Logaritmos

Antonio Carlos Brolezzi

brolezzi@ime.usp.br

Em matemática, é comum que conceitos e ideias criadas para determinados fins acabem servindo a outras aplicações muito diferentes das originais, às vezes séculos ou milênios depois da invenção de uma noção.

A história dos logaritmos é bastante significativa para mostrar essa característica da matemática, de que ideias criadas para resolver problemas em um contexto podem ser utilizadas para resolver problemas em outros contextos.

Os logaritmos surgiram há 500 anos em um contexto bem diferente de hoje em dia.

A ideia surgiu a partir da observação de padrões.

0 1 2 3 4 5 6 ...

Que padrão você percebe?

As progressões aritméticas são aquelas em que cada termo é obtido do anterior por meio da operação de adição.

0   1   2   3   4   5   6   ...

-5   -3   -1   1   3   5   7   ...

$$1 \quad 2 \quad 4 \quad 8 \quad 16 \quad \ldots$$

Que padrão você percebe?

As progressões geométricas são aquelas em que cada termo é obtido do anterior por meio da operação de multiplicação.

$$1 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{16} \quad \ldots$$

O que as PAs tem a ver com as PGs?

E onde os logaritmos entram nessa história?

Vamos lembrar a relação entre multiplicações e adições.

Na potenciação, existe uma propriedade fundamental:

Na multiplicação de potências de mesma base, conservam-se as bases e somam-se os expoentes.

Ou seja, para qualquer *a, m* e *n* reais, temos:

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}.$$

As operações de adição e multiplicação estão interligadas nessa propriedade da operação de potenciação.

Foi observando uma PA e uma PG, escritas termo a termo uma acima da outra, que Michael Stifel (1487—1567) percebeu um padrão.

Monge agostiniano, ordenado sacerdote aos 24 anos de idade, Stifel foi espulso aos 35 anos e tornou-se pastor luterano e estudioso da matemática.

Primo ſubtraho 10 de 8, & non inuenio numerum aliquem ſupra 0, id eſt, ſupra nihil, quem ponere poſſim iuſta ſubtractionis lege. Nam ſi ille à quo debet fieri ſubtractio, eſſet maior eo qui ſubtrahitur (ut ſi loco numeri 8 poneretur numerus 12) tum tandem haberem numerum ponendum uerum. Sic ſi ille numerus à quo fieri debet ſubtractio, eſſet æqualis ei qui ſubtrahitur (ut ſi loco 8 ponerentur 10) tunc relinqueretur 0 .i. nihil, (quod mediat inter numeros ueros & numeros abſurdos) Iam uero cum numerus ſubtrahendus maior ſit eo à quo fit ſubtractio, reſtat ut numerus infra 0, id eſt, infra nihil ponatur, uidelicet 0 — 2. Sic ſimili ratione poſtea ſubtraho 0 — 5 de 0 — 3, & inuenio 0 + 2 .i. numerum ſupra nihil, ſeu numerum uerum.

Sic Coſſa ſolet, pro immenſa copia ſua, iis uti quæ ſunt, & iis quæ finguntur eſſe. Nam ſicut ſupra unitatem ponuntur numeri integri, & infra unitatem finguntur minutiæ unitatis, & ſicut ſupra unum ponuntur integra, & infra unum ponuntur minuta ſeu fracta: ſic ſupra 0 ponitur unitas cum numeris, & infra 0 fingitur unitas cum numeris. Id quod pulchre repræſentari uidetur in progreſſione numerorum naturali, dum ſeruit progreſſioni.

Sed oſtendenda eſt iſta ſpeculatio per exemplum.

−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16	32	64

Poſſet hic fere nouus liber integer ſcribi de mirabilibus numerorum, ſed oportet ut me hic ſubducã, & clauſis oculis abeã. Repetam uero unum ex ſuperioribus, ne fruſtra dicar fuiſſe in campo iſto. Sed ſententia inuerſa repetam quod mihi repetendum uidetur.

¶ Qualiacunque facit progreſſio Geometrica multiplicãdo & diuidendo, talia facit progreſſio Arithmetica addendo & ſubtrahendo.

Exemplum.

Sicut $\frac{1}{8}$ multiplicata in 64, facit 8. Sic — 3 additum ad 6, facit 3.

Comparação entre PA e da PG no livro *Aritmética Integra*, de Stifel (1544).

−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16	32	64

Comparação entre PA e da PG no livro *Aritmética Integra*, de Stifel (1544).

−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16	32	64

Stifel observou que somas na PA correspondem a produtos na PG.

Vamos vivenciar o que Stifel observou, encontrando na tabela as posições na PG correspondente a operação de multiplicação abaixo:

$$\frac{1}{8} \text{ vezes } 64$$

Os números $\frac{1}{8}$ e 64 na PG correspondem aos números -3 com 6 na PA.

É fácil fazer a soma -3 + 6 = 3.

Esse resultado na PA corresponde ao resultado da multiplicação de $\frac{1}{8}$ por 64 ma PG.

Logo, localizando 3 na PA, encontramos o resultado da multiplicação na posição da PG correspondente, isto é, 8.

A explicação disso vem do fato de que

$\left(\frac{1}{8}\right) = 2^{-3}$ e 64=2^6.

Logo, temos

$$\frac{1}{8} \cdot 64 = 2^{-3} \cdot 2^{6} = 2^{-3+6} = 2^{3} = 8$$

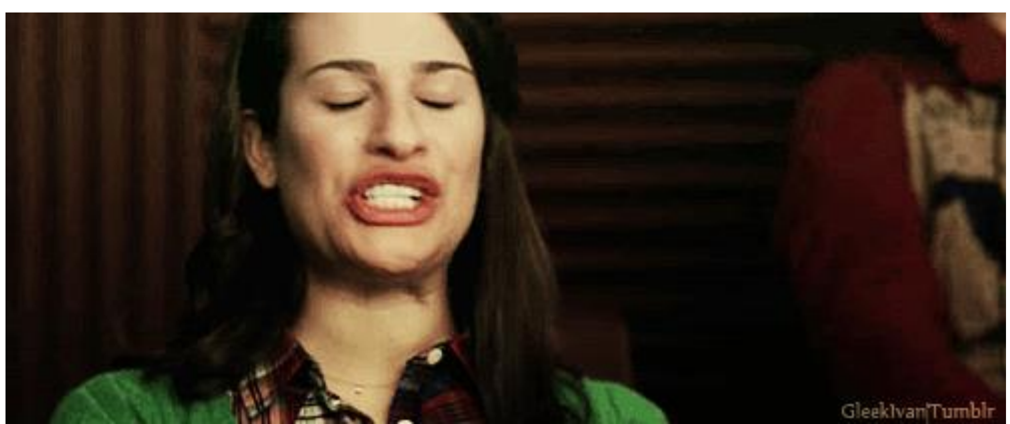
É, em geral, mais fácil fazer a adição dos expoentes, do que fazer a multiplicação das potências de mesma base.

Vamos usar esse método genial?

4 vezes 8

64 dividido por 4

16 dividido por $\frac{1}{2}$



PA e PG de Stifel

-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,0625	0,125	0,250	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768

Responda usando a tabela e fazendo apenas subtrações ou adições:

$$32768 \div 1024$$

$$0{,}125 \times 512$$

$$32 \times 256$$

$$8192 \div 0{,}250$$

Stifel percebeu que uma adição na PA corresponde a um produto na PG, e que uma subtração na PA corresponde a uma divisão na PG.

Stifel não tinha um símbolo ou um nome para logaritmos, mas a ideia estava ali presente.

Pois com logaritmos, transformam *maravilhosamente* produtos em somas, divisões em subtrações.

Usando a notação moderna de logaritmos, temos:

$$\log_b ac = \log_b a + \log_b c$$

e

$$\log_b \frac{a}{c} = \log_b a - \log_b c.$$

Assim, ao fazermos $0{,}125 \times 512$ com a tabela, podemos encontrar a solução sem multiplicar usando a propriedade $\log_b ac = \log_b a + \log_b c$:

$$\log_2 0{,}125 \cdot 512 = \log_2 0{,}125 + \log_2 512 = -3 + 9 = 6$$

Assim, descobrimos que $\log_2 0{,}125 \cdot 512 = 6$.

Portanto, $0{,}125 \cdot 512 = 2^6 = 64$.

Para números grandes, transformar uma multiplicação em uma adição é algo muito valioso, na época em que não havia máquinas de calcular.

70 anos depois, a ideia original de Stifel foi colocada em termos práticos auxiliando em cálculo de números muito grandes pelo barão escocês John Napier (1550-1617), teólogo e astrônomo, que publicou em 1614, o livro *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* (Descrição Maravilhosa da Regra dos Logaritmos).

Napier é o criador da palavra logaritmos que significa “números da razão”. Isso porque, em uma PG, a razão entre um termo e o sucessor é sempre a mesma (a razão da PG).

Napier usou PAs e PGs de razão muito pequena, da ordem de $1\text{-}10^{-7}$, ou seja, 0,9999999. E elaborou páginas e páginas com os termos de suas progressões. Foram 20 anos de trabalho e ele escreveu cerca de 10 milhões de números.

Um suíço, construtor de relógios, Jost Bürgi (1552-1632) publicou também em 1620 suas tábuas de logaritmos, sem chama-los assim. Ele usou progressões com razão $1+10^{-4}$, isto é, 1,0001.

Aparentemente, nem ele nem Napier sabiam da existência um do outro.

Jobst Bürgi: Relógio de cristal de rocha, 1622/23

O astrônomo e matemático inglês Henry Briggs (1561–1630), em sua obra *Arithmetica Logarithmica*, de 1624, teve uma ideia prática interessante.

Briggs sugeriu uma simplificação importante no trabalho de Napier, que foi aceita por ele. Assim, foi introduzido o logaritmo muito usado hoje em dia, que é aquele que tem base 10. Logaritmos com base 10 são chamados logaritmos comuns ou decimais e não precisam ter a base explicita. Quando você encontrar um logaritmo escrito simplesmente assim $\log 2$, já sabe que ele é um logaritmo na base 10.

A partir daí, não era mais necessário produzir tábuas de PA e PG, mas sim tábuas de logaritmos para bases específicas.

Tabua de logaritmos de 1 a 60 na base 10 de Briggs, 1626

N.	Logarith.	
1	00000000	
2	03010299	1760912
3	04771212	1249387
4	06020599	969100
5	06989700	791812
6	07781512	669467
7	08450980	579919
8	09030899	511525
9	09542425	457574
10	10000000	413926
11	10413926	377885
12	10791812	347621
13	11139433	321846
14	11461280	299632
15	11760912	280287
16	12041199	263289
17	12304489	248235
18	12552725	234810
19	12787536	222763
20	13010299	211892
21	13222192	202033
22	13424226	193051
23	13617278	184834
24	13802112	177287
25	13979400	170333
26	14149733	163904
27	14313637	157942
28	14471580	152399
29	14623979	147232
30	14771212	142404
31	14913616	137882
32	15051499	133639
33	15185139	129649
34	15314789	125891
35	15440680	122344
36	15563025	118992
37	15682017	115818
38	15797835	112810
39	15910646	109953
40	16020599	107238
41	16127838	104654
42	16232492	102191
43	16334684	99842
44	16434526	97598
45	16532125	95453
46	16627578	93400
47	16720978	91433
48	16812412	89548
49	16901960	87739
50	16989700	86001
51	17075701	84331
52	17160033	82725
53	17242758	81178
54	17323937	79689
55	17403626	78253
56	17481880	76868
57	17558748	75531
58	17634279	74240
59	17708520	72992
60	17781512	71785

As propriedades dos logaritmos permitiram sua utilização ampla como forma de facilitar as operações.

$$\log_a b = x \leftrightarrow a^x = b \to a \neq 1 \to b > 0$$

$$\log_a 1 = 0$$

$$\log_a a = 1$$

$$a^{\log_a b} = b$$

$$\log_a b = \log_a c \to b = c$$

$$\log_a (b \cdot c) = \log_a b + \log_a c$$

$$\log_a \frac{b}{c} = \log_a b - \log_a c$$

$$\log_a b^c = c \cdot \log_a b$$

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

$$\log_a b \cdot \log_b a = 1$$

Logaritmo de um número b o expoente a que outro número a deve ser elevado para obter b, sendo a e b reais positivos, e a diferente de 1.

Ou seja, se $\boldsymbol{a^c=b}$, então c é o logaritmo de b na base a e se escreve $\boldsymbol{log_a\, b = c}$.

Logaritmo é isso:

O expoente de uma base positiva diferente de 1.

Por exemplo, para resolver a equação $2^x=8$, usamos logaritmos e encontramos $x = \log_2 8 = 3$.

Existe uma operação matemática chamada potenciação ou exponenciação:

$$a^c = b$$

Existe uma operação matemática chamada potenciação ou exponenciação:

$$3^2 = 9$$

Existe uma operação matemática chamada potenciação ou exponenciação:

$$a^c = b$$

Existe uma operação matemática chamada potenciação ou exponenciação:

$$a^c = b$$

Uma operação inversa da potenciação é a operação chamada radiciação, válida para c natural maior ou igual a 2:

$$a = \sqrt[c]{b}$$

Existe uma operação matemática chamada potenciação ou exponenciação:

$$3^2 = 9$$

Uma operação inversa da potenciação é a operação chamada radiciação, válida para c natural maior ou igual a 2:

$$3 = \sqrt[2]{9}$$

Existe uma operação matemática chamada potenciação ou exponenciação:

$$3^2 = 9$$

Uma operação inversa da potenciação é a operação chamada radiciação, válida para c natural maior ou igual a 2:

$$3 = \sqrt{9}$$

Potenciação: $a^c = b$

Radiciação: $a = \sqrt[c]{b}$.

Mas e se formos isolar o expoente c?

Teremos outra operação inversa, chamada de logaritmo, válida para a e b positivos e a≠1.

$$c = \log_a b$$

(lê-se "log de b na base a").

Potenciação: $3^2 = 9$

Radiciação: $3 = \sqrt{9}$.

Mas e se formos isolar o expoente c?

Teremos outra operação inversa, chamada de logaritmo, válida para a e b positivos e a≠1.

$$2 = \log_3 9$$

(lê-se “log de b na base a”).

$$a^c = b$$

$$a = \sqrt[c]{b}$$

$$\mathrm{c} = \log_a b$$

$$3^2 = 9$$

$$3 = \sqrt{9}$$

$$2 = \log_3 9$$

$$a^c = b$$

$$a = \sqrt[c]{b}$$

$$\mathrm{c} = \log_a b$$

$$2^3 = 8$$

$$2 = \sqrt[3]{8}$$

$$3 = \log_2 8$$

$$a^c = b$$

$$a = \sqrt[c]{b}$$

$$\mathrm{c} = \log_a b$$

$$10^3 = 1000$$

$$10 = \sqrt[3]{1000}$$

$$3 = \log_{10} 1000$$

$$10^3 = 1000$$

$$10 = \sqrt[3]{1000}$$

$$3 = \log 1000$$

(logaritmo decimal ou comum)

O logaritmo é uma operação inversa da potenciação (ou exponenciação), mas não como a radiciação, que permite expressar a base da potência.

Logaritmos invertem a potenciação, expressando o expoente da potência.

Veja como o logaritmo se relaciona com a potenciação e a radiciação (atendidas as restrições para a, b e c em cada caso):

$$\log_a b = c \Leftrightarrow a^c = b \Leftrightarrow a = \sqrt[c]{b}.$$

$$\log_a b = c \Leftrightarrow a^c = b$$

Com números, temos

$$\log_3 9 = 2 \Leftrightarrow 3^2 = 9$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 =$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 =$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 =$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 = 3$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 = 3$$

$$\log\ 100 =$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 = 3$$

$$\log\ 100 = 2$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 = 3$$

$$\log\ 100 = 2$$

$$\log\ 0{,}1 =$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$
$$\log_3 9 = 2$$
$$\log_5 125 = 3$$
$$\log\ 100 = 2$$
$$\log\ 0{,}1 = -1$$

Podemos encontrar logaritmos facilmente com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 = 3$$

$$\log \ 100 = 2$$

$$\log \ 0{,}1 = -1$$

$$\log_{\sqrt[4]{7}} 49 =$$

Podemos encontrar logaritmos com cálculo mental:

$$\log_2 8 = 3$$

$$\log_3 9 = 2$$

$$\log_5 125 = 3$$

$$\log \ 100 = 2$$

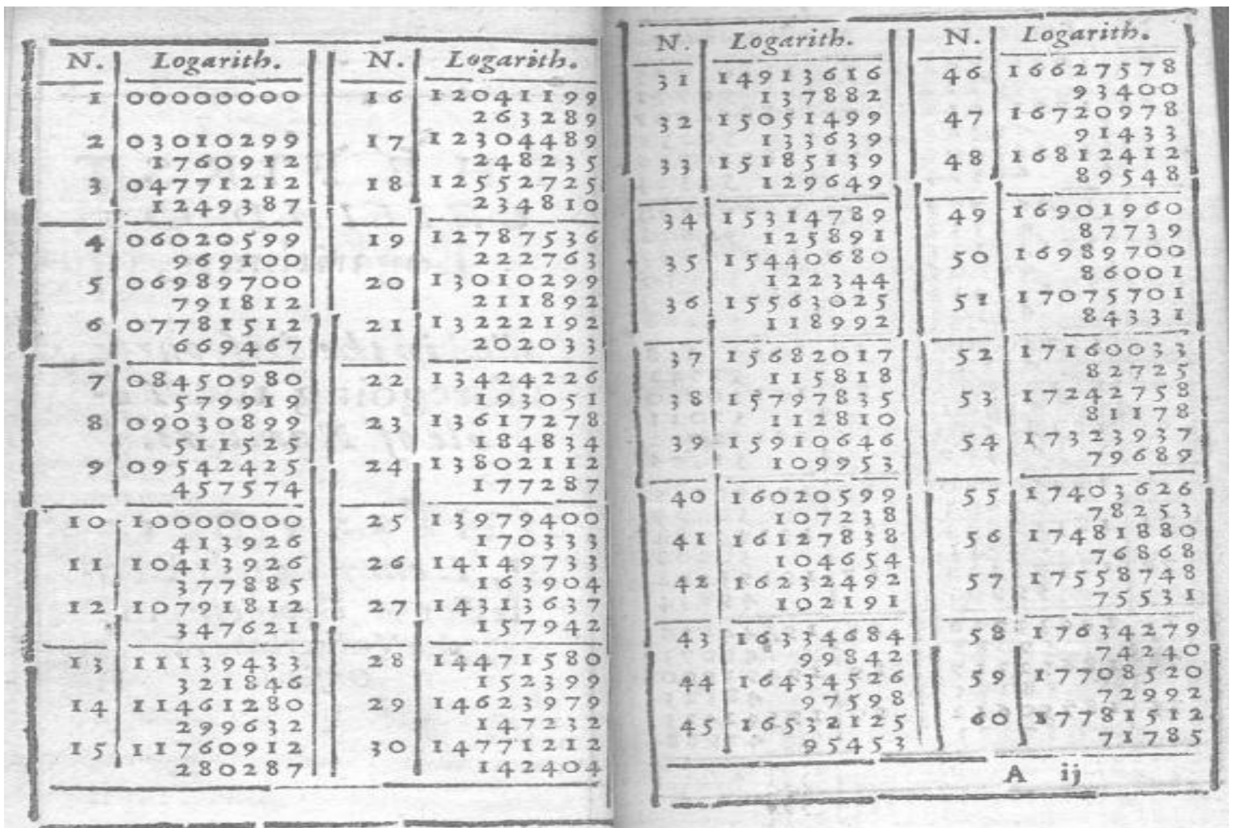
$$\log \ 0{,}1 = -1$$

$$\log_{\sqrt[4]{7}} 49 = 8$$

Por 400 anos, a tábuas de logaritmos foram aperfeiçoadas por muitos outros astrônomos e matemáticos. Réguas de cálculo também foram criadas, baseadas nas relações entre operações viabilizadas pelo uso dos logaritmos.

Quando surgiram as calculadoras eletrônicas portáteis, na década de 1970, o uso de logaritmos para simplificar cálculos não fez mais sentido.

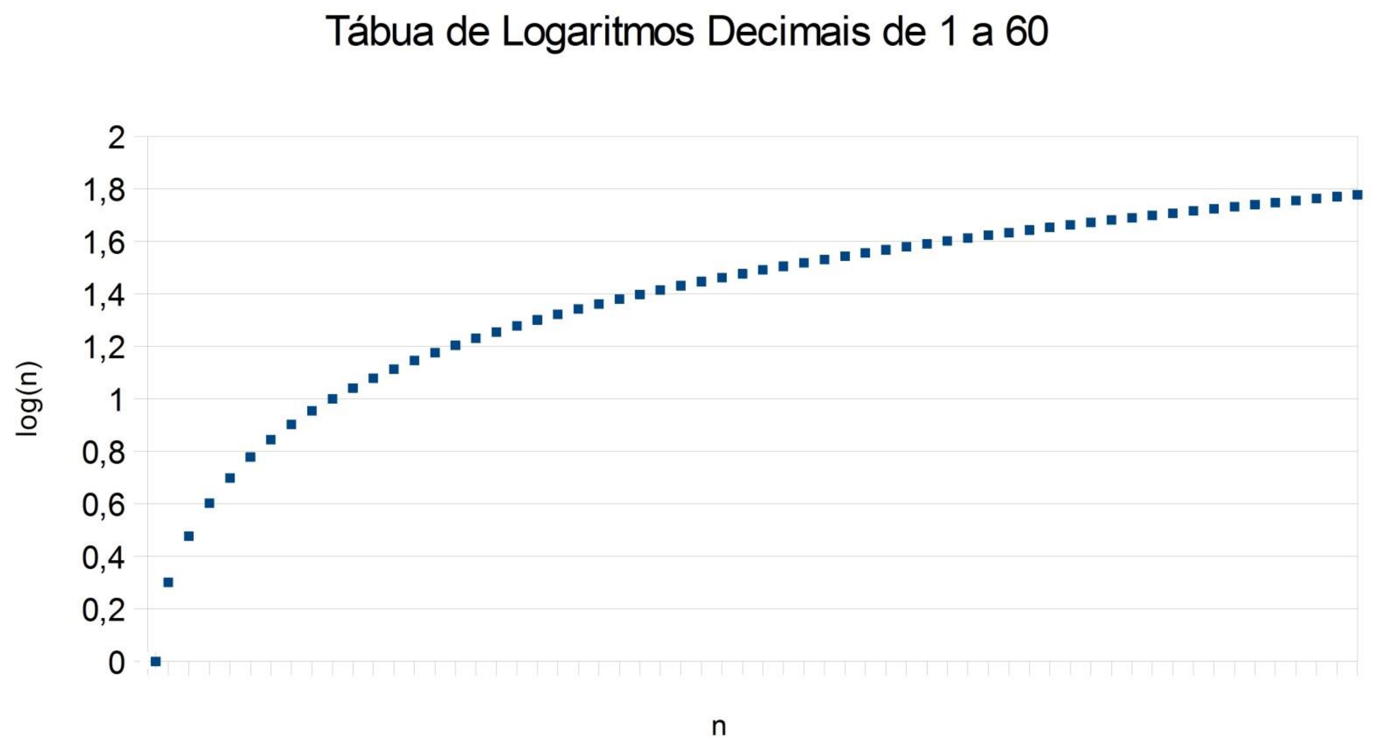
O desenvolvimento científico e tecnológico, entretanto, deu aos logaritmos outras funções sequer imaginadas pelos seus criadores. Muitas dessas aplicações dos logaritmos supõem o conhecimento da função logarítmica.



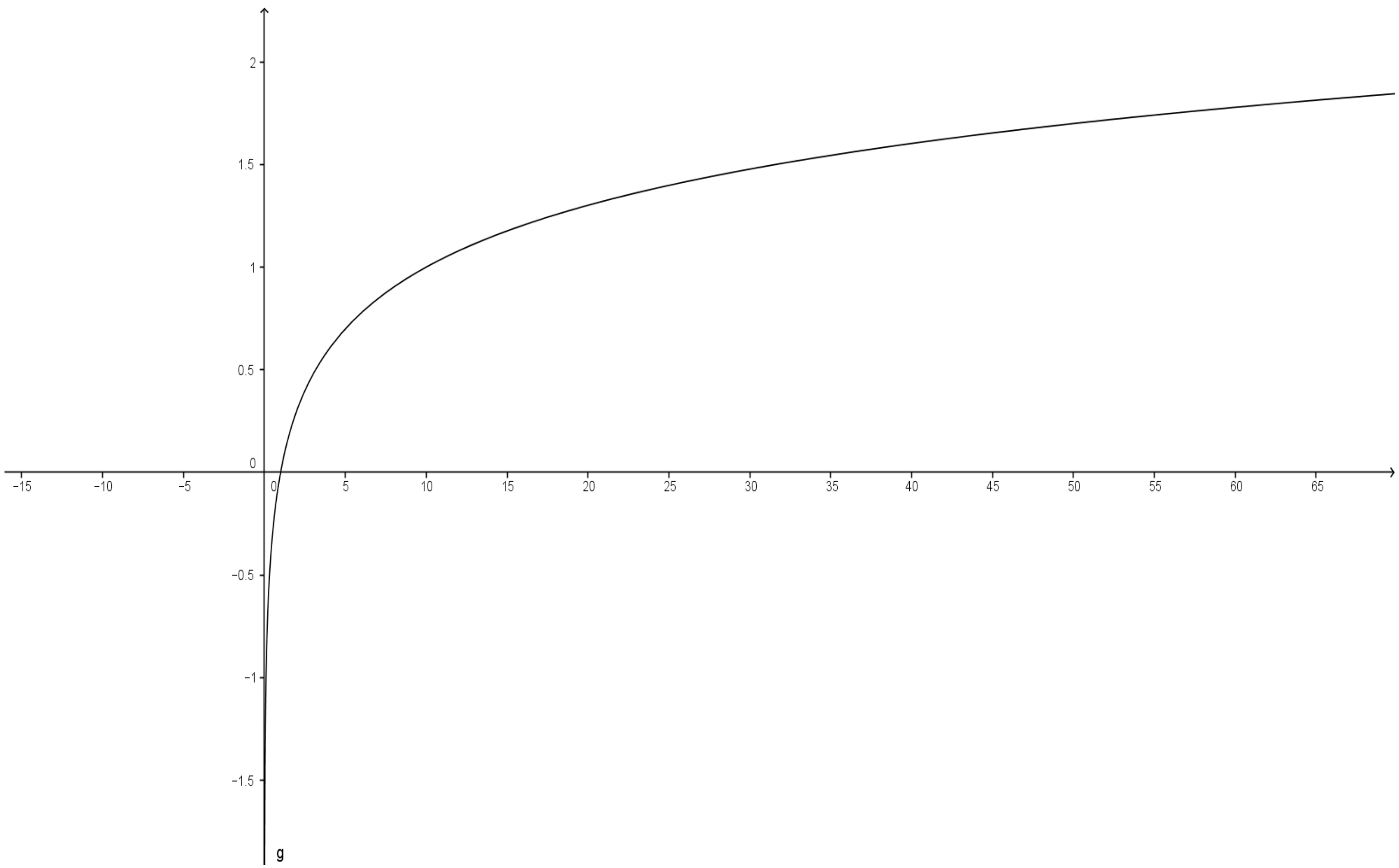
N.	Logarith.
1	00000000
2	03010299
	1760912
3	04771212
	1249387
4	06020599
	969100
5	06989700
	791812
6	07781512
	669467
7	08450980
	579919
8	09030899
	511525
9	09542425
	457574
10	10000000
	413926
11	10413926
	377885
12	10791812
	347621
13	11139433
	321846
14	11461280
	299632
15	11760912
	280287
16	12041199
	263289
17	12304489
	248235
18	12552725
	234810
19	12787536
	222763
20	13010299
	211892
21	13222192
	202033
22	13424226
	193051
23	13617278
	184834
24	13802112
	177287
25	13979400
	170333
26	14149733
	163904
27	14313637
	157942
28	14471580
	152399
29	14623979
	147232
30	14771212
	142404
31	14913616
	137882
32	15051499
	133639
33	15185139
	129649
34	15314789
	125891
35	15440680
	122344
36	15563025
	118992
37	15682017
	115818
38	15797835
	112810
39	15910646
	109953
40	16020599
	107238
41	16127838
	104654
42	16232492
	102191
43	16334684
	99842
44	16434526
	97598
45	16532125
	95453
46	16627578
	93400
47	16720978
	91433
48	16812412
	89548
49	16901960
	87739
50	16989700
	86001
51	17075701
	84331
52	17160033
	82725
53	17242758
	81178
54	17323937
	79689
55	17403626
	78253
56	17481880
	76868
57	17558748
	75531
58	17634279
	74240
59	17708520
	72992
60	17781512
	71785

A ij

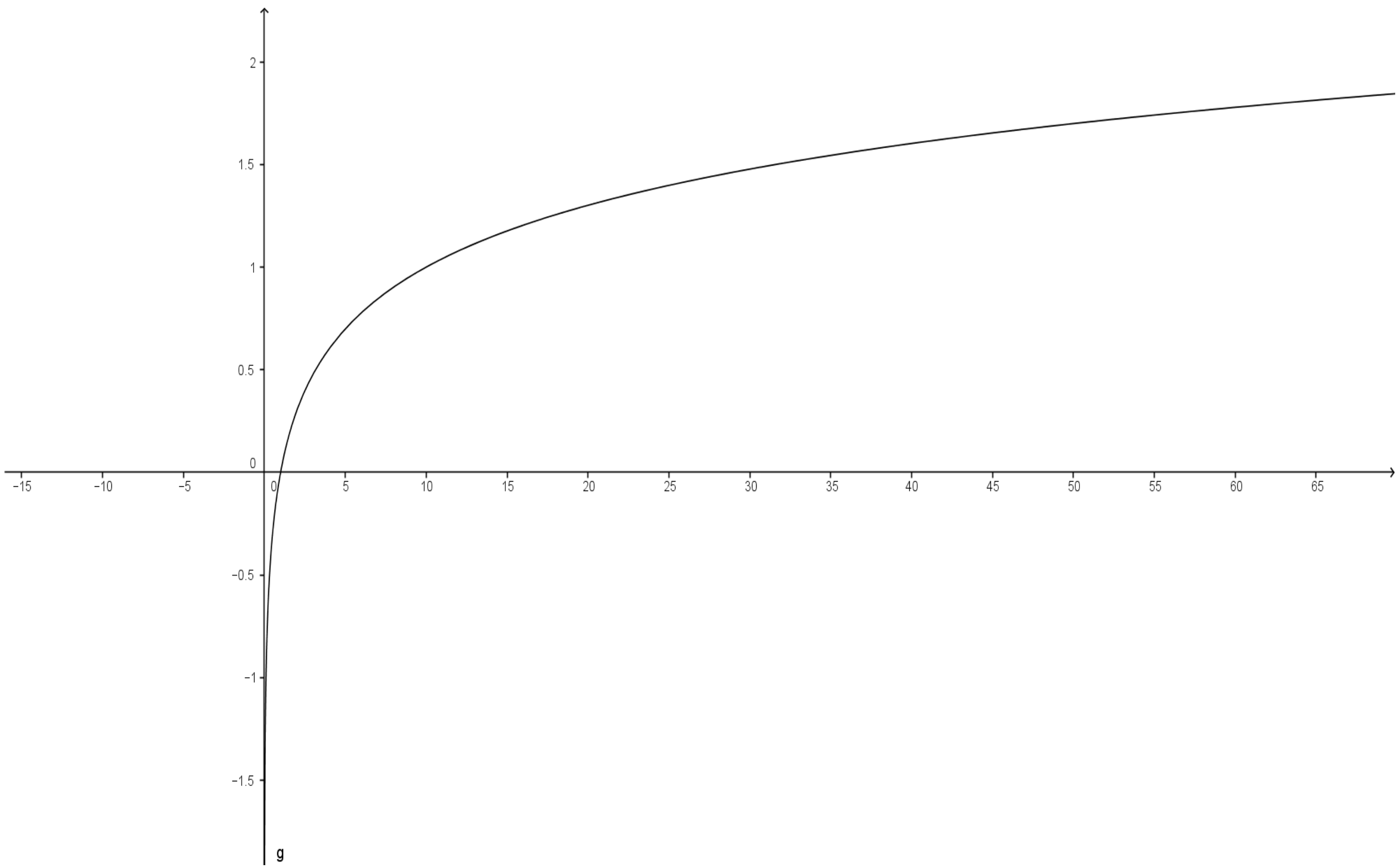
O desenvolvimento científico e tecnológico, entretanto, deu aos logaritmos outras funções sequer imaginadas pelos seus criadores. Muitas dessas aplicações dos logaritmos supõem o conhecimento da função logarítmica.



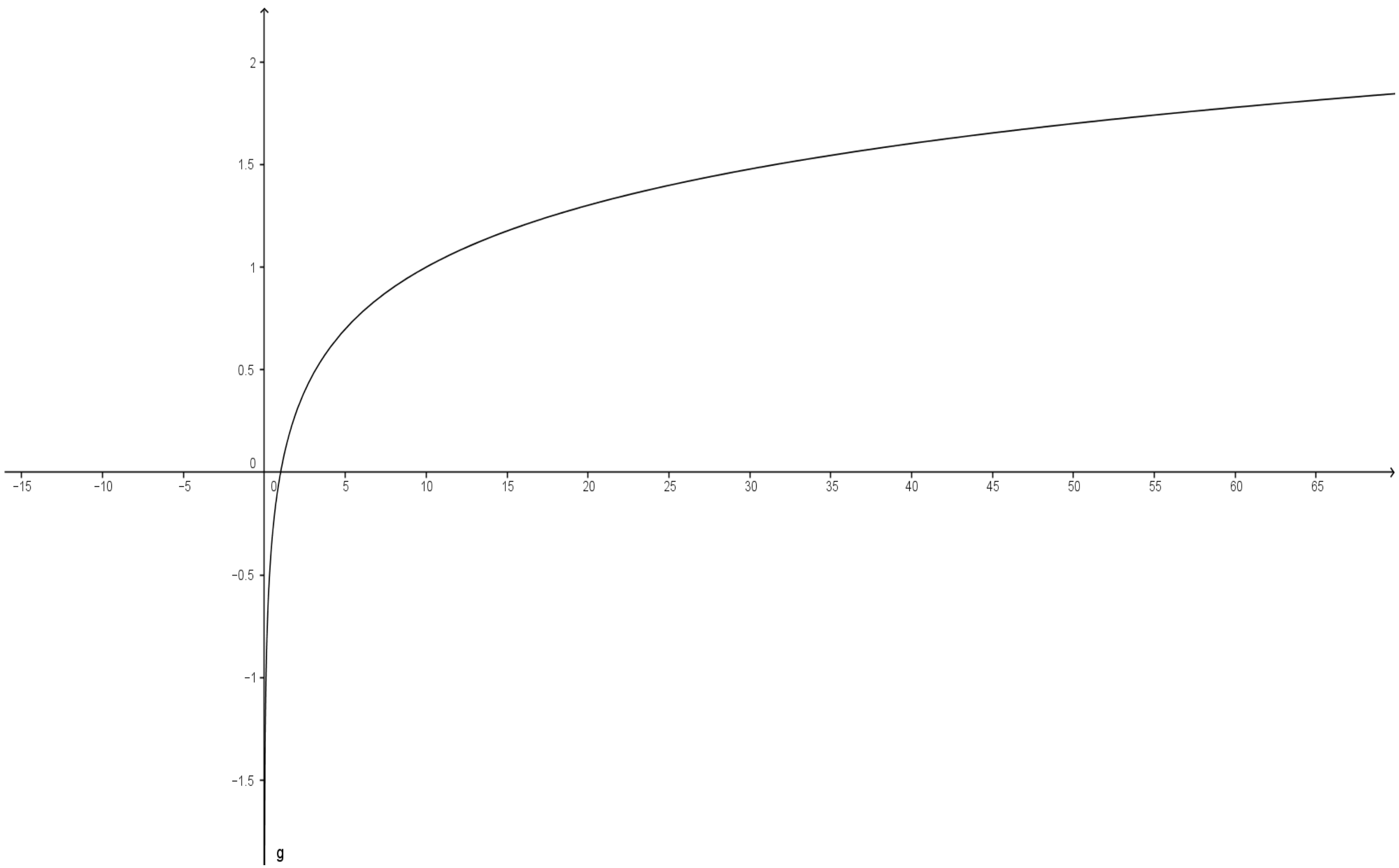
A função y=log(x) é definida para x real positivo.



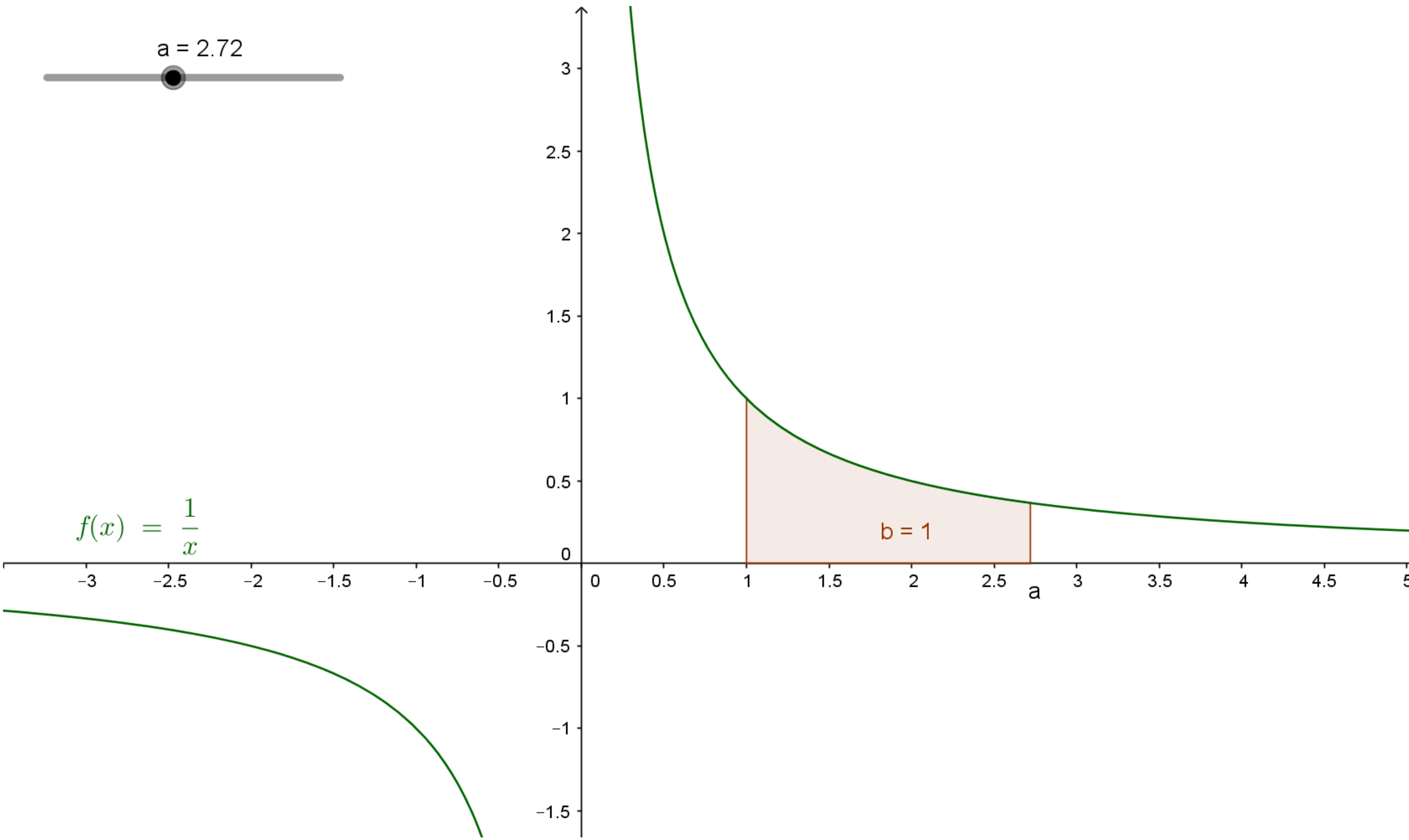
Como foi criada a função logaritmica?



Como foi criada a função logaritmica?



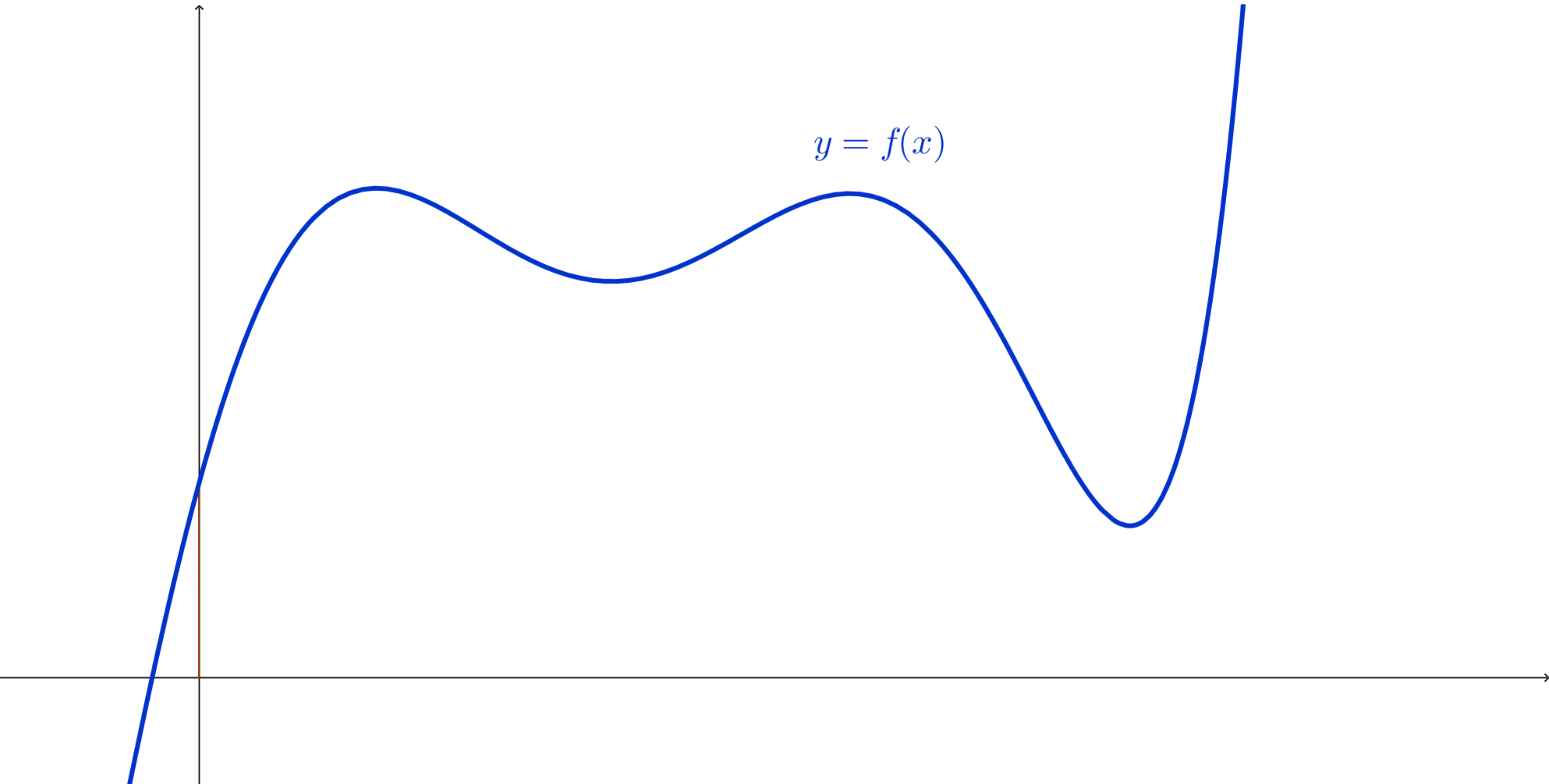
A função logaritmica foi definida como a medida da área sob o gráfico de uma função chamada hipérbole.



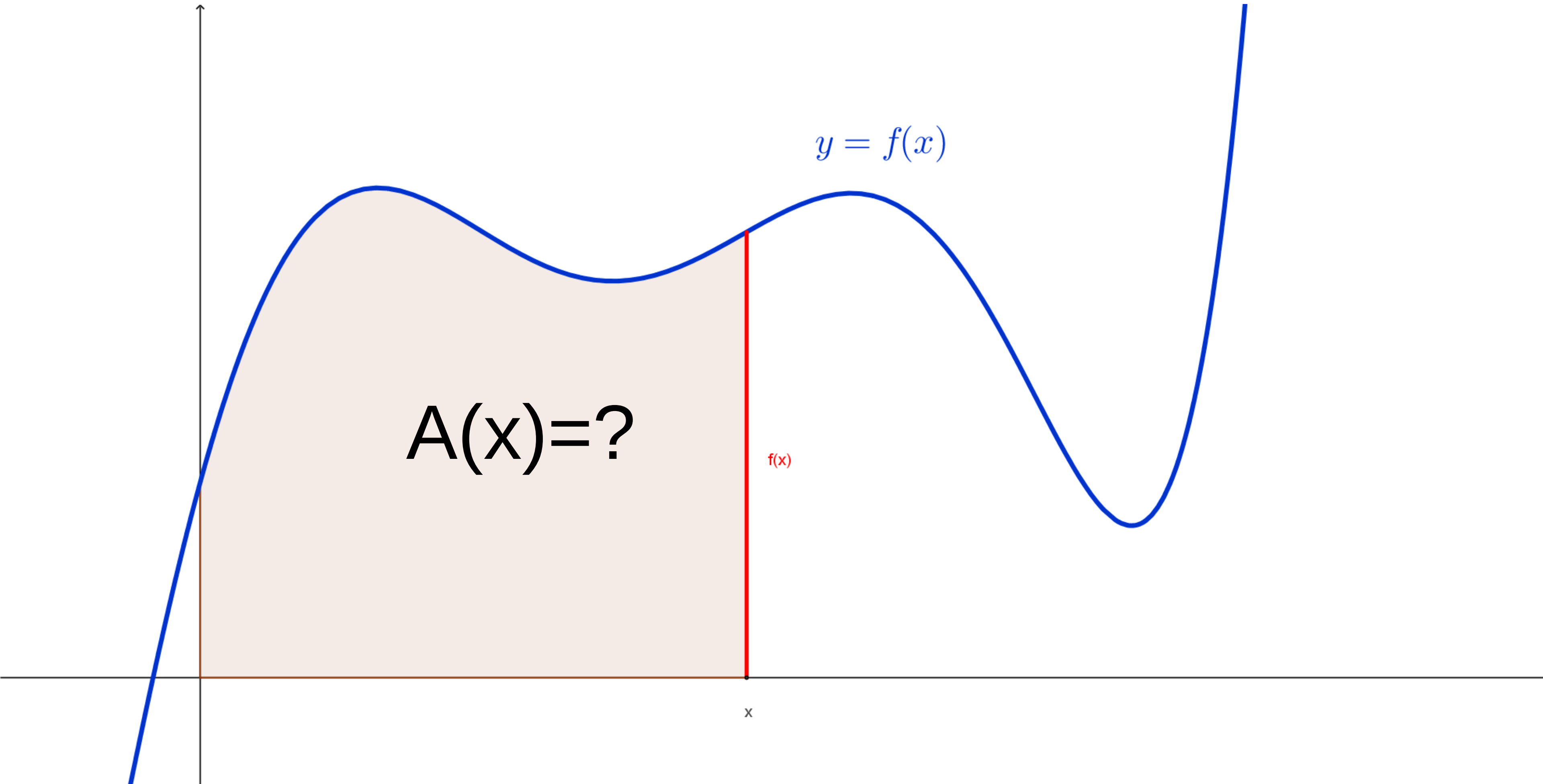
Área sob o gráfico de uma função?

Mas isso não é uma integral?

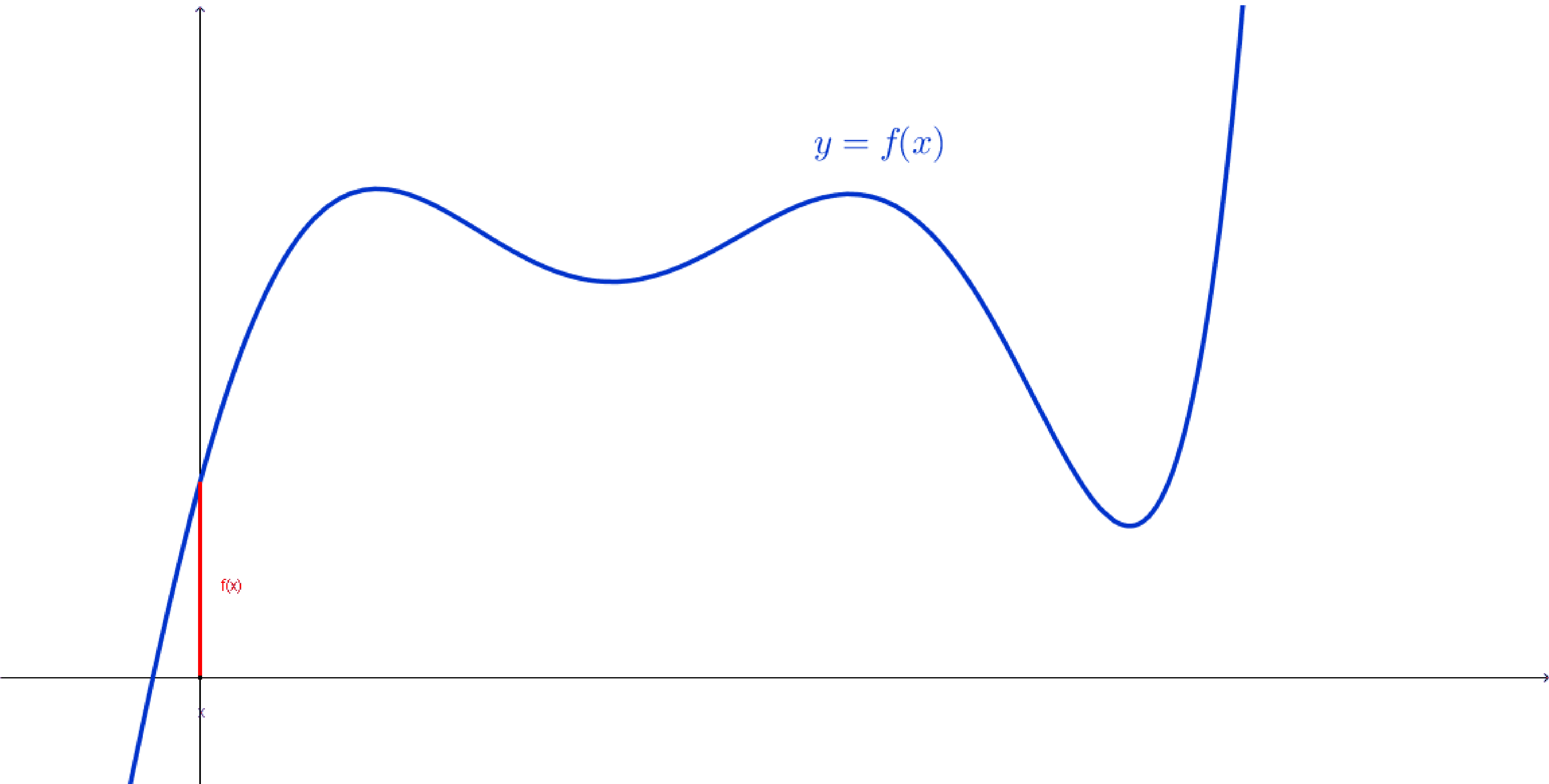
Como varia a área de definida sob o gráfico de uma função?



Como varia a área de definida sob o gráfico de uma função?



A variação instantânea da área A(x) é A'(x)=f(x).



Por volta de 1640, Pierre de Fermat (1601-1665) estabeleceu que a área sob a curva $y = x^n$,

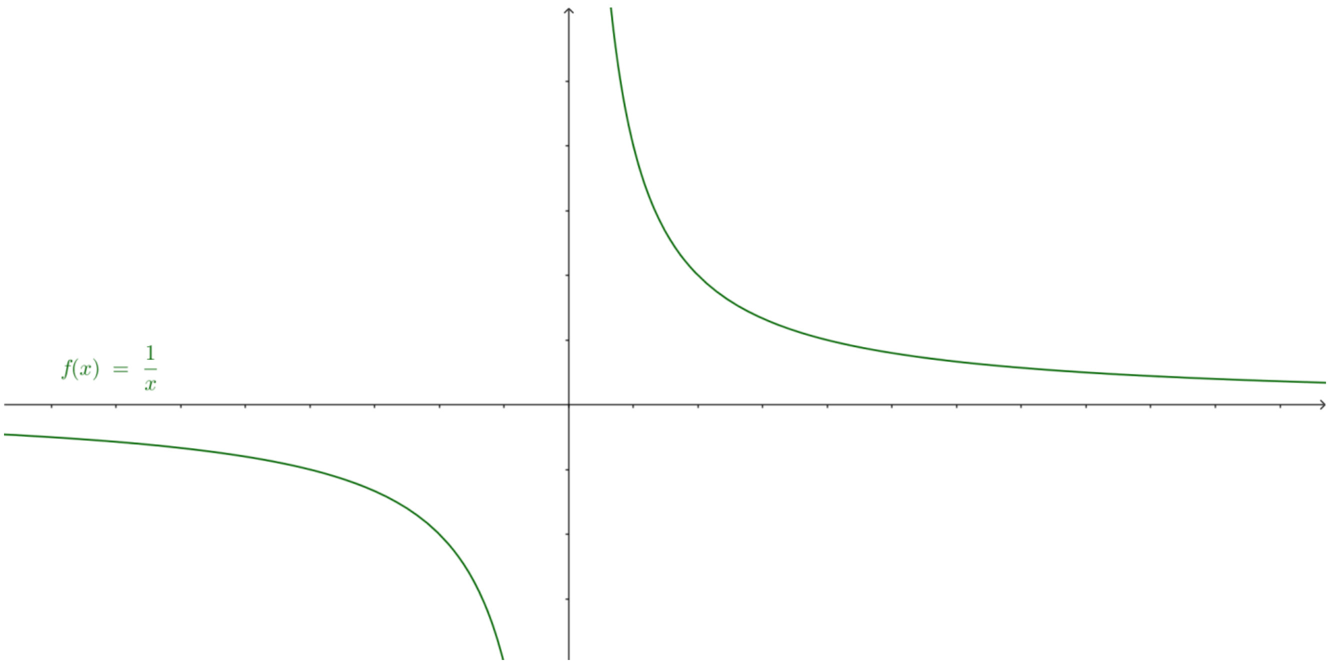
entre x = 0 e x = a, é dada por

$A = \frac{a^{n+1}}{n+1}$.

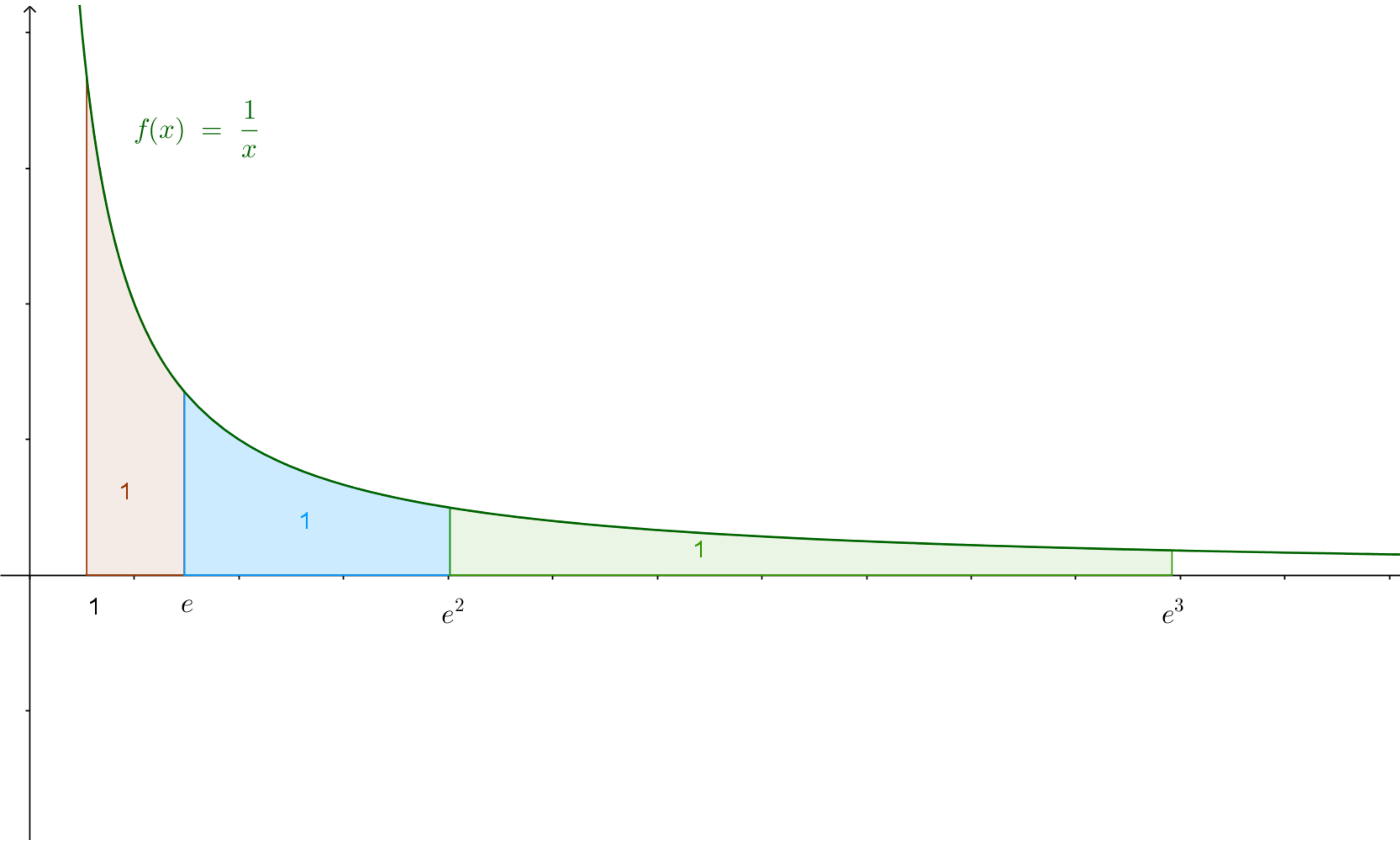
Ou seja, se $y = x^2$, então a função $\mathrm{y} = \frac{x^3}{3}$ fornece a área sob a curva entre 0 e x.

Mas, e se n = - 1?

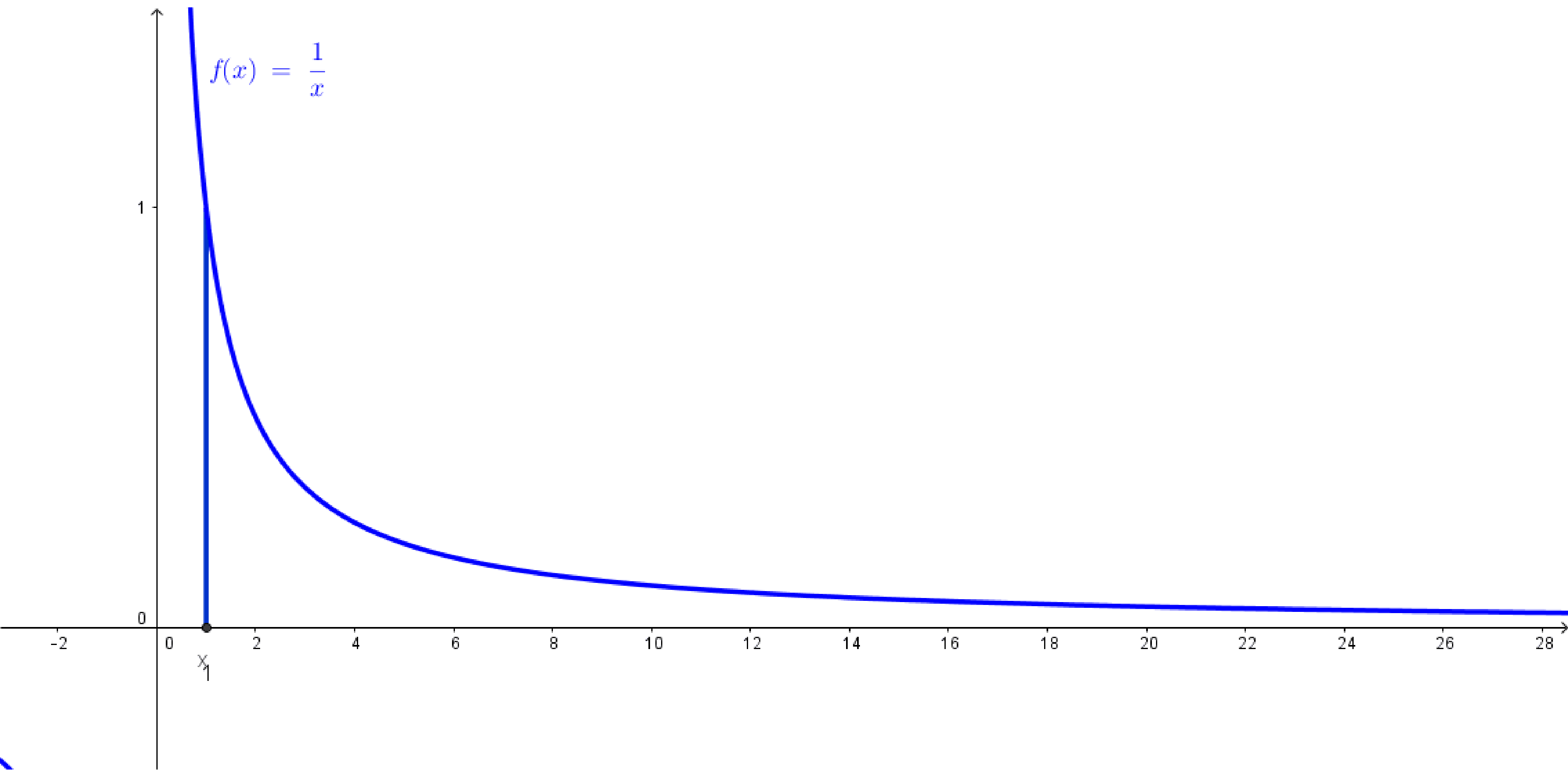
A curva $y = x^{-1} = \frac{1}{x}$, tem como gráfico uma hipérbole. Se fizermos $A = \frac{a^{n+1}}{n+1} = \frac{a^0}{0}$ temos uma indeterminação.

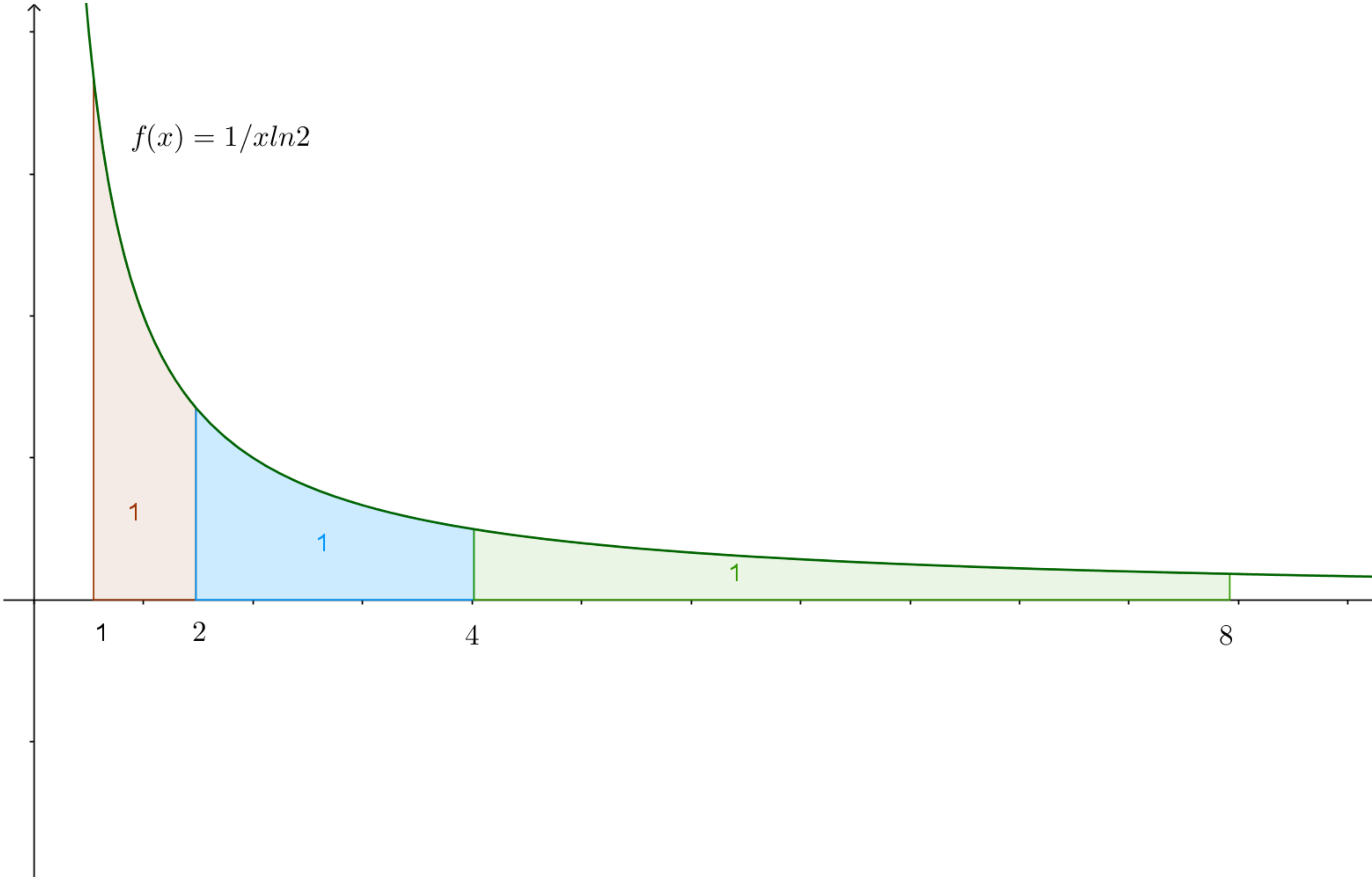


Em 1647, o jesuíta belga Gregorius de Saint Vicent (1584-1667), notou que áreas correspondentes a abscissas que formam uma PG, formam uma PA.

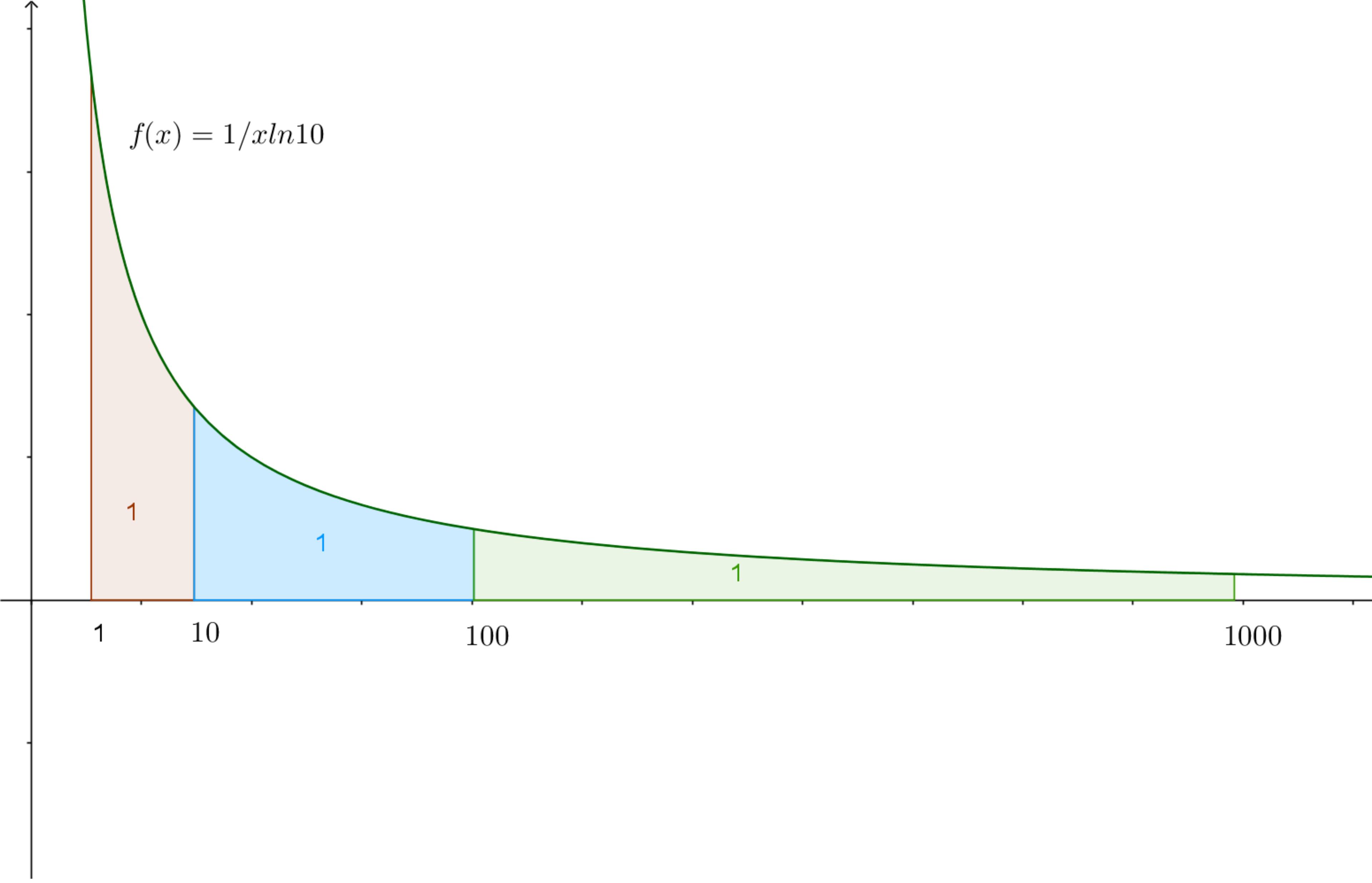


(gráfico fora de escala)


$f(x) = \frac{1}{x}$
1
0
-2
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
x_1



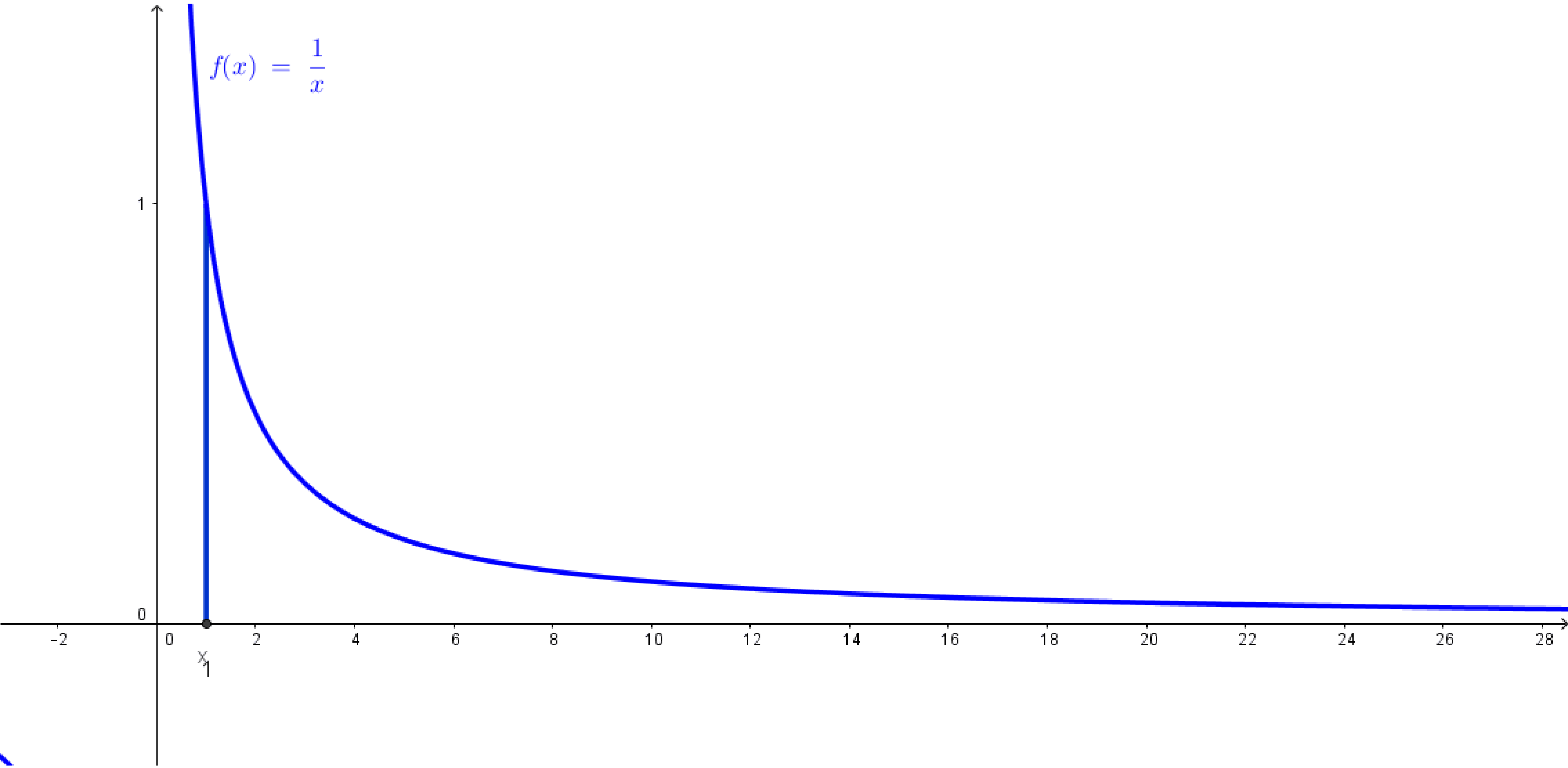
(gráfico fora de escala)



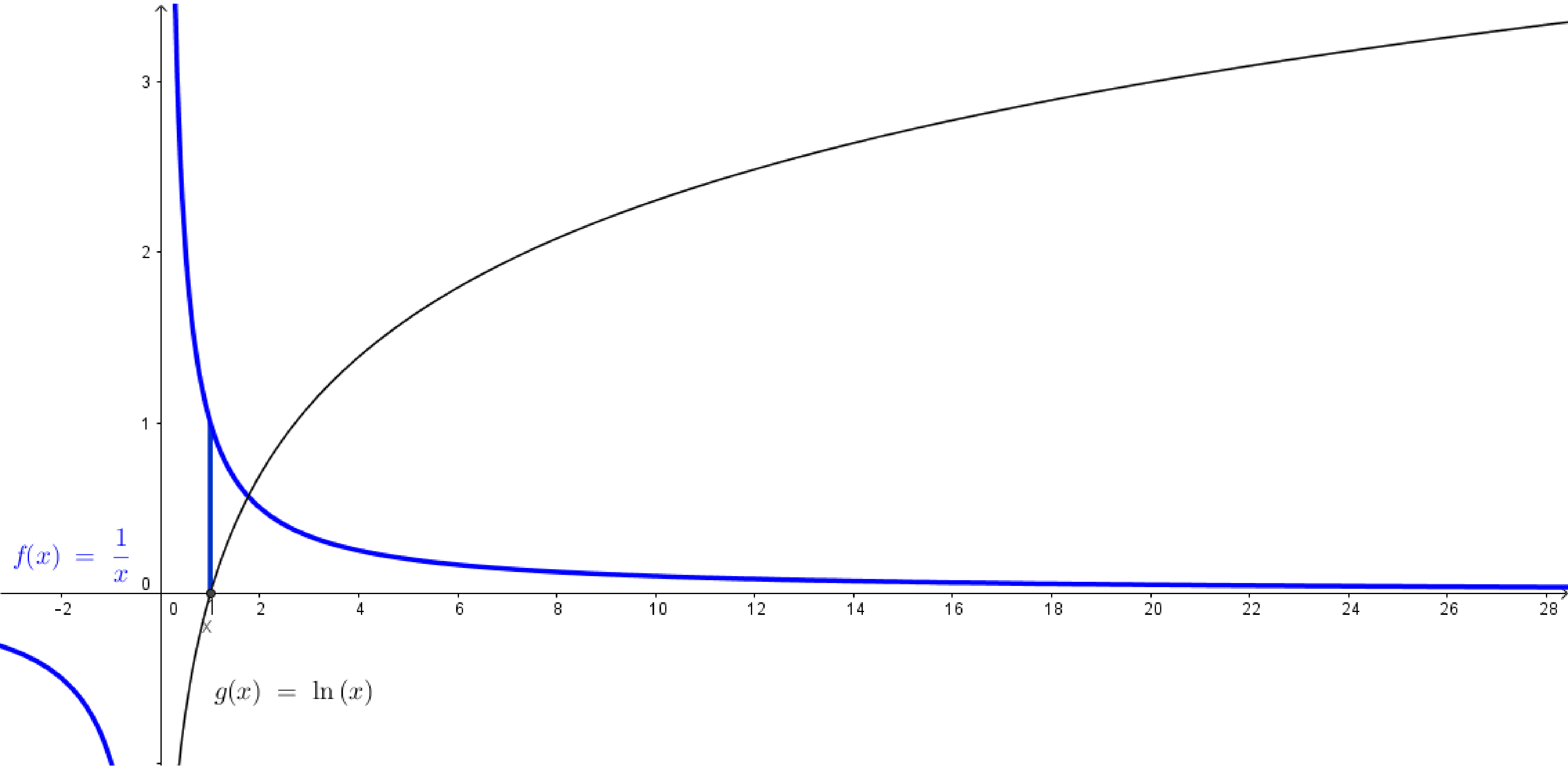
(gráfico fora de escala)

Quem percebeu que havia logaritmos nessa história foi o aluno de Saint Vicent, chamado Alphonse Antonio de Sarasa (1618-1667).

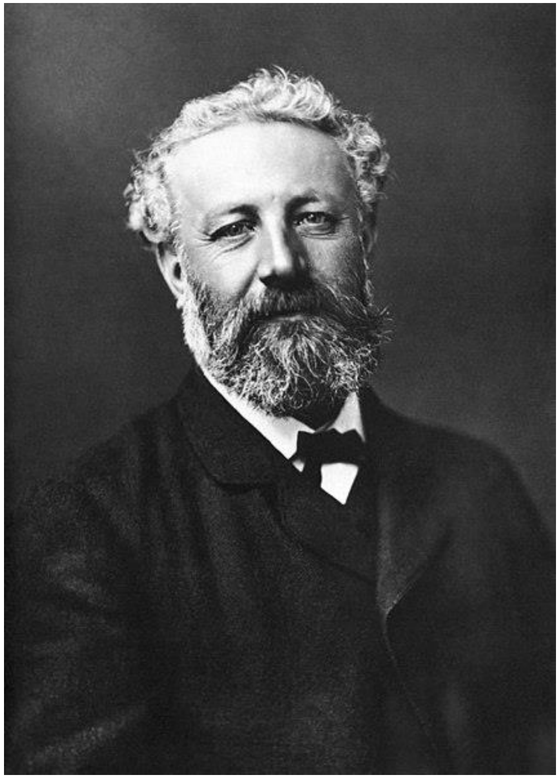
Que função expressa a área sob f(x)=1/x, de 1 a x?

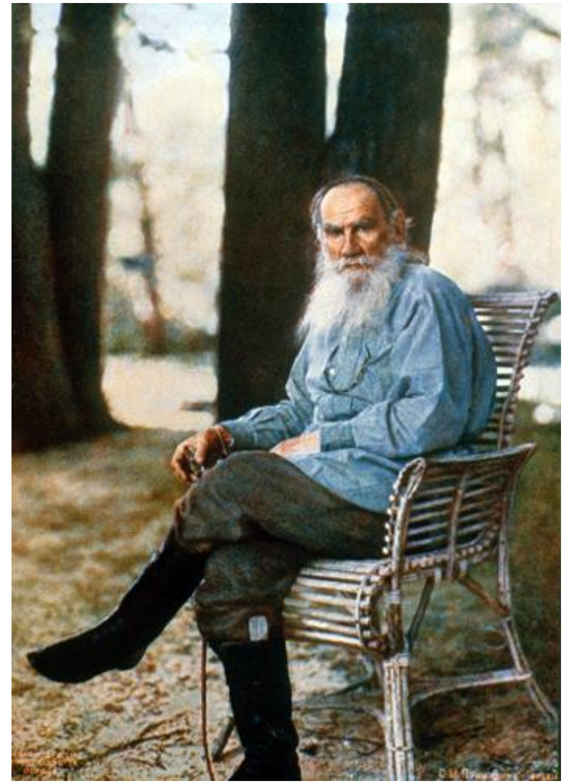


A função área é A(x)=lnx (logaritmo natural, base e)



$$e \cong 2{,}7\ 1828\ 1828\ 4590\ 4523$$



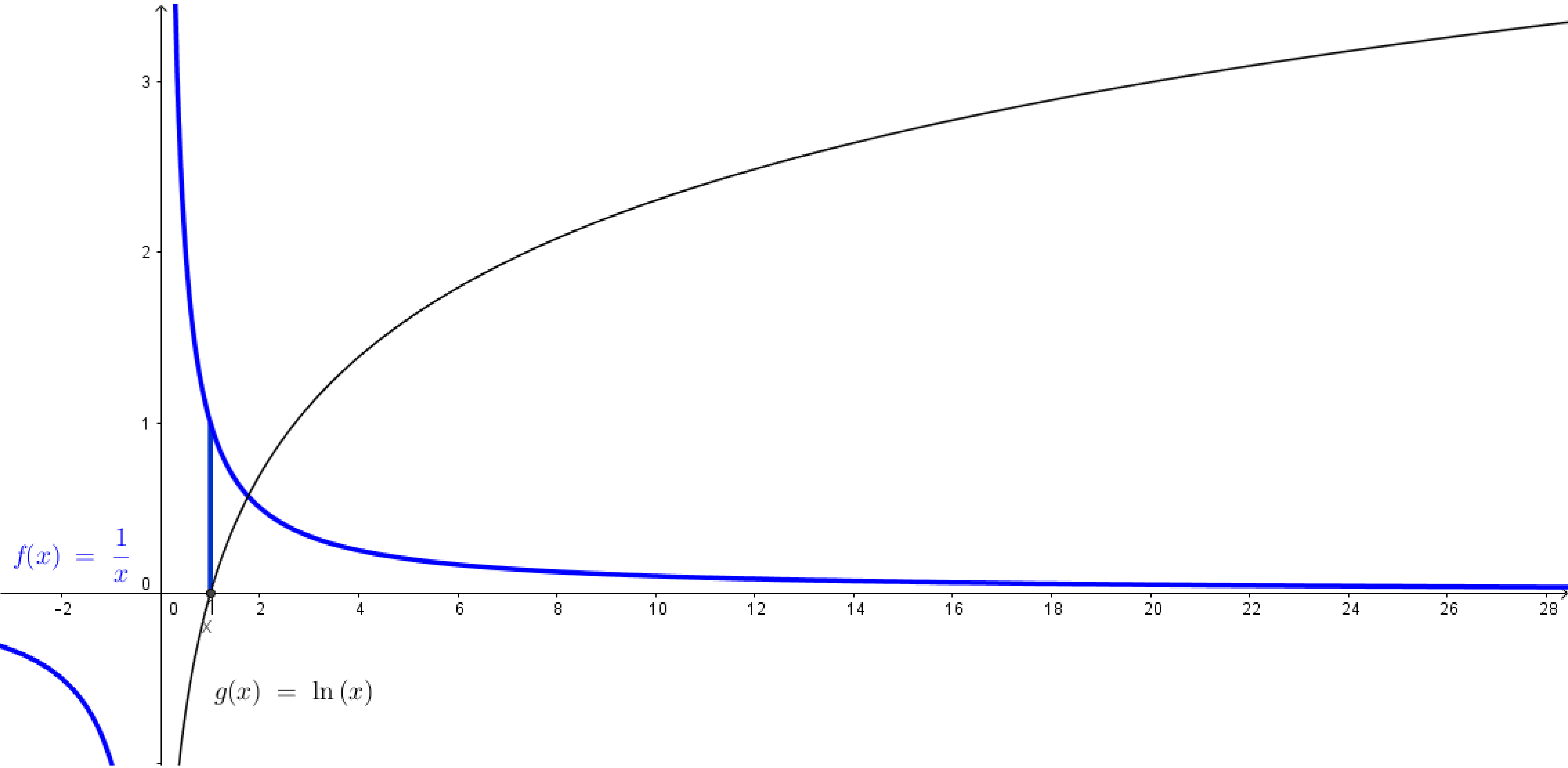


Júlio Verne (1828-1905)

León Tolstoi (1828-1910)

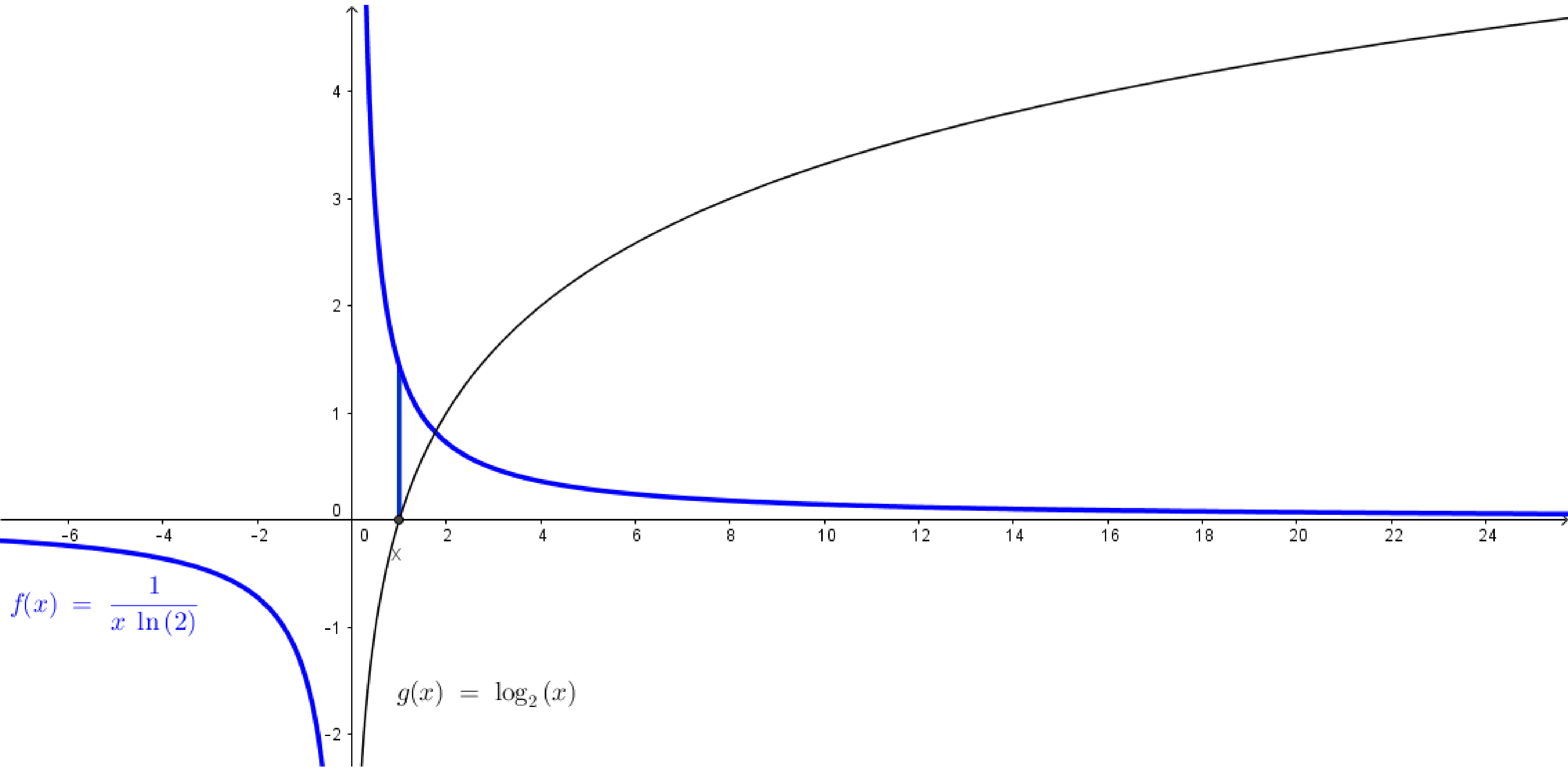
$$e \cong 2{,}7\ 1828\ 1828\ 4590\ 4523$$

A função área é A(x)=lnx (logaritmo natural, base e)

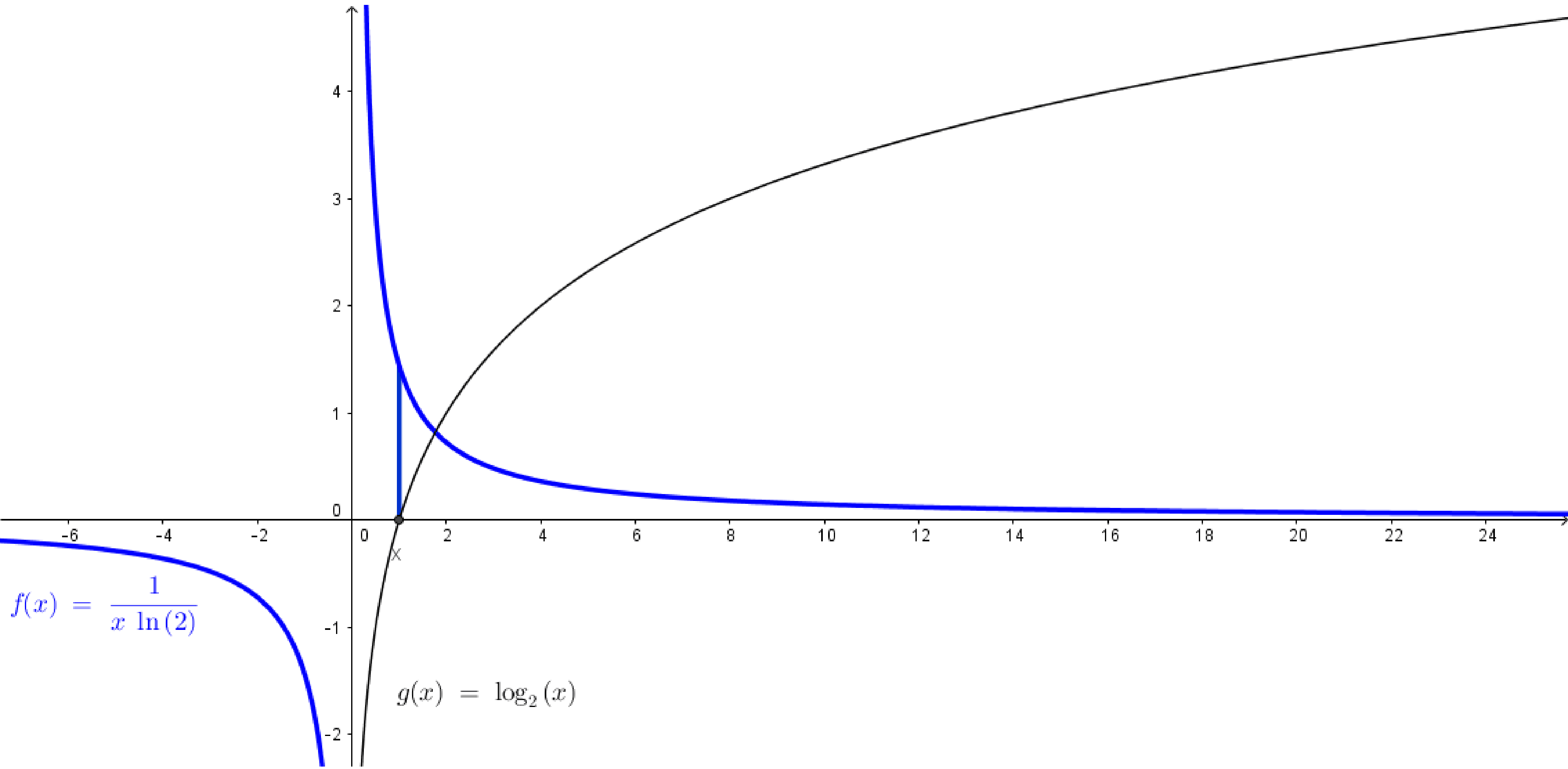


$$e \cong 2{,}7\ 1828\ 1828\ 4590\ 4523$$

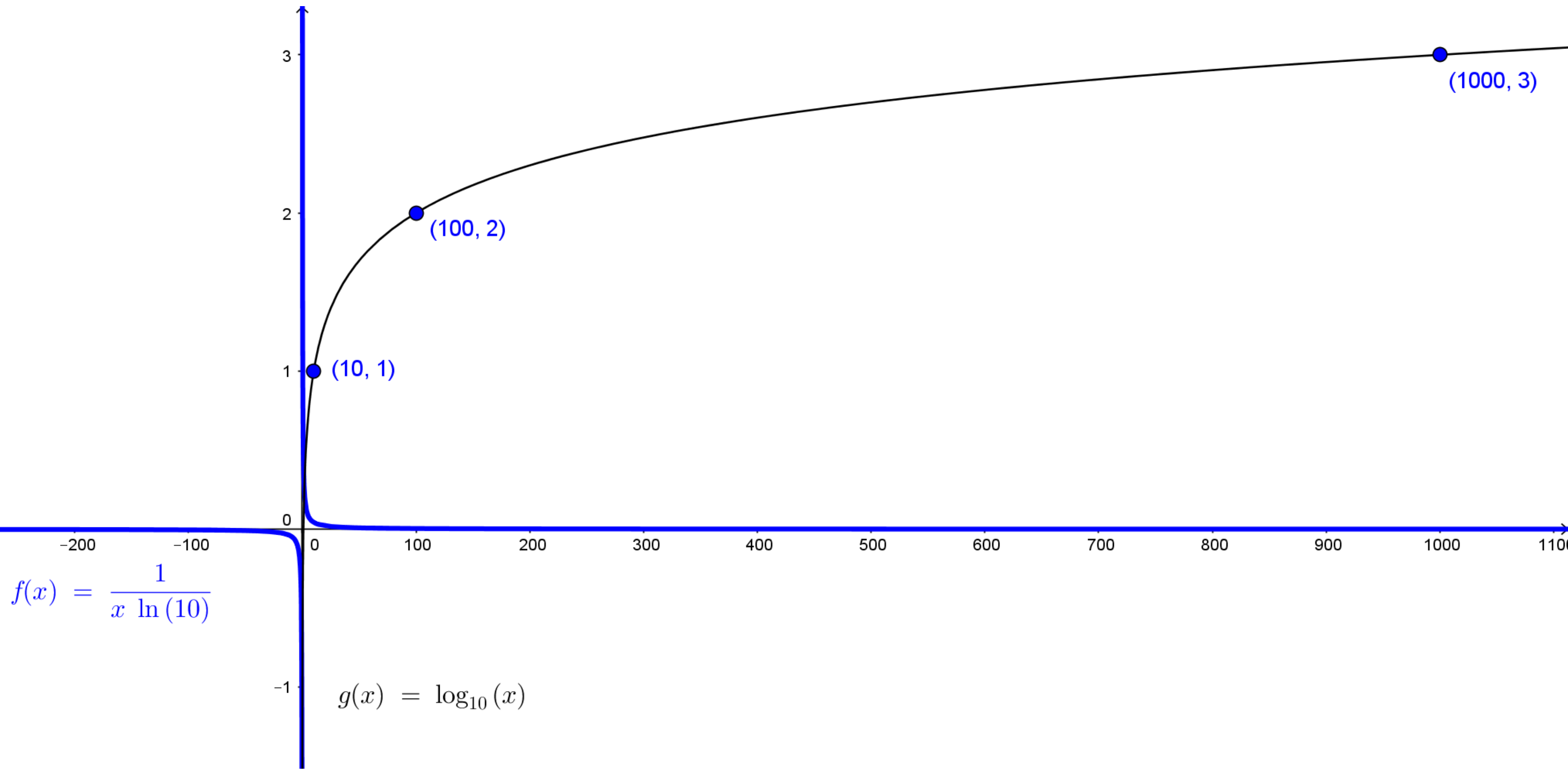
Que função expressa a área sob $f(x) = \frac{1}{x \ln 2}$, de 1 a x?



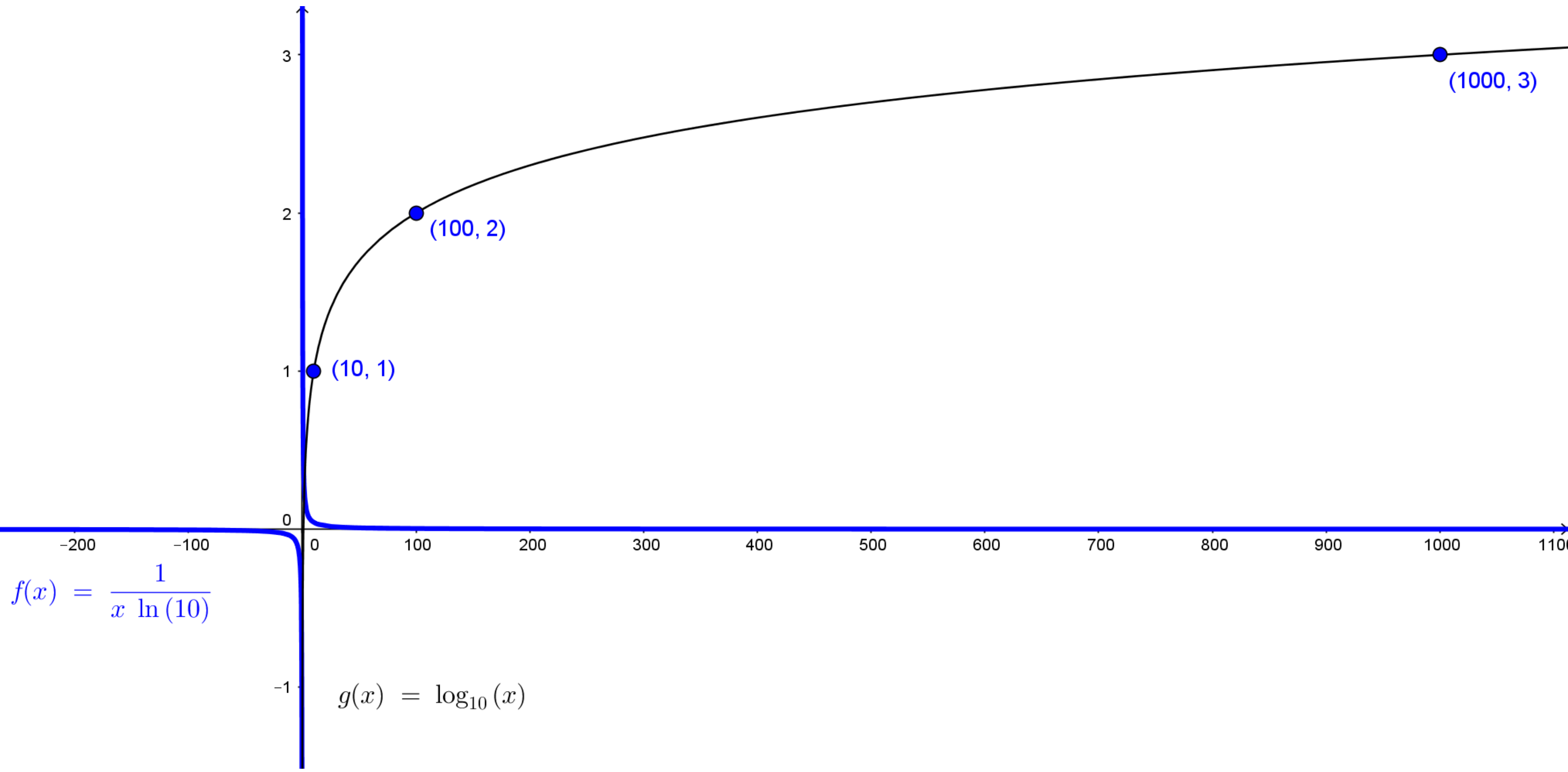
A função área é $A(x) = \log_2 x$ (função logarítmica na base 2)



Que função expressa a área sob $f(x) = \frac{1}{xln10}$, de 1 a x?



A função área é $A(x) = \log_{10} x$ (função logarítmica na base 10)

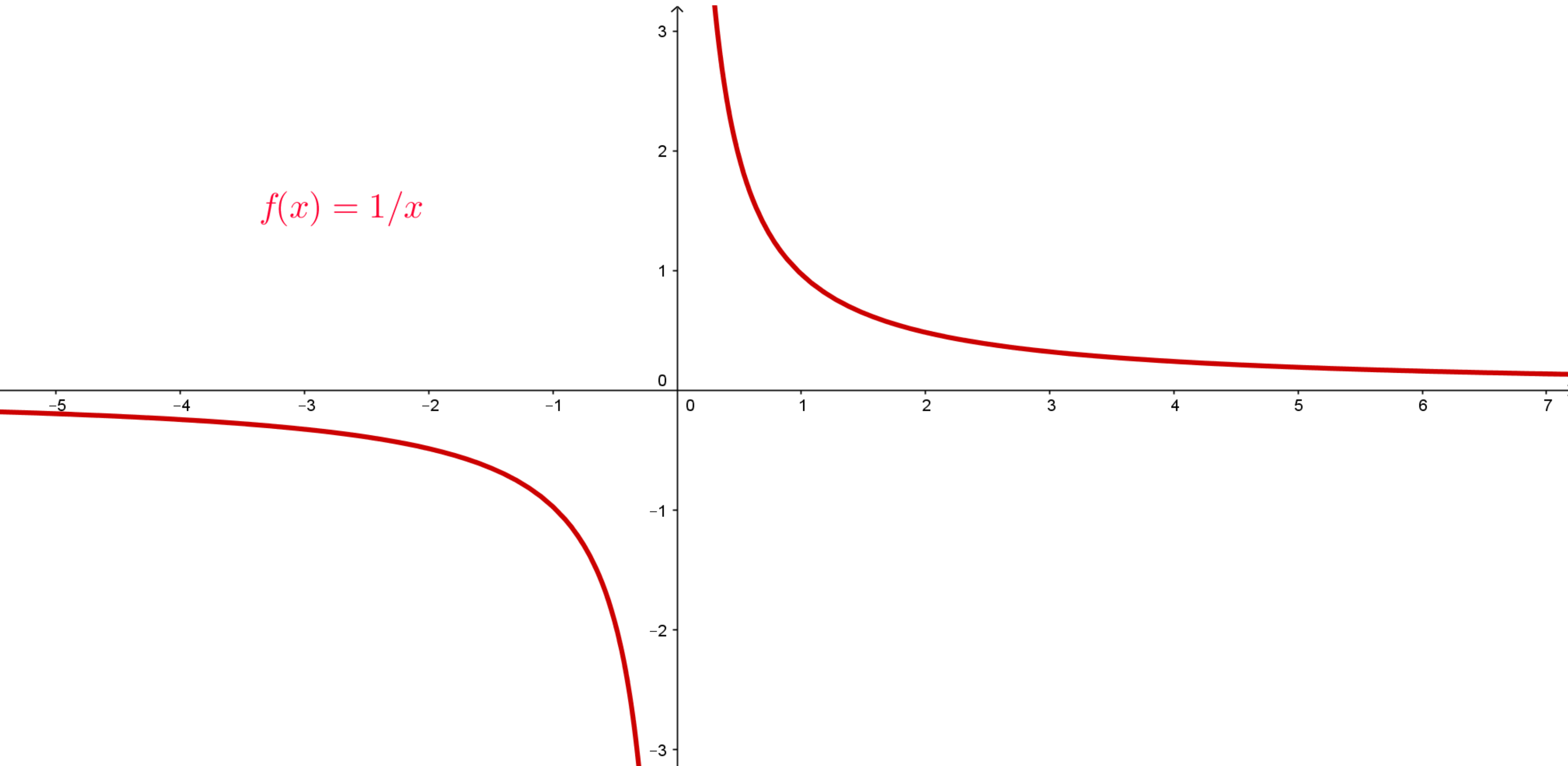


A integral indefinida da função

$f(x) = \frac{1}{xlna}$, com a>0, a≠1, é a função

$$g(x) = \log_a|x|$$

(função logarítmica na base *a* do módulo de *x*)

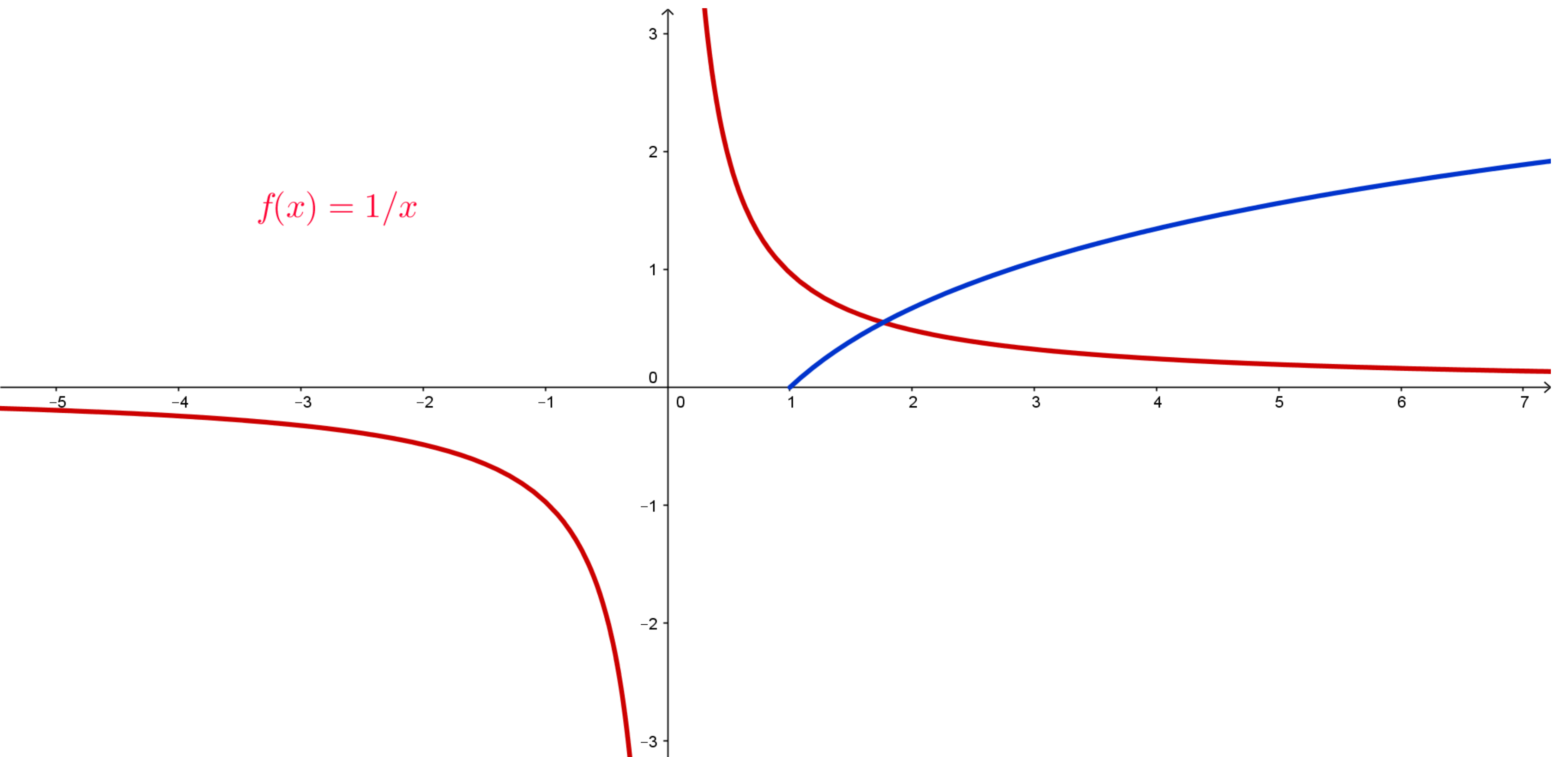


A integral indefinida da função

$f(x) = \frac{1}{xlna}$, com a>0, a≠1, é a função

$$g(x) = \log_a|x|$$

(função logarítmica na base *a* do módulo de *x*)

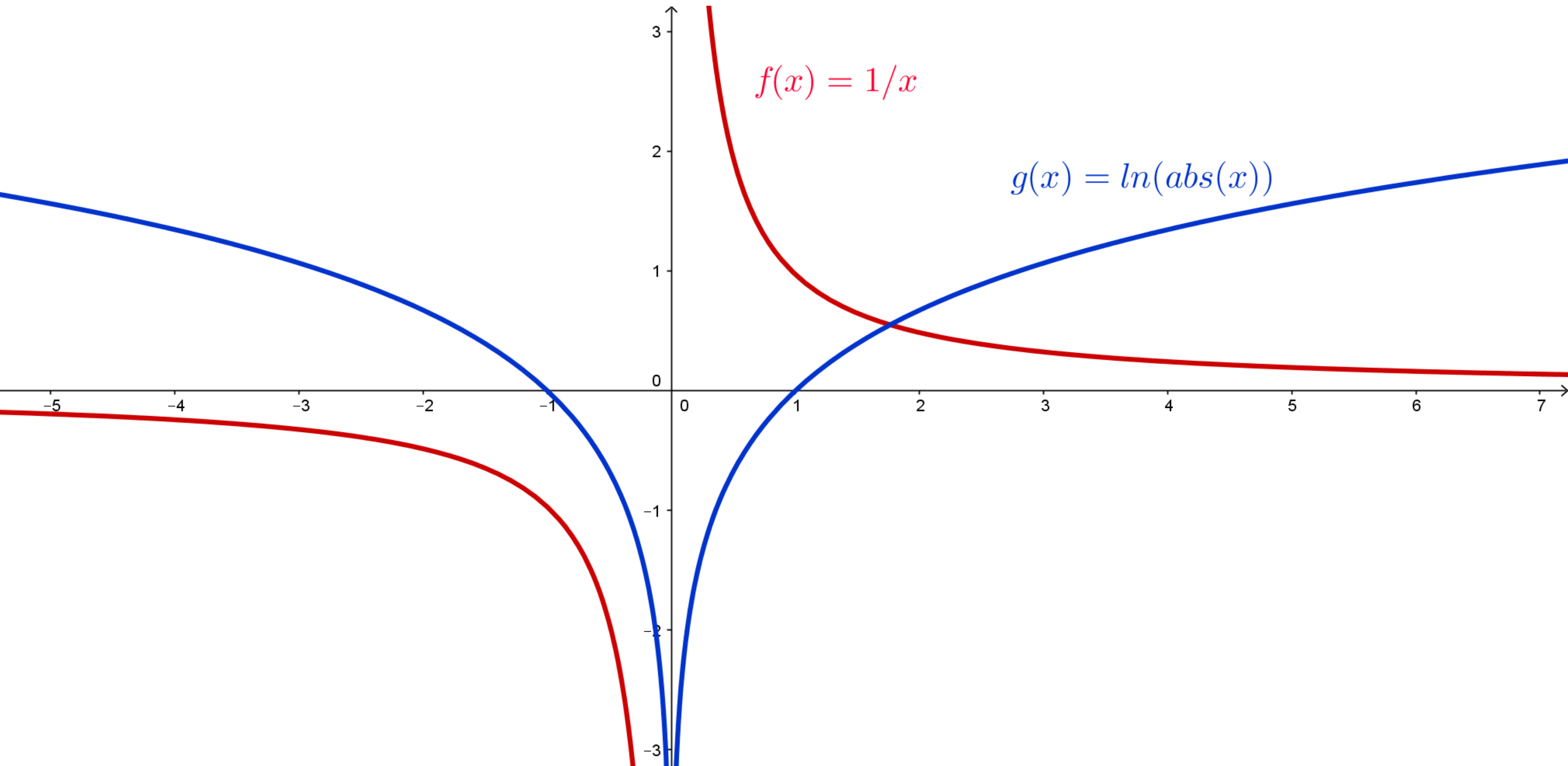


A integral indefinida da função

$$f(x) = \frac{1}{x} \text{ é a função}$$

$$g(x) = ln|x|$$

(função logarítmica natural, base *e*)

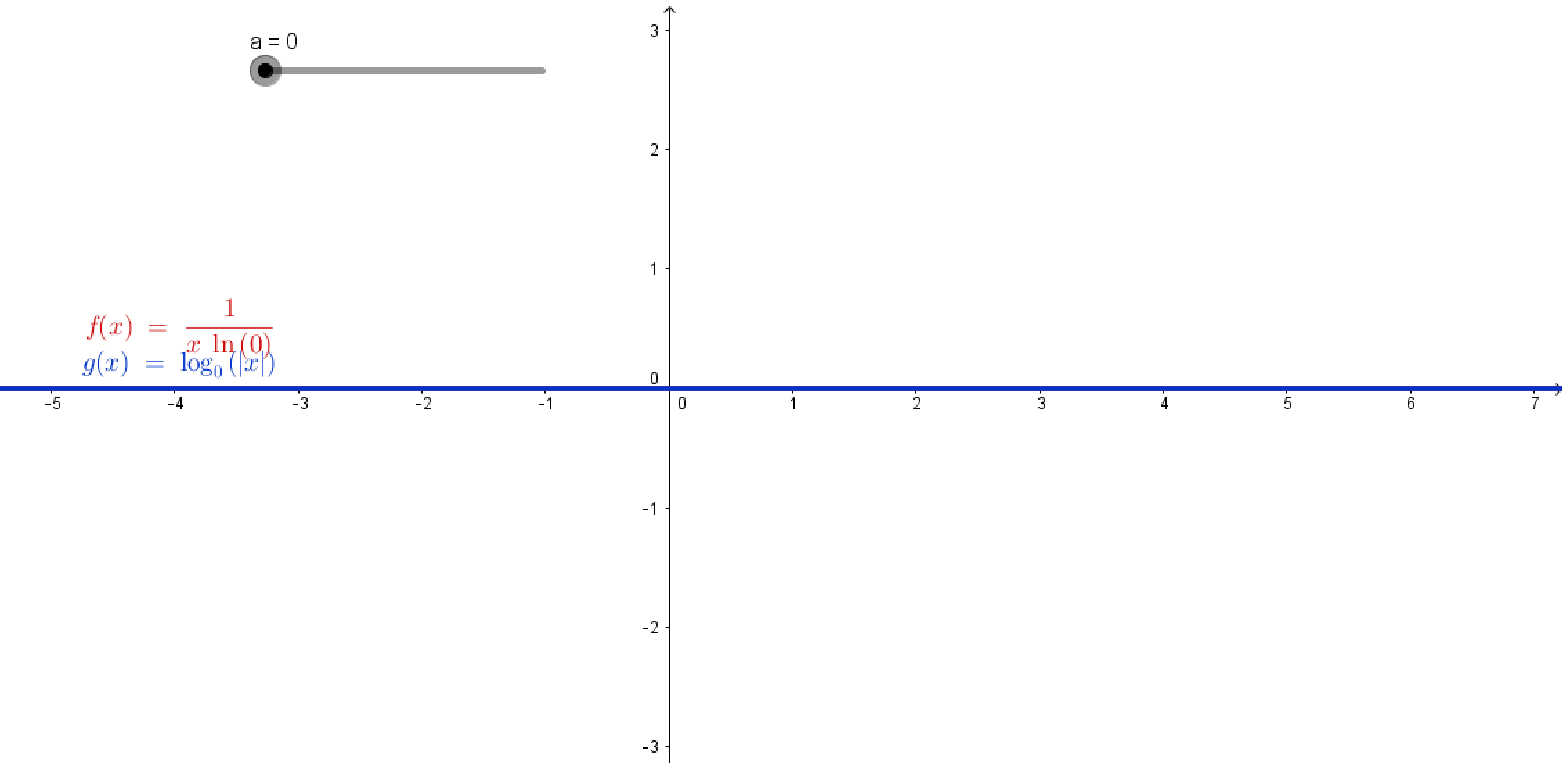


A integral indefinida da função

$f(x) = \frac{1}{xlna}$, com a>0, a≠1, é a função

$$g(x) = \log_a |x|$$

(função logarítmica na base *a* do módulo de *x*)



Exemplos de escalas logarítmicas

Nossa sensibilidade é afetada de modo logaritmico. Ou seja, percebemos variações de grandezas que nos afetam não de modo linear, mas de modo exponencial.

Por exemplo, nosso ouvido percebe uma mudança de pressão que indica um aumento considerável de sons, quando este passa a uma próxima potência de 10.

Quando a pressão sonora passa de uma potência de 10 a outra, a escala de decibeis assinala uma mudança linear, mais fácil de acompanhar.

Imagem obtida no site: http://8b2007.files.wordpress.com/2008/05/ondasonora6.jpg

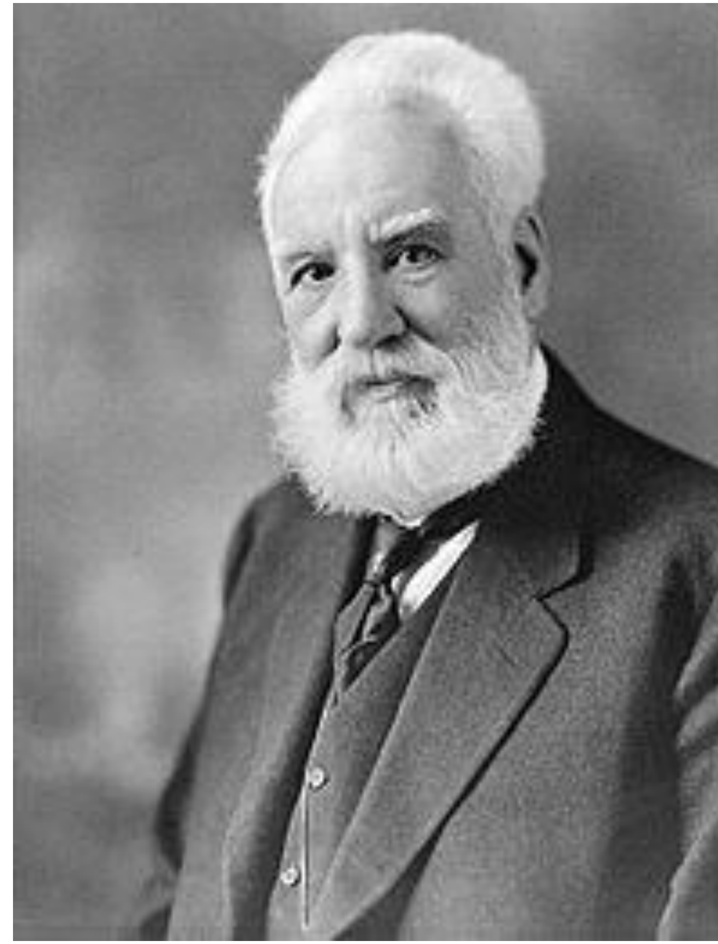
Quando a pressão sonora passa de uma potência de 10 a outra, a escala de decibeis assinala uma mudança linear, mais fácil de acompanhar.

Decibel e Escala Logarítmica

Decibel é a razão logarítmica entre duas potências ou intensidades e é dado pela expressão:

$$P_{dB} = 10 \times \log_{10} (P_x/P_y)$$

ou $$I_{dB} = 10 \times \log_{10} (I_x/I_y)$$



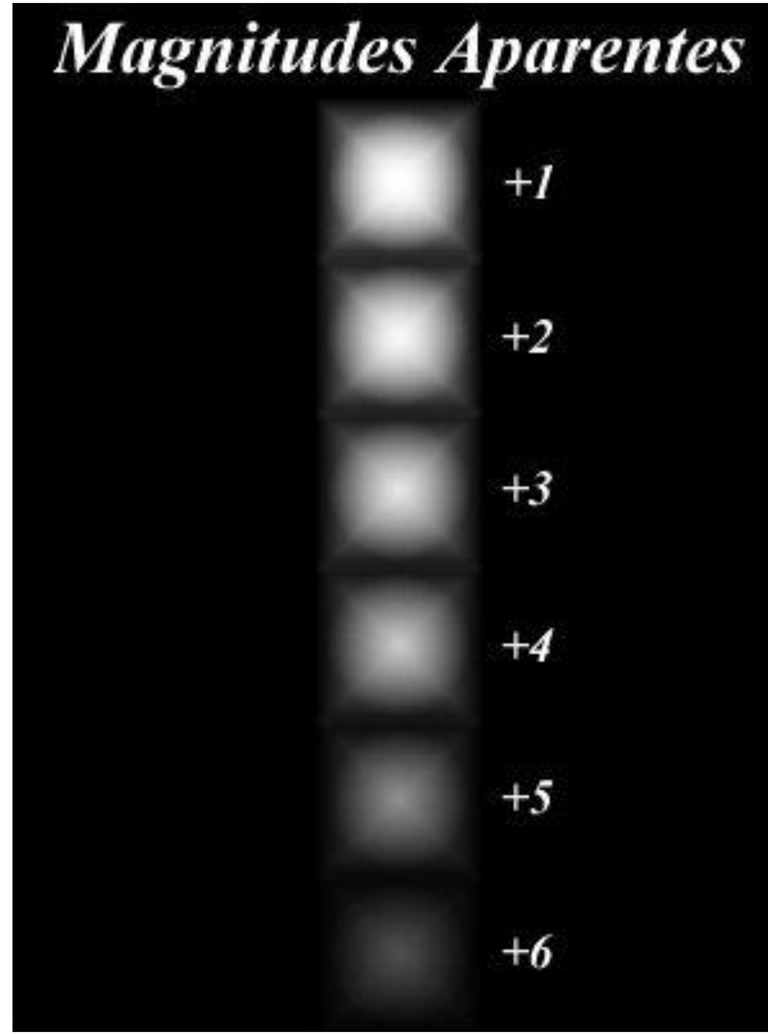
Alexander Graham Bell (1847 — 1922).

Magnitude aparente das estrelas

Magnitude aparente é uma escala para comparação do brilho das estrelas desenv olvida pelo astrônomo grego Hiparco há mais de 2000 anos.

Hiparco (190-120 aC)

Ele alocou às estrelas mais brilhantes do céu uma magnitude m=1, às um pouco menos brilhantes do que as primeiras uma magnitude m=2, e assim por diante, até que todas as estrelas visíveis por ele tivessem valores de magnitude de 1 a 6, sendo este último valor atribuído às estrelas menos brilhantes do céu.

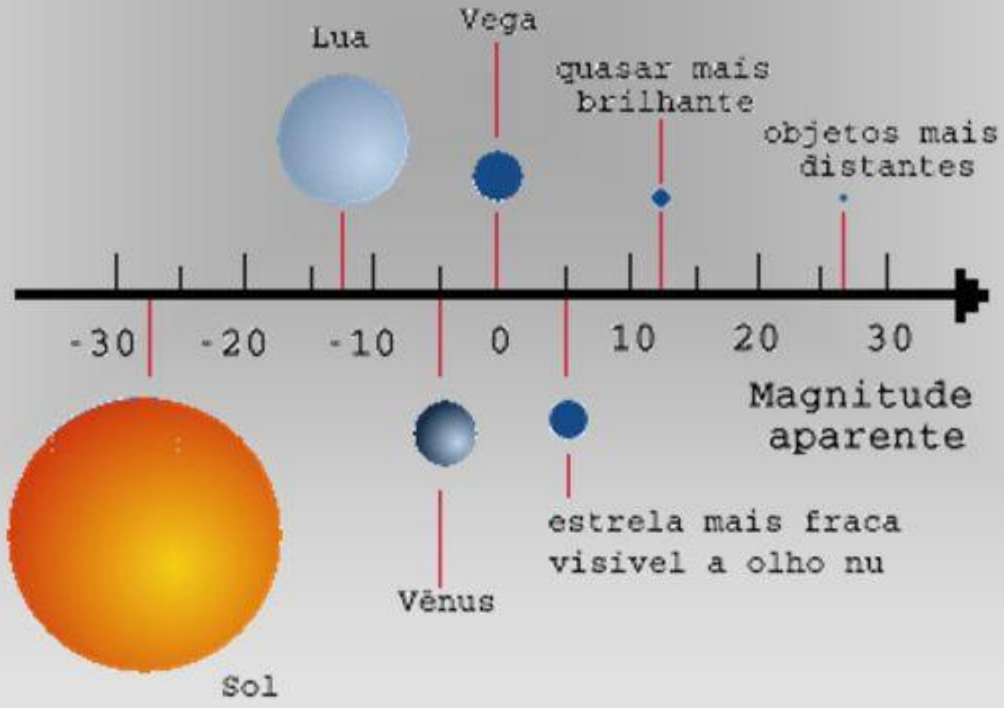


Magnitude aparente das estrelas

Portanto, o sistema de magnitude é baseado no quão brilhantes são as estrelas a olho nu. Posteriormente a escala de Hiparco foi estendida para magnitudes além de 6 e abaixo de 1, inclusive negativas.

Magnitude Aparente

Magnitude de um astro obtida através da observação, independentemente de seu fluxo radiante intrínseco. Exprime o brilho aparente.



Magnitude aparente das estrelas

Hoje em dia a diferença entre as magnitudes das estrelas se expressa com logaritmos:

$$(m_i - m_j) = -\frac{5}{2}\log_{10}\left(\frac{F_i}{F_j}\right)$$

Hiparco (190-120 aC)

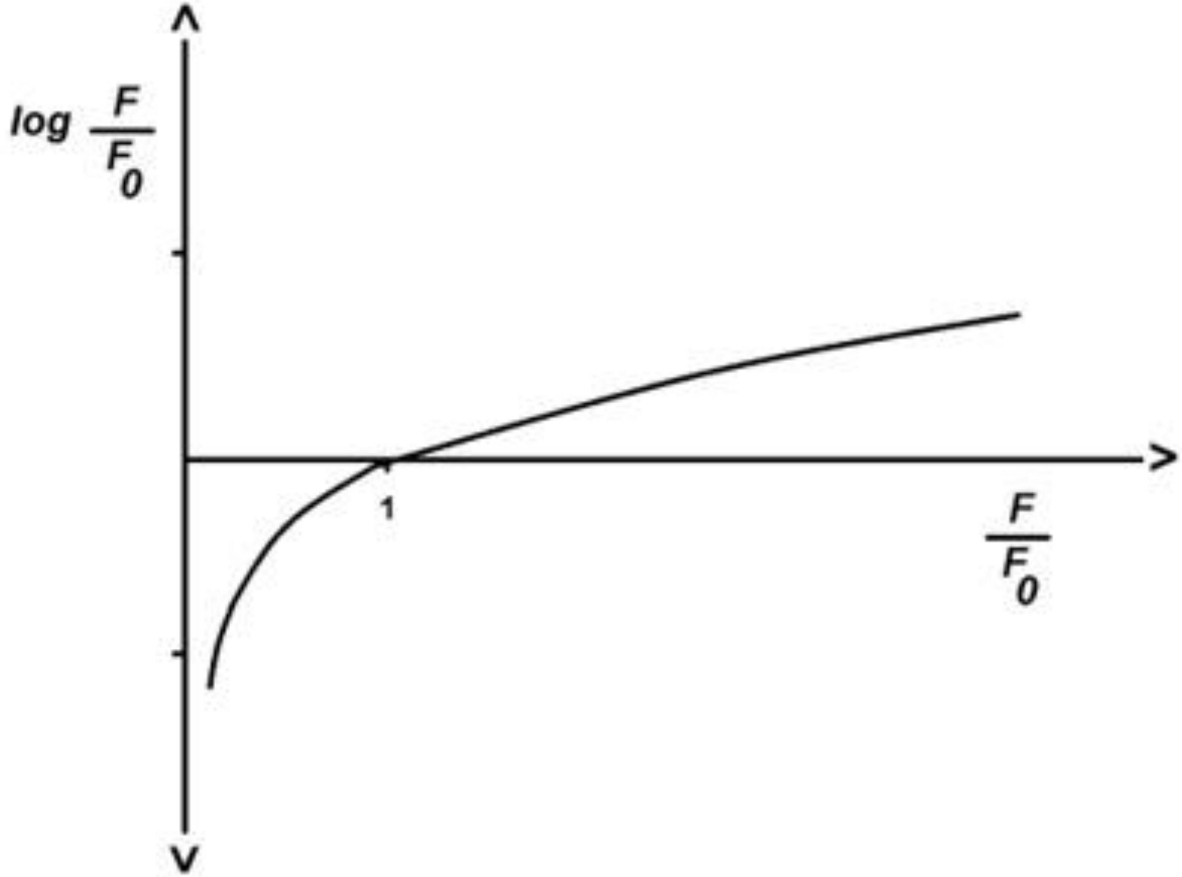


Figura 1 - O logaritmo do fluxo da luz estelar F, função que cresce suavemente conforme F aumenta. Hipparcos e seus seguidores adotaram implicitamente esta forma ao definir um intervalo (escala) de magnitudes visíveis, posteriormente matematicamente esprimida na Eq. (1), a qual continua sendo utilizada até hoje. Quando o fluxo F resulta menor que aquele da refer ência F_0, a função é negativa e a magnitude aparente m cresce numericamente.

Escala Richter

A **escala Richter**, atribui um número único para quantificar o nível de energia liberada por um terremoto.

Charles Francis Richter (1900 — 1985), sismólogo americano.

Escala Richter

A **escala Richter**, atribui um número único para quantificar o nível de energia liberada por um terremoto.

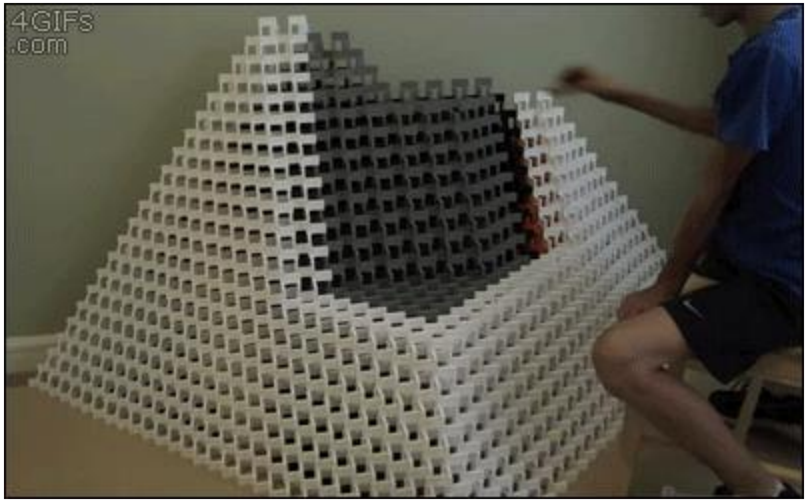
É uma escala logarítmica, de base 10.

Escala Richter

O número do terremoto é obtido calculando o logaritmo da amplitude horizontal combinada (amplitude sísmica) do maior deslocamento a partir do zero em um tipo particular de sismógrafo.

Escala Richter

Pelo fato de ser um escala logarítmica, um terremoto que mede 5 na escala Richter tem uma amplitude sísmica 10 vezes maior do que uma que mede 4. Em termos de energia, um terremoto de grau 7 libera cerca de 30 vezes a energia de um sismo de grau 6.

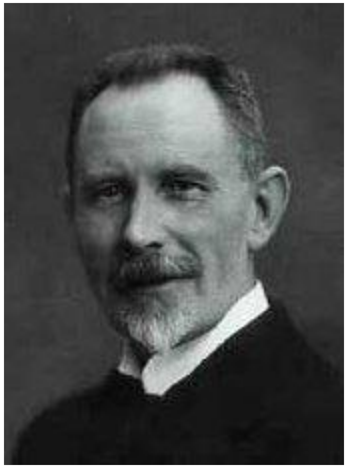


Escala de pH

pH é uma medida do **potencial hidrogeniônico** a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa.

Escala de pH

O termo **pH** foi introduzido, em 1909, pelo bioquímico dinamarquês Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939) com o objetivo de facilitar seus trabalhos no controle de qualidade de cervejas.



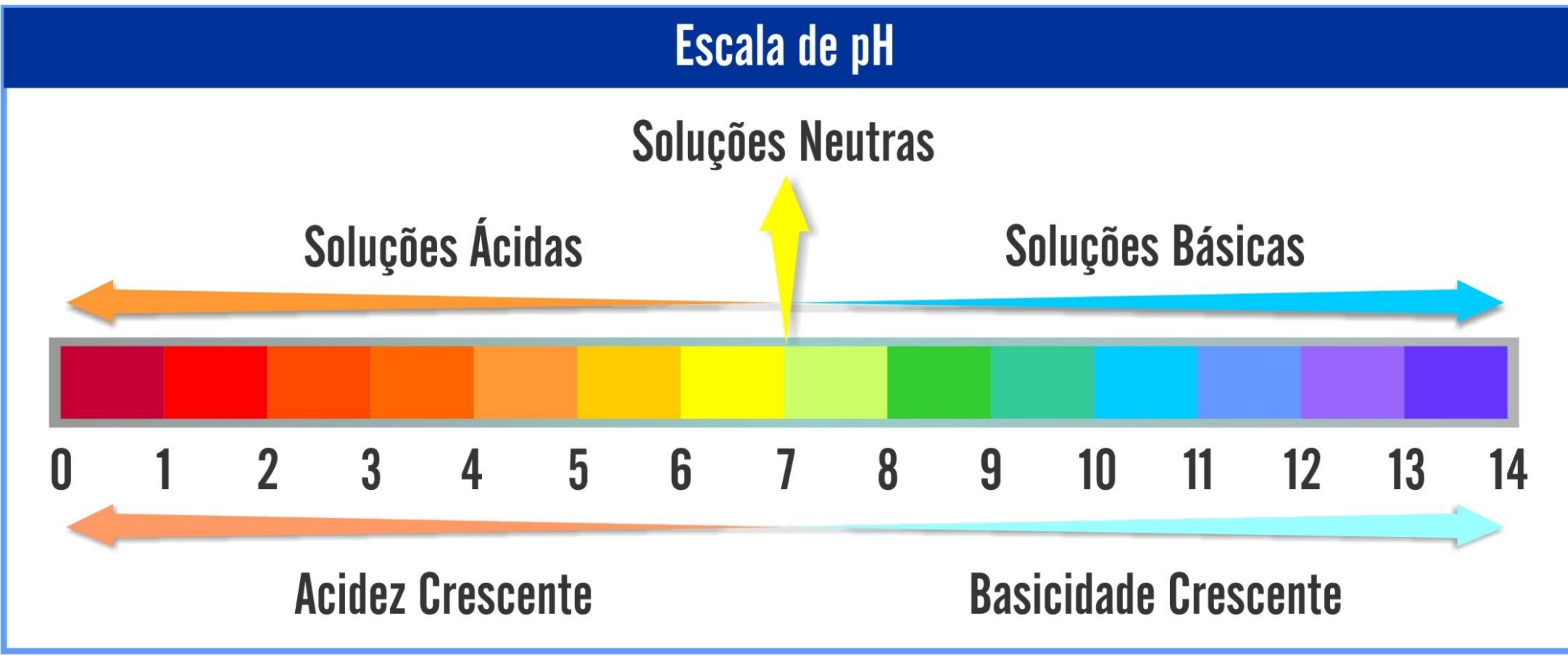
Escala de pH

O "p" vem do alemão *potenz*, que significa poder de concentração, e o "H" é para o íon de hidrogênio (H^+).

$$\mathrm{pH} = -\log_{10}\left[\mathrm{a}_{H^+}\right]$$

Escala de pH

O "p" vem do alemão *potenz*, que significa poder de concentração, e o "H" é para o íon de hidrogênio (H^+).



Alguns valores comuns de pH

Substância	pH
Ácido de bateria	<1.0
Suco gástrico	2.0
Sumo de limão	2.4
refrigerante tipo Cola	2.5
Vinagre	2.9
Sumo de laranja ou maçã	3.5
Cerveja	4.5
Café	5.0
Chá	5.5
Chuva ácida	< 5.6
Saliva pacientes com câncer (cancro)	4.5-5.7
Leite	6.5
Água pura	7.0
Saliva humana	6.5-7.4
Sangue	7.34 - 7.45
Água do mar	8.0
Sabonete de mão	9.0 - 10.0
Amônia caseira	11.5
"Água sanitária"	12.5
Hidróxido de sódio caseiro	13.5