

# Astronomia na cidade

**Beatriz García, Rosa M. Ros, Juan A. Belmonte,  
Cristina Pineda de Carias**

*International Astronomical Union  
ITeDA and Technological National University, Argentina,  
Polytechnical University of Catalonia, Spain,  
Institute Astrophysics Canarias, Spain,  
Suyapa Central American Astronomical Observatory,  
National Autonomous University of Honduras, Honduras*



# ORIENTAÇÃO DAS PIRÂMIDES

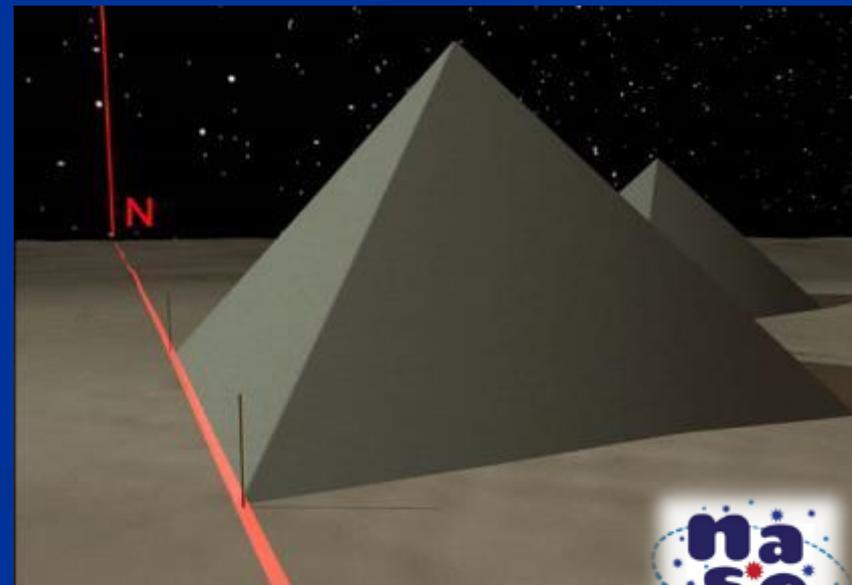
Gizé, Egípto, África  
2500 a.C.



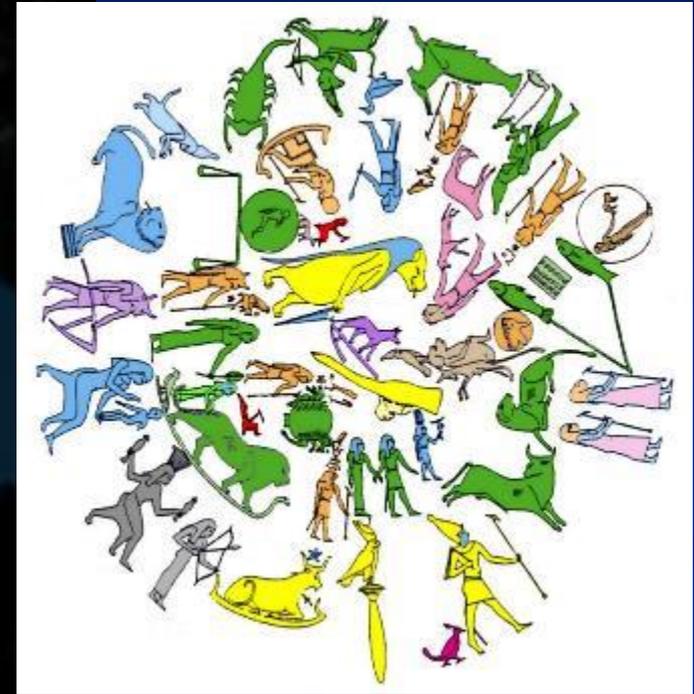
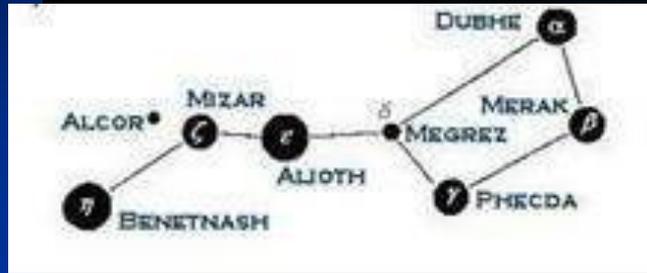
Nem todas as pirâmides do Egípto estão bem orientadas; de facto, apenas algumas das mais de sessenta pirâmides conhecidas têm uma orientação rigorosa.

As pirâmides dos faraós da 4ª dinastia em Gizé e Dahshur são as mais bem orientadas, com erros de cerca de 15' ou menos.

Alinhamento astronómico inicial da pirâmide de Kefren (cerca de 2545 a.C.) em direcção ao meridiano de trânsito de duas das estrelas Megrez e Phecda da constelação Meskhetyu (A Pata do Touro), que é parcialmente equivalente à Ursa Maior.



# Constelação "Imperecível" da **Pata do Touro**



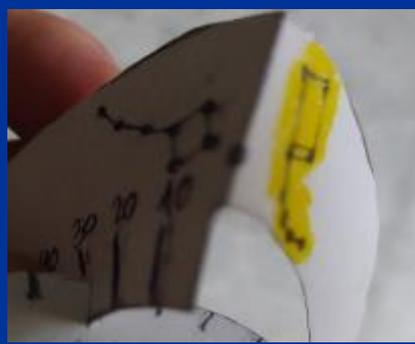
Actualmente, Merak e Dubhe indicam a posição do pólo a 2° a partir do pólo.

Na antiguidade, Megrez e Phecda determinavam a posição de Thuban que em 2787 a.C. estava apenas a 2' do pólo.

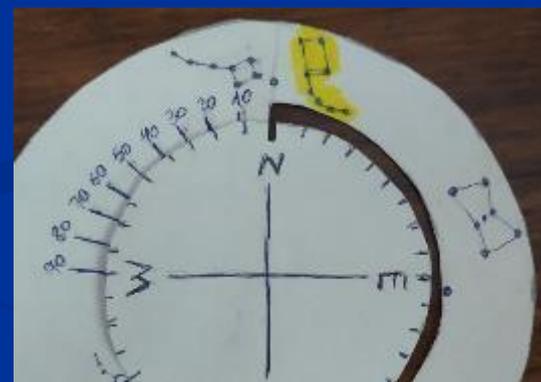
A orientação das pirâmides responde a motivações religiosas. Os egípcios acreditavam que as estrelas desapareceram e reapareceram, permitindo-lhes transcender a morte. "As condutas das pirâmides estão viradas para norte porque havia as estrelas que nunca desapareceram do céu, as estrelas circumpolares, que nunca morrem".



Agora 2000



Antes de 2500 a.C.

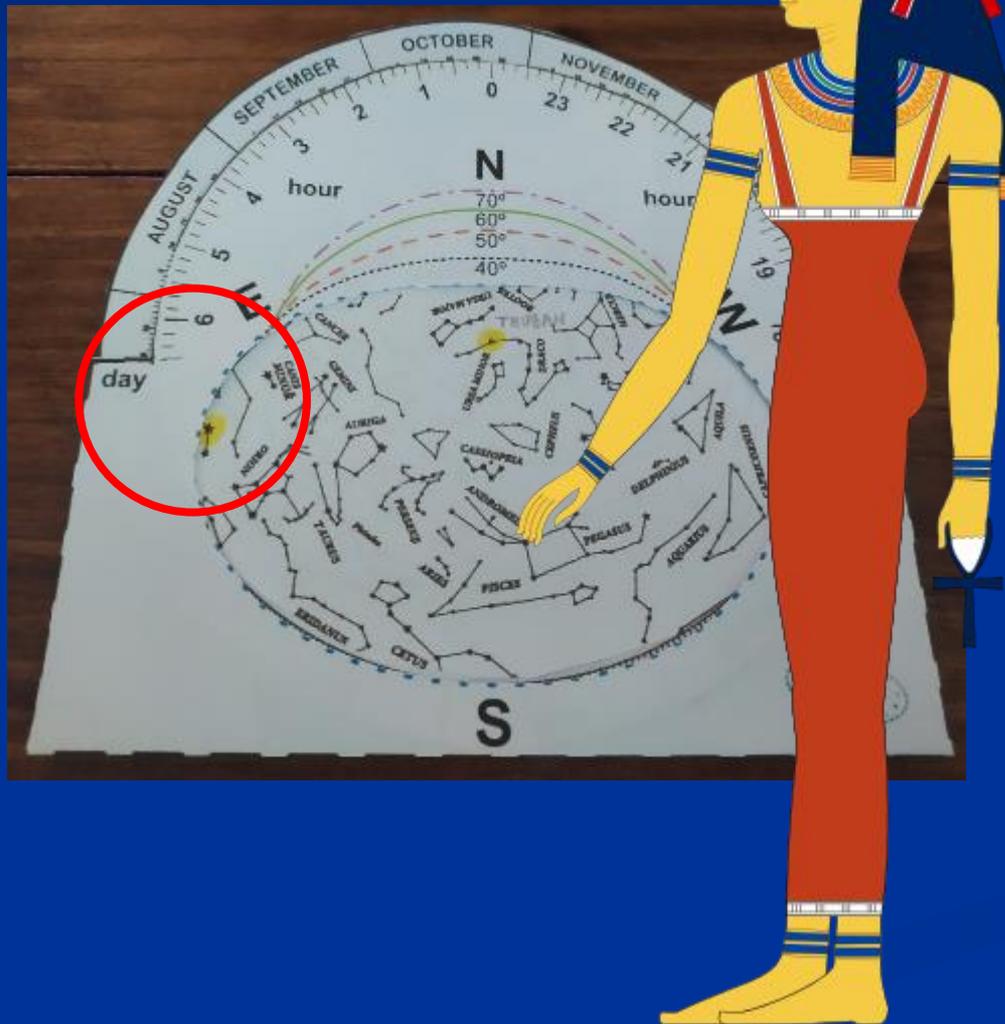


Cairo, latitude 30°N

Os seus corredores de acesso foram construídos com uma inclinação que facilitaria a ascensão do rei aos céus do norte, o domínio das "estrelas eternas".



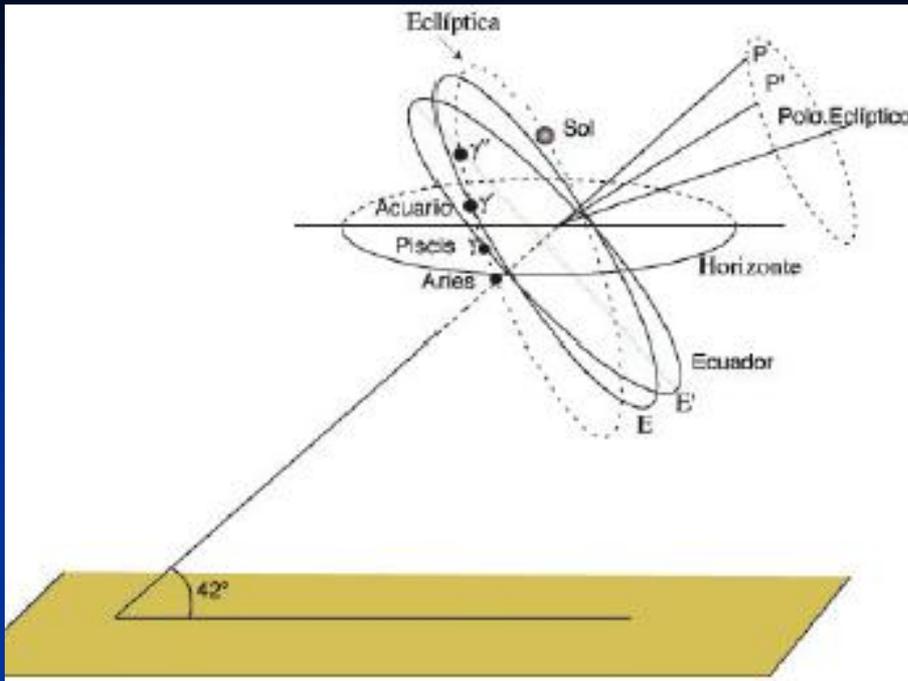
A estrela Sirius, chamada Sopdet pelos egípcios, dá origem a um destes eventos únicos: a sua primeira aparição anual ao amanhecer, chamada ortocal heliacal (o primeiro dia que se torna visível a leste ao amanhecer pouco antes do nascer do sol de 25 de Julho) e este momento anunciou a chegada do crescimento do Nilo, de grande importância no Egipto.



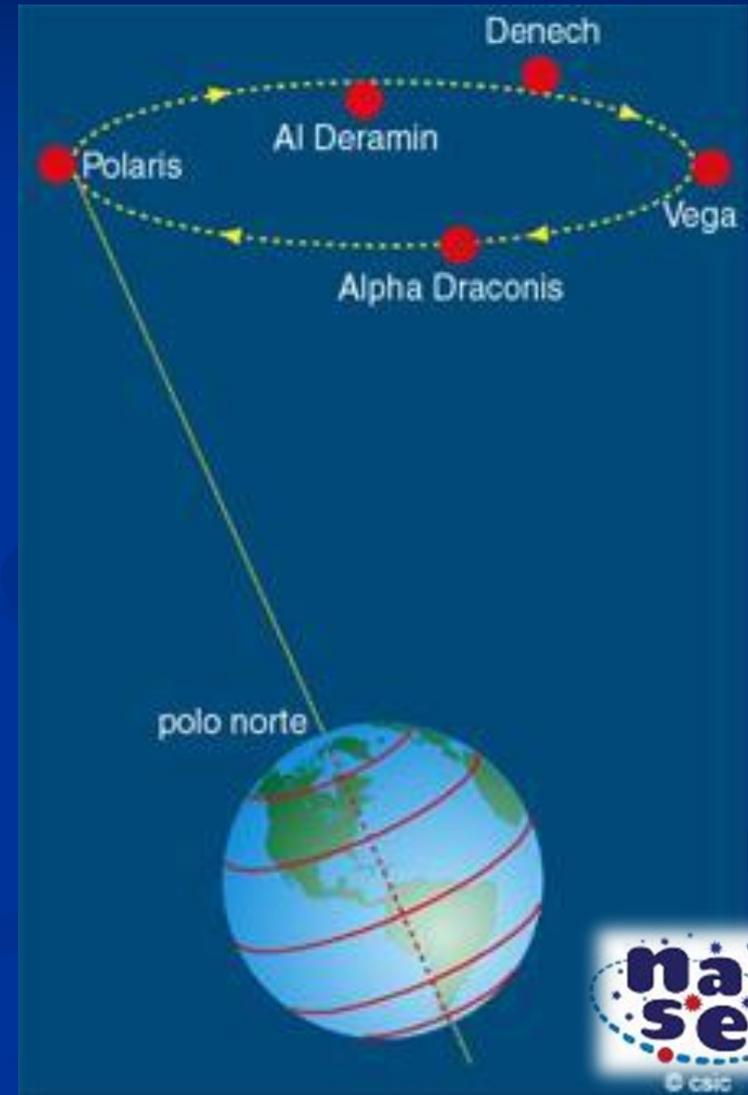
A estrela Sirius permanece invisível durante 70 dias, ao mesmo tempo que no processo de mumificação, os corpos foram imersos em sais naturais para os desidratar durante 70 dias e o corpo foi removido posteriormente.



# Precessão dos equinócios

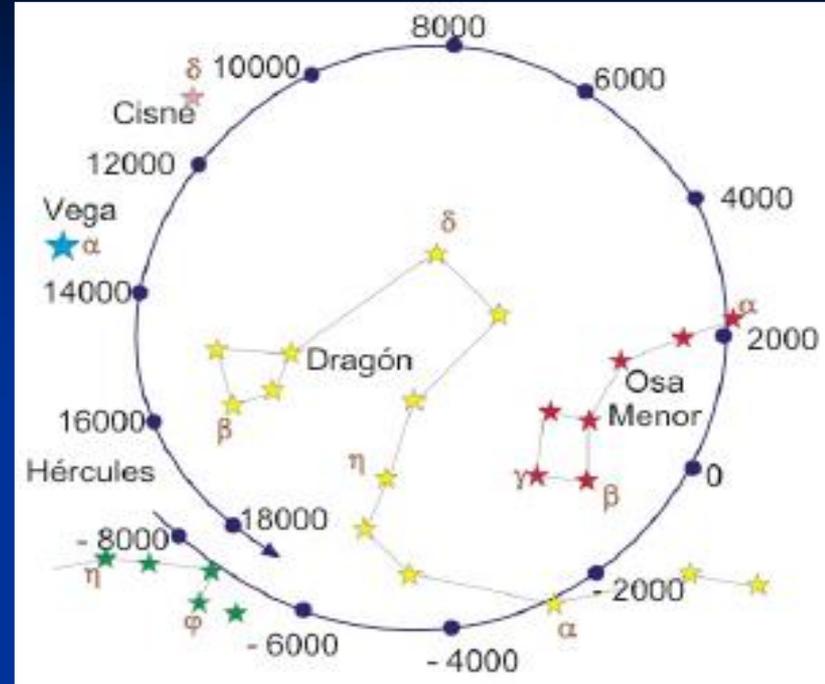


Devido à precessão dos equinócios, o ponto de intersecção entre o equador e a eclíptica, chamado ponto de Áries (porque está nesta constelação), deslocou-se para a constelação de Peixes.



# Precessão dos Equinócios

A precessão é o movimento do eixo de rotação da Terra mudando de direção, descrevendo uma circunferência no céu ao longo de 25776 anos (ou 50,29"/ano) como eixo rotativo. O equador celeste também oscila e a sua intersecção com a eclíptica varia.



Hipparchus observou o fenómeno entre 147 e 127 a.C. (há cerca de 2000 anos atrás). O ponto, designado ponto de Áries (por estar nessa constelação), passou para a constelação de Peixes e o pólo norte mudou.

$50.29'' \times 2000 = 100580'' = \text{aprox. } 28^\circ$ , um signo do zodíaco

Por exemplo, está agora na estrela Polaris na Ursa Menor e há 2000 anos atrás estava na Thuban na constelação do Dragão.



# CIDADES ROMANAS

Barcelona, Espanha, Europa  
10 a.C.



Barcelona foi fundada pelo Império Romano no século I a.C. (chamava-se Iulia Augusta Faventia Paterna Barcino) numa pequena colina chamada "Mons Taber".

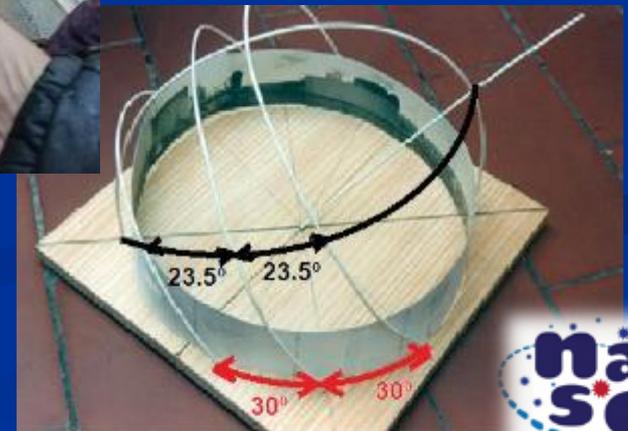
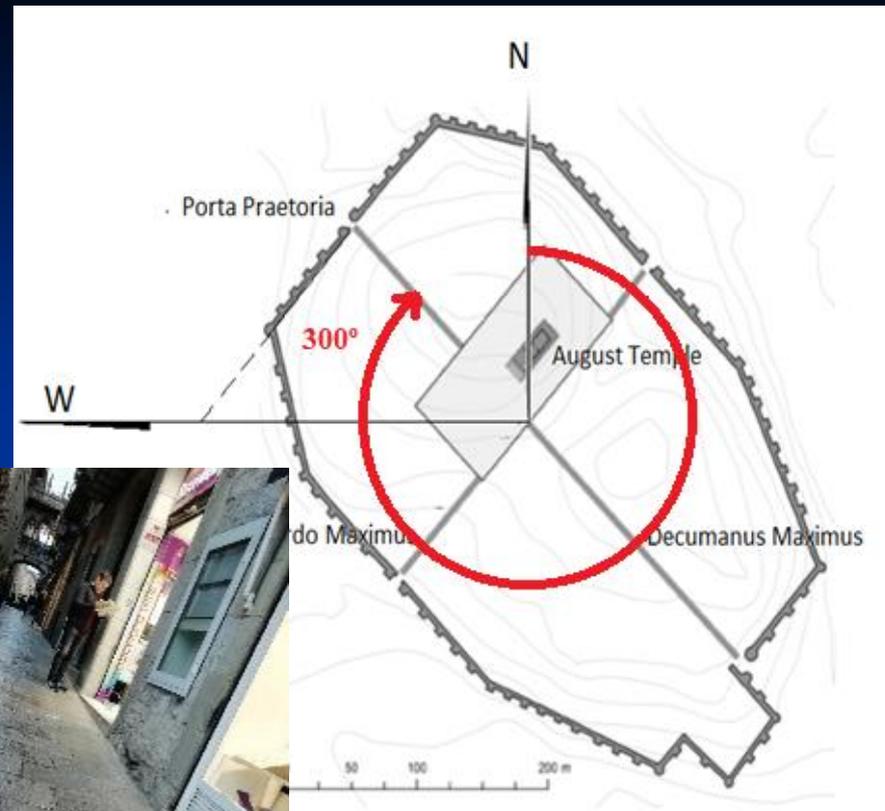
O Templo de Augusto estava localizado no ponto mais alto de Mons Taber.



Barcelona foi atravessada pelo Decumanus maximus (rua principal com orientação aproximada de leste para oeste), e pelo Cardo maximus (de norte para sul) que atravessava a cidade.



O Decumanus Maximus (Este-Oeste) é fácil de encontrar na Barcelona actual e não é difícil calcular o seu ângulo com o Oeste ( $300^\circ - 270^\circ = 30^\circ$ ) e comparar o resultado obtido com os resultados de arqueoastrónomos profissionais.



Por exemplo, o quadro resume o resultado de um estudo realizado por J. A. Belmonte sobre 270 estruturas urbanas e assentamentos militares medidos

Declinação	Festividade	Zona
+23,5°	Pôr do sol de verão médio 21 de junho <i>Sol invictus</i> , Apollo	Cartago Nova Zona Mediterrânica Norte de África, Próximo Oriente
+7 °	Nascer do sol e pôr do sol 1 de março <i>Festa de Marte</i>	Britânia, Limes Arabicus Limes Germanicus
0°	Equinócios 21 de março - 23 de setembro	Origem Ibérica Norte de África e Próximo Oriente Grupos berberes
-23,5°	Solstício de inverno pôr do sol 21 de dezembro <i>Saturnalia</i>	Leste e Oeste de Roma

Documanus máximo está a 30° oeste que em Barcelona (latitude 41°) corresponde ao solstício de Verão 23,5°.



# RELÓGIO SOLAR EM COPAN

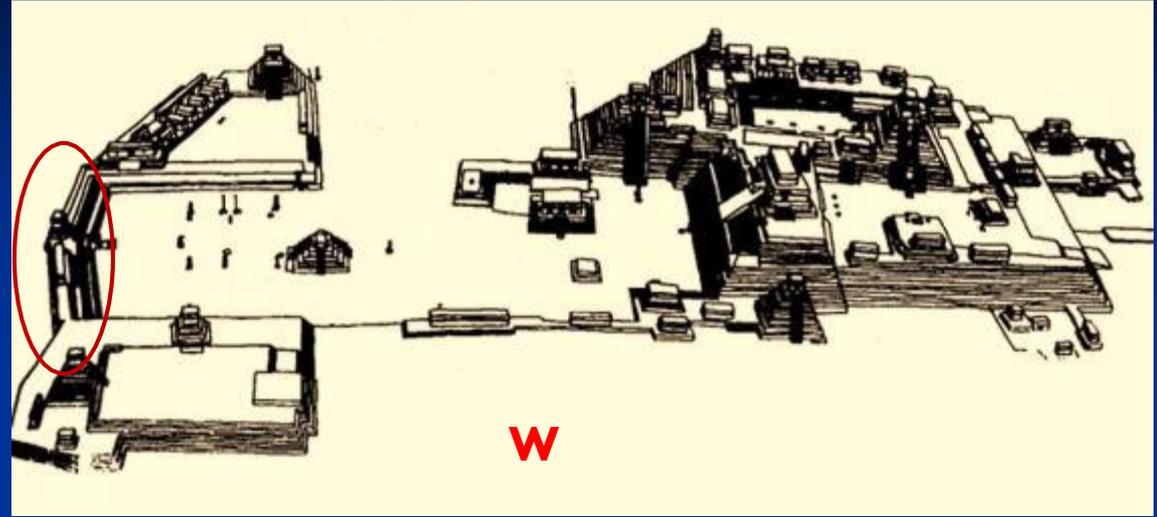
Copan, Honduras, América

700



# Sítio arqueológico de Copan

De 695 d.C. a 738 d.C., Copan foi governado por Waxaklaju'n U' B'aah K'awiil ("18 Coelho") nos tempos do final dos Maias

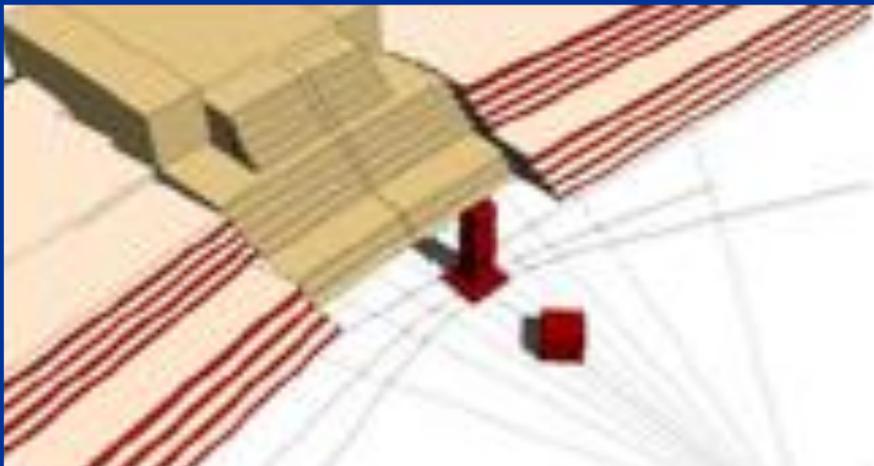


Acrópolis

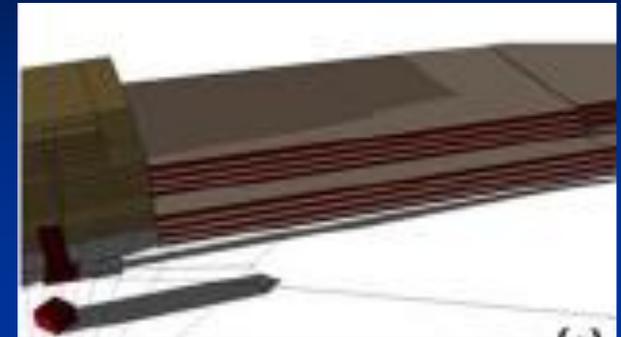


# Solstício de inverno (21 de dezembro)

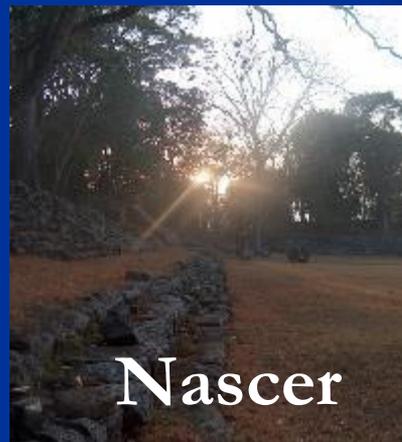
Sombra ao meio-dia



# Equinócio de primavera 21 de março

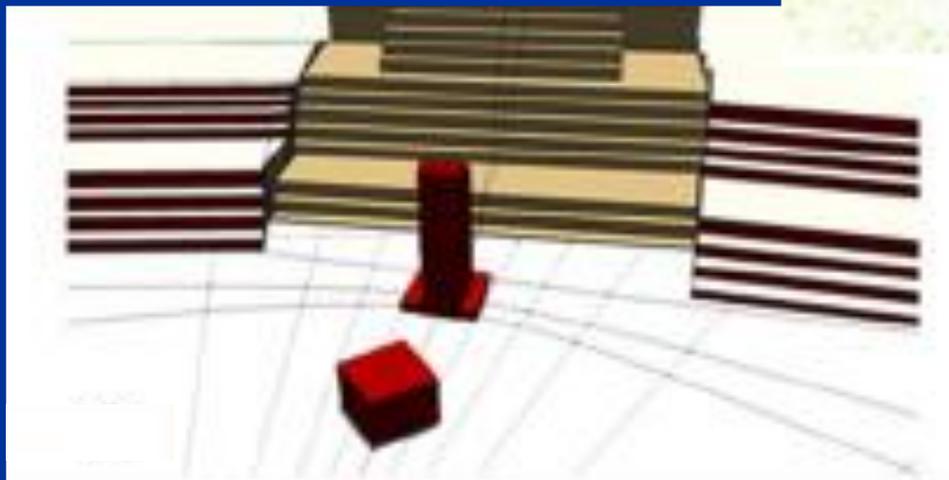


## 1ª Passagem Zenital do Sol 30 de Abril



# Solstício de verão 21 de junho

Sombra ao meio-dia





N

Meridiano Local

Nascer do sol na  
passagem no zênite

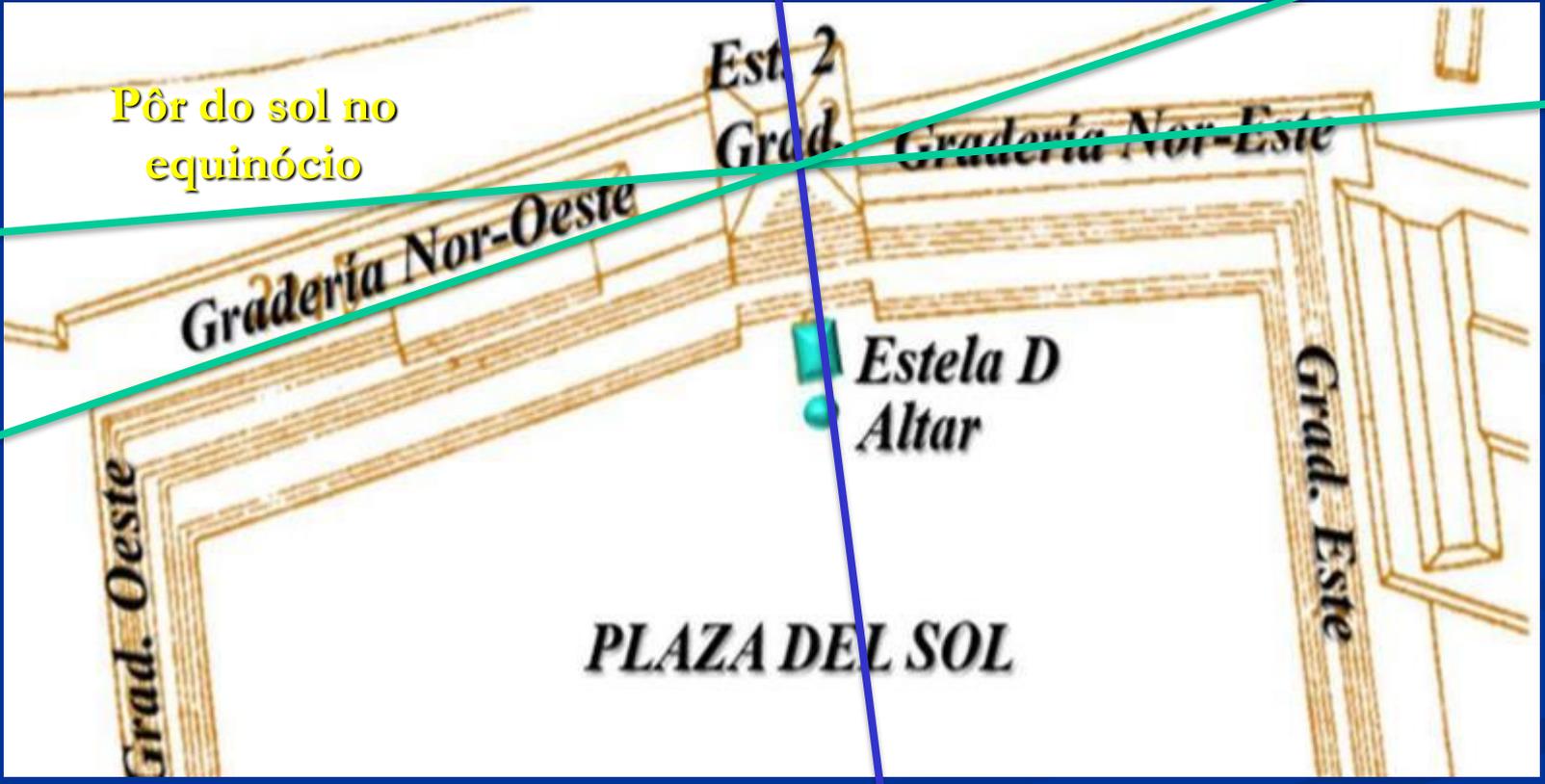


Pôr do sol no  
equinócio

W



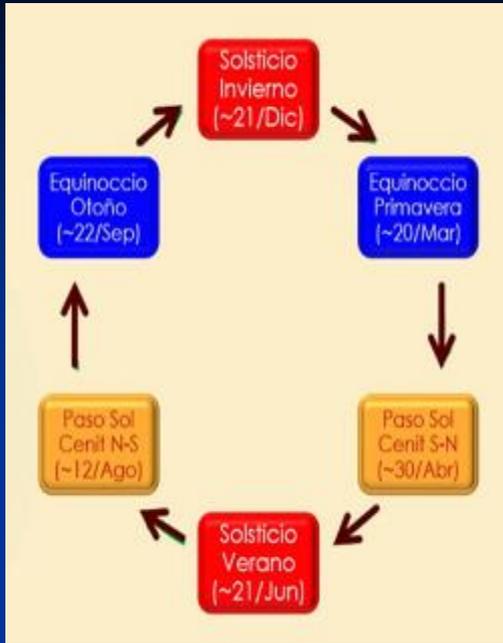
E



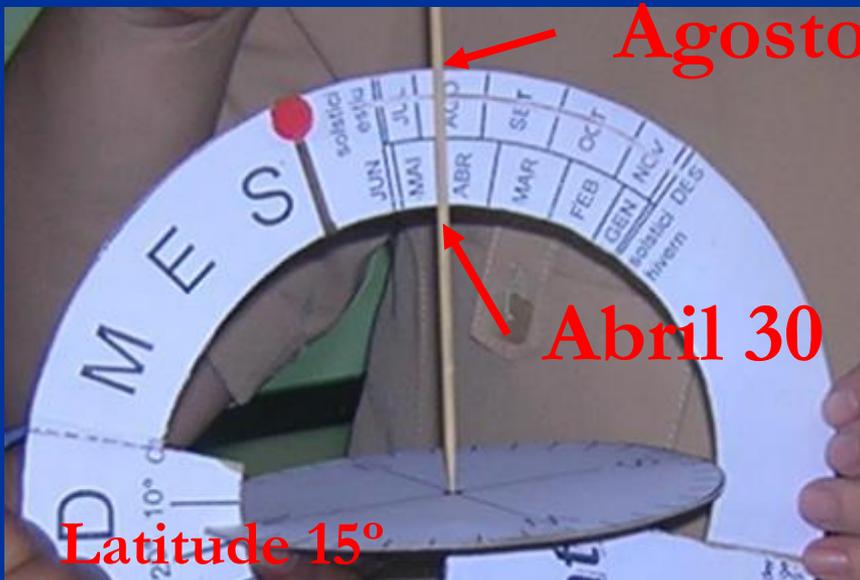
S

Meridiano Local





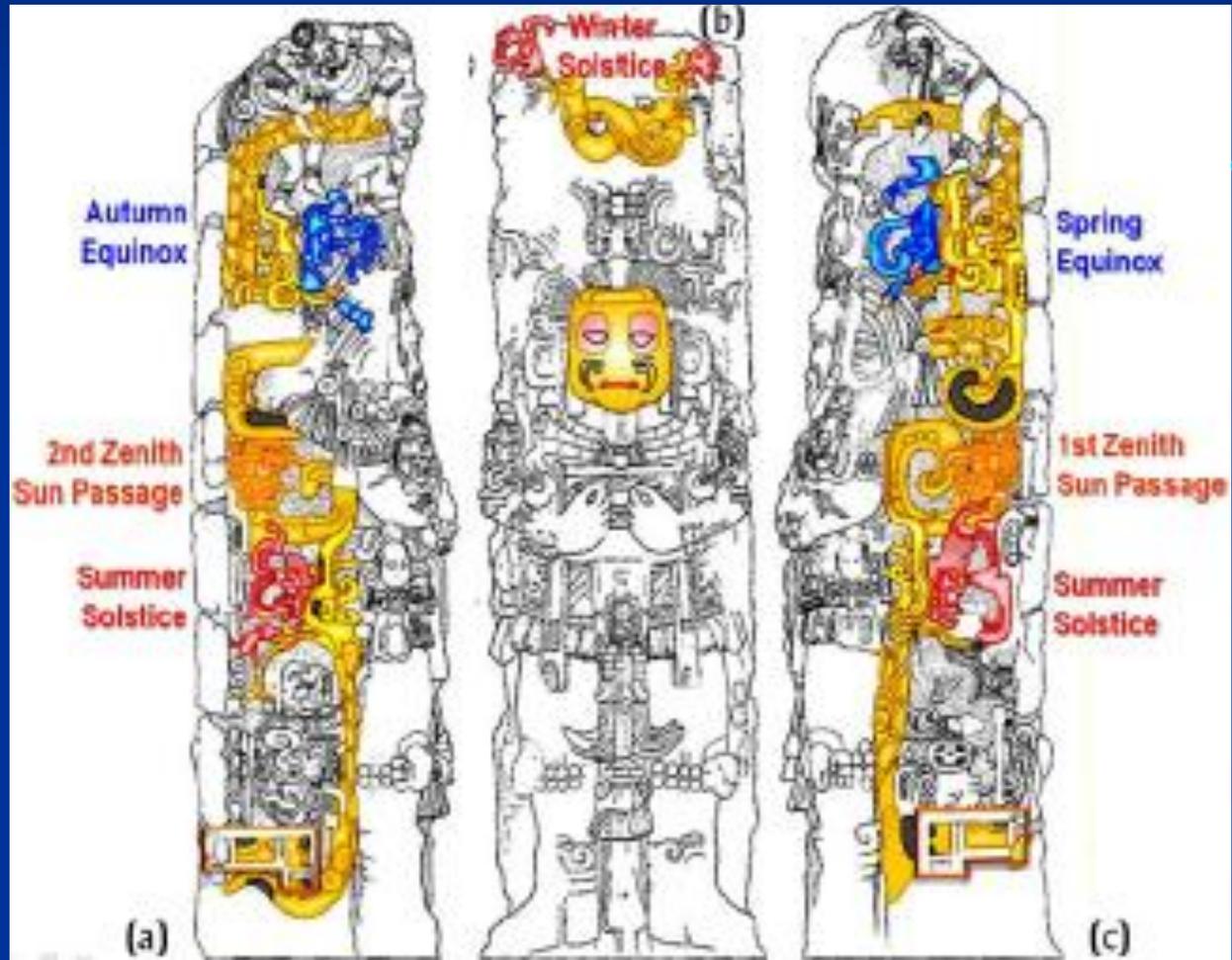
**Solstício de inverno - 21 de dezembro**  
**Equinócio da primavera - 21 de março**  
**1ª Passagem no Zénite - 30 de abril**  
**Solstício de verão - 21 de junho**  
**2ª Passagem Zénite - 12 de agosto**  
**Equinócio de outono - 23 de setembro**  
**Solstício de inverno - 21 de dezembro**



O glifo colorido representa o sol no céu. As sombras movem-se, como "corpos de cobra". A cabeça em direcção ao sol e a sombra na direcção oposta à do Sol.

As cobras estão entrelaçadas a norte no toucado do rei. O ano solar termina e começa.

N



A serpente está a norte porque o sol está a sul, e a cabeça está também a sul.

Não há sombras, a serpente é muito pequena e olha para cima, porque o Sol está no zénite.

A serpente está no sul e está enterrada na bancada, porque o Sol está no norte.

W

E

S



**KUKULKAN**

**Chichen Itza, México, América**

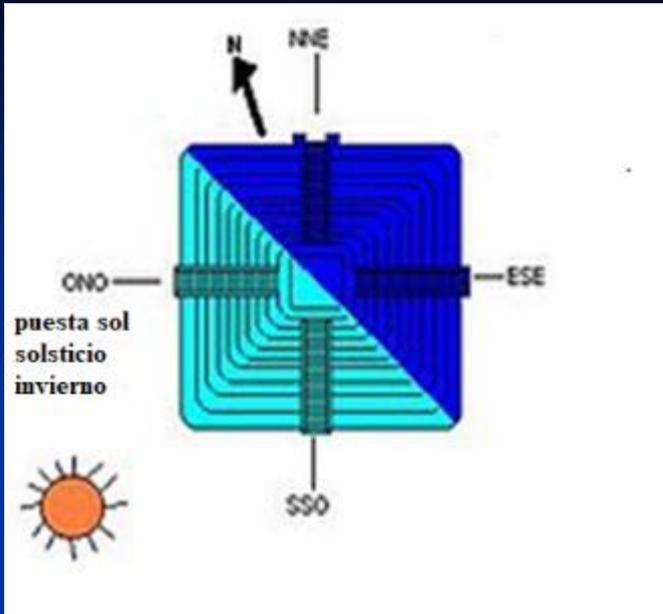
**1100**



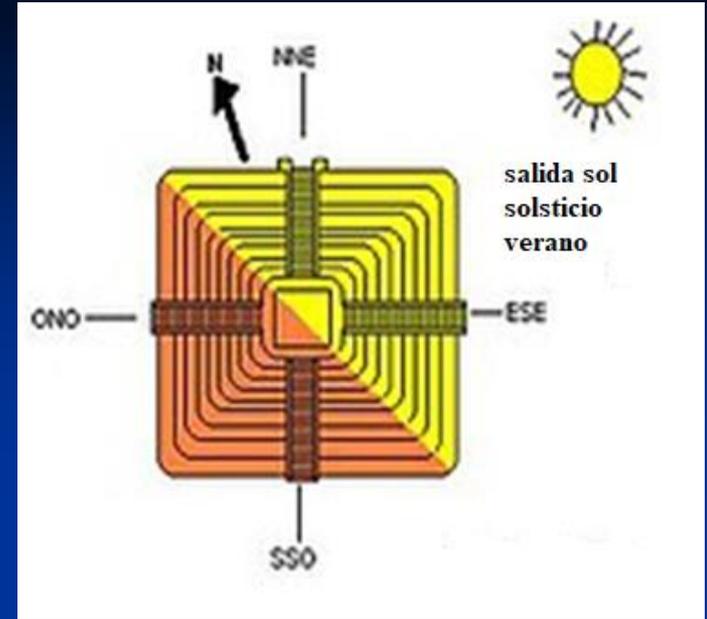
# O Templo de Kukulkan



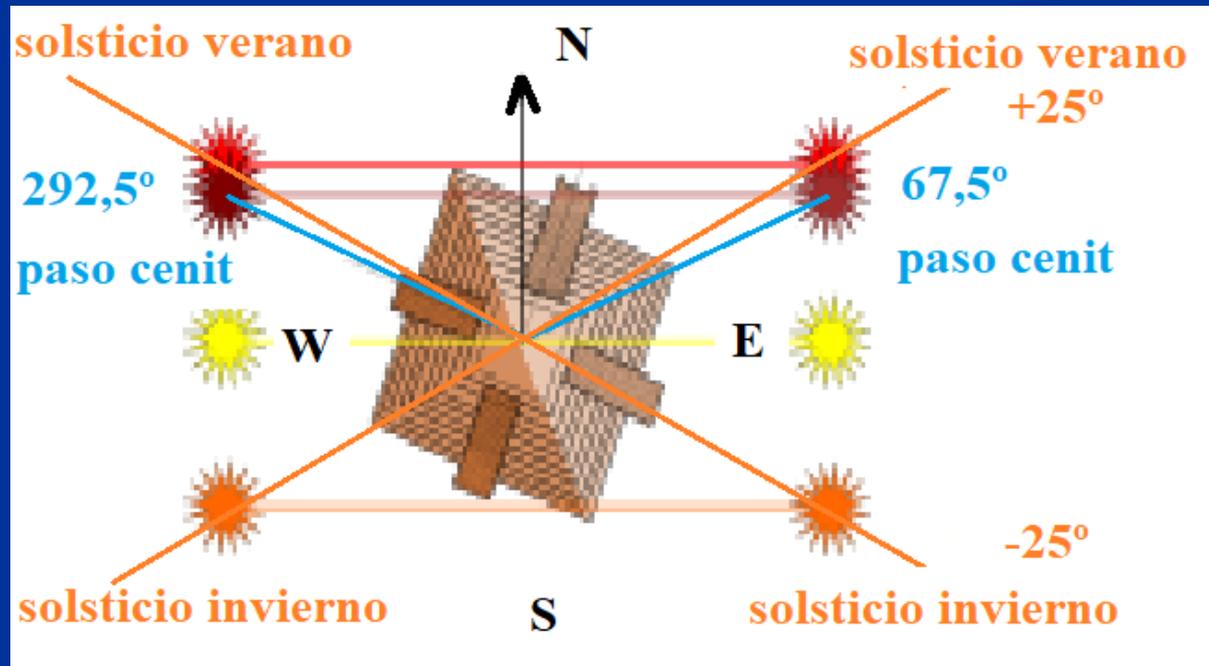
O templo de Kukulkan ou "o Castelo", foi construído pelos Maias na cidade de Chichen Itza no século XII para adorar a serpente emplumada Kukulkan. A construção da pirâmide permite observar vários fenômenos de luz e sombra devido à sua orientação durante os solstícios e equinócios.



# Orientação com os solstícios

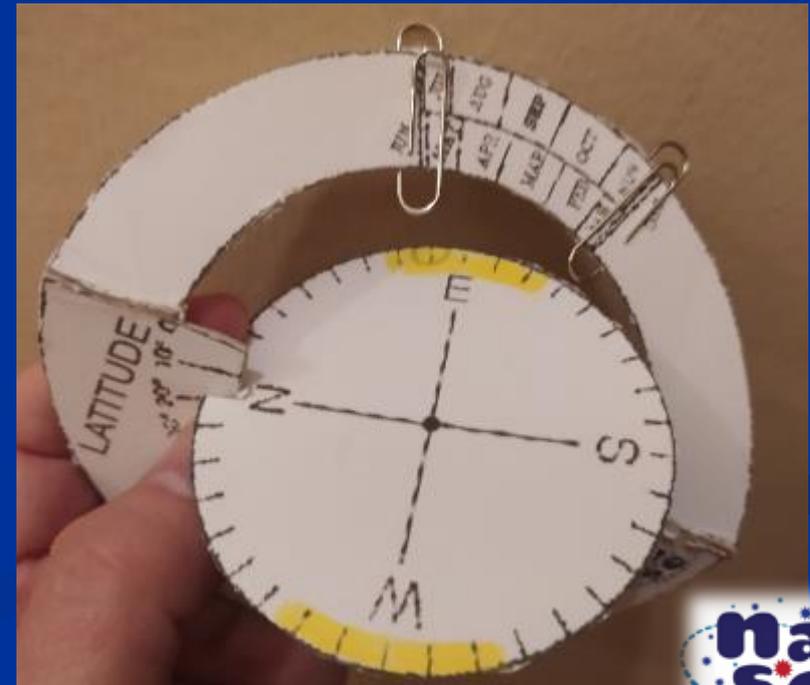
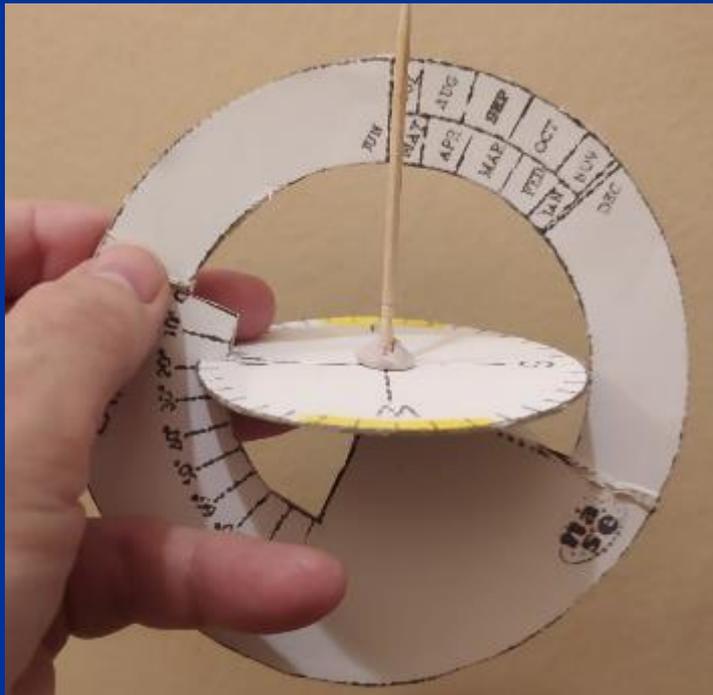


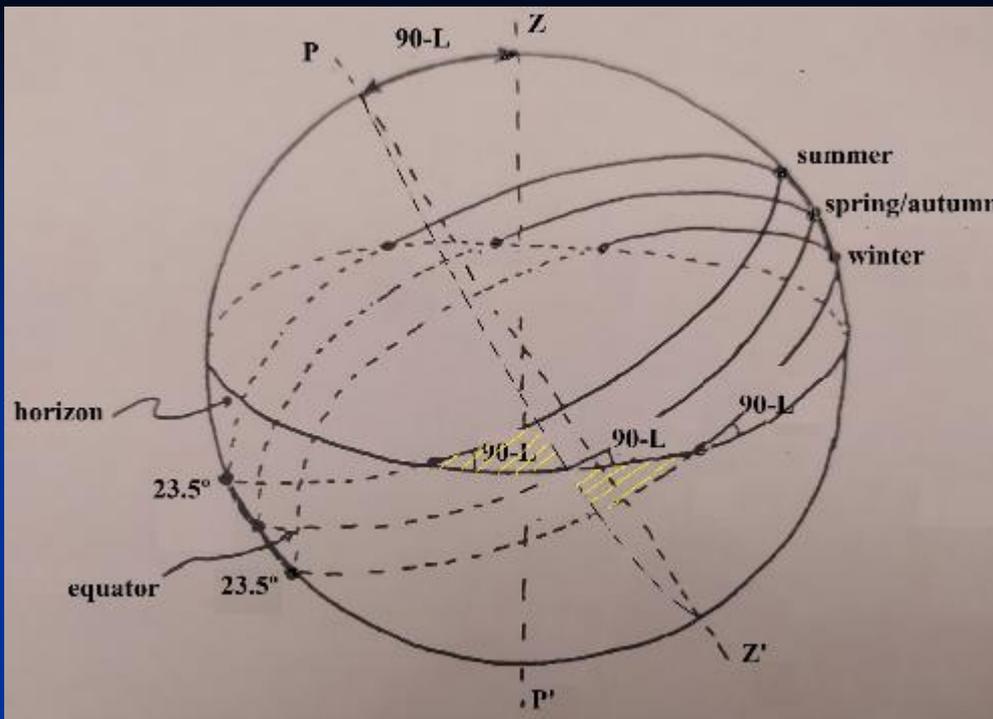
Passagem no Zénite, 23 de maio e 19 de julho



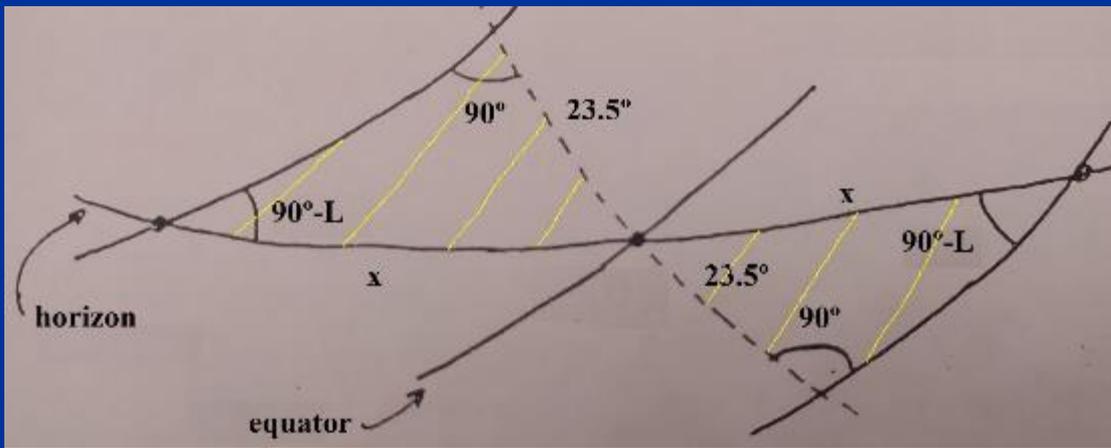
A latitude de Chichén Itzá é de  $20,5^\circ$ , o que significa que tem uma latitude de  $20,5^\circ$ :

- A passagem do zénite corresponde a dois dias: 23 de maio e 19 de julho.
- O ângulo entre o nascer e o pôr do sol entre dois solstícios é de  $25^\circ$ .





$$\text{sen } x = \text{sen } 23.5^\circ / \cos L$$



Latitude L	X°
0°	23,5°
10°	24°
20°	25°
30°	27°
40°	32°
50°	40°
60°	53°

$$\text{sen } x / \text{sen } 90^\circ = \text{sen } 23.5^\circ / \text{sen } (90^\circ - L)$$



# Kukulcan ao pôr do sol - Equinócio

O elenco de sombras dá a impressão de uma serpente, o deus Quetzalcoatl, descendo até à cabeça no topo da escadaria.



Este fenómeno ocorre cerca de cinco dias em março e setembro e os triângulos são vistos durante dez minutos.

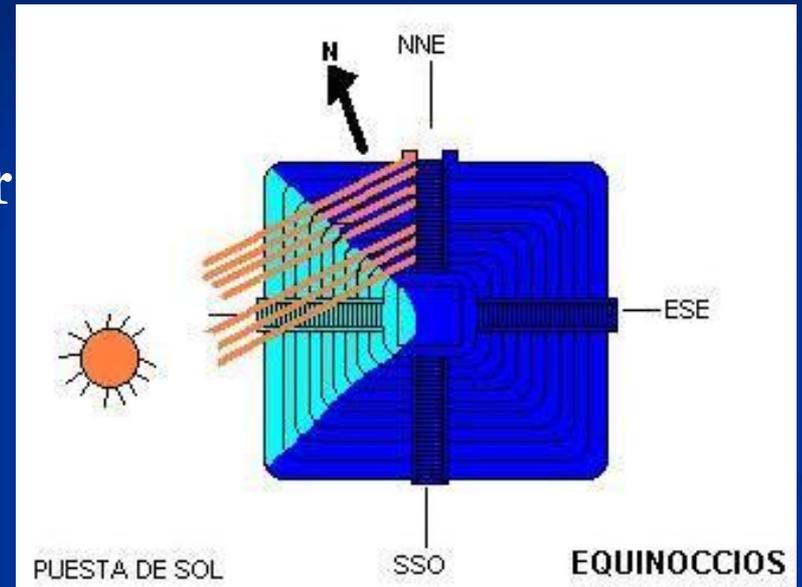
# Kukulcan ao pôr do sol - Equinócio

A fachada NNE está inclinada a  $20^\circ$  em relação ao N.

No cenário dos equinócios da primavera e do outono, pode ser observada uma projecção de sete triângulos invertidos de luz na escadaria NNE, como resultado da sombra que

projectam as nove plataformas de ONO e a imagem da serpente de triângulos de luz aparece na escada NNE e no final é projectada sobre a cabeça.

Como as fachadas SSW e ESE estão deterioradas, não é observado um fenómeno semelhante ao nascer do sol do equinócio.



# CONSTELAÇÕES ESCURAS

## Cuzco, Peru, América

### 1100 - 1500



A Via Láctea está presente nas tradições astronômicas de várias culturas aborígenes. Muitos grupos vêem a Via Láctea como um rio celestial e identificam nuvens escuras ou nebulosas como animais.



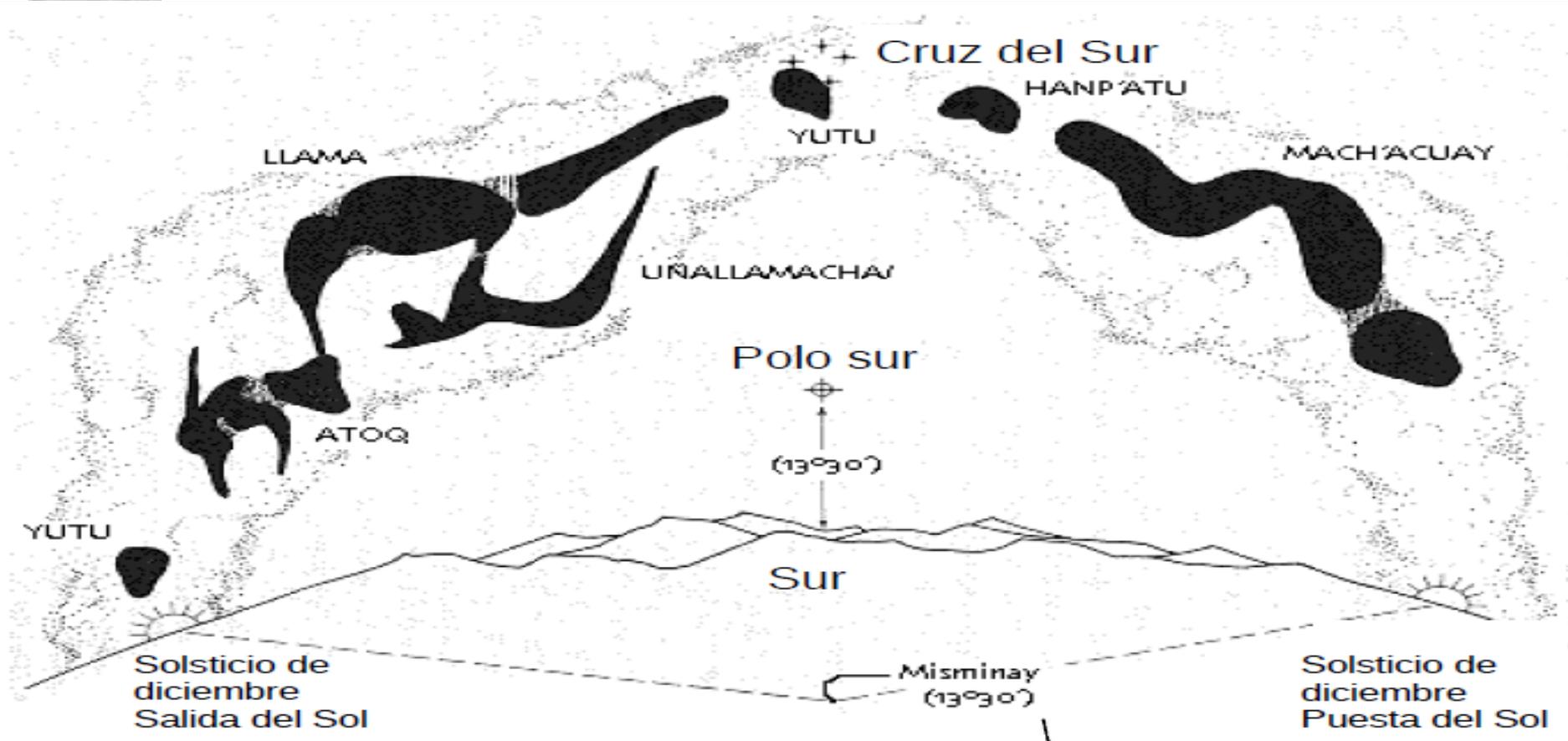


Os Incas, com um importante conhecimento astronómico, deram nomes às estrelas, formaram constelações e tinham um tipo único de "constelação", as nuvens escuras (*yana phuyu*), que compõem os braços da Via Láctea.

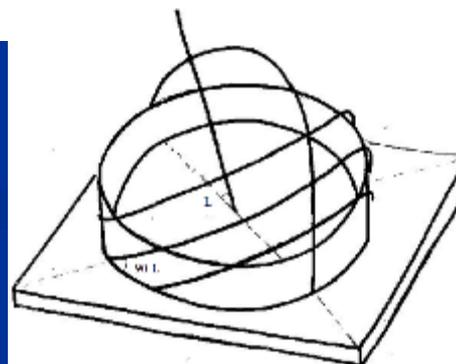




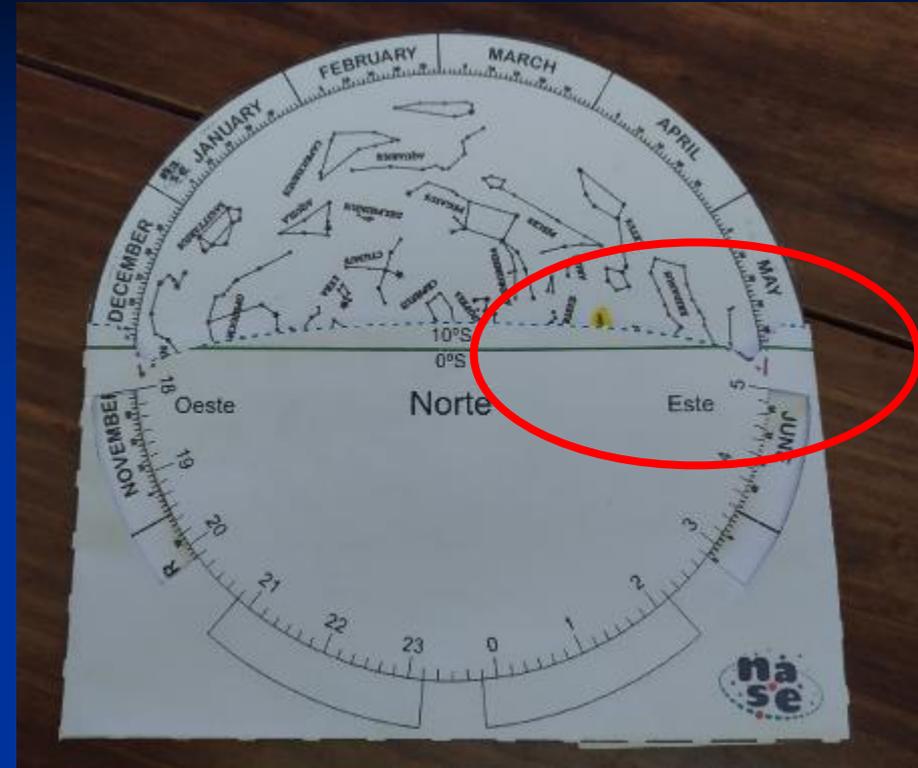
# O *Chakana* foi identificado com o Cruzeiro do Sul.



Nota, a posição da Via Láctea no solstício de dezembro



Inti Raymi foi, e ainda é, celebrado a partir do solstício de junho (21 de junho). A subida heliacal das Pleiades ocorre no início de junho, por volta do **dia 8 ou 9**, e foi utilizada para prever o sucesso das colheitas do ano.



O planisfério do hemisfério norte resulta, este efeito, melhor do que o hemisfério sul, porque, abaixo do equador, está muito distorcido.

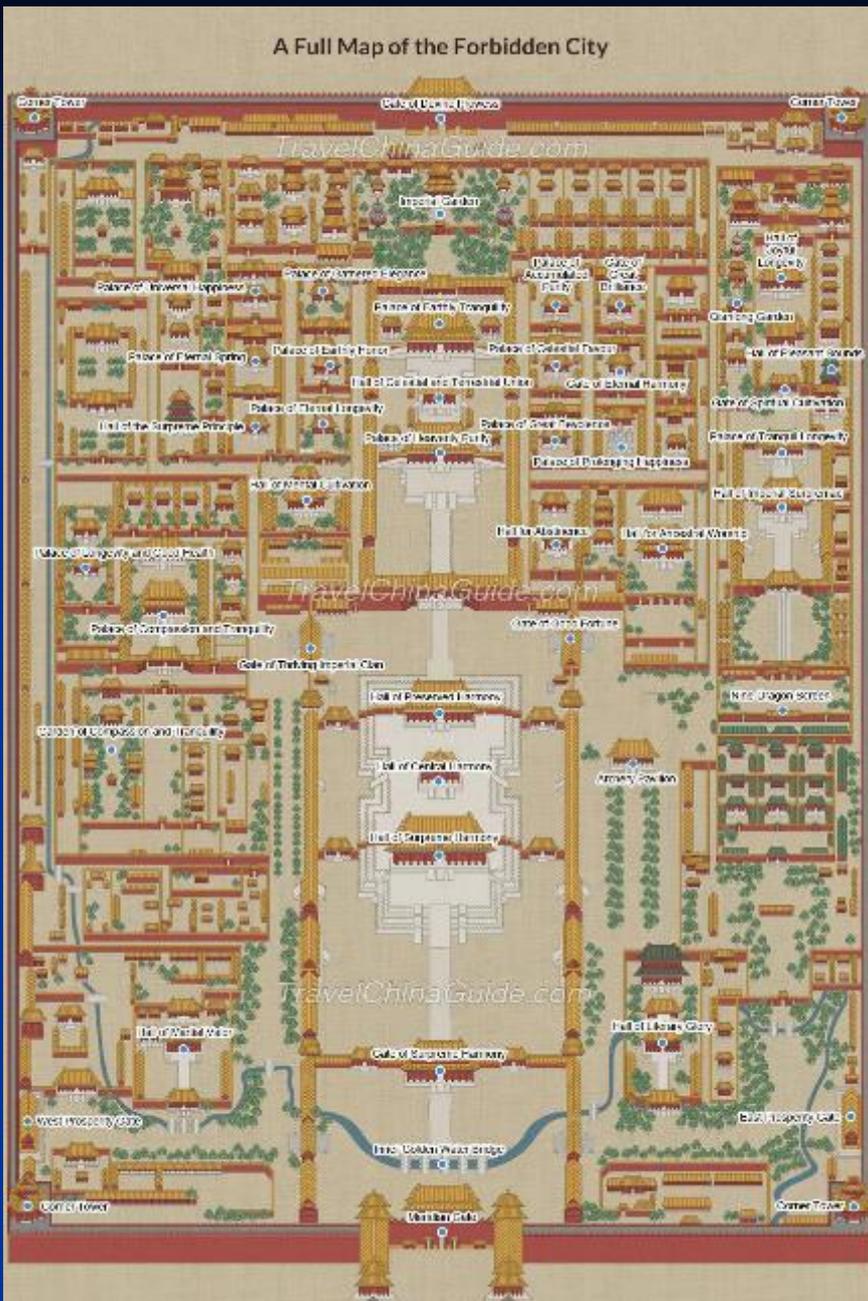
# A CIDADE PROIBIDA

## Beijing, China, Ásia

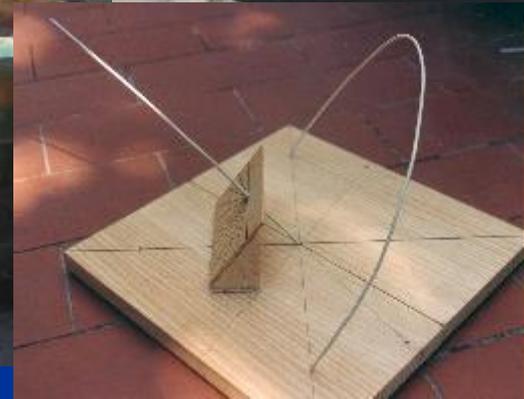
### 1420

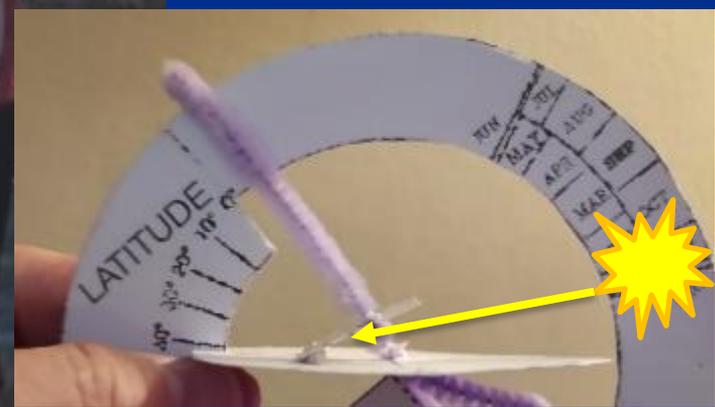
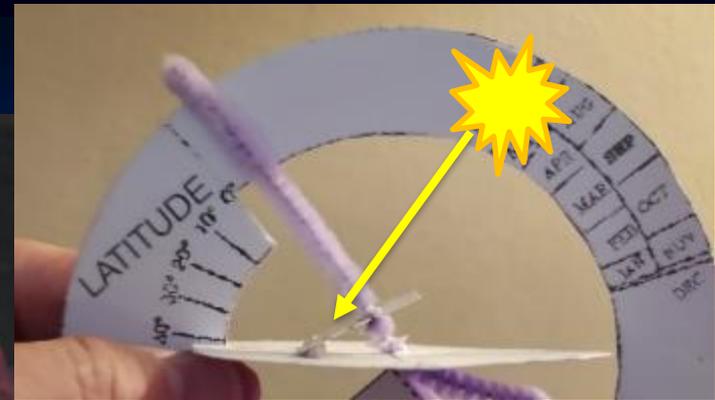


O mapa completo tem uma orientação norte-sul de acordo com o meridiano local.



Existe uma  
coleção de  
relógios solares  
equatoriais em  
toda a cidade  
alinhada com o  
meridiano local.





O plano do relógio de sol é paralelo ao equador e o gnomon está de acordo com o eixo de rotação da Terra.



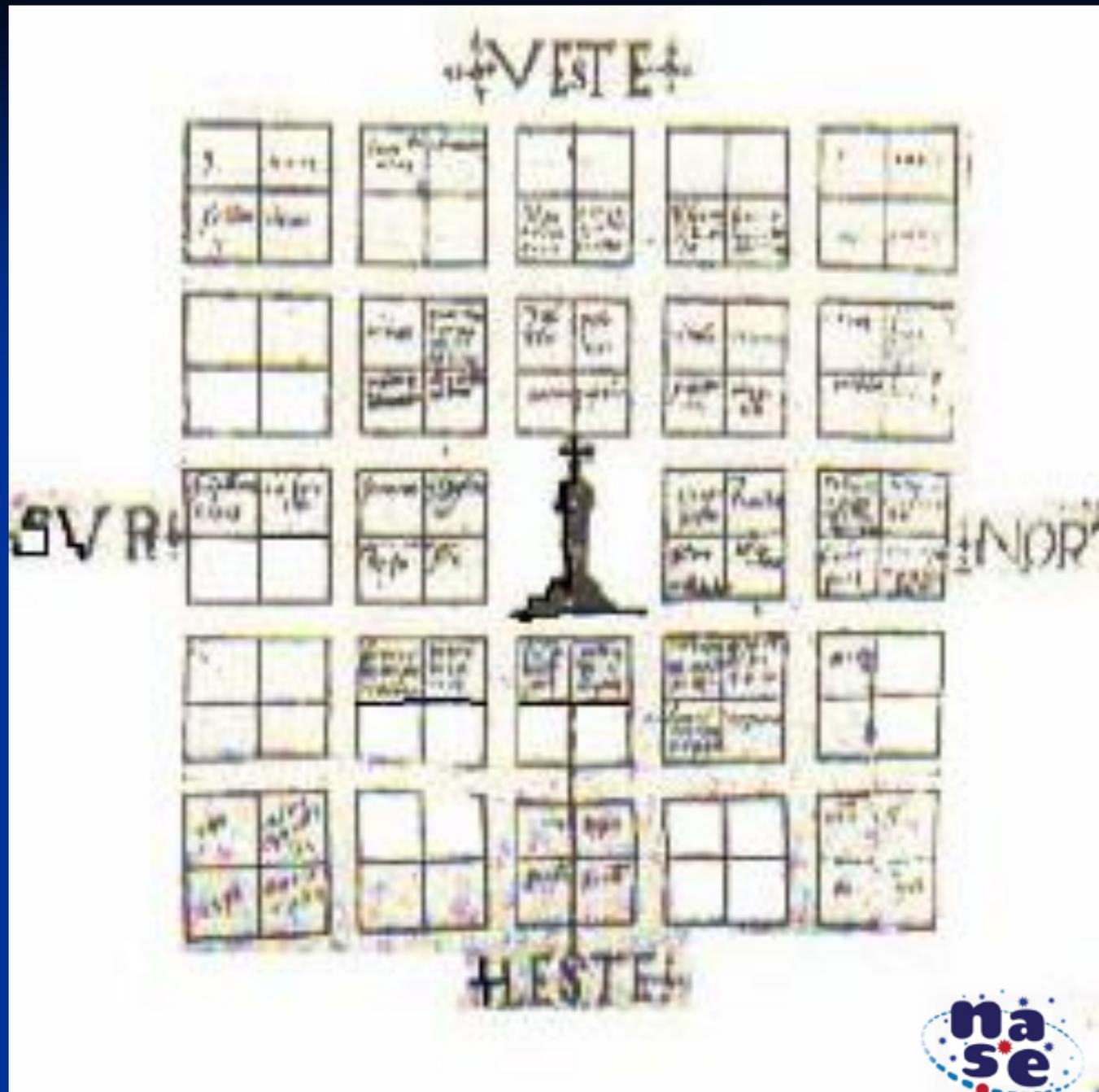
**PLAZA DE ARMAS**  
**Mendoza, Argentina, América**  
**1562**



# Fundação

1561 Pedro del Castillo  
1562 Juan Jufré

Mapa de 1562, da  
Plaza de Armas,  
que, como sempre,  
possui orientação  
norte -sul e  
leste-oeste



W

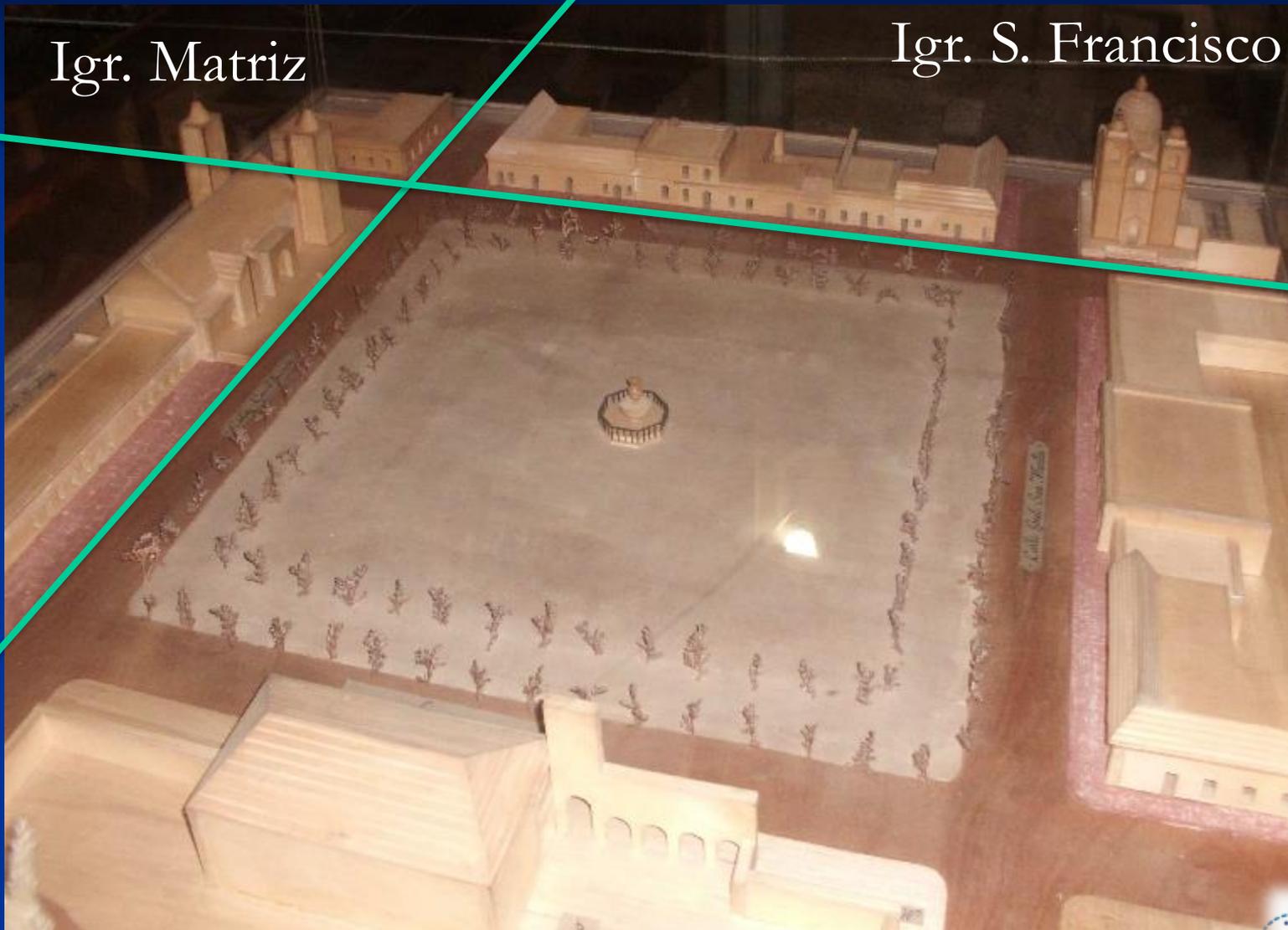
Igr. Matriz

Igr. S. Francisco

S

N

E



# Igreja San Francisco



Porta principal para o Oriente, mal orientada



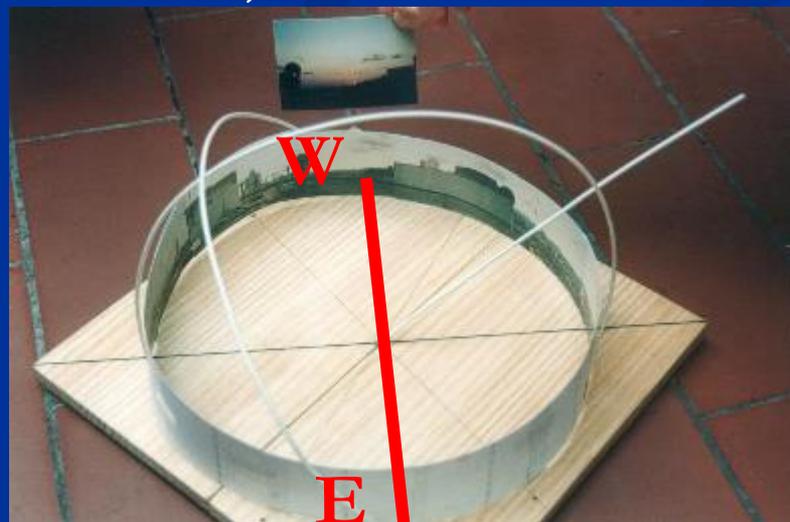
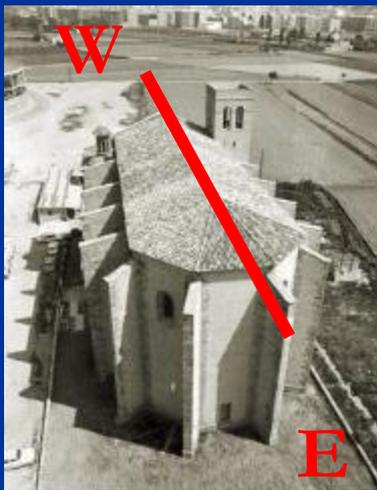
A Igreja de S. Francisco foi construída 170 anos após a Fundação, colocaram a porta no local onde se encontrava a rua. Está mal orientada.



A Igreja Matriz foi construída com a porta na Calle de la Cañada (agora Calle Ituzango) com a porta virada para oeste, de acordo com as normas da Igreja Católica. A igreja foi destruída no terremoto de 1861.

No Concílio de Niceia (325) foi determinado que a abside deveria ficar a leste e a porta a oeste para que o sacerdote ficasse de frente para o leste durante os serviços.

Assim, o sacerdote e os participantes dirigiam-se para Oriente, de onde brilhará Cristo, o Sol da Justiça, no fim dos tempos (*ecclesiarum situs plerumque talis erat, ut fideles facie altare versa orientem solem, symbolum Christi qui est sol iustitia et lux mundi interentur*).



O terramoto de 1861 motivou a construção da Nova Cidade de Mendoza a cerca de 1 km a sudoeste da Área Fundacional.

A direcção norte-sul da Área Fundacional e a grelha da Praça da Independência não correspondem.

Na Plaza de España a direcção norte-sul faz 20° com a linha dos mosaicos.



# A origem das coordenadas dos sinais urbanos em Mendoza



**MONUMENTO "Meio do  
Mundo "  
Quito, Equador, América  
992**

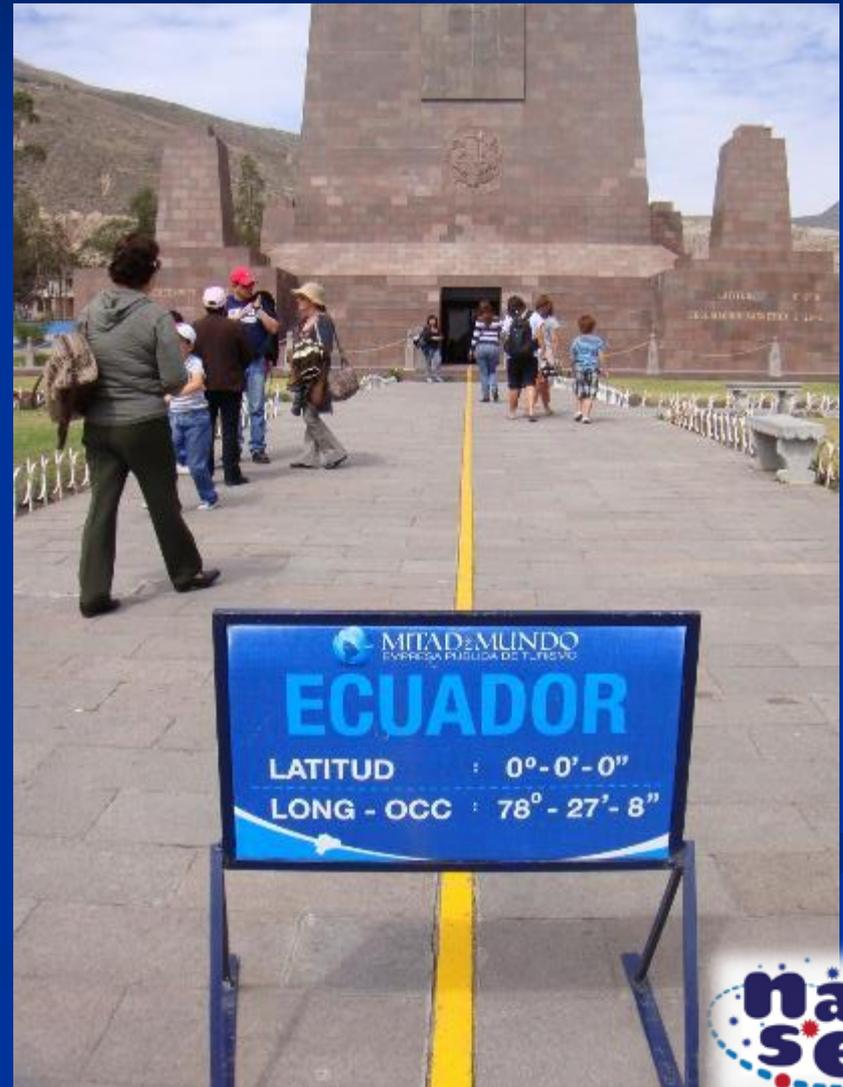


# Monumento no Equador na Linha do Equador



Terra paralela, com a linha do Equador no topo.

## Linha do Equador



# Terra paralela? Algumas semanas após o equinócio.



Há um erro  
na posição!!!!

**PAINÉIS SOLARES**  
**Ulaanbaatar, Mongólia, Ásia**  
**2019**



# Painéis solares ... com diferentes orientações?



Em Ulaanbaatar, SEMPRE com a mesma orientação de acordo com o caminho do Sol!





Direcção N-S com inclinação = latitude local

# Melhores lugares no autocarro

Desde Ulaanbaatar a Tsetserleg



Latitude 48°N

Lado ensolarado no lado sul (à esquerda), ou seja, é melhor sentar-se no lado direito.



Muito obrigado pela vossa  
atenção!

