

# Construção de uma carta celeste: Um recurso didático para o ensino de Astronomia nas aulas de Física

Construction of a sky chart: A teaching resource for astronomy teaching in Physics classes

Artur Justiniano<sup>\*1</sup>, Rafael Botelho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

Recebido em 10 de junho de 2016. Aceito em 20 de julho de 2016

Uma carta celeste é um mapa do céu utilizado para identificar e localizar os objetos astronômicos. Até o início do século XX elas eram essenciais em diversas atividades humanas como a navegação e o planejamento econômico. Hoje em dia, há diversos softwares e aplicativos para celular capazes de confeccioná-las em tempo real. Neste trabalho apresentamos um método para construir uma carta celeste que pode ser utilizado como um recurso didático para introduzir conceitos de astronomia nas aulas de física. O trabalho está dividido em três partes. Na primeira vamos apresentar os dois sistemas de coordenadas celeste, o equatorial e o horizontal. Na segunda as definições de tempo que serão utilizadas. Na terceira apresentamos como calcular as coordenadas horizontais dos astros e construir a carta celeste. Para finalizar apresentamos um comparação dos nossos resultados com os da literatura. Nas considerações finais há uma sugestão de como abordar esse conteúdo na sala de aula.

**Palavras-chave:** astronomia, carta celeste, ensino de astronomia

A star chart is a map of the sky used to identify and locate astronomical objects. By the early twentieth century they were essential in various human activities such as human navigation and economic planning. Today, there are various software and mobile applications able to build them in real time. In this work, we present a method to build a sky chart that can be used as a teaching tool to introduce astronomy content in physics classes. The work is divided into three parts. At first, we present the two celestial coordinate systems, equatorial and horizontal. In the second, the time settings. In the third, we show how to calculate the horizontal coordinates of the stars and build a sky chart. Finally, we present a comparison of our results with the literature. In the conclusion, a suggestion of how to approach this subject in the classroom.

**Keywords:** astronomy, star chart, astronomy education

## 1. Introdução

Uma carta celeste é um mapa do céu. Esse mapa é utilizado para identificar e localizar os objetos astronômicos. Principalmente planetas, constelações e estrelas.

A confecção dessas cartas remonta as primeiras civilizações. O registro mais antigo, data de aproximadamente 32500 anos [1]. Trata-se de uma escultura em um bloco de marfim encontrada em 1979

em uma caverna na Alemanha e que se assemelha à constelação de Órion.

Até o início do século XX as cartas celestes eram essenciais para a navegação marítima, na confecção do calendário, na identificação das estações do ano e no planejamento da atividade econômica. Conhecer a posição e o movimento dos corpos celeste era a forma que se tinha para se localizar, medir a passagem do tempo e determinar os períodos de plantar e colher [2]. Com o avanço científico e o advento de

\*Endereço de correspondência: [arturjustiniano@gmail.com](mailto:arturjustiniano@gmail.com).

novas tecnologias para medir a passagem do tempo e se localizar, as cartas celeste passaram a ser utilizadas quase que exclusivamente para a divulgação, o ensino e a pesquisa em astronomia.

A popularização do uso das cartas celeste pode ser observada nos diversos softwares, tanto para computadores quanto para smartphones, que produzem em tempo real um mapa do céu para qualquer local do planeta. O celestia, o stellarium, o cartes du ciel, o skeye e o skyMap são exemplos de alguns dentre muitos dos softwares disponíveis.

É importante esclarecer que existem algumas diferenças entre os softwares para computadores e para os smartphones. Nos PCs o usuário precisa informar para qual localidade pretende construir a carta celeste e para qual data. Essas informações são essenciais para que o software faça a simulação da carta celeste em uma determinada plataforma gráfica. Já alguns aplicativos para os smartphones permitem ao usuário visualizar o mapa do céu para a posição que o aparelho estiver direcionado. Para isto o aparelho utiliza o GPS e sensores de movimento, o acelerômetro e o giroscópio, para se localizar no tempo e no espaço. Com essas informações o software cria uma simulação da esfera celeste para o local onde está o usuário.

Aparentemente parece um processo complicado a construção de uma carta celeste. Pode-se imaginar que são cálculos complicados, extensos e que podem demandar horas de trabalho se forem feitos sem a utilização de um programa de computador. Nesse artigo vamos tentar derrubar esse mito. Vamos mostrar como construir uma carta celeste com

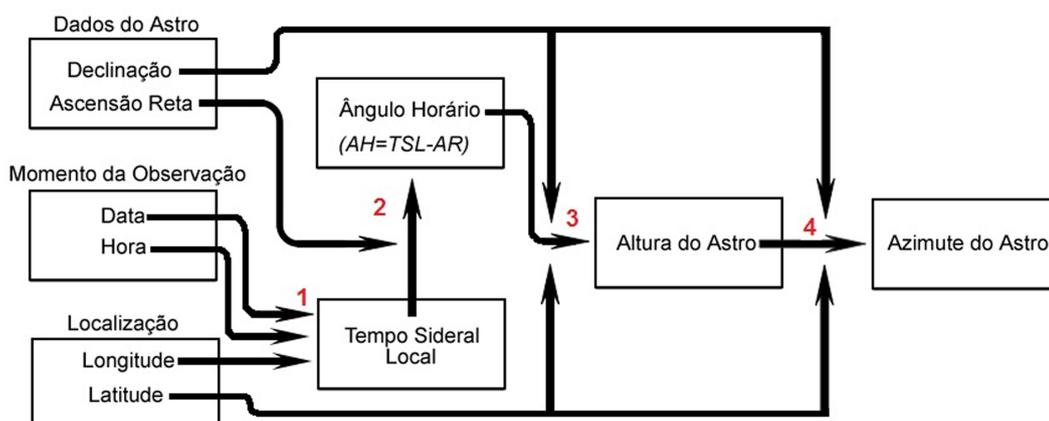
alguns conhecimentos de astronomia de posição e uma planilha de cálculo.

Inicialmente o método foi desenvolvido para responder a solicitação dos alunos que queiram saber como são feitos os mapas do céu nos aplicativos dos smartphones. Posteriormente, observamos que ele é um recurso didático que pode ser utilizado para trabalhar conceitos de Astronomia nas aulas de física, geografia e matemática por se entender que o tema apresenta capacidade motivadora e é potencialmente capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diferentes áreas do conhecimento.

A Fig.1 é um esquema dos passos necessários para a construção da carta. Observem que para construí-la são necessárias três informações de entrada - dados do astro, momento da observação e o local da observação - que vão produzir duas coordenadas na saída, azimute e altura. São essas coordenadas, para cada uma das estrelas, que são utilizadas para construir o mapa do céu. O primeiro passo é calcular o Tempo Sideral Local (TSL), em seguida o ângulo horário (AH) de cada uma das estrelas. Com essa informação e conhecendo as coordenadas equatoriais das estrelas e as coordenadas geográficas do observador, podemos calcular as coordenadas horizontais das estrelas e construir a carta celeste.

## 2. Os sistema de Coordenadas Celeste.

Além do sistema de coordenadas geográficas que utilizada duas coordenadas, latitude e longitude, para localizar um objeto na superfície da Terra, vamos precisar de dois sistemas de coordenadas celeste [3]

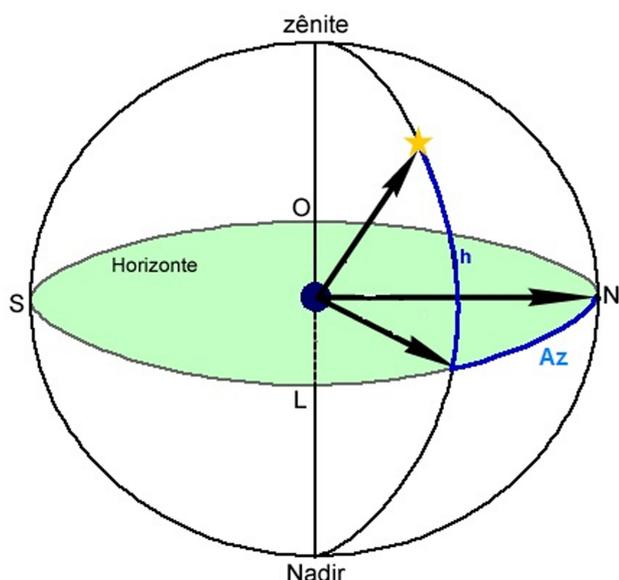


**Figura 1:** Diagrama com os passos necessários para calcular as coordenadas horizontais das estrelas. Os números correspondem as etapas que devem ser seguidas para calcular essas coordenadas e construir a carta celeste.

para construir a carta. O sistema de coordenadas horizontal e o sistema de coordenadas equatorial.

O sistema horizontal possui duas coordenadas: o azimute ( $Az$ ) e a altura ( $h$ ). O azimute é um ângulo, medido sobre o horizonte, com origem no norte e que cresce na direção do leste, cuja extremidade é o meridiano do astro. Definido dessa forma o azimute varia de  $0^{\circ} \leq Az < 360^{\circ}$ . Já a altura é um ângulo, medido sobre o meridiano do astro, com origem no horizonte e extremidade no astro. Definida dessa forma a altura varia de  $0^{\circ} \leq h \leq 90^{\circ}$  para os astros que estão acima do horizonte.

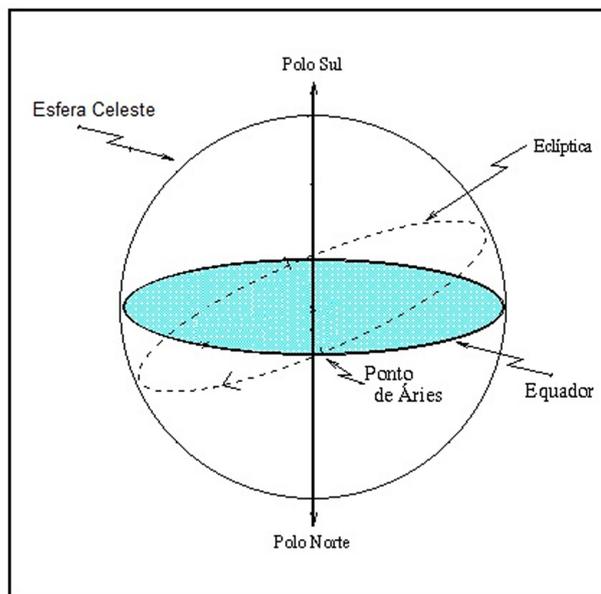
A Fig.2 é uma representação desse sistema de coordenadas. As setas azuis correspondem às duas coordenadas do sistema horizontal,  $Az$  e  $h$ . Pelo fato dos valores das coordenadas deste sistema dependerem das coordenadas geográficas do observador, um astro tem valores diferentes de  $Az$  e  $h$  para dois observadores em locais diferentes.



**Figura 2:** Sistema de coordenadas horizontal. As coordenadas da estrela são o azimute ( $Az$ ) e a altura ( $h$ ). Zênite e nadir são os pólos desse sistema.

Uma forma conveniente de descrever a localização dos astros é assumir que eles estão na superfície de uma grande esfera cujo no centro está a Terra. Essa esfera, imaginária, é chamada de esfera celeste, e a intercessão do plano do equador terrestre com a esfera celeste é chamado de equador celeste. As projeções dos pólos terrestres na esfera celeste definem os pólos celeste Norte e Sul. A Fig. 3 mostra a esfera celeste e a trajetória aparente do Sol ao redor da Terra durante o ano. Essa trajetória é chamada de eclíptica. Notem que o plano da eclíptica está

inclinado em relação ao equador celeste. O ponto em que a eclíptica intercepta o equador celeste é definido como ponto de áries ou ponto gama ( $\gamma$ ). Quando o Sol está nesse ponto temos o início do outono no hemisfério sul e a primavera no hemisfério norte.

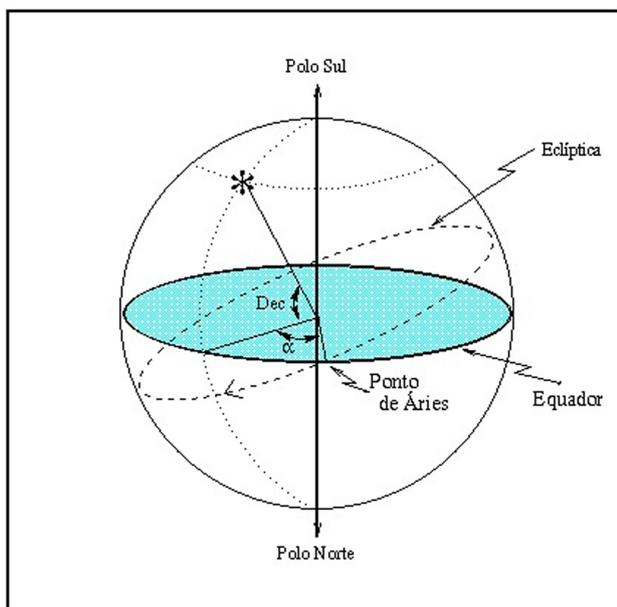


**Figura 3:** A esfera celeste. A linha tracejada, inclinada em relação ao equador celeste é a trajetória aparente do sol ao longo do ano, a eclíptica. O ponto de áries marca o local que o Sol cruza o equador celeste vindo do hemisfério Sul. Modificado da Ref. [3].

O sistema de coordenadas equatorial (Fig. 4) utiliza o ponto gama como referência. A primeira coordenada desse sistema, a ascensão reta ( $\alpha$ ), é o ângulo entre o meridiano do ponto gama e o meridiano do astro, medido sobre o equador celeste. Por convenção a ascensão reta é medida em horas, minutos e segundos (ao invés de graus, minutos e segundos de arco). Definida dessa forma a ascensão reta varia de  $0 \leq \alpha < 24$  horas. A segunda coordenada, a declinação ( $\delta$ ), é o ângulo entre o astro e o equador celeste, medido sobre o meridiano do astro. Quando medido na direção do pólo norte celeste  $\delta \geq 0$ , caso contrário a declinação é negativa. Definida dessa forma a declinação varia de  $-90^{\circ} \leq \delta \leq 90^{\circ}$ .

Das definições dos dois sistemas de coordenadas celeste podemos observar que no sistema horizontal as coordenadas de uma estrela variam continuamente devido a rotação da Terra e são diferentes para observadores em diferentes localizações. Já no sistema equatorial, para evitar essa variação, as coordenadas do astro independem da posição do

observador na superfície da Terra e variam muito lentamente com o tempo, o que acarreta pequenas correções apenas ao longo dos anos.



**Figura 4:** Sistema de coordenadas equatorial. As coordenadas da estrela são ascensão reta ( $\alpha$ ) e a declinação  $\delta$ . A linha tracejada do pólo norte ou pólo sul é o meridiano da estrela e a linha tracejada inclinada em relação ao equador celeste é a eclíptica [3].

### 3. A contagem do tempo.

Nesta seção vamos explicar como converter as coordenadas do momento da observação (data e hora) em dia juliano (JD) e em seguida, conhecendo a longitude ( $\phi$ ) do local para qual se deseja construir a carta celeste, calcular ao Tempo Sideral Local (TSL). Explicações mais aprofundadas sobre a conversão da data em dia juliano e sobre o cálculo do TSL podem ser encontradas nas Refs. [4,5]

Em diversos cálculos astronômicos é necessário conhecer o número de dias transcorridos entre um evento e outro. Para facilitar esse cálculo foi criado um sistema onde os dias são contados de maneira consecutiva, sem interrupções em anos ou meses. Nesse sistema, uma data (ano, mês, dia, hora, minutos, segundos) é convertida para um número chamado de dia juliano (JD). Por definição, o dia juliano é o número de dias que se passaram desde o dia 1/1/4713 A.C às 12 horas em Greenwich.

Antes de apresentarmos como é feita a conversão de uma data do calendário gregoriano para dia juliano, são necessárias algumas explicações:

a) Para essa conversão os meses são numerados de 1(um) a 12(doze). Sendo que 1 é o mês de janeiro e 12 o mês de dezembro.

b) Vamos utilizar a abreviação INT para designar a parte inteira de um número.

Conhecendo essas duas definições podemos agora apresentar como é feita a conversão da data para dia juliano. Vamos fazer isso dividindo os cálculos em partes.

A primeira parte é verificar se o mês (M) é janeiro ou fevereiro, ou seja, 1 ou 2. Se for, então a variável M é escrita assim:  $M = M + 12$  e a variável Ano é  $Ano = Ano - 1$ . Se o mês não for 1 ou 2, então  $M = M$  e  $Ano = Ano$ .

A segunda parte é calcular  $A1 = INT(Ano/100)$  e  $B = 2 - A1 + INT(A1/4)$ . Se a data for anterior a 15/10/1582 faça  $A1 = 0$  e  $B = 0$ . A1 e B são variáveis. A variável B será utilizada no cálculo de JD.

A terceira e última parte é o cálculo do dia Juliano [4].

$$JD = B + INT(365.25 * Ano - T) + INT(30.60001 * (M + 1) + Dia) + \frac{Hora}{24} + 1720944.5 \quad (1)$$

onde  $T = 0$  se  $Ano > 0$ , ou seja, para datas depois de Cristo e  $T = 0.75$  para  $Ano < 0$ , antes de Cristo.

A medida do tempo está relacionada ao movimento de rotação da Terra que provoca a rotação aparente da esfera celeste. Uma escala básica da medida do tempo é a definição do dia - tempo de uma rotação da Terra sobre seu eixo. Para medir essa rotação temos que usar um objeto celeste como referência. De acordo com o objeto tomado como referência temos dois tipos de tempo: o tempo solar, que toma como objeto de referência o Sol, e o tempo sideral, que usa como objeto de referência o ponto gama [5]. Esse segundo será alvo de nosso estudo.

Para determinar o Tempo Sideral Local (TSL) é necessário conhecer qual é o Tempo Sideral em Greenwich (TSG). Para ajudar o leitor a entender o que é o tempo sideral vamos imaginar a seguinte situação: Imagine que você esteja em Greenwich e que nesse exato momento o ponto gama esteja cruzando seu meridiano. Nesse momento o TSG será zero horas ou 24 horas. Para um observador na cidade de São Paulo que está a -3 horas de Greenwich o TSL será 21 horas. Ou seja, faltam 3 horas para o ponto gama cruzar o meridiano da cidade de São

Paulo. Assim, para cada meridiano podemos estabelecer uma relação entre TSG com o TSL da seguinte forma [4]:

$$TSL = TSG + \frac{\text{longitude}}{15} \quad (2)$$

Agora vamos mostrar como determinar o TSG para uma determinada data. Primeiro é necessário calcular o dia juliano para a data que deseja construir a carta celeste (Eq.1) e a data juliana para a seguinte data 0/1/ano, que chamaremos de JD0. Em seguida calcule o número de dias (ndias) transcorridos desde o início do ano até o dia para qual a carta celeste está sendo construída da seguinte forma:

$$\text{ndias} = \text{JD} - \text{JD0} \quad (3)$$

Agora é necessário calcular o século juliano (S), que por definição é o intervalo de tempo de 36525 dias.

$$S = \frac{\text{JD0} - 2451545}{36525} \quad (4)$$

Em seguida é necessário fazer os seguintes cálculos:

$$TSS = 6.6938 \times 3600 + 8640184.812866 \times S + 0.093104 \times S^2 - \left( \frac{6 \times 10^{-6} \times S^3}{3600} \right) \quad (5)$$

e por fim,

$$\begin{aligned} GST &= 0.0657098 \times \text{dias} \\ &- (24 - TSS + 24 \times (\text{ano} - 1900)) \\ &+ 1.00273790935 \times \text{Hora} \end{aligned} \quad (6)$$

Se

$$GST < 0 \quad GST = GST + 24.$$

e se

$$GST > 24 \quad GST = GST - 24.$$

#### 4. O ângulo Horário e a determinação das coordenadas horizontais das estrelas.

O ângulo horário de um astro é uma medida de tempo [5]. Essa grandeza estabelece a distância angular entre o astro e o meridiano do observador, medida em horas. Por exemplo, no momento que uma estrela cruza o meridiano do observador o seu AH = 0 horas. Quando ela nasce à leste o AH = 18 horas e quando ela se põe à oeste o AH = 6 horas. Notem (Fig.5) que devido a forma como o ângulo horário é definido ele varia com o local e com o momento da observação, e esse momento é quantificado na forma de tempo sideral.

Assim, existe uma relação entre o ângulo horário o tempo sideral local e a ascensão reta do astro que é dada por [5]:

$$\text{AH} = \text{TSL} - \alpha. \quad (7)$$

Se  $\text{AH} < 0$   $\text{AH} = \text{AH} + 24$ .

Como vimos, conhecendo o TSL para o momento que se deseja construir a carta celeste é possível calcular o AH das estrelas e assim determinar àquelas que estão acima do horizonte naquele TSL. Sabendo disso, e conhecendo as coordenadas equatoriais das estrelas e as coordenadas geográficas do local da observação, podemos calcular as coordenadas horizontais de cada uma delas e construir a carta celeste. As equações de transformação [4] são:

$$\begin{aligned} h &= \text{sen}^{-1} [\text{sen}(\delta) \text{sen}(\varphi) \\ &+ \text{cos}(\delta) \text{cos}(\varphi) \text{cos}(\text{AH})] \end{aligned} \quad (8a)$$

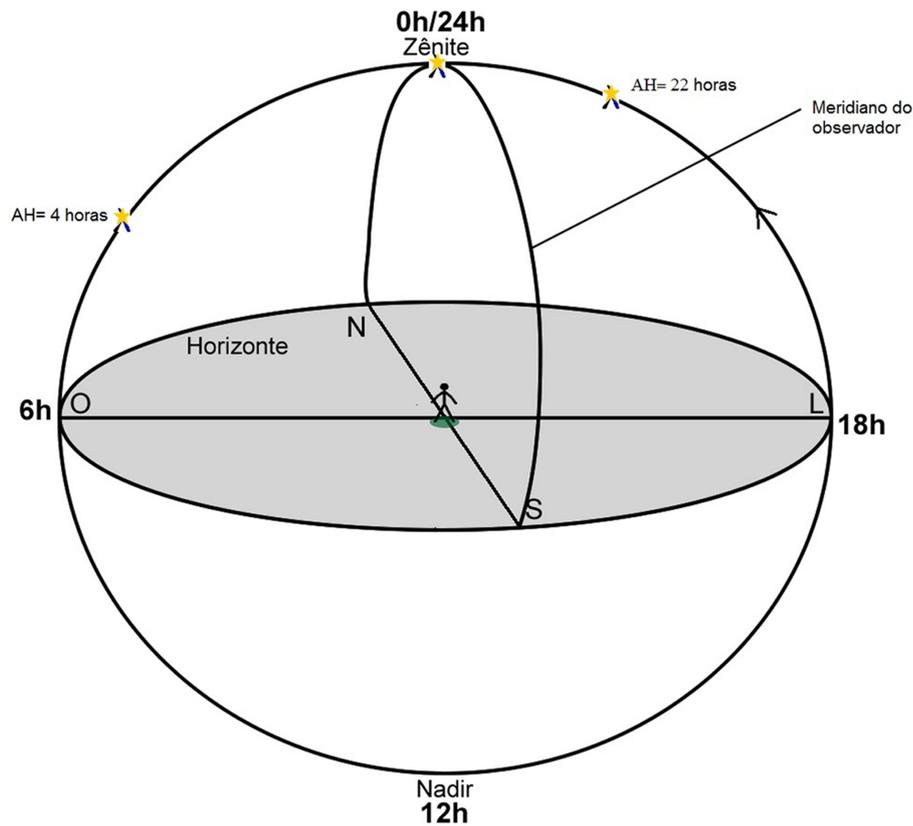
$$\text{Az} = \text{cos}^{-1} \left[ \frac{\text{sen}(\delta) - \text{sen}(\varphi) \text{sen}(\text{AH})}{\text{cos}(\varphi) \text{cos}(\text{AH})} \right] \quad (8b)$$

Se  $\text{AH} > 0$   $\text{Az} = 360^\circ - \text{Az}$ .

#### 5. A carta Celeste

Para construir a carta celeste nós selecionamos as estrelas mais brilhantes das doze constelações zodiacais e de mais 10 constelações. Utilizamos a Ref [6] para obter as coordenadas equatoriais das estrelas e montamos uma tabela (Apêndice). A partir dessa tabela nós calculamos para cada uma das estrelas as coordenadas horizontais (Az e h).

A Fig.6 é a carta celeste para o dia 6/6/2016 às 20:00 horas nas coordenadas geográficas, latitude =

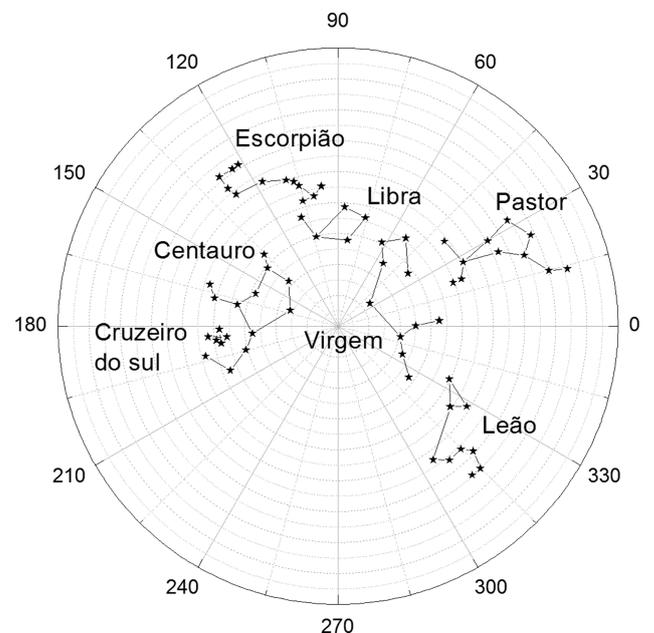


**Figura 5:** O ângulo horário (AH). A figura mostra uma estrela com três AH diferentes ao longo de uma noite. Antes, no momento e após ela cruzar o meridiano do observador.

$21^{\circ}34'52''$  Sul e longitude =  $46^{\circ}50'55''$  Oeste. Para construí-la, primeiro nós utilizamos a Eq. (1) para calcular o dia juliano,  $JD = 2457546.45833$ . Em seguida, utilizamos as equações (4), (5) e (6) para calcular o TSG e, com essa informação, calcular o Tempo Sideral Local (Eq.3),  $TSL = 13h2m23s$ . Conhecendo o TSL utilizamos a equação (7) para calcular o AH de cada uma das estrelas da tabela e selecionamos àquelas que estão acima do horizonte. Por último, com as equações (8a) e (8b) calculamos as coordenadas horizontais das estrelas e construímos a carta celeste. Na carta da Fig. 6 apresentamos as estrelas mais brilhantes de algumas constelações que estão visíveis.

Na Tabela 1 estão, a título de comparação, as coordenadas horizontais calculadas nesse trabalho e as coordenadas horizontais obtidas do software cartes du ciel [7] para 3 estrelas da carta celeste. Podemos observar que os valores de  $Az$  e  $h$  obtidos nesse trabalho são compatíveis com os software, a diferença é menor do que 1 grau, tanto para o azimute quanto para a altura. Isso reforça nosso argumento de que com esse método simplificado, que não leva

em conta as correções periódicas das coordenadas, é possível construir uma carta celeste.



**Figura 6:** Carta celeste construída com o método desenvolvido nesse trabalho. Nela estão algumas das constelações visíveis no dia 6/6/2016 às 20:00 horas na latitude =  $21^{\circ}34'52''$  Sul e longitude =  $46^{\circ}50'55''$  Oeste.

**Tabela 1:** Comparação entre as coordenadas horizontais calculadas nesse trabalho com as do software *cartes du ciel*.

Estrela	Az\h (nesse trabalho)	Az\h (literatura)	$ \Delta Az  \setminus  \Delta h $
Alp Sco	106,8752	106,9176	0,0424
	41,1693	41,0905	0,0788
Gam Cru	185,5683	185,4531	0,1152
	54,1754	54,1218	0,0536
Bet Leo	334,4100	334,4583	0,0483
	50,3952	50,5004	0,1051

Nesse trabalho nós não incluímos os astros do sistema solar. Isso porque, diferente das estrelas que estão muito longe e por isso as suas coordenadas equatoriais variam muito lentamente, o sol, a lua e os planetas estão próximos, e, neste caso, não possuem coordenadas equatoriais fixas. Para eles, a cada momento da observação essas coordenadas precisam ser recalculadas por um procedimento que está além do escopo desse trabalho. Os leitores que desejarem incluir os astros do sistema solar na carta celeste podem utilizar as Refs [8,9].

## 6. Considerações finais

A proposta apresentada nesse trabalho para construir a carta celeste é utilizada na disciplina de fundamentos de astronomia do curso de licenciatura em física e na disciplina física contemporânea do programa de pós-graduação do mestrado nacional profissional em ensino de física.

Ela também já foi testada com sucesso com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública participante do PIBID. Como quase sempre acontece quando os alunos têm a oportunidade de participar de uma atividade diferente das tradicionais em uma aula de física, a resposta foi gratificante

para o professor. Neste caso o professor, com a colaboração dos bolsistas do PIBID, utilizou o argumento de construir a carta celeste para introduzir nas aulas de física alguns conteúdos de astronomia, tais como: o movimento dos astros, a contagem do tempo e os sistemas de coordenadas celestes, que dificilmente chamariam a atenção dos estudantes se não houvesse uma motivação.

Em condições regulares essa é uma atividade que pode ser desenvolvida em três aulas de 50 minutos. Na primeira são trabalhados os conceitos de tempo e sistemas de coordenadas, na segunda são feitos os cálculos das coordenadas horizontais para uma estrela e na terceira a construção da carta celeste com uma planilha de cálculo.

A construção da carta celeste pelo método apresentado neste artigo parece ser uma boa proposta tanto para ensinar conceitos astronômicos como conteúdos da disciplina de matemática no laboratório de informática. Isso foi observado tanto pelos autores do artigo quanto os professores de física e matemática que participaram das atividades na escola quanto os que cursaram a disciplina de fundamentos de astronomia na pós-graduação e já desenvolveram essa atividade na sala de aula.

## 7. Apêndice

Const	DEC	RA
ZetVir	-0.59594	13.57827
TauVir	1.54458	14.02744
109Vir	1.89294	14.77083
MuVir	-5.65965	14.7177
IotVir	-5.99953	14.26691
AlpVir	-11.16124	13.41989
GamVir	-1.44952	12.69445
DelVir	3.3976	12.9268
EpsVir	10.9591	13.03632
EtaVir	-0.66675	12.33178

BetVir	1.76538	11.8448
EpsLeo	23.77428	9.7642
ZetLeo	23.41733	10.27817
EtaLeo	16.76267	10.12221
AlpLeo	11.9672	10.13957
TheLeo	15.42976	11.23734
BetLeo	14.57234	11.81774
DelLeo	20.52403	11.23511
IotCnc	28.76517	8.77778
GamCnc	21.4686	8.72145
DelCnc	18.15486	8.74475
AlpCnc	11.85777	8.97478
BetCnc	9.18566	8.27526
KsiGem	12.89606	6.75484
GamGem	16.39941	6.62853
ZetGem	20.5703	7.06848
DelGem	21.98234	7.33539
BetGem	28.02631	7.75538
AlpGem	31.88864	7.57667
EpsGem	25.13116	6.7322
MuGem	22.51309	6.38269
EtaGem	22.50682	6.24797
BetTau	28.60787	5.43819
TauTau	22.95698	4.70408
EpsTau	19.18052	4.47693
DelTau	17.54258	4.38223
GamTau	15.6277	4.32987
AlpTau	16.50976	4.59867
ZetTau	21.14259	5.62741
LamTau	12.49038	4.01134
KsiTau	9.73277	3.45281
DelAri	19.7267	3.1938
AlpAri	23.46278	2.11952
BetAri	20.8083	1.91065
IotAri	17.81759	1.95584
TauPsc	30.08973	1.19433
UpsPsc	27.26409	1.32444
PhiPsc	24.58376	1.22915
EtaPsc	15.34583	1.52472
OmiPsc	9.15764	1.75655
AlpPsc	2.76376	2.03411
NuPsc	5.48762	1.69052
MuPsc	6.14361	1.50318
EpsPsc	7.89007	1.04907
OmePsc	6.86359	23.9885
IotPsc	5.62735	23.66578
ThePsc	6.3791	23.46616
GamPsc	3.28225	23.28597

BetPsc	3.82007	23.06461
LamPsc	1.78042	23.7008
EpsAqr	-9.49569	20.79459
BetAqr	-5.57116	21.52598
OmiAqr	-2.15534	22.05523
GamAqr	-1.38735	22.36092
LamAqr	-7.57968	22.87691
DelAqr	-15.82076	22.91084
PhiAqr	-6.04853	23.2387
DelCap	-16.12657	21.78397
EpsCap	-19.46601	21.61801
ZetCap	-22.41138	21.44445
OmeCap	-26.91913	20.86369
PsiCap	-25.27052	20.76827
RhoCap	-17.81367	20.48101
BetCap	-14.7814	20.35018
TheCap	-17.23271	21.09911
IotCap	-16.83456	21.37077
GamCap	-16.66225	21.66815
AlpSgr	-40.61565	19.3981
ZetSgr	-29.88011	19.04353
EpsSgr	-34.38431	18.40287
GamSgr	-30.42365	18.09681
DelSgr	-29.82804	18.34989
LamSgr	-25.42125	18.46619
PhiSgr	-26.99078	18.76093
SigSgr	-26.29659	18.92109
TauSgr	-27.66981	19.11568
ZetSgr	-29.88011	19.04353
LamSco	-37.10375	17.56015
KapSco	-39.02992	17.56015
TheSco	-42.99782	17.62198
EtaSco	-43.23849	17.20255
EpsSco	-34.29261	16.83618
TauSco	-28.21596	16.59804
Alp Sco	-26.43195	16.49013
Sig Sco	-25.59275	16.35315
Del Sco	-22.62162	16.00556
Pi. Sco	-26.11423	15.98086
Rho Sco	-29.21401	15.94808
SigLib	-25.28186	15.06785
BetLib	-9.38287	15.28346
GamLib	-14.78955	15.59209
UpsLib	-28.13507	15.61707
EpsCru	-60.40137	12.35606
DelCru	-58.7489	12.25243
GamCru	-57.11257	12.51942
BetCru	-59.68873	12.79537

NuOct	-77.39112	21.69138
BetOct	-81.38162	22.7677
DelOct	-83.66785	14.44882
AlpCen	-60.83947	14.66094
BetCen	-60.37298	14.06373
EpsCen	-53.46636	13.6648
ZetCen	-47.28827	13.92568
EtaCen	-42.15775	14.59179
TheCen	-36.3687	14.11148
IotCen	-36.71208	13.34335
GamCen	-48.95989	12.692
DelCen	-50.72241	12.13932
PiCen	-54.49103	11.35009
LamCen	-63.01982	11.59637
Alp Boo	19.18727	14.26121
Gam Boo	38.30788	14.53465
Lam Boo	46.08792	14.2731
The Boo	51.85171	14.42001
Bet Boo	40.39064	15.03244
Del Boo	33.3151	15.25836
Eps Boo	27.07417	14.74979
Zet Boo	13.72833	14.68581
Eta Oph	-15.72515	17.17296
Zet Oph	-10.56715	16.61931
DelOph	-3.69398	16.2391
LamOph	1.9841	16.51523
KapOph	9.37506	16.96119
AlpOph	12.56058	17.58222
BetOph	4.56692	17.72455
GamOph	2.70746	17.79822
GamCMa	-15.63326	7.06264
AlpCMa	-16.71314	6.75257
BetCMa	-17.95592	6.37833
PiCMa	-20.13632	6.92708
DelCMa	-26.39321	7.13986
EpsCMa	-28.97209	6.9771
ZetCMa	-30.06338	6.33855
EtaCMa	-29.30312	7.40158
KapOri	-9.6696	5.79594
BetOri	-8.20164	5.2423
DelOri	-0.29909	5.53344
EpsOri	-1.20192	5.60356
ZetOri	-1.94258	5.67931
AlpOri	7.40704	5.91952
GamOri	6.34973	5.41885
MuOri	9.64713	6.03973
KsiOri	14.20881	6.199
NuOri	14.76838	6.1262

GamPer	53.50645	3.07994
AlpPer	49.86124	3.40537
DelPer	47.78765	3.71541
NuPer	42.57857	3.75322
EpsPer	40.01027	3.96423
KsiPer	35.79103	3.98275
ZetPer	31.88366	3.9022
OmiPer	32.28827	3.73865
LamPer	50.35135	4.10974
IotPer	49.6135	3.1508
KapPer	44.85789	3.15823
BetPer	40.95565	3.13615
RhoPer	38.84053	3.08625
DelVel	-54.70857	8.74505
LamVel	-43.43262	9.13327
KapVel	-55.01069	9.36856
PsiVel	-40.46689	9.5117
MuHya	-16.83665	9.5117
LamHya	-12.35444	10.1764
AlpHya	-8.65845	9.45979
IotHya	-1.14309	9.66428
TheHya	2.31288	9.23945
ZetHya	5.94547	8.92321
EtaHya	3.39866	8.7204
SigHya	3.34136	8.64595
DelHya	5.70376	8.62758
EpsHya	6.41854	8.77953

## Referências

- [1] D. Whitehouse, *Oldest Star Chart Found*, disponível em <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/2679675.stm>, acesso em 1/6/2016.
- [2] A.F. Herlihy, *Renaissance Star Charts*, disponível em [http://www.press.uchicago.edu/books/HOC/HOC\\_V3\\_Pt1/HOC\\_VOLUME3\\_Part1\\_chapter4.pdf](http://www.press.uchicago.edu/books/HOC/HOC_V3_Pt1/HOC_VOLUME3_Part1_chapter4.pdf), acesso em 1/6/2016.
- [3] K.S. Oliveira e M.F.O. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2014), v. 1, 3<sup>a</sup> ed., 780 p.
- [4] J.L. Lawrence, *Basic Astronomy with a PC* (Willmann-Bell, Richmond, 1989), v. 1, 1<sup>a</sup> ed., 130 p.
- [5] G.L.N. Bierrenbach, *Astronomia de Posição*, disponível em <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/AstroPosicao/Curso2016.pdf>, acesso em 1/6/2016.
- [6] Documentação disponível em [http://www.astro.wisc.edu/~dolan/constellations/constellation\\_list.html](http://www.astro.wisc.edu/~dolan/constellations/constellation_list.html), acesso em 1/6/2016.
- [7] Documentação disponível em <http://www.ap-i.net/skychart/fr/start>, acesso em 1/6/2016.
- [8] M. Franza and D. Harperb, *Planetary and Space Science* **50**, 217 (2002).
- [9] T. Singal and K. Ashok, *Determining Planetary Positions in the Sky for  $\pm 50$  Years to an Accuracy of  $1^\circ$  with a Calculator*. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/coord/coordplanetas.pdf>, acesso em 1/6/2016.