a conclusão.

A rosa dos ventos pode ser usada como um observatório astronômico a olho nu. O professor deve dispor, para um instante específico, a posição de um astro ou de um satélite artificial em coordenadas horizontais. Os estudantes devem orientar-se pela rosa dos ventos e localizar os objetos propostos

nhá uma rosa dos ventos, os alunos devem estendê-lo no chão e alinhar a rosa dos ventos desenhada na escola com a que está impressa no mapa. Assim, terão a real orientação geográfica da cidade a partir daquele local. Por meio do mapa orientado, o professor pode pedir que os alunos localizem a direção de determinados pontos estratégicos da cidade, como uma igreja, uma praça ou outro qualquer. Os estudantes devem, então, visualizar aqueles pontos da cidade e comparar com as direções descobertas por eles no mapa.

A rosa dos ventos pode ser usada também como um observatório astronômico a olho nu. Neste caso, o professor deve dispor de um planetário virtual em seu computador e anotar, para um instante específico, a posição de um astro ou de um satélite artificial em coordenadas horizontais. Essas informações de tempo e espaço, compostas de data, horário, azimute e altura devem ser passadas aos estudantes, que vão orientar-se pela rosa dos ventos e localizar os objetos propostos. Na data da atividade, um aluno deve posicionar-se de pé no centro da rosa dos ventos, girar seu corpo para encarar a direção dada pelo azimute, elevar sua cabeça de um ângulo dado pela altura em relação ao horizonte e aguardar o instante esperado, atentando para seu relógio.

Considerações finais

A atividade que propomos é uma estratégia de construção de um instrumento

de localização, que aliou elementos usados pelo homem há muito tempo, como o estudo das sombras, com apoio de ferramentas atuais, como o computador. O resultado desta técnica, ou seja, a rosa dos ventos, oferece diversas possibilidades de uso, dependendo do interesse de cada professor.

Trata-se não somente da construção de um instrumento para suas aulas, pois o processo de elaboração revela o potencial para exploração de diversas áreas de conhecimento, como geometria, artes, geografia e história, ou de técnicas como a manipulação de dados em computador, a observação sistemática, o traçado para demarcação do solo e sua pintura.

Esperamos que a divulgação desta metodologia não seja compreendida somente como uma técnica para obtenção de um artefato que nos permita obter a localização geográfica de forma mais fiel do que a bússola ou a observação do movimento do Sol, mas que seu processo de elaboração seja também uma oportunidade de aprendizagem para todos aqueles envolvidos nessa atividade.

Referências

- [1] W. Teixeira, M.C.M. Toledo, T.R. Fairchild e F. Taioli (orgs), *Decifrando a Terra* (Oficina de Textos, São Paulo, 2000), 568 p.
- [2] G.B. Afonso, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **18**, 149 (1996).
- [3] R. Langhi, *Ideias de Senso Comum em Astronomia* (Observatórios Virtuais, 2004), disponível em telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf.
- [4] R. López-Gay, *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales* **61**, 27 (2009).