

HISTÓRIAS DO ARCO DA VELHA



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Adérito Araújo

Tábua, 6 de Dezembro de 2019

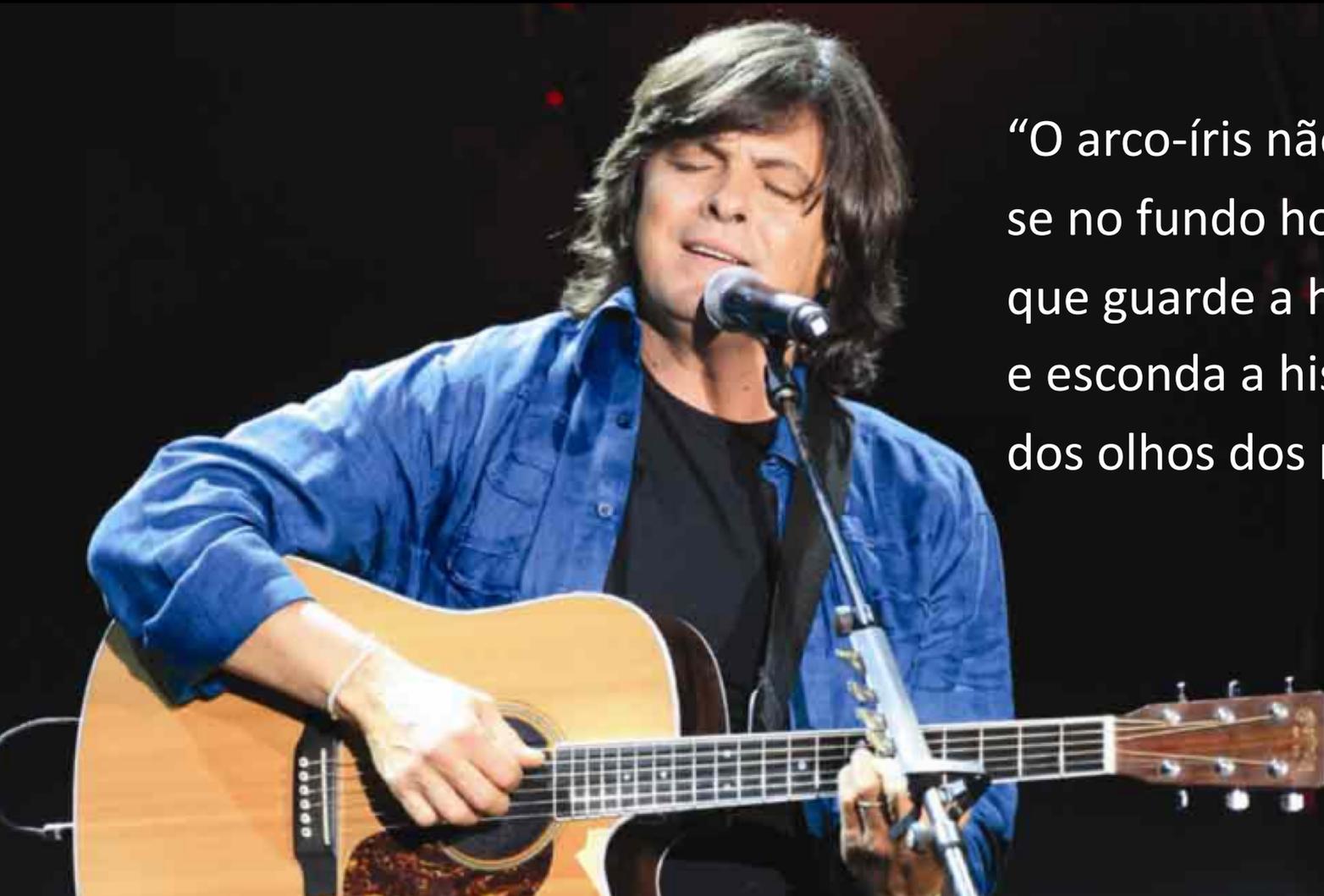


- 1. Viagem através de uma nebulosa**
- 2. As primeiras explicações**
- 3. O contributo da ciência**
- 4. O fenómeno do arco-íris**
- 5. As cores**

“Para um amigo tenho sempre um relógio
esquecido em qualquer fundo de algibeira.
Mas esse relógio não marca o tempo inútil.
São restos de tabaco e de ternura rápida.
É um arco-íris de sombra, quente e trémulo.
É um copo de vinho com o meu sangue e o sol.”

António Ramos Rosa

1. VIAGEM ATRAVÉS DE UMA NEBULOSA



“O arco-íris não me faz medo
se no fundo houver um pote em segredo
que guarde a história dos homens
e esconda a história da vida
dos olhos dos predadores.”

Luís Represas, Olhos

1. VIAGEM ATRAVÉS DE UMA NEBULOSA

“Já fui ceptro dum rei
Arco-Iris num instante
Já fui vento do levante
Já fui andarilho e cantor.”

José Afonso, “Benditos”



1. VIAGEM ATRAVÉS DE UMA NEBULOSA



John Everett Millais,
“A Jovem Cega”, 1856



Peter Paul Rubens, "The Rainbow Landscape", 1636-7



Clarence Whaite, "Rainbow", 1862



William Turner, "Castelo de Arundel, com Arco-Íris", c. 1824.



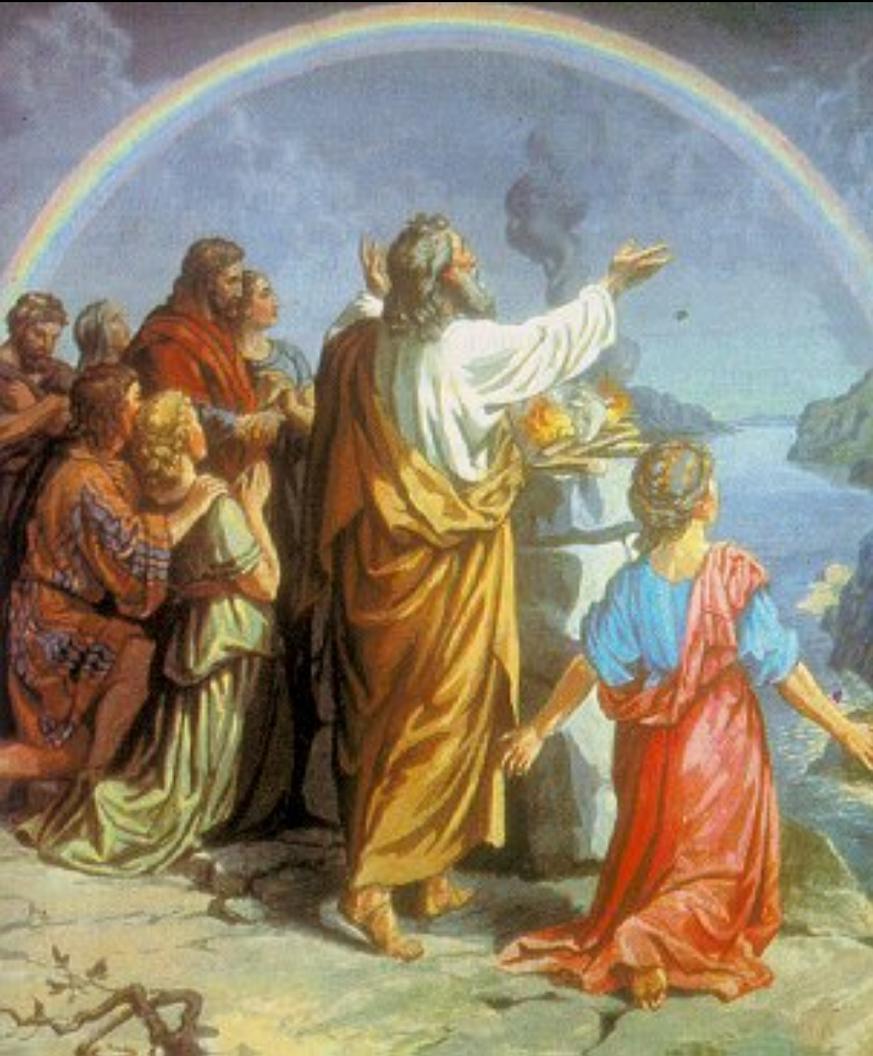
John Constable, "Salisbury Cathedral from the Meadows", (1831)





Akira Kurosawa's
DREAMS

2. AS PRIMEIRAS EXPLICAÇÕES



Deus disse a Noé e seus filhos: “(...) Estabeleço convosco esta **aliança**: não mais criatura alguma será extirpada pelas águas do dilúvio e não haverá jamais outro dilúvio para destruir a Terra.” (Gn 9, 9-11)

E Deus acrescentou: "Este é o sinal da **aliança** que faço convosco, com todos os seres vivos que vos rodeiam e com as demais gerações futuras: **coloquei o Meu arco nas nuvens** para que seja o sinal da aliança entre Mim e a Terra" (Gn 9,12-14)

2. AS PRIMEIRAS EXPLICAÇÕES



Iris, mensageira de Zeus e de Hera, deixava o Olimpo apenas para transmitir as **ordens divinas à raça humana**, por quem era considerada como uma conselheira e guia.



Povo Navajo: Deus viajava no arco-íris; o arco-íris é uma Deusa que aparece durante os rituais, cantando para curar as doenças.

2. AS PRIMEIRAS EXPLICAÇÕES

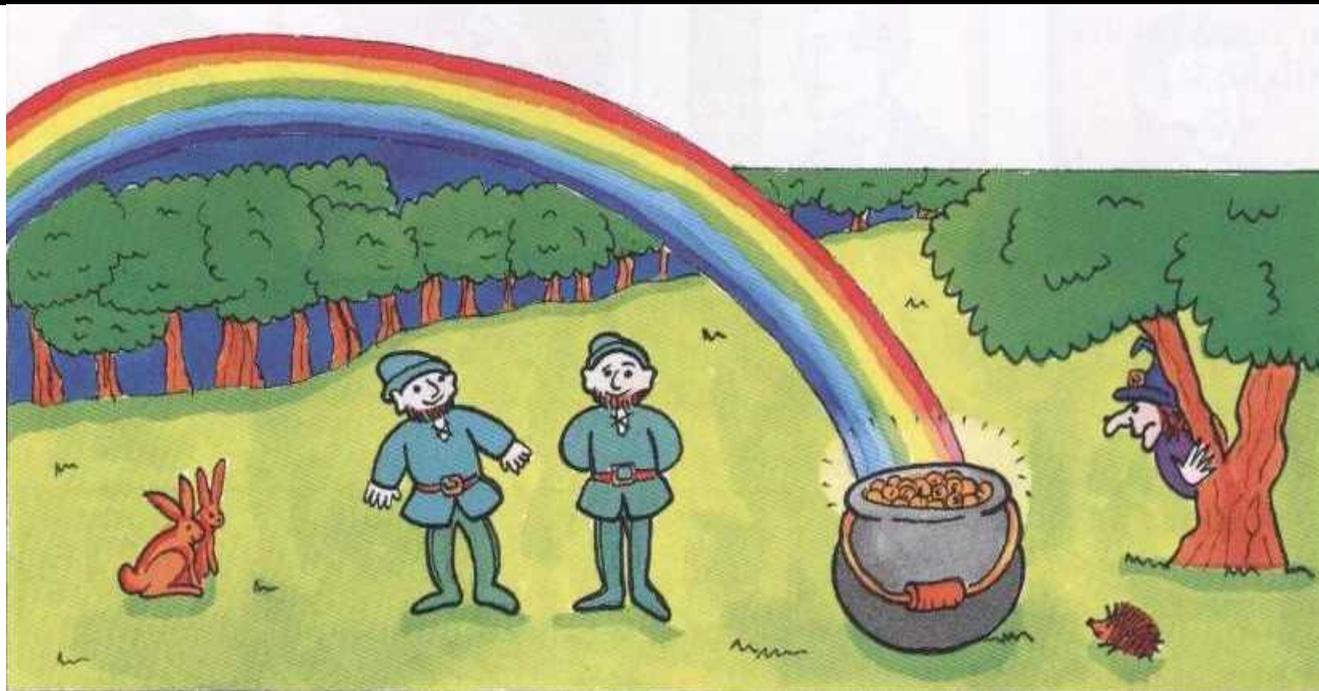


Mito Japonês: arco-íris como uma **ponte** entre o mundo humano e o “outro” .

Para as populações indígenas, de quase todo continente americano, é uma víbora que ataca a chuva e não deixa chover. Na **mitologia aborígene**, os rios surgiram enquanto a **serpente do arco-íris** rastejadas sobre a terra.



2. AS PRIMEIRAS EXPLICAÇÕES



Celtas: os gnomos têm **tesouros** enterrados em panelas de ferro no sítio onde termina o arco-íris.

Tradição portuguesa: o arco bebe a água dos rios e das fontes e pode secá-los para dar a chuva. A velha penteia-se e come pão mole no local onde o **arco (da velha)** poisa.



Filósofos gregos

Anaximenes (séc V a.C.)

Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.)



Séc. XI

Abu Ali ibn-Sina (980-1037)

Abu Ali al-Haytham (965-1040)



Séc. XIV

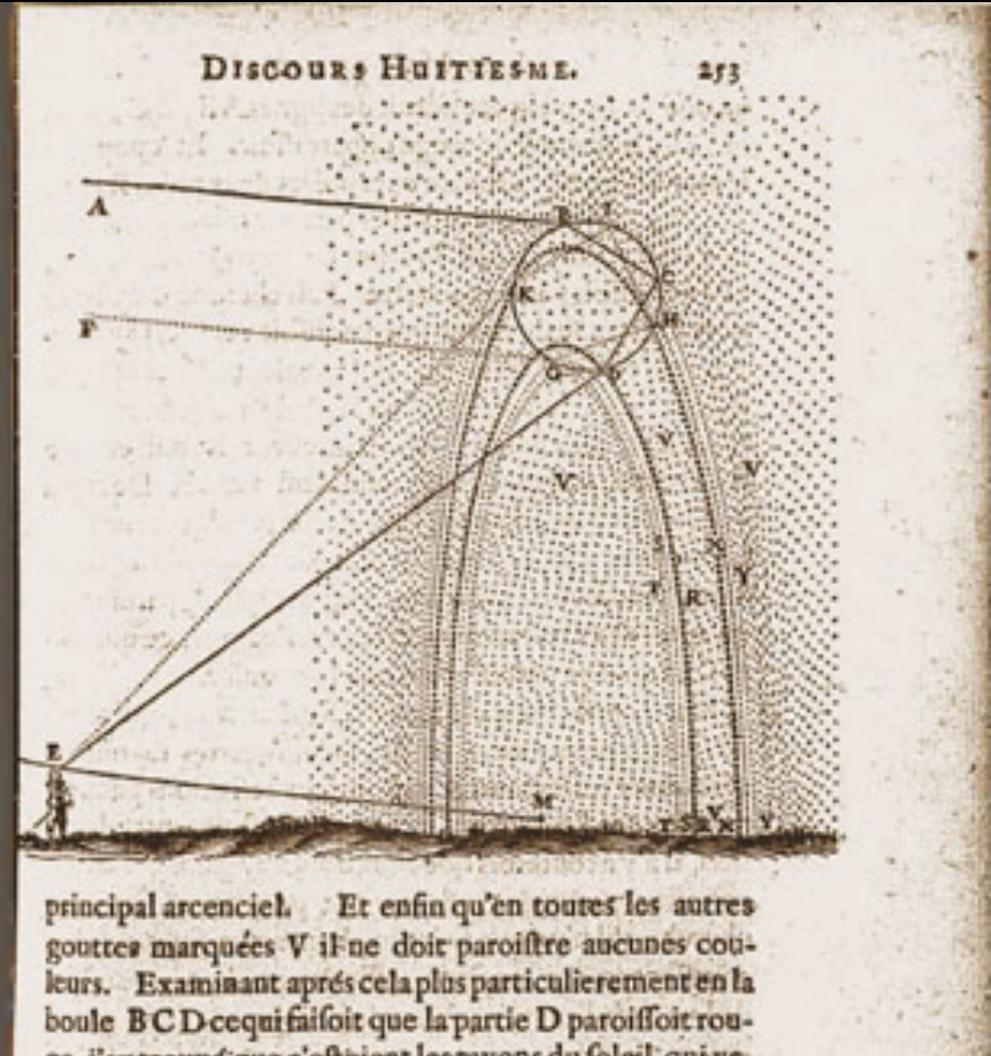
Theodoric de Freiburg (1250-1310),

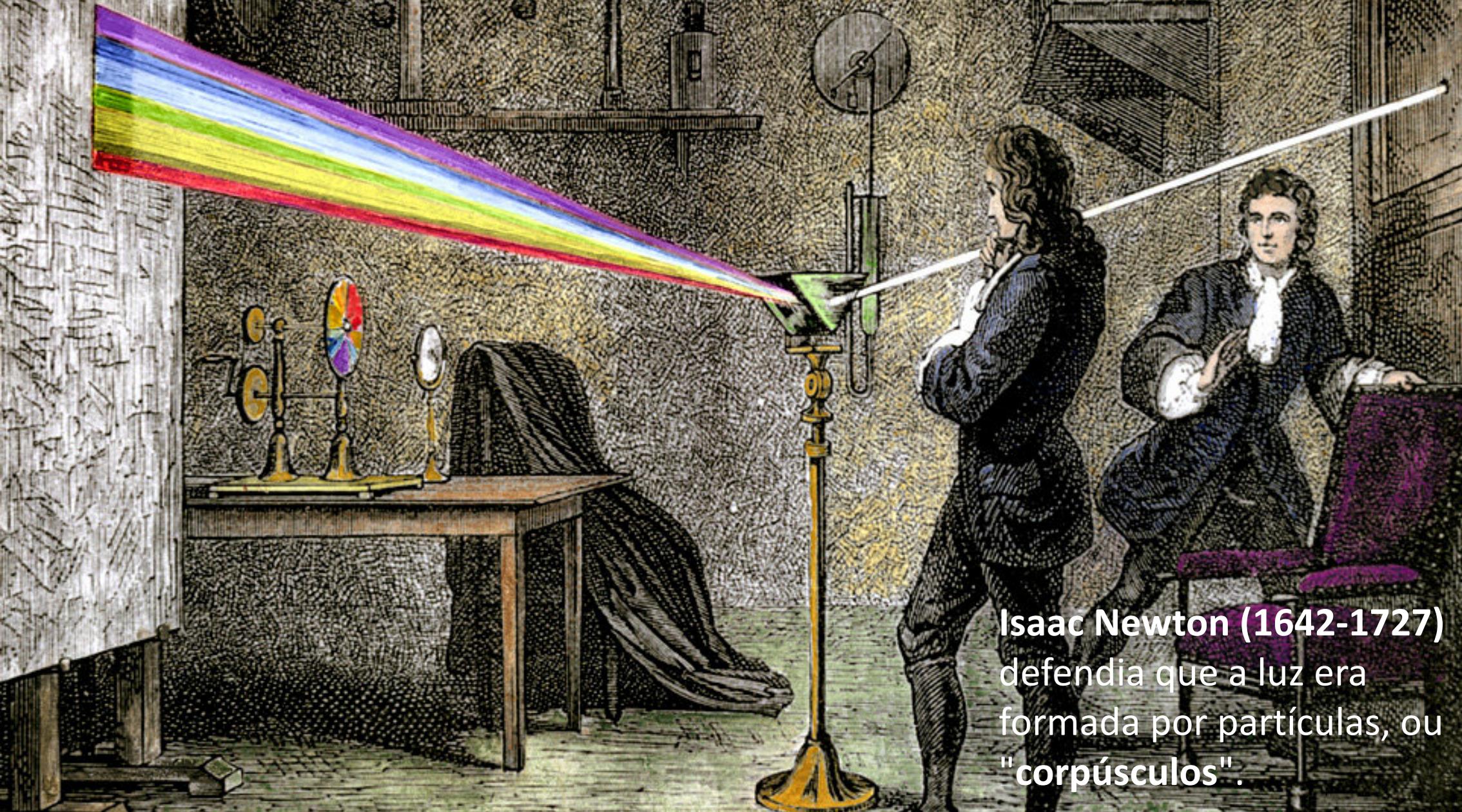
Kamal al-Farisi (1260-1320)

3. O CONTRIBUTO DA CIÊNCIA



René Descartes (1596-1650)





Isaac Newton (1642-1727) defendia que a luz era formada por partículas, ou "corpúsculos".

3. O CONTRIBUTO DA CIÊNCIA



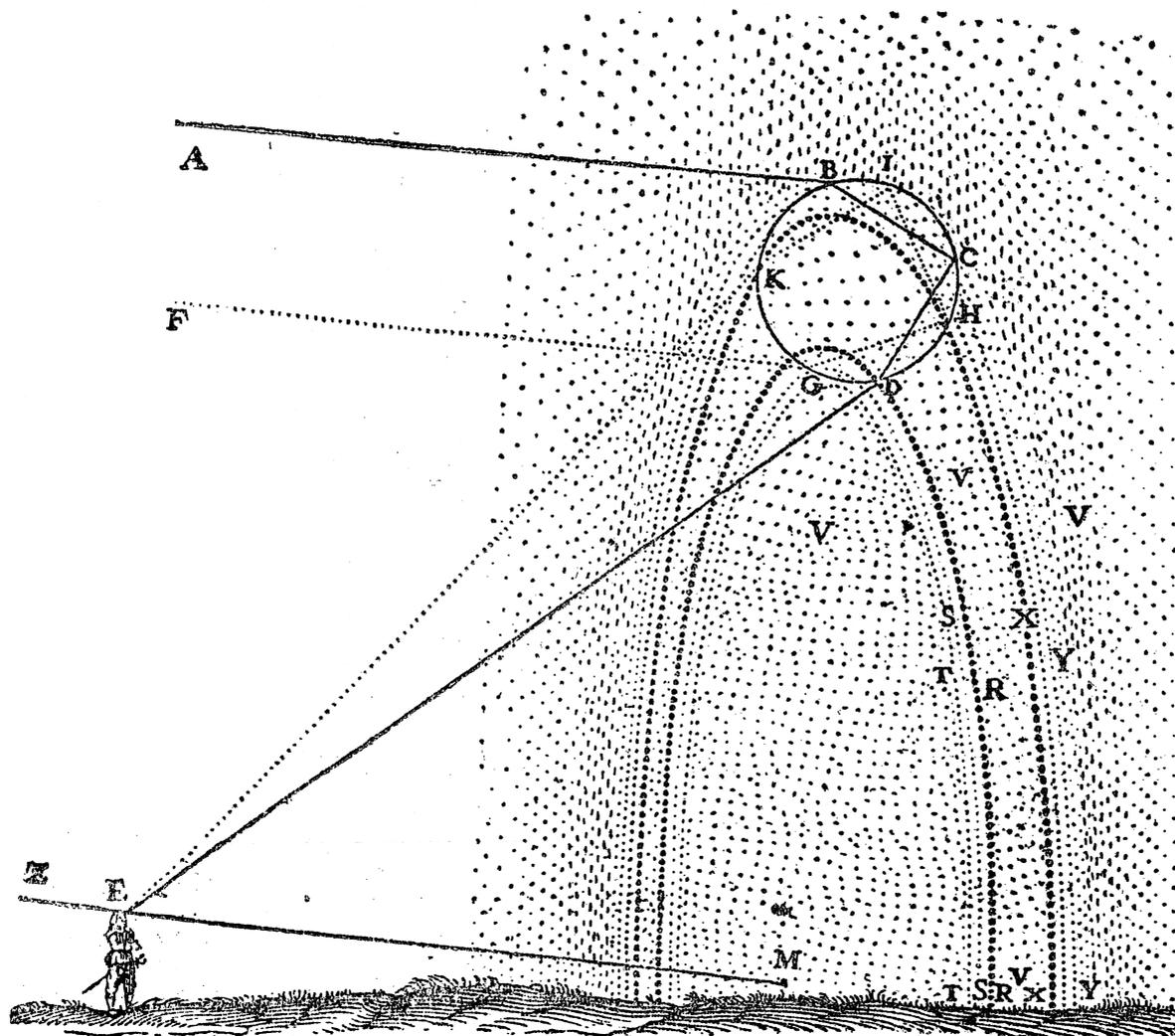
Christian Huygens (1629-1695)

Defendia o **modelo ondulatório da luz**. Segundo Huygens, a e cada cor correspondia a um comprimento de onda próprio, com velocidade diferente dentro do prisma.

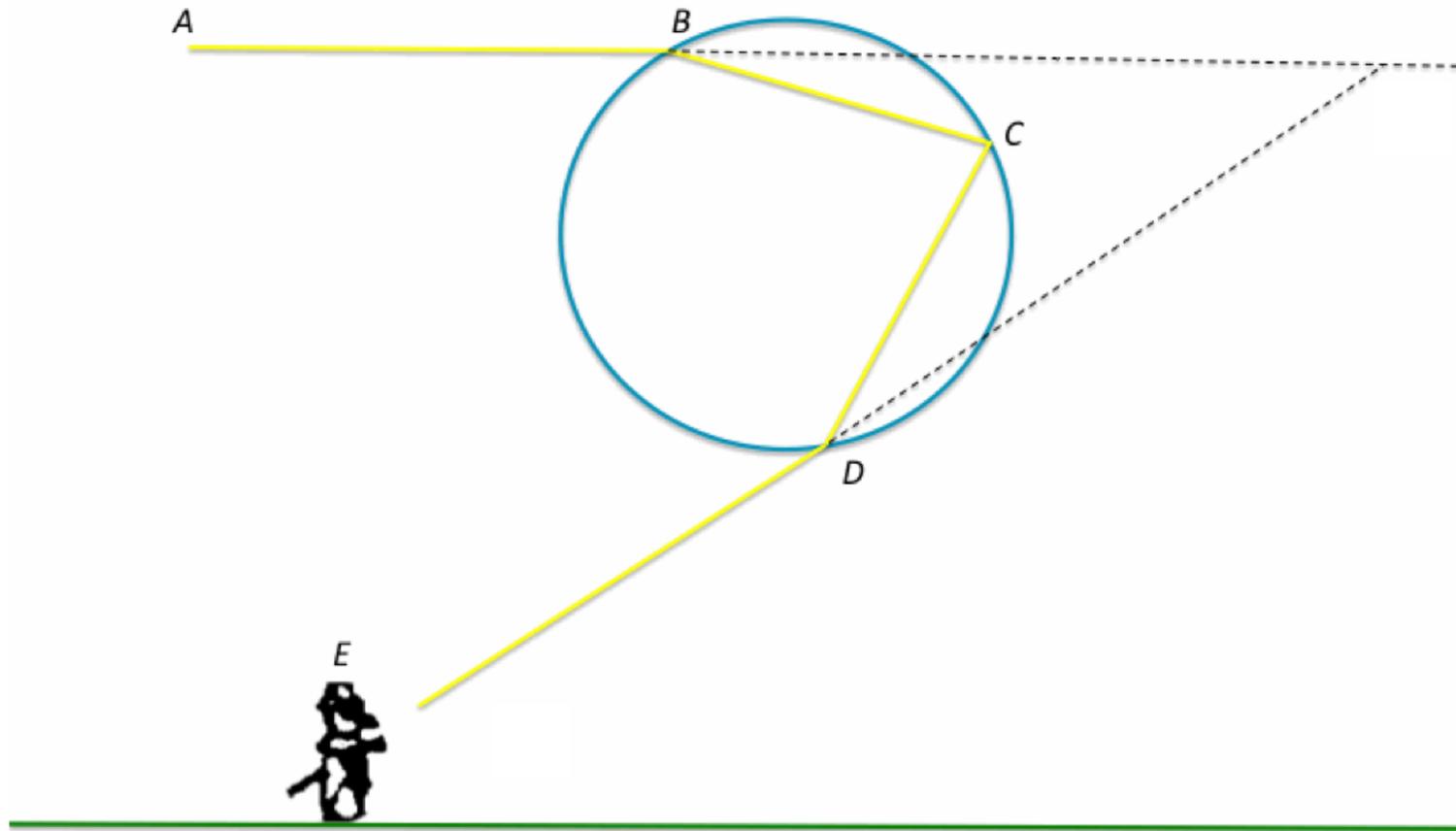
4. O FENÓMENO DO ARCO-ÍRIS



PORQUE É QUE O ARCO-ÍRIS É REDONDO?

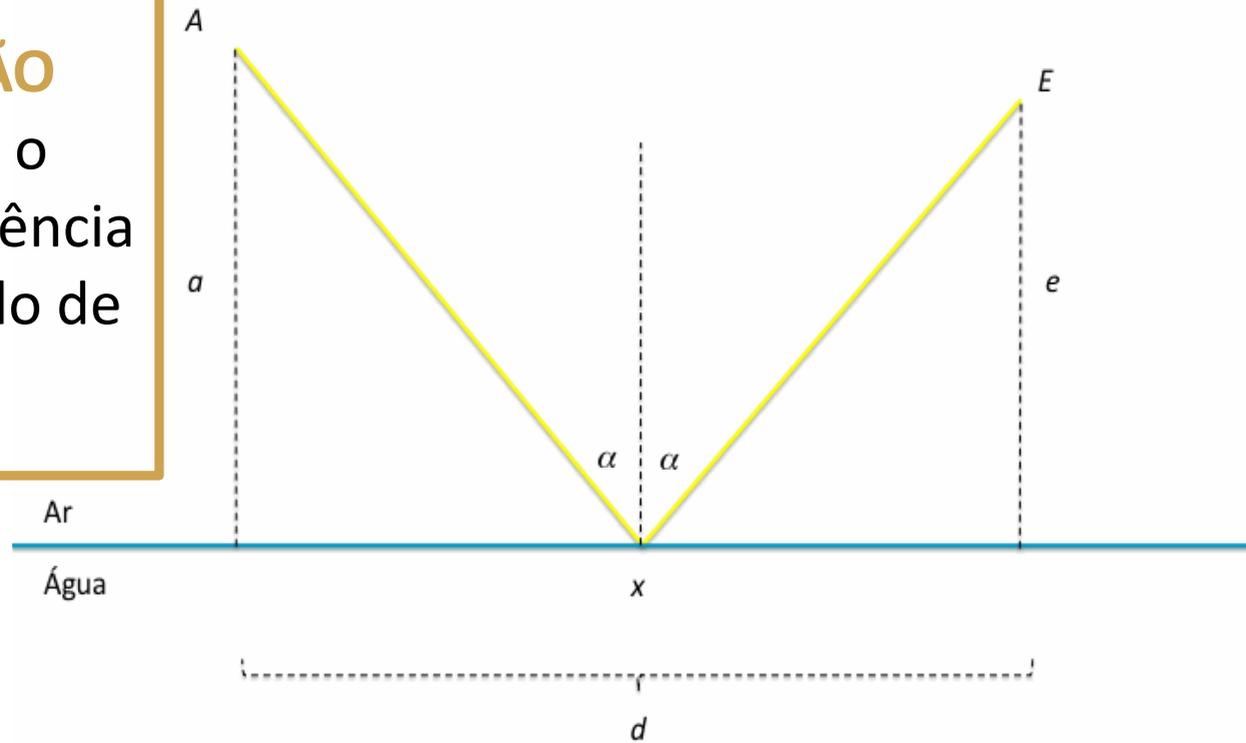


PORQUE É QUE O ARCO-ÍRIS É REDONDO?



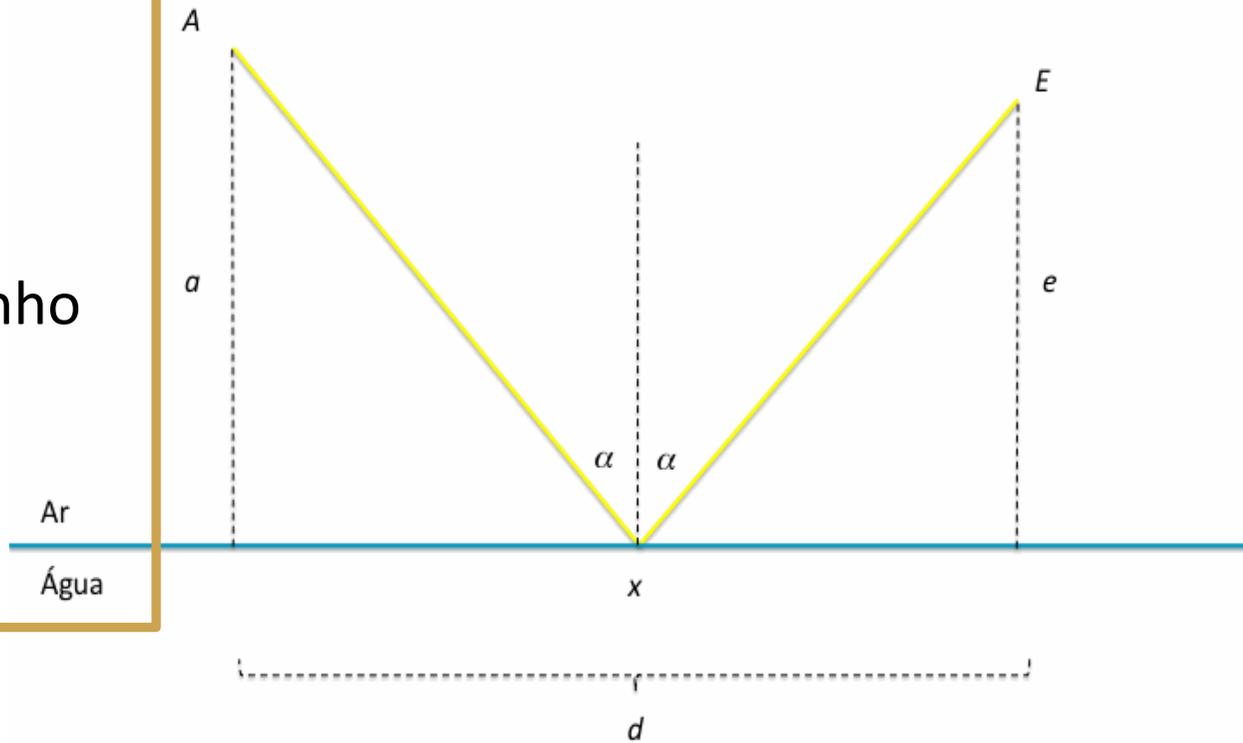
LEI DA REFLEXÃO

Para a reflexão, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.



PRINCÍPIO DE FERMAT

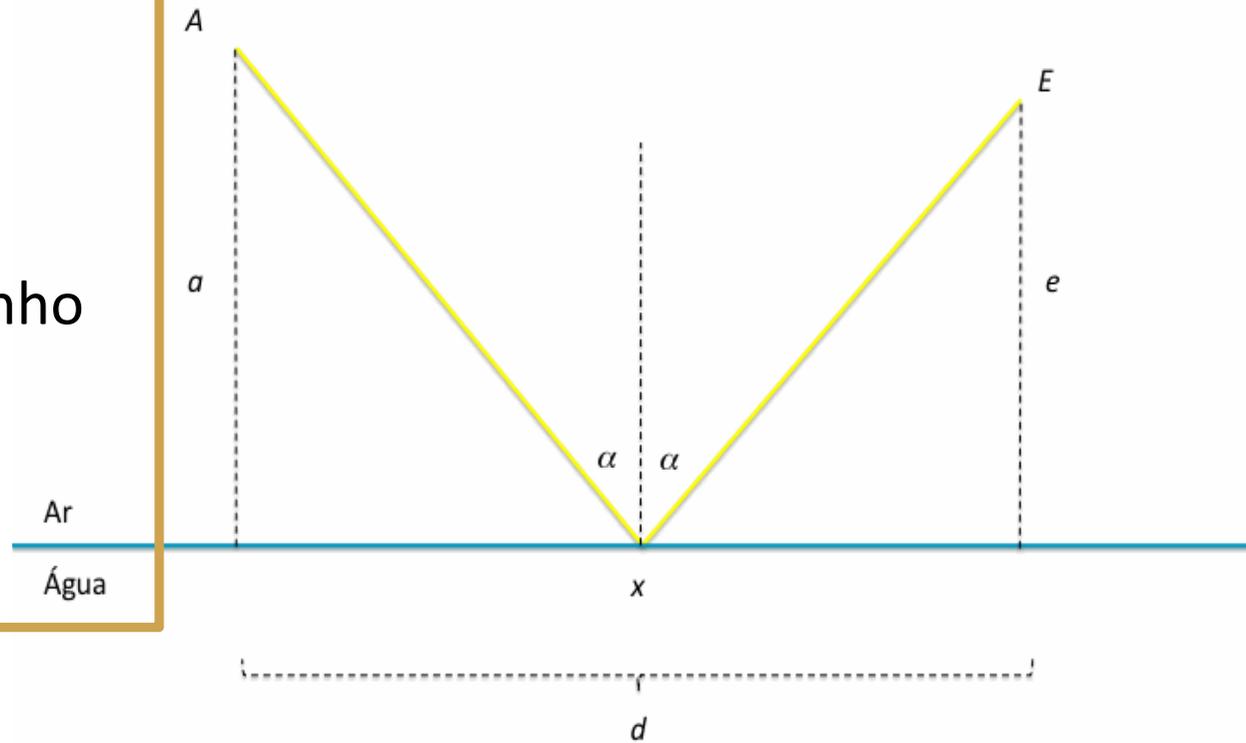
A luz percorre sempre o caminho que minimiza o tempo total de viagem.



$$C(x) = C_1(x) + C_2(x) = \sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{e^2 + (d - x)^2}$$

PRINCÍPIO DE FERMAT

A luz percorre sempre o caminho que minimiza o tempo total de viagem.

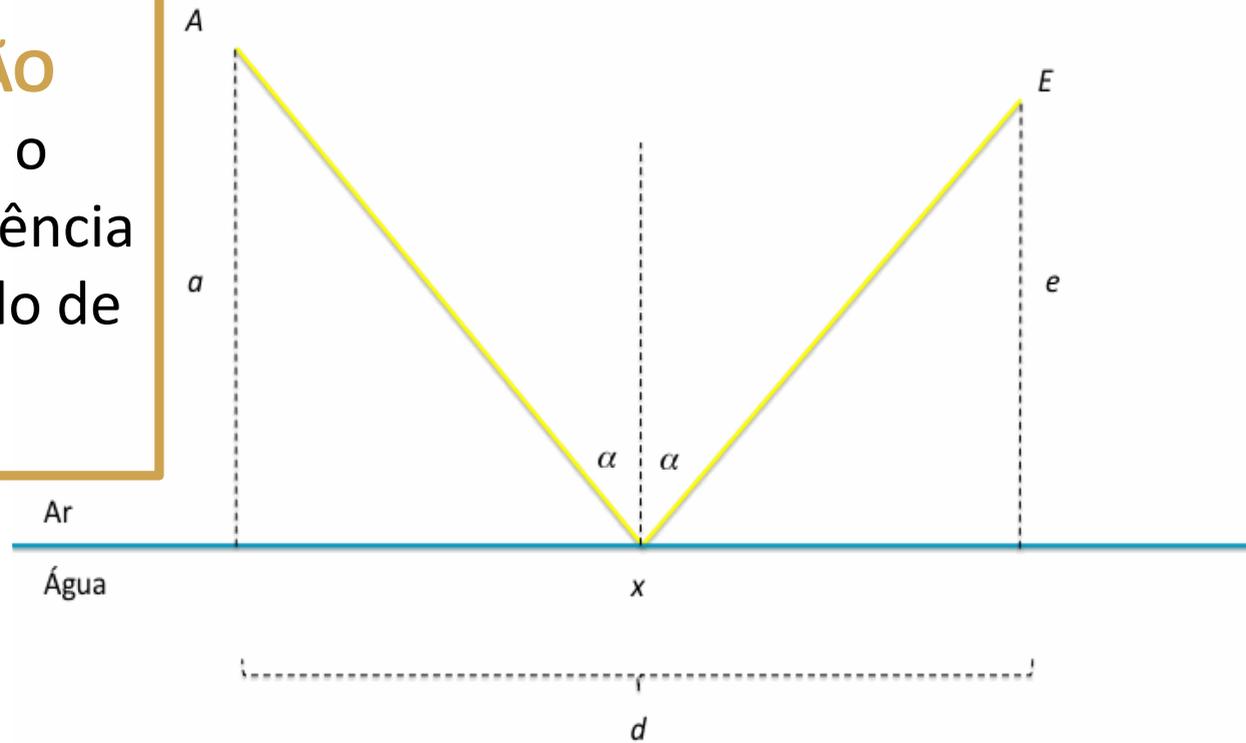


$$C'(x) = 0 \Leftrightarrow \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{d - x}{\sqrt{e^2 + (d - x)^2}}$$



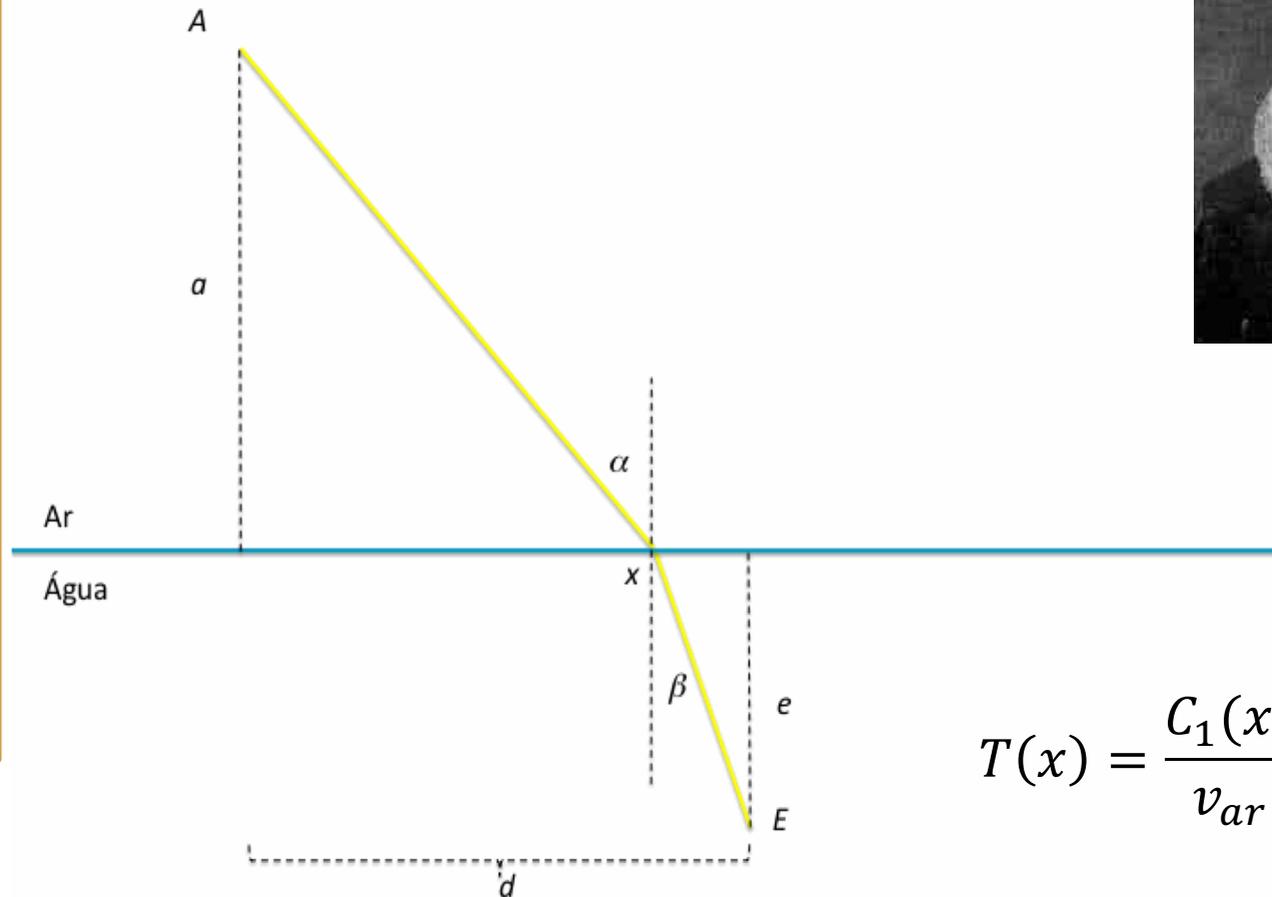
LEI DA REFLEXÃO

Para a reflexão, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.



LEI DA REFRAÇÃO (DE SNELL)

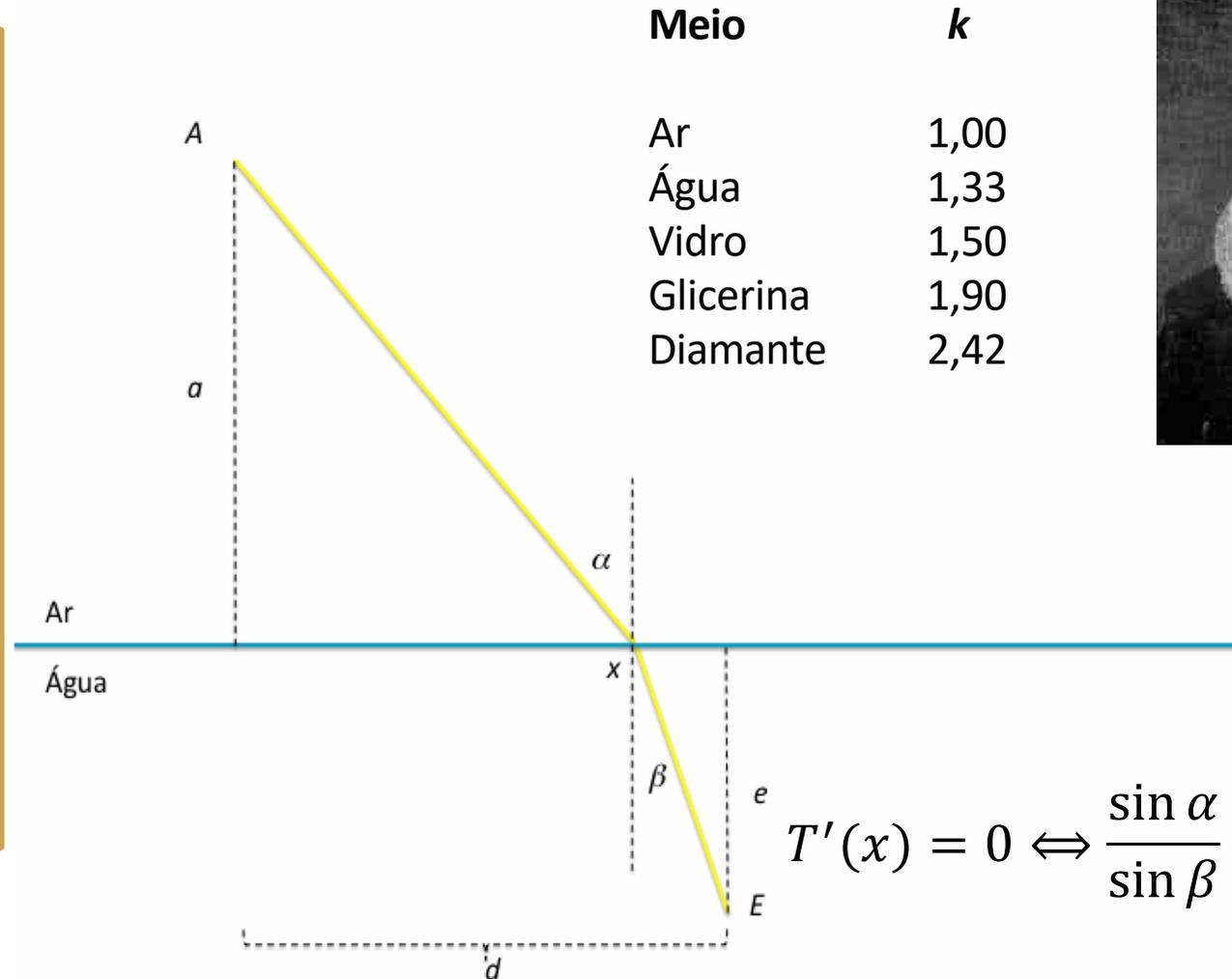
Quando a luz viaja de um meio menos (mais) refringente para um meio mais (menos) refringente a luz aproxima-se (afasta-se) da normal.



$$T(x) = \frac{C_1(x)}{v_{ar}} + \frac{C_2(x)}{v_{\acute{a}gua}}$$

LEI DA REFRAÇÃO (DE SNELL)

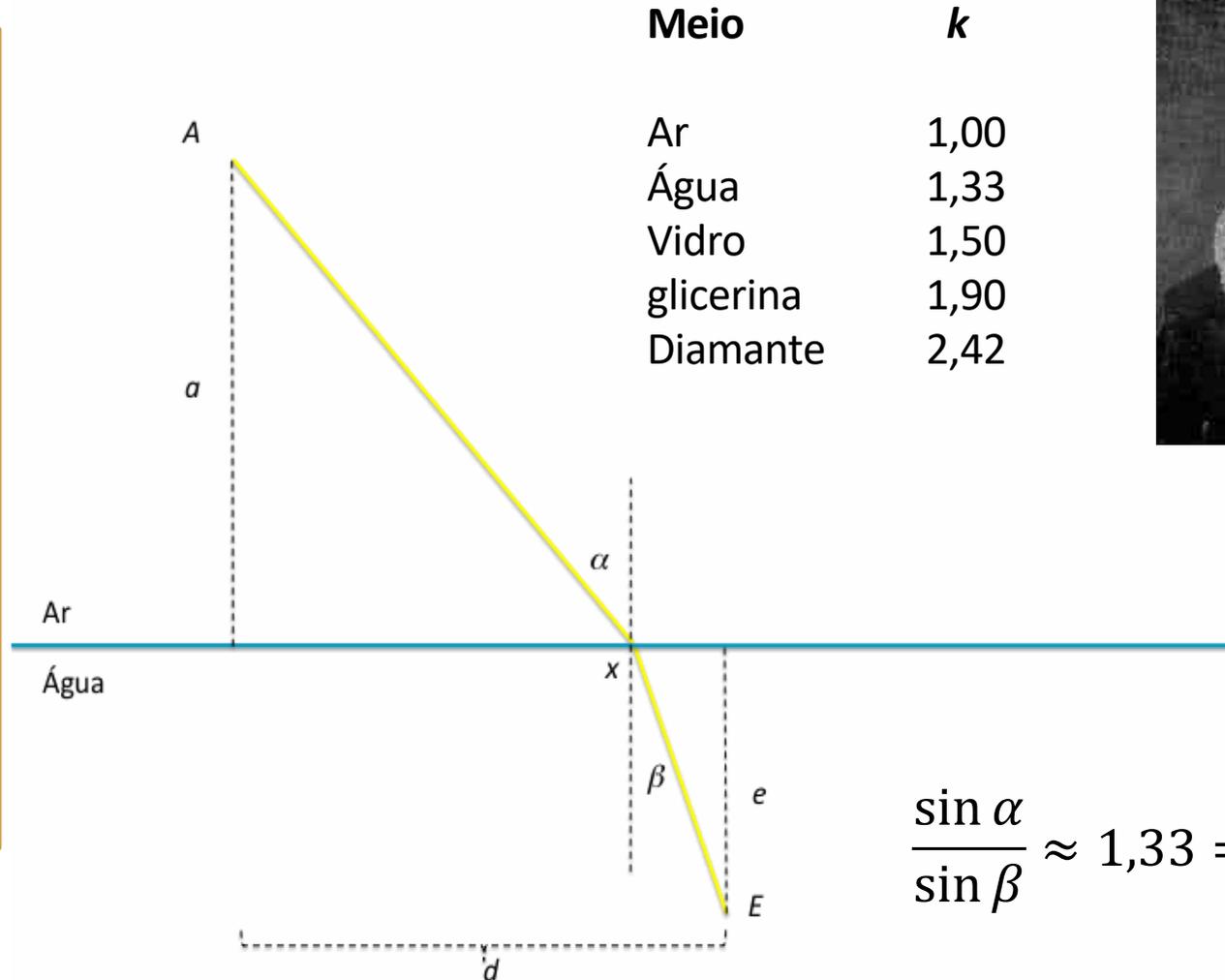
Quando a luz viaja de um meio menos (mais) refringente para um meio mais (menos) refringente a luz aproxima-se (afasta-se) da normal.



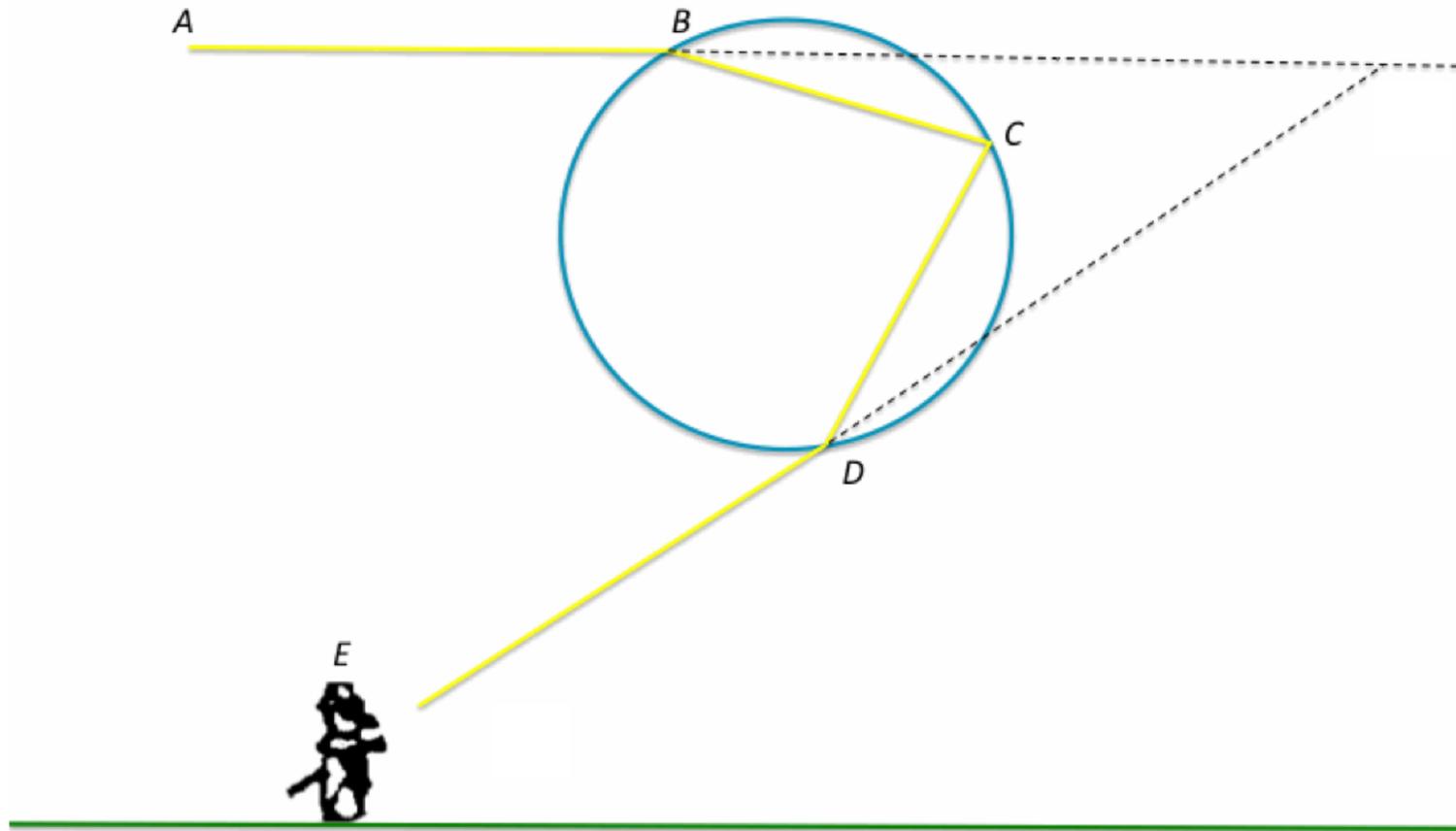
LEI DA REFRAÇÃO DE SNELL

LEI DA REFRAÇÃO (DE SNELL)

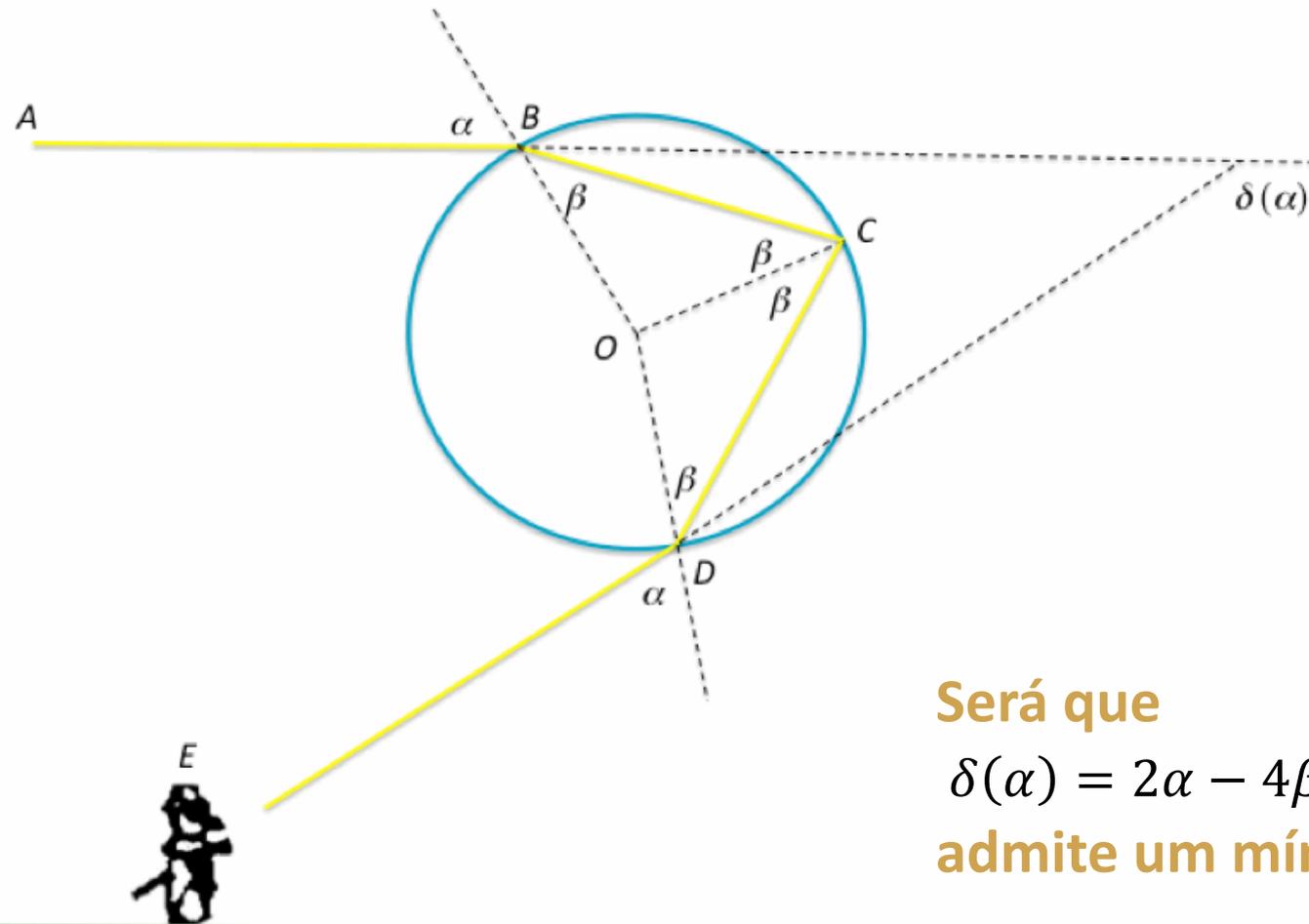
Quando a luz viaja de um meio menos (mais) refringente para um meio mais (menos) refringente a luz aproxima-se (afasta-se) da normal.



PORQUE É QUE O ARCO-ÍRIS É REDONDO?



PORQUE É QUE O ARCO-ÍRIS É REDONDO?

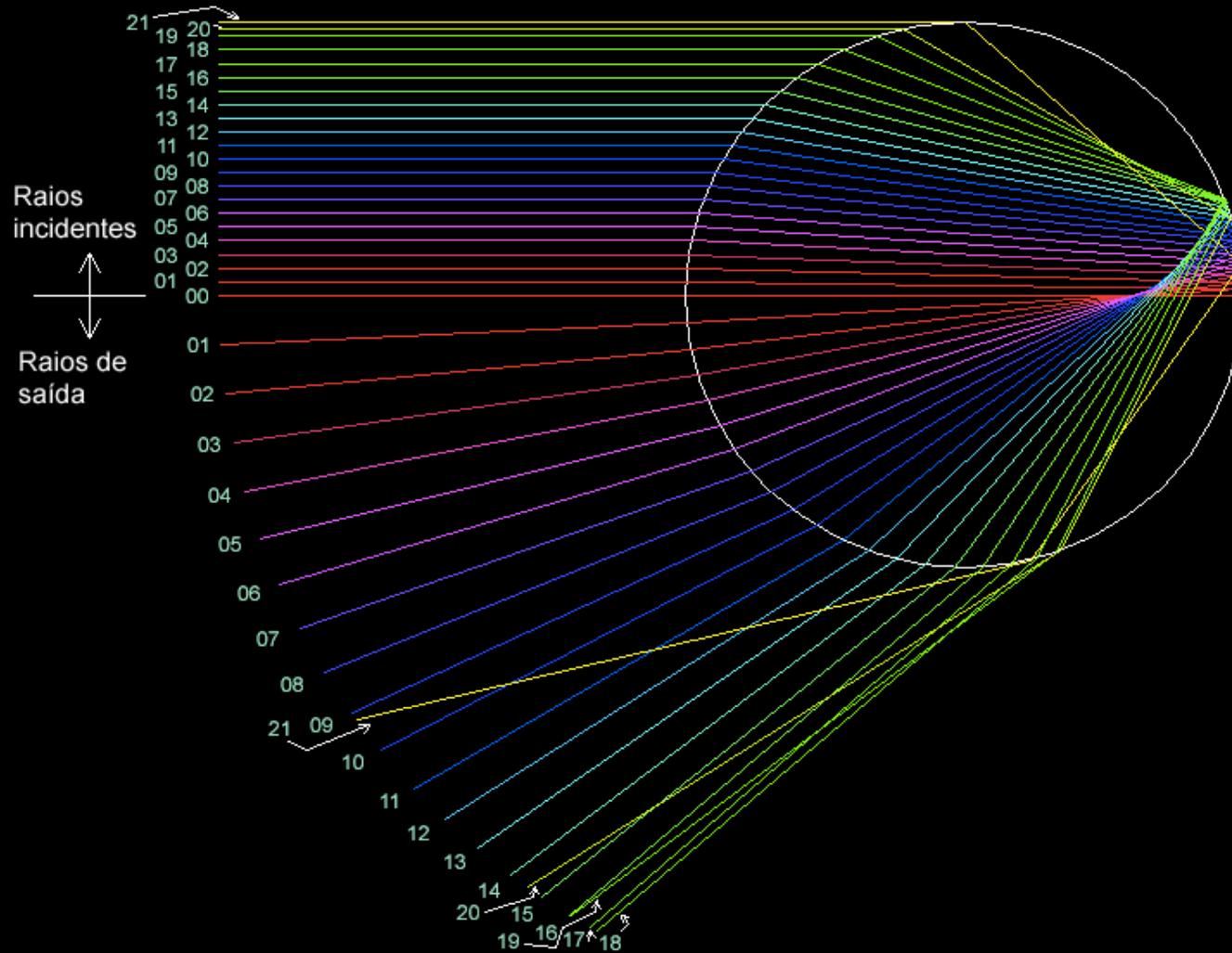


Será que

$$\delta(\alpha) = 2\alpha - 4\beta + 180$$

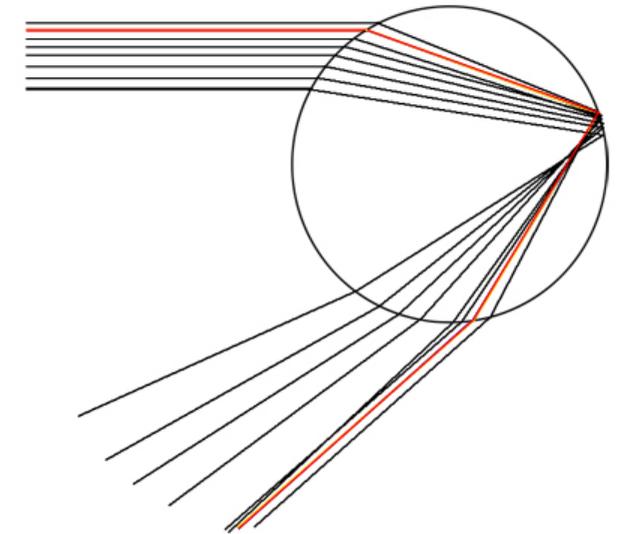
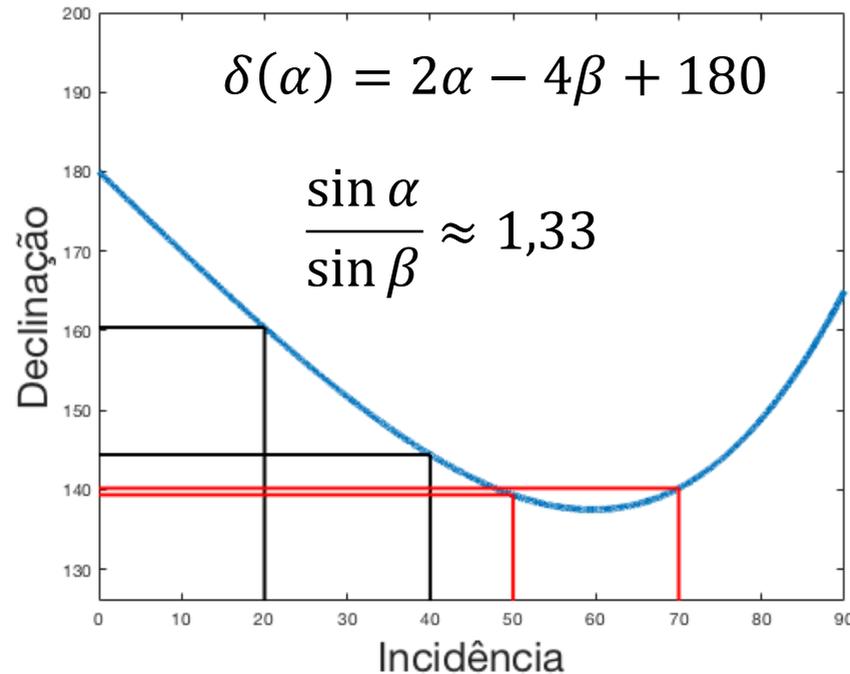
admite um mínimo?

IMPORTÂNCIA DA EXISTÊNCIA DO MÍNIMO



IMPORTÂNCIA DA EXISTÊNCIA DO MÍNIMO

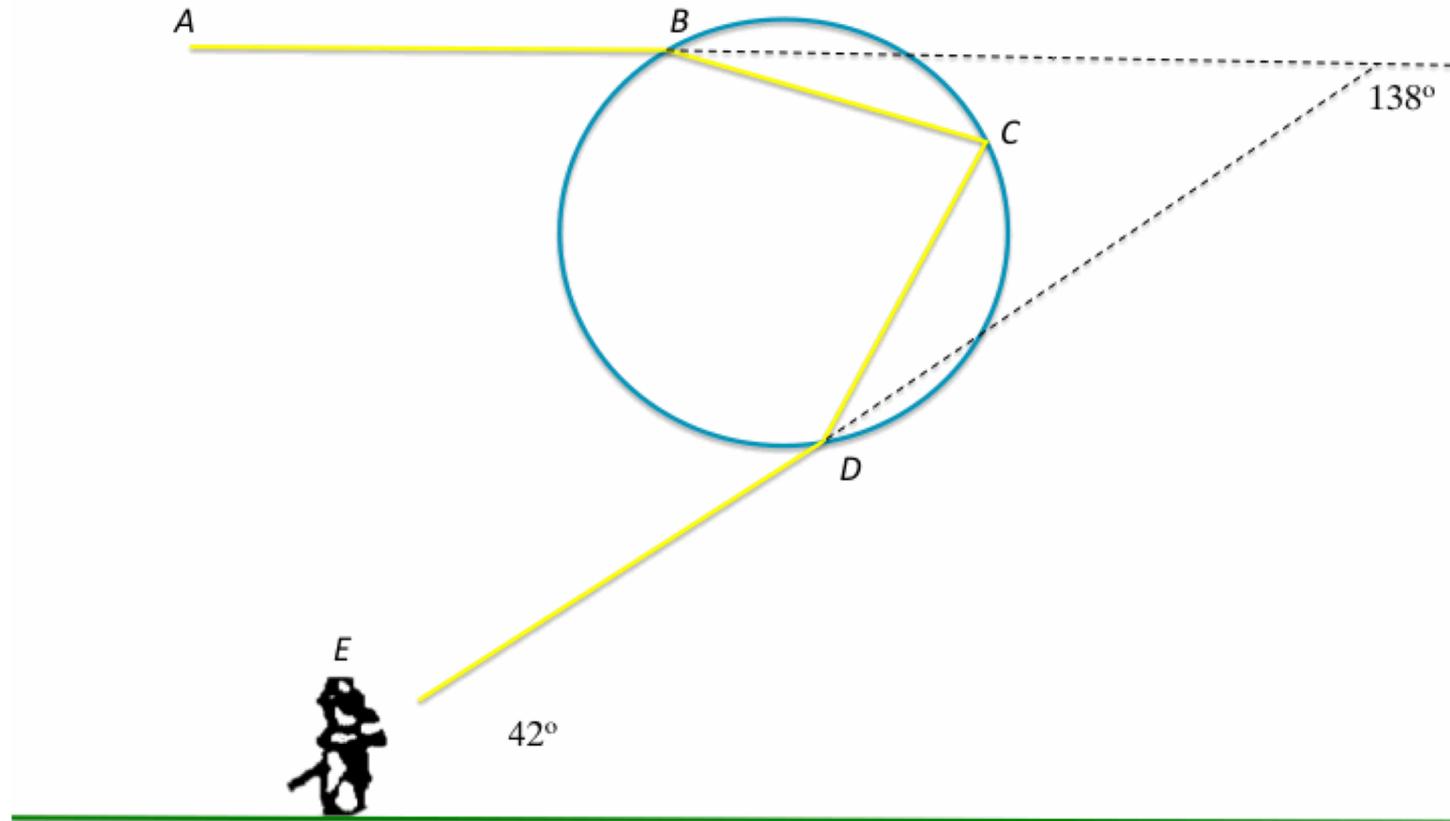
Se olharmos para a luz que vem deflectida da gota, **os raios que vêm na direcção do ângulo de deflexão mínimo devem aparecer mais luminosos** visto que estão mais concentrados.



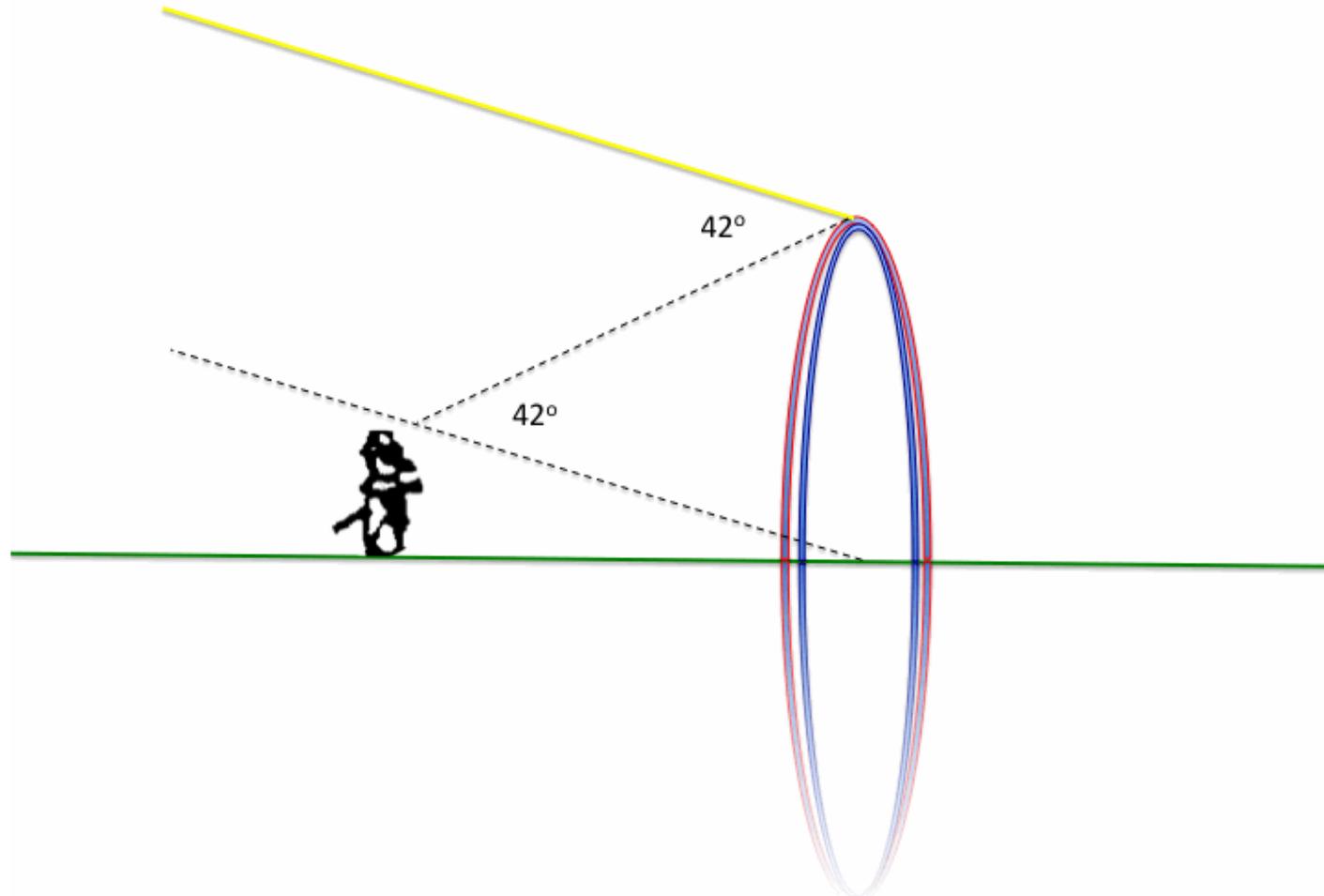
$$\delta'(\alpha) = 0 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{k^2 - 1}}{3}$$

$$k = 1,333 \Rightarrow \alpha = 59,4^\circ \Rightarrow \delta(\alpha) \approx 138^\circ$$

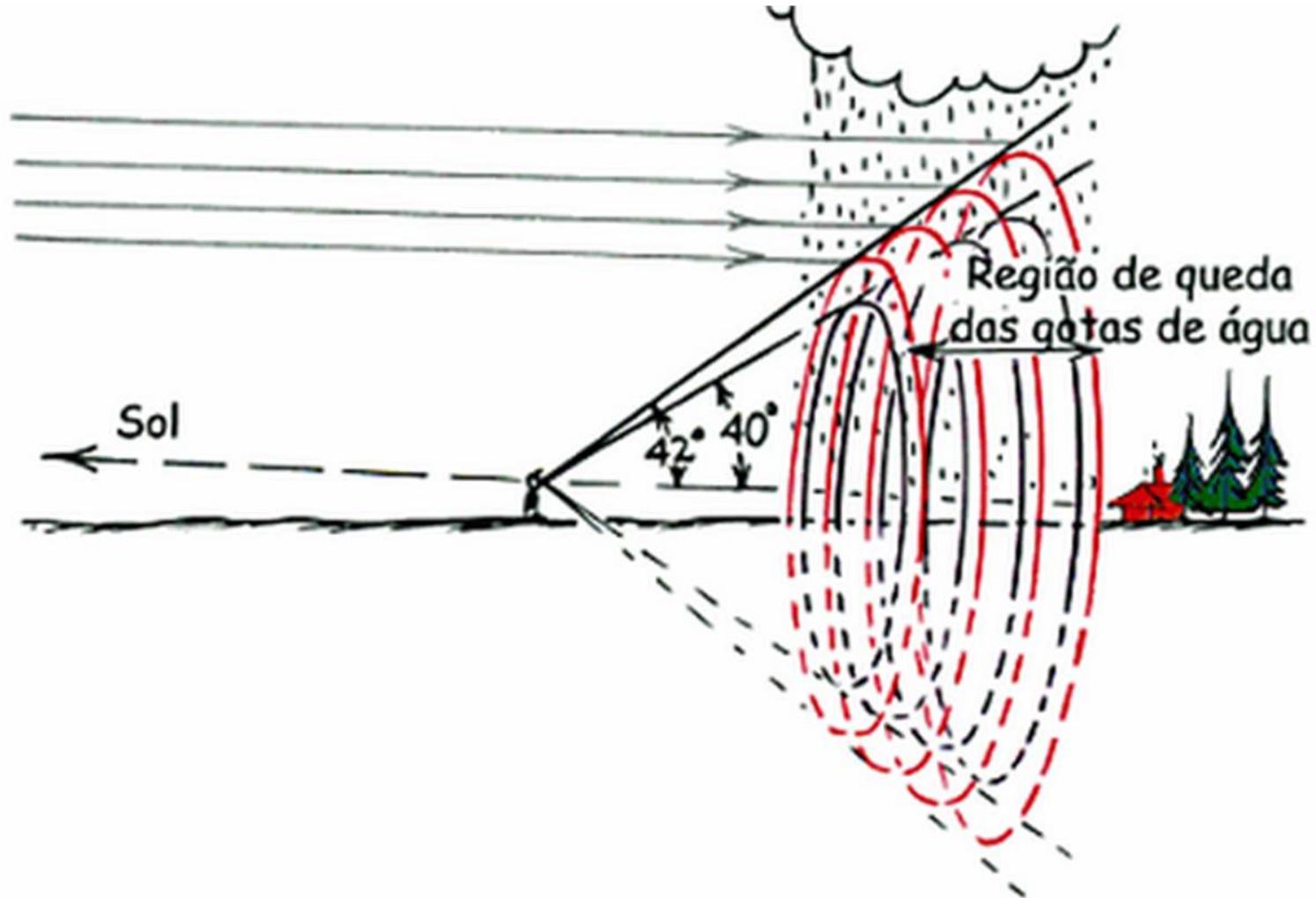
ÂNGULO DO ARCO-ÍRIS



ÂNGULO DO ARCO-ÍRIS

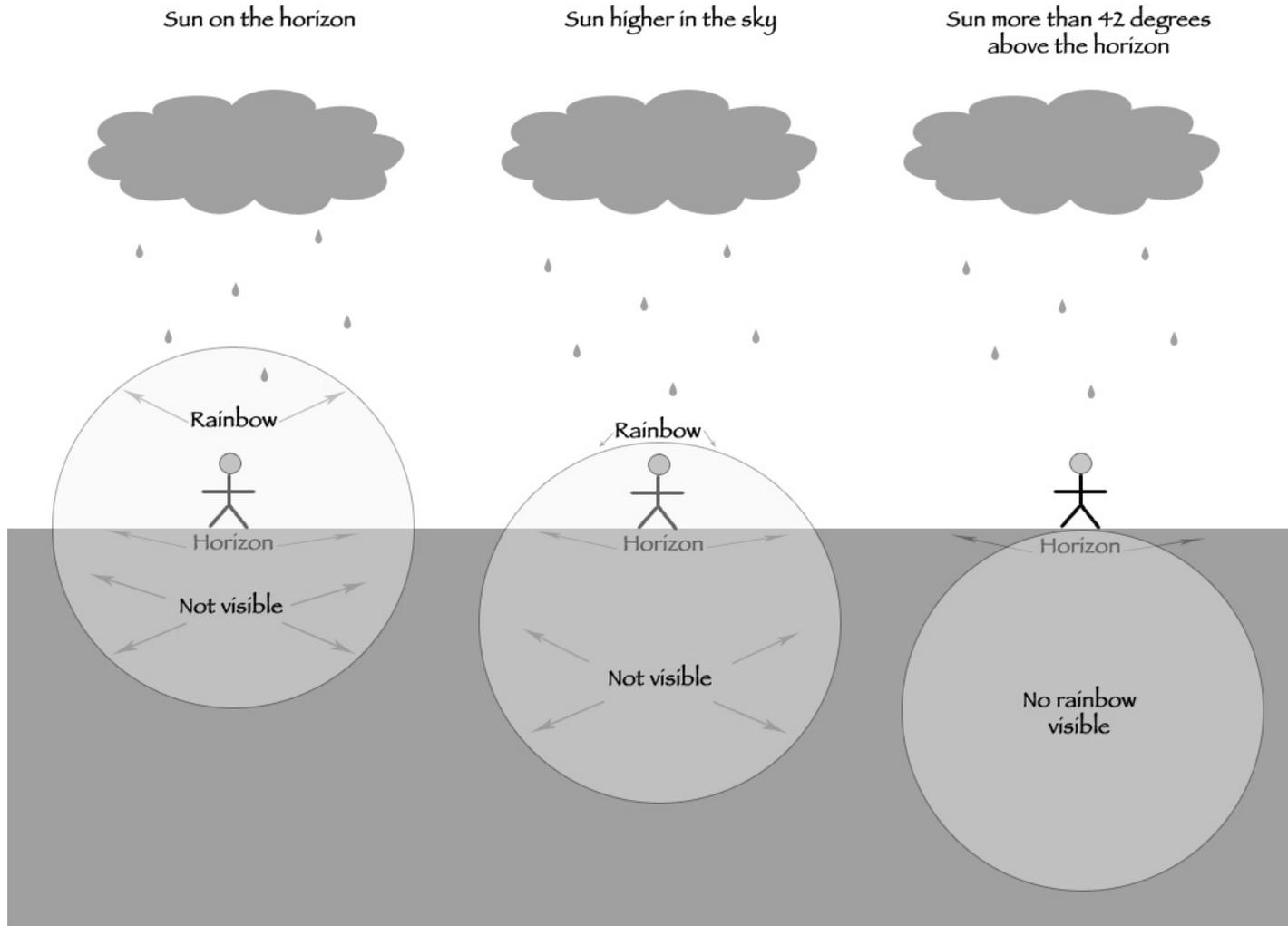


O ARCO-ÍRIS





O ARCO-ÍRIS

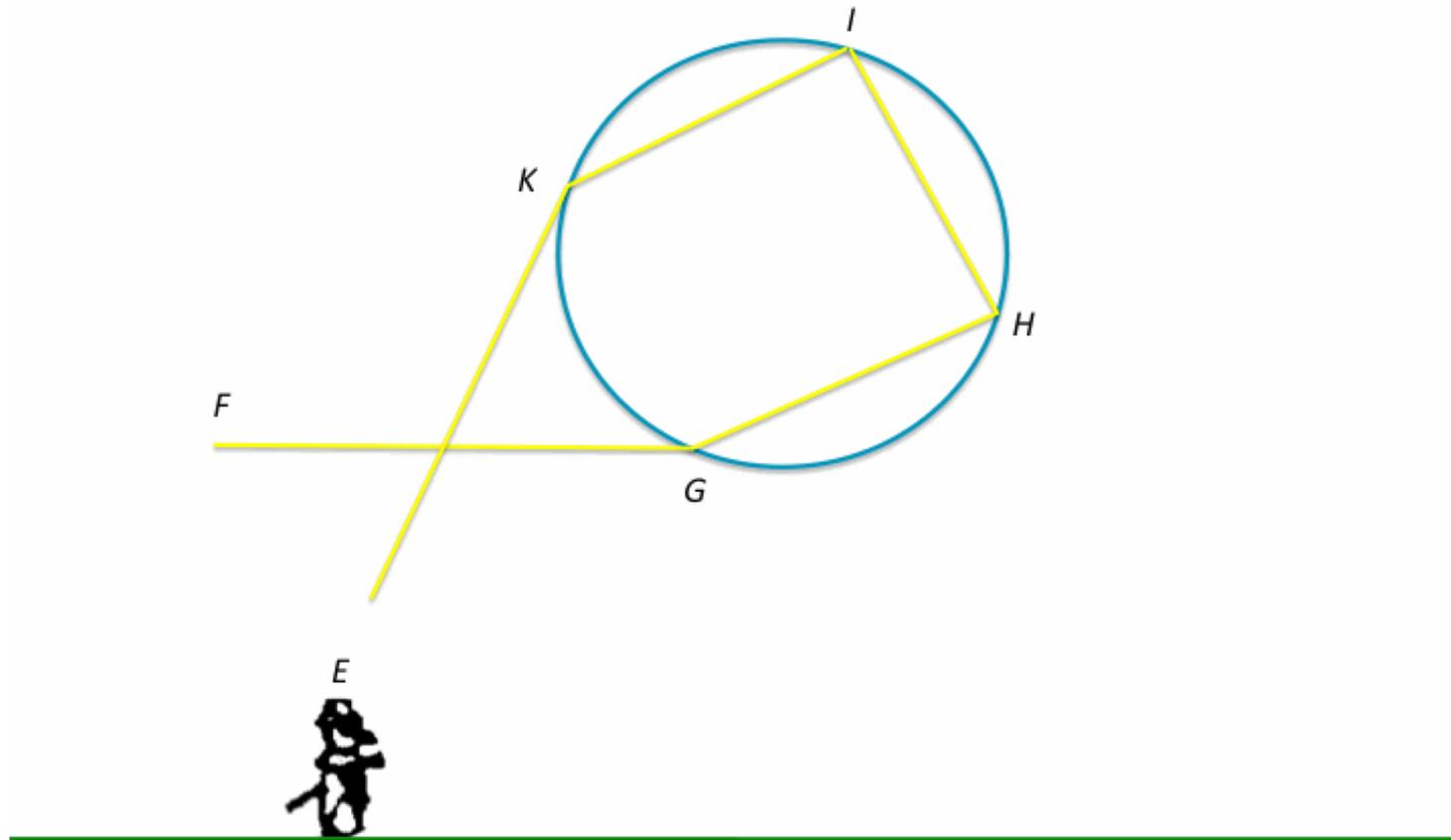


O ARCO-ÍRIS



Henry Freeman, "Niagara", 1873

O ARCO-ÍRIS SECUNDÁRIO





Product

$$\left(\frac{10}{\text{€}}\right)$$

$$\text{€ } \$$$

$$\text{€ } a + d$$

$$\text{€ } 2 \quad 3 \quad 7_2$$

$$f(\text{€} \sqrt{7})$$

H_0

7_2

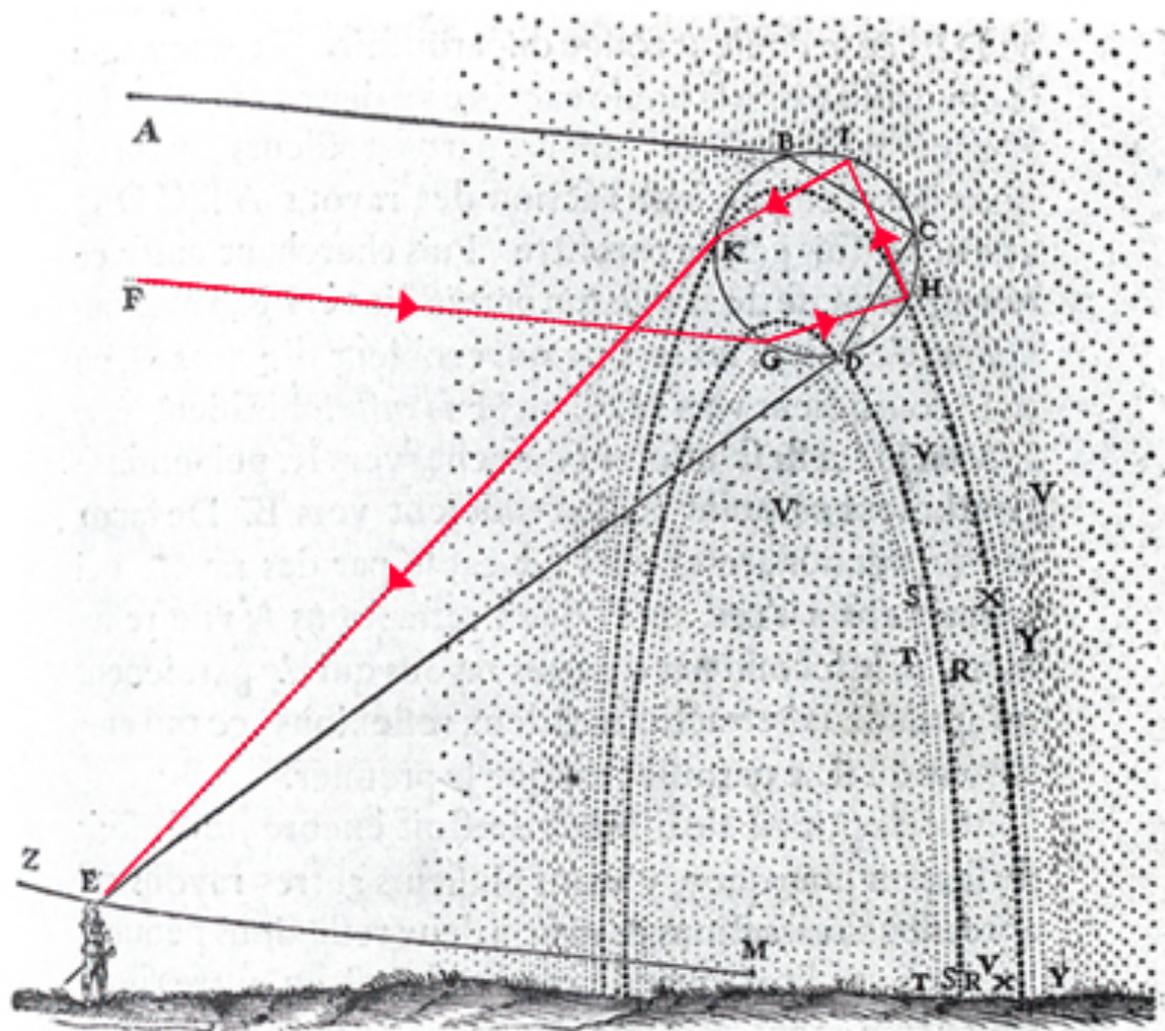
$$(10, 11 \} 3 \text{€})$$

$$\text{€ } (-1)$$

$$1 \text{€}$$

$$c p b \frac{1}{3} 7_2$$

O ARCO-ÍRIS SECUNDÁRIO







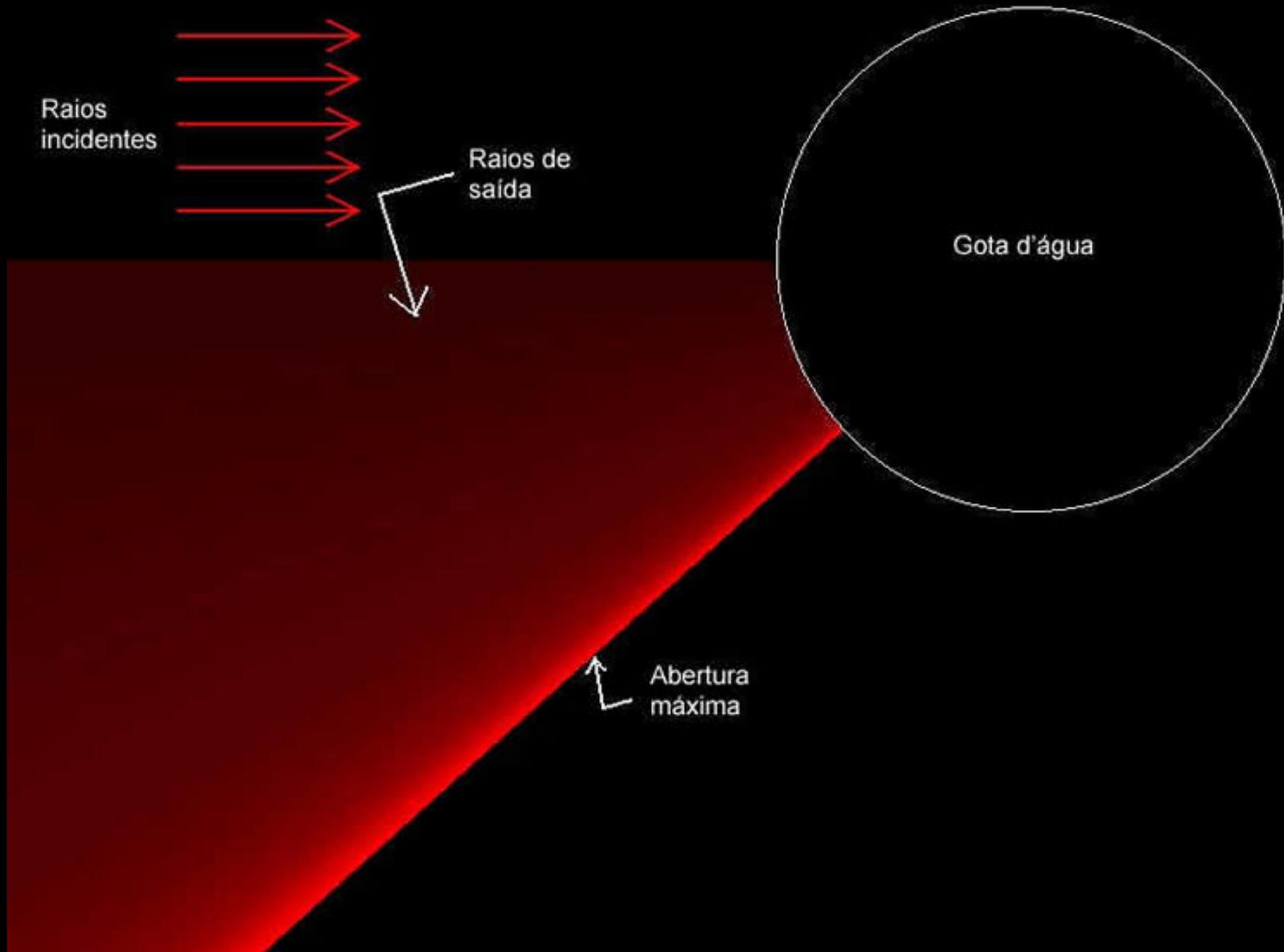
Cor	Comprimento de onda (λ)
Vermelho	[6470, 7000] angstroms
...	
Violeta	[4000, 4200] angstroms



5. AS CORES

Cor	λ	k	δ	arco
Ver.	6563	1,3318	137,7°	42,3°
...				
Vio.	4047	1,3435	139,4°	40,6°





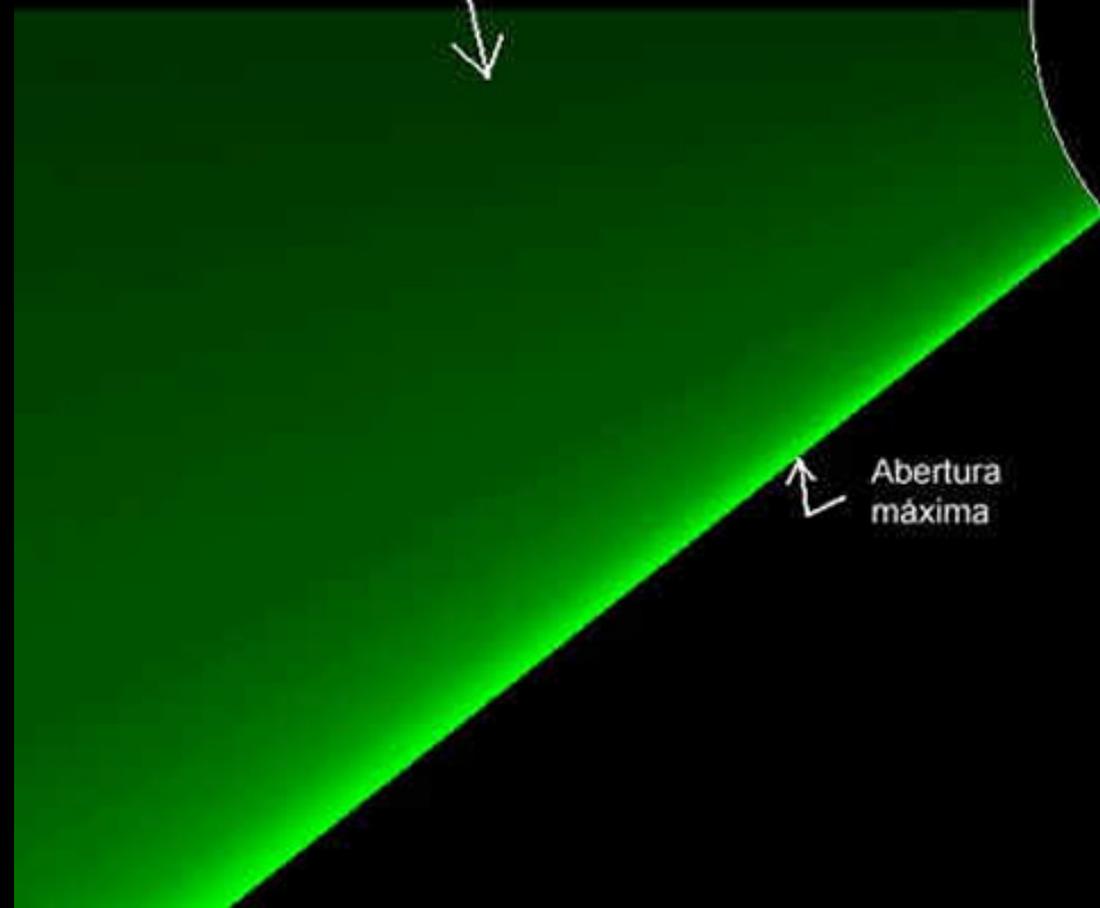
Raios incidentes



Raios de saída

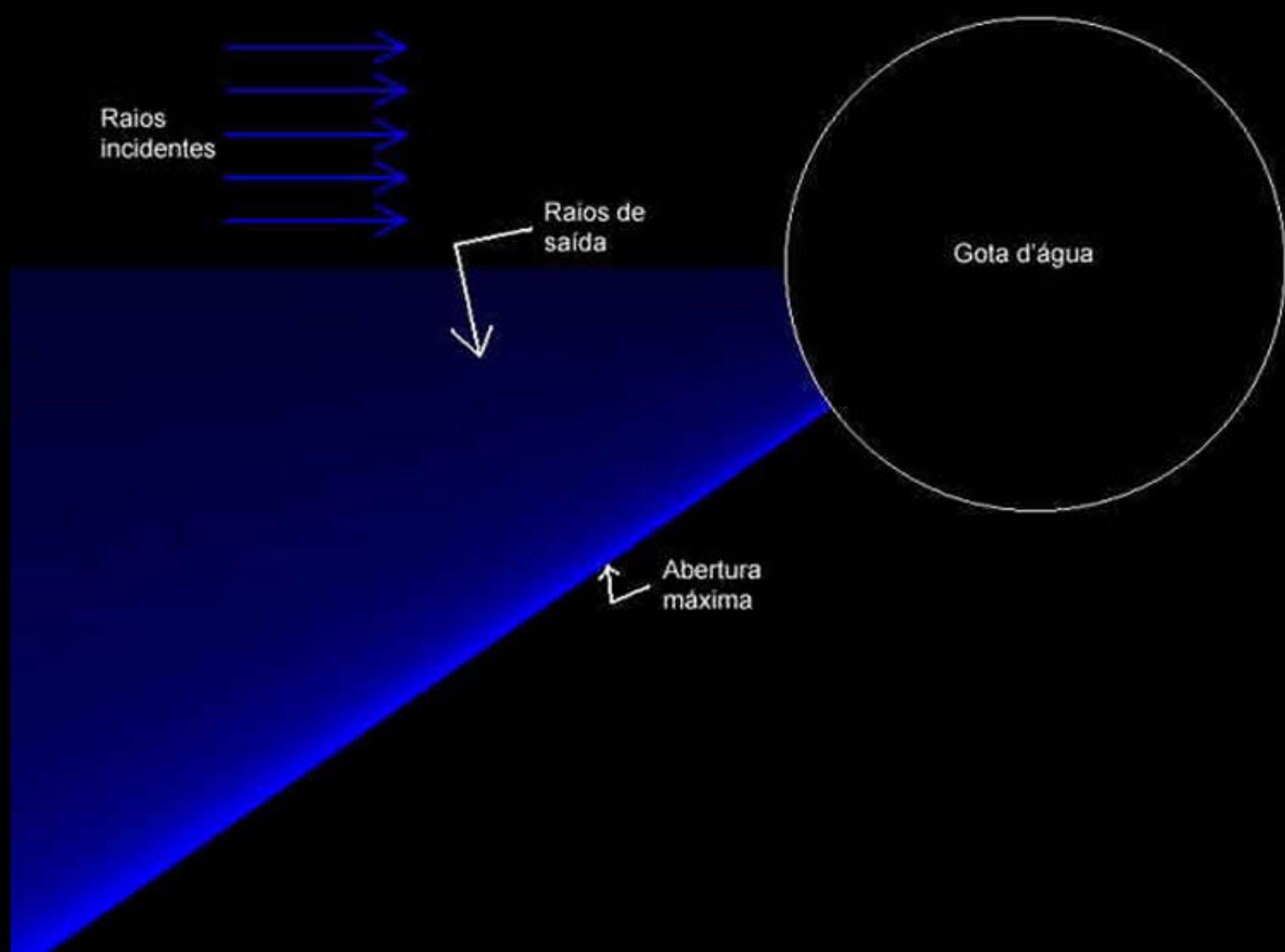


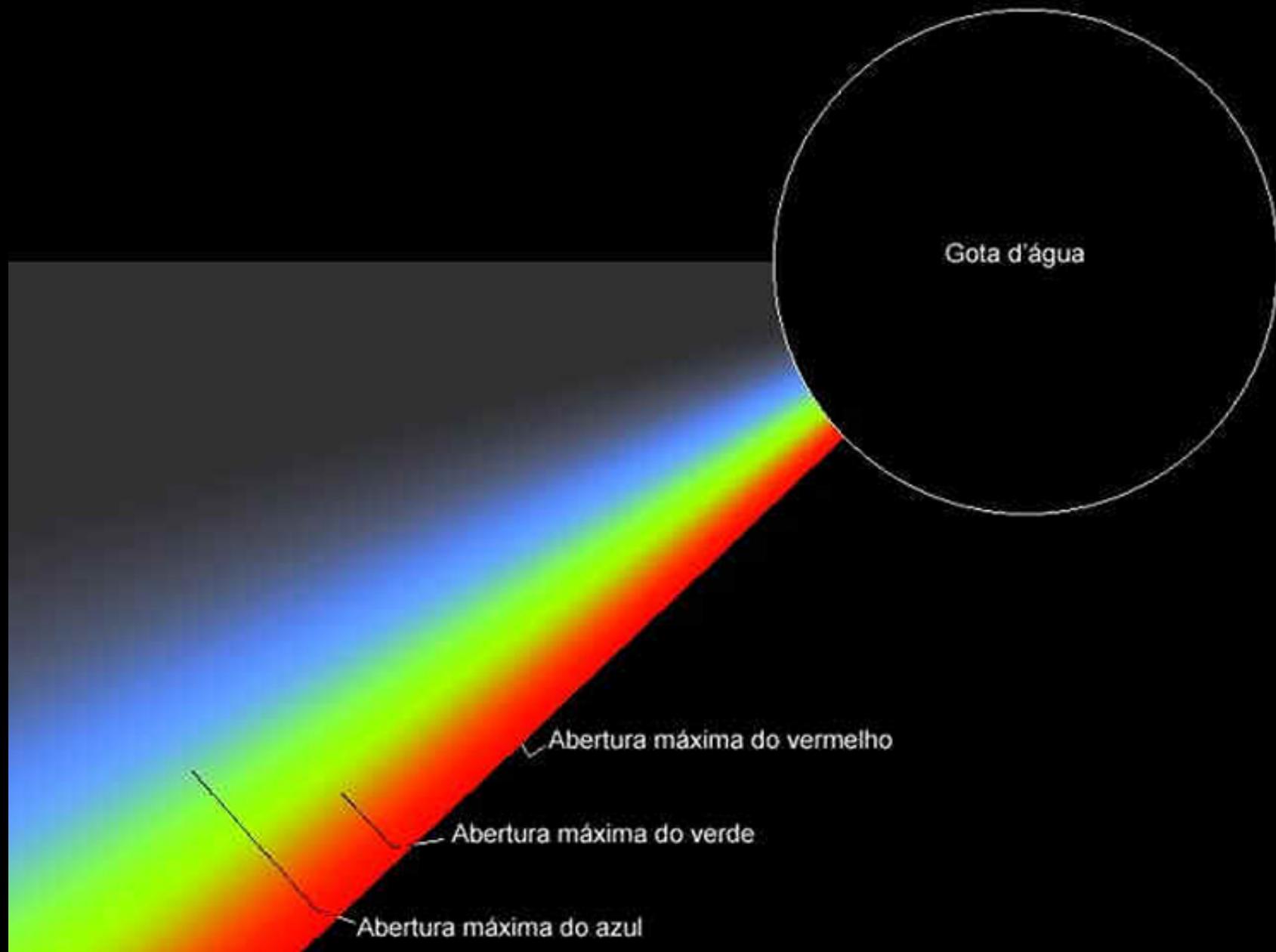
Gota d'água



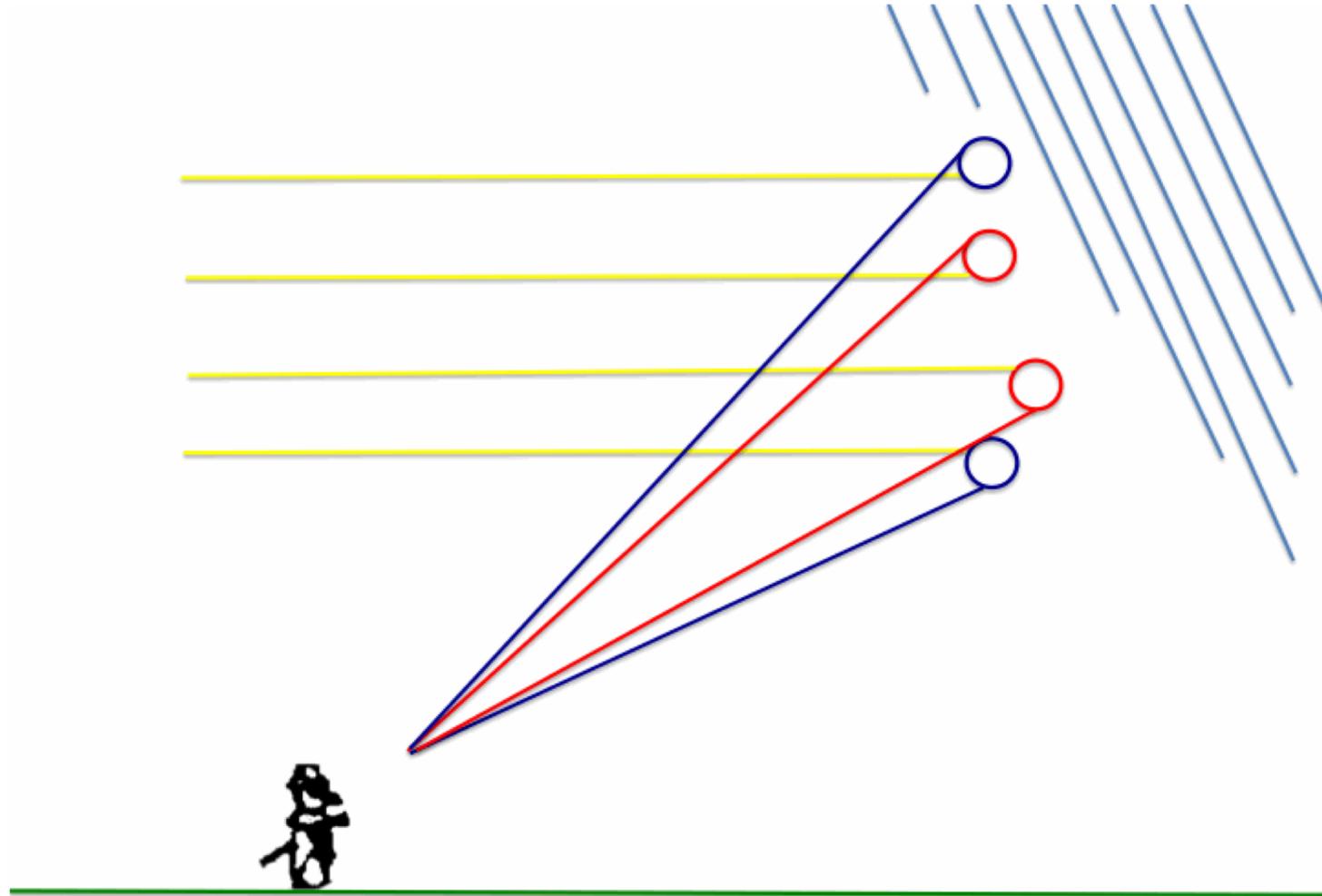
Abertura máxima



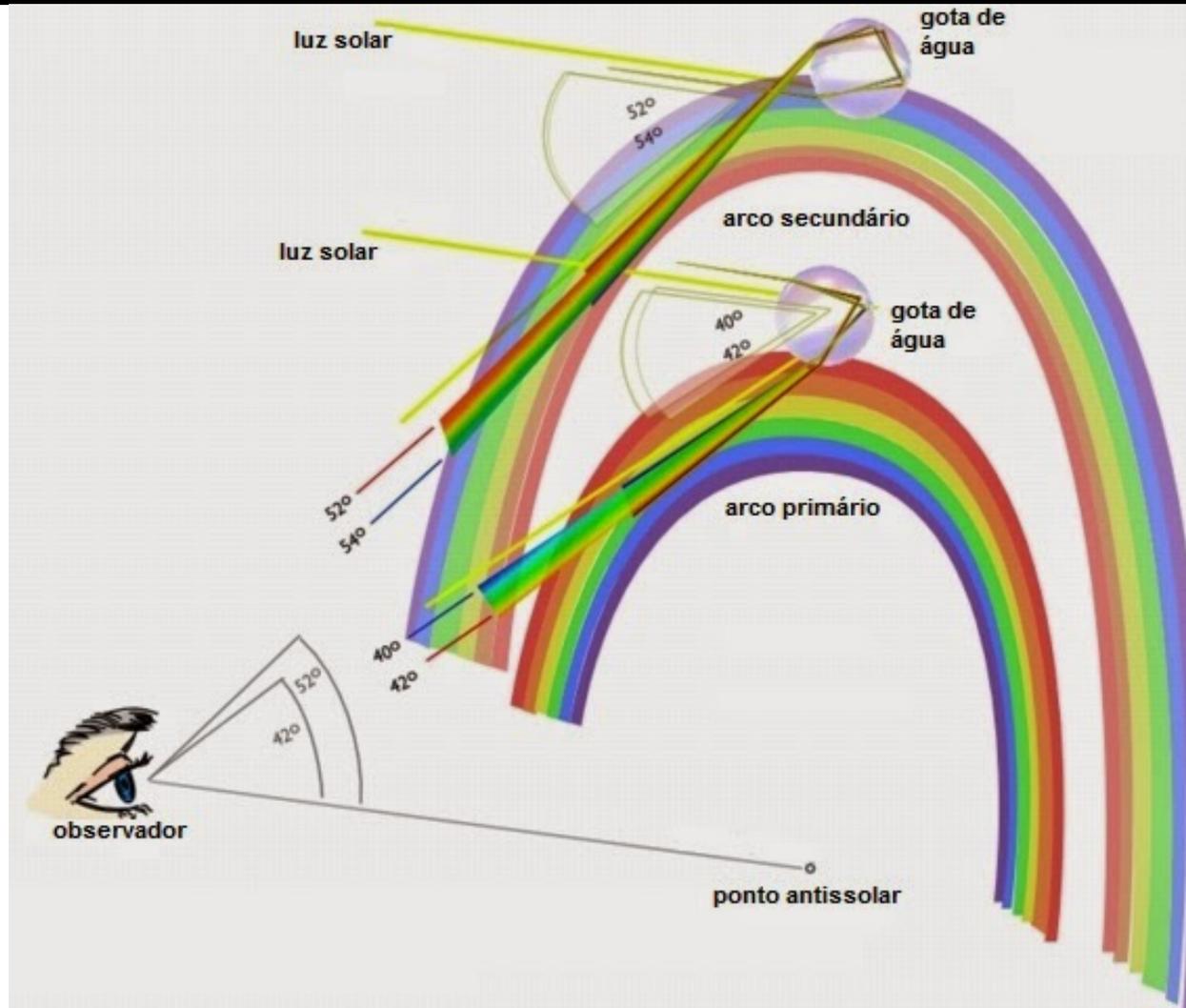




5. AS CORES



5. AS CORES





OBRIGADO!



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Adérito: www.mat.uc.pt/~alma/escolas/arco

Atractor: www.atractor.pt/mat/luz1/

