

GRANDEZAS E MEDIDAS: ESCALAS LOGARÍTMICAS

REFERÊNCIAS NO ATUALIDADES 2009

Terremotos: "A terra se mexe o tempo todo", págs. 204–207

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Fazer uso das linguagens matemática e científica.
- Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- Aplicar noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e para a solução de problemas do cotidiano.
- Compreender conceitos, estratégias e situações matemáticas numéricas e aplicá-los a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e da atividade cotidiana.

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 6

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

ETAPA 1 | Escalas Logarítmicas

QUESTÃO 1

Para que os alunos percebam a necessidade de construção de uma escala logarítmica, proponha a eles o seguinte problema: (adaptado de KALMAN, D. (1997). *Elementary mathematical models: order aplenty and a glimpse of chaos*).

Represente sobre uma mesma reta o número de elementos que compõe uma família de quatro pessoas, uma classe escolar com 30 alunos, uma escola com 4 mil alunos, uma cidade com 20 mil pessoas, uma região urbana com 5 milhões de habitantes e a população de um país com 250 milhões de habitantes.

Observe com eles que há uma diferença muito grande entre esses valores, para representá-los em uma mesma reta. Que escala usar? O número de alunos na classe é aproximadamente oito vezes o tamanho da família; o total de alunos da escola é mil vezes o tamanho da família; a população da cidade é 5 mil vezes o número de elementos da família etc. Se consideramos a quantidade de algarismos de cada número do problema, podemos construir uma escala como na figura abaixo.

FAMÍLIA	CLASSE	ESCOLA	CIDADE	REGIÃO	PAÍS
10 ⁰	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵
10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹		
1	10	100	1.000	10.000	100.000
				1.000.000	10.000.000
				100.000.000	1.000.000.000

A TERRA SE MEXE O TEMPO TODO

Os blocos rochosos que formam a camada sólida da Terra estão sempre em movimento, causando tremores e a deriva continental.

Terremotos no Brasil

Placas em movimento

As principais placas tectônicas e seus movimentos

AS PRINCIPAIS PLACAS TECTÔNICAS E SEUS MOVIMENTOS

Deriva dos continentes

Placas divergentes

Placas convergentes

Placas transformantes

Placas convergentes 1

Placas convergentes 2

Placas transformantes

Placas convergentes 3

Placas transformantes

Placas convergentes 4

Placas transformantes

Placas convergentes 5

Placas transformantes

Placas convergentes 6

Placas transformantes

Placas convergentes 7

Placas transformantes

Placas convergentes 8

Placas transformantes

Placas convergentes 9

Placas transformantes

Placas convergentes 10

Placas transformantes

Placas convergentes 11

Placas transformantes

Placas convergentes 12

Placas transformantes

Placas convergentes 13

Placas transformantes

Placas convergentes 14

Placas transformantes

Placas convergentes 15

Placas transformantes

Placas convergentes 16

Placas transformantes

Placas convergentes 17

Placas transformantes

Placas convergentes 18

Placas transformantes

Placas convergentes 19

Placas transformantes

Placas convergentes 20

Placas transformantes

Placas convergentes 21

Placas transformantes

Placas convergentes 22

Placas transformantes

Placas convergentes 23

Placas transformantes

Placas convergentes 24

Placas transformantes

Placas convergentes 25

Placas transformantes

Placas convergentes 26

Placas transformantes

Placas convergentes 27

Placas transformantes

Placas convergentes 28

Placas transformantes

Placas convergentes 29

Placas transformantes

Placas convergentes 30

Placas transformantes

Placas convergentes 31

Placas transformantes

Placas convergentes 32

Placas transformantes

Placas convergentes 33

Placas transformantes

Placas convergentes 34

Placas transformantes

Placas convergentes 35

Placas transformantes

Placas convergentes 36

Placas transformantes

Placas convergentes 37

Placas transformantes

Placas convergentes 38

Placas transformantes

Placas convergentes 39

Placas transformantes

Placas convergentes 40

Placas transformantes

Placas convergentes 41

Placas transformantes

Placas convergentes 42

Placas transformantes

Placas convergentes 43

Placas transformantes

Placas convergentes 44

Placas transformantes

Placas convergentes 45

Placas transformantes

Placas convergentes 46

Placas transformantes

Placas convergentes 47

Placas transformantes

Placas convergentes 48

Placas transformantes

Placas convergentes 49

Placas transformantes

Placas convergentes 50

Placas transformantes

Placas convergentes 51

Placas transformantes

Placas convergentes 52

Placas transformantes

Placas convergentes 53

Placas transformantes

Placas convergentes 54

Placas transformantes

Placas convergentes 55

Placas transformantes

Placas convergentes 56

Placas transformantes

Placas convergentes 57

Placas transformantes

Placas convergentes 58

Placas transformantes

Placas convergentes 59

Placas transformantes

Placas convergentes 60

Placas transformantes

Placas convergentes 61

Placas transformantes

Placas convergentes 62

Placas transformantes

Placas convergentes 63

Placas transformantes

Placas convergentes 64

Placas transformantes

Placas convergentes 65

Placas transformantes

Placas convergentes 66

Placas transformantes

Placas convergentes 67

Placas transformantes

Placas convergentes 68

Placas transformantes

Placas convergentes 69

Placas transformantes

Placas convergentes 70

Placas transformantes

Placas convergentes 71

Placas transformantes

Placas convergentes 72

Placas transformantes

Placas convergentes 73

Placas transformantes

Placas convergentes 74

Placas transformantes

Placas convergentes 75

Placas transformantes

Placas convergentes 76

Placas transformantes

Placas convergentes 77

Placas transformantes

Placas convergentes 78

Placas transformantes

Placas convergentes 79

Placas transformantes

Placas convergentes 80

Placas transformantes

Placas convergentes 81

Placas transformantes

Placas convergentes 82

Placas transformantes

Placas convergentes 83

Placas transformantes

Placas convergentes 84

Placas transformantes

Placas convergentes 85

Placas transformantes

Placas convergentes 86

Placas transformantes

Placas convergentes 87

Placas transformantes

Placas convergentes 88

Placas transformantes

Placas convergentes 89

Placas transformantes

Placas convergentes 90

Placas transformantes

Placas convergentes 91

Placas transformantes

Placas convergentes 92

Placas transformantes

Placas convergentes 93

Placas transformantes

Placas convergentes 94

Placas transformantes

Placas convergentes 95

Placas transformantes

Placas convergentes 96

Placas transformantes

Placas convergentes 97

Placas transformantes

Placas convergentes 98

Placas transformantes

Placas convergentes 99

Placas transformantes

Placas convergentes 100

Placas transformantes

Aplicando a definição de logaritmo decimal aos valores descritos nesta escala, temos:

$$\begin{aligned} \log_{10} 10 &= 1 \\ \log_{10} 100 &= 2 \\ \log_{10} 1000 &= 3 \\ \log_{10} 10000 &= 4 \\ \log_{10} 100000 &= 5 \\ \log_{10} 1000000 &= 6 \\ \log_{10} 10000000 &= 7 \\ \log_{10} 100000000 &= 8 \\ \log_{10} 1000000000 &= 9 \end{aligned}$$

Assim, a escala pode ser reescrita na forma de uma escala logarítmica:

FAMÍLIA	CLASSE	ESCOLA	CIDADE	REGIÃO	PAÍS				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

O importante agora é fazer com que os alunos observem que, nesta escala logarítmica, quando aumentamos uma unidade na escala, por exemplo de 3 para 4, esse aumento é equivalente a multiplicar por 10; de 3 para 6 o aumento é mil vezes maior – a população da região é mil vezes maior que a população da escola. (Lembre-se: os dados originais eram 4 mil alunos na escola e 5 milhões de habitantes na região.)

ETAPA 2 | Calculando a intensidade dos terremotos

A intensidade sísmica é uma classificação dos efeitos que as ondas sísmicas provocam em determinado lugar. Não é uma medida direta com instrumentos, mas simplesmente uma maneira de descrever como as pessoas sentiram os efeitos do terremoto em objetos, construções e elementos da natureza. Para medir a intensidade sísmica utiliza-se a escala de Mercalli, elaborada em 1902 pelo italiano Giuseppe Mercalli.

Por exemplo, nessa escala, o grau de intensidade IV tem a seguinte descrição dos efeitos: objetos suspensos oscilam, vibração parecida à da passagem de um caminhão pesado, janelas e portas fazem barulho, paredes e estruturas de madeira rangem.

No grau de intensidade VIII, os efeitos são descritos assim: danos em construções normais com colapso parcial; alguns danos em construções reforçadas; quedas de estuque e alguns muros de alvenaria; quedas de chaminés, monumentos, torres e caixas-d'água; galhos quebram-se das árvores; trincas no chão.

Os graus de intensidade na escala de Mercalli vão de I a XII.

Como essa escala faz, na realidade, uma classificação, e não uma medida, ela está sujeita a muitas incertezas, pois depende da observação humana.

A escala Richter (criada em 1935, pelo sismólogo americano Charles Richter) mede a magnitude de um terremoto em razão da quantidade de energia liberada durante um sismo.

- As magnitudes são expressas na escala logarítmica e cada ponto na escala corresponde a um fator de dez vezes na amplitude das vibrações.
- Usando logaritmos de base 10, os graus da escala são classificados em 1, 2, 3, 4 etc.

- Um abalo de magnitude 4 é dez vezes maior que o de magnitude 3, cem vezes maior que o de magnitude 2 e mil vezes maior que o de magnitude 1.
- A magnitude M de um terremoto na escala Richter pode ser calculada com a fórmula empírica:

$$M = \frac{2 \log \left(\frac{E}{E_0} \right)}{3}$$

em que E é a energia liberada no terremoto em quilowatt-hora, obtida a partir de medidas do sismógrafo, e E_0 a energia de referência.

Cada ponto na escala corresponde a uma diferença de 30 vezes na energia liberada – um abalo de magnitude 4 libera 30 vezes mais energia que um abalo de magnitude 3.

ESCALA RICHTER			
Descrição	Magnitude	Efeitos	Frequência aproximada
Micro	< 2,0	Microtremor de terra, não se sente	8 mil por dia
Muito pequeno	2,0 – 2,9	Geralmente não se sente, mas é detectado/registrado	mil por dia
Pequeno	3,0 – 3,9	Frequentemente sentido, mas raramente causa danos	49 mil por ano
Ligeiro	4,0 – 4,9	Tremor notório de objetos no interior de habitações, ruídos de choque entre objetos. Danos importantes pouco comuns	6,2 mil por ano
Moderado	5,0 – 5,9	Pode causar danos maiores em edifícios mal concebidos em zonas restritas. Provoca danos ligeiros nos edifícios bem construídos	800 por ano
Forte	6,0 – 6,9	Pode ser destruído num raio de até 180 quilômetros em áreas habitadas	120 por ano
Grande	7,0 – 7,9	Pode provocar danos graves em zonas mais vastas	18 por ano
Importante	8,0 – 8,9	Pode causar danos sérios em zonas num raio de centenas de quilômetros	1 por ano
Excepcional	> 9,0	Devasta zonas num raio de milhares de quilômetros	1 a cada 20 anos

QUESTÃO 2

Peça aos alunos que façam uma pesquisa sobre o sismógrafo e apresentem um resumo de no máximo 40 linhas que tenha como finalidade explicar a um leigo o que é esse instrumento. Agende a data da apresentação.

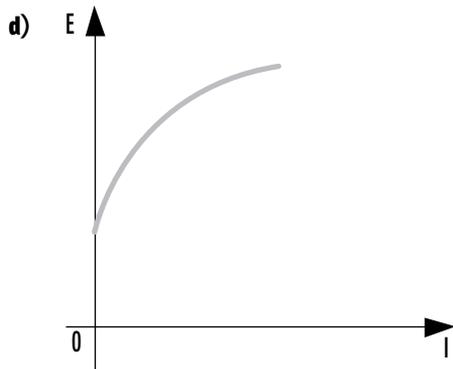
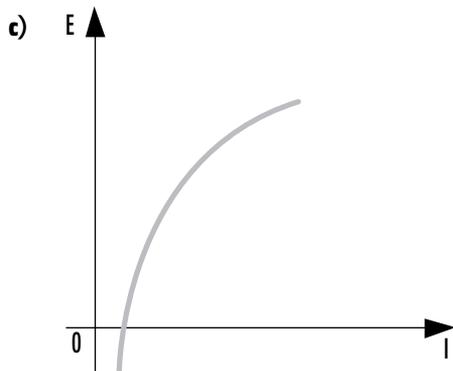
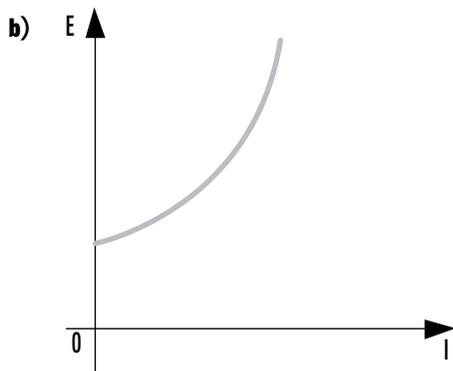
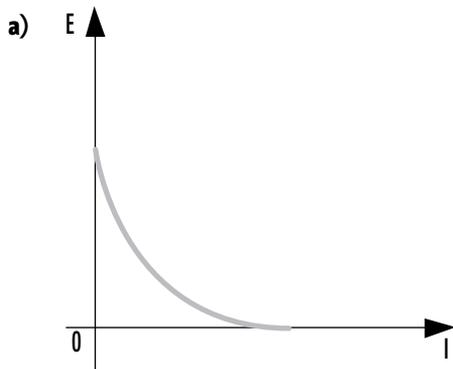
QUESTÃO 3

A intensidade I de um terremoto, medida pela escala Richter, é definida pela equação abaixo, na qual E representa a energia liberada em kWh.

$$I = \frac{2}{3} \log_{10} \left(\frac{E}{E_0} \right)$$



O gráfico que melhor representa a energia E , em razão da intensidade I , sendo $E_0 = 10^{-3}$ kWh está indicado em:



Resposta: B

QUESTÃO 4

A tabela abaixo mostra a intensidade dos terremotos medida de acordo com a escala Richter.

DATA	LOCALIZAÇÃO	LEITURA NA ESCALA RITCHER
1960	Chile	8.4
1964	Alasca	8.5
1970	Peru	7.7
1990	Irã	7.3
1985	Cidade do México	8.1
1989	Armênia	6.9
1989	São Francisco	7.1

a) Calcule, aproximadamente, quantas vezes a intensidade do terremoto que atingiu a Cidade do México em 1985 foi maior que a intensidade do terremoto que abalou a cidade de São Francisco em 1989. A intensidade do terremoto que atingiu a Cidade do México foi, aproximadamente, dez vezes superior à intensidade do terremoto em São Francisco, em 1989.

b) Sabendo que M (magnitude de um terremoto) é dada pela fórmula empírica,

$$M = \frac{2 \log \left(\frac{E}{E_0} \right)}{3}$$

em que E é a energia liberada no terremoto em quilowatt-hora e $E_0 = 7 \times 10^{-3}$ kWh, calcule quanta energia é liberada num terremoto de grandeza 6.

Um terremoto de grandeza 6 libera 7×10^6 kWh de energia. Aplicando a fórmula para $M = 6$, temos:

$$18 = 2 \log \left(\frac{E}{E_0} \right) \rightarrow \log \frac{E}{E_0} = 9 \rightarrow \log E - \log E_0 = 9$$

$$\rightarrow \log E - \log E_0 = 9 \rightarrow \log E = 9 + \log 7 \cdot 10^{-3}$$

ETAPA 3 | Pesquisa

Os alunos devem pesquisar as escalas para as medidas de intensidade sonora – decibel – e para definir o pH das substâncias.

Em cada caso, explicar o motivo de a escala ser logarítmica. Para essa atividade, divida a classe em dois grupos e deixe a cargo de cada um a divisão de tarefas:

- Pesquisa
- Resumo
- Exemplos
- Apresentação (data a combinar)
- Grupo I: decibéis
- Grupo II: pH