

## O que é a escala Richter? (Como se mede um terramoto?)

Ilydio Pereira de Sá  
Ana Maria Severiano de Paiva

Atualmente, com o crescimento da tecnologia e da informação, tem sido muito comum o noticiário sobre catástrofes, principalmente sobre terremotos após o que ocorreu, infelizmente, no Haiti, no Chile e no Japão.

### Da curiosidade ingênua à investigação

Freire (1996), ao abordar a relação entre «ensinar» e «críticidade» chama a atenção sobre o que denomina de «curiosidade ingênua» e «curiosidade epistemológica». Afirmar que «uma das tarefas precípua da prática educativo-progressista é exatamente o desenvolvimento da curiosidade crítica» (Freire, 1996, p. 36). Ressalta que, no processo de ensinar e de aprender, a curiosidade é fundamental. Faz parte do homem, na sua busca de conhecer, ter curiosidade, ter perguntas, interrogar, ter porquês. É tarefa do professor, tão curioso quanto o aluno, valorizar essa curiosidade, criando situações para que os alunos falem, perguntem, dialoguem. As atividades que apresentamos consideram que ensinar matemática a partir de situações reais desperta a curiosidade, estimula o espírito de investigação dos alunos, contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico dedutivo tão essencial na construção dos conceitos Matemáticos e em situações do dia-a-dia.

### Investigando a escala Richter

Muitas pessoas não conseguem entender quando o noticiário fala sobre a escala Richter e informa, por exemplo, que um terremoto atingiu 8,0 graus nessa escala. Ficam até surpresas quando, para uma «pequena» diferença de dois pontos nessa escala, a notícia informa que o abalo libertou quase 1000 vezes mais energia do que o outro. Como se explica tudo isso? Qual a justificação matemática para essa interpretação? Qual a fórmula ou fórmulas usadas para chegarem

Charles Richter

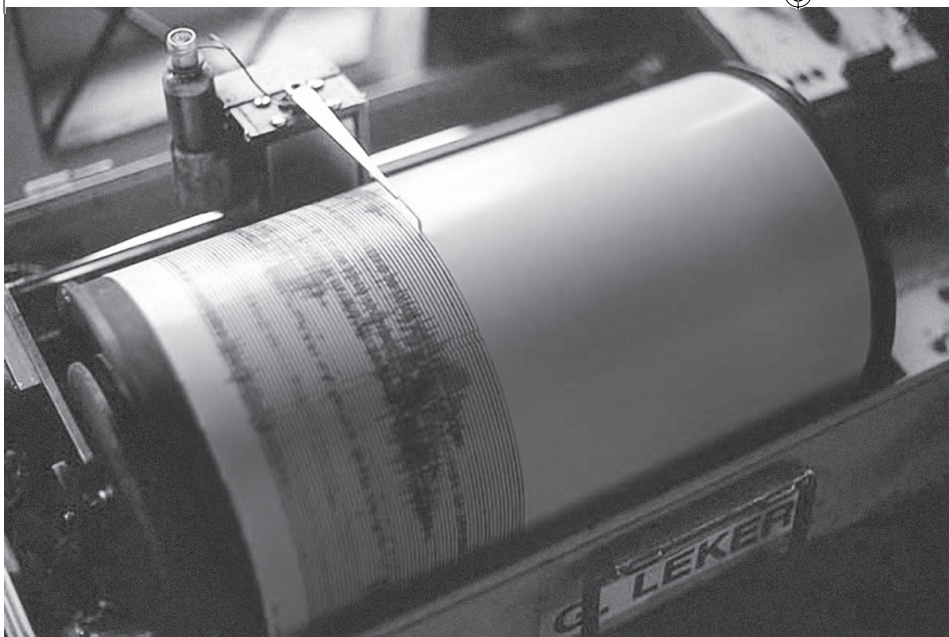


Figura 1. Sismógrafo

aos resultados que aparecem nas notícias? Com este nosso breve estudo, esperamos esclarecer essas dúvidas.

Os efeitos dos tremores de terra têm sido classificados por ordem de importância. As primeiras tentativas para avaliação da intensidade dos sismos foram feitas no século XVII, decorrentes da necessidade de avaliar os abalos sísmicos no Sul de Itália. Era uma escala muito rudimentar e os sismos eram classificados em *leigos*, *moderados*, *fortes* e *muito fortes*. Mais tarde desenvolveram-se escalas mais pormenorizadas, como a *Escala Modificada de Intensidades de Mercalli*, constituída por 12 graus de intensidades que eram estabelecidos de acordo com um questionário-padrão, de acordo com a intensidade crescente do sismo. Esse tipo de aferição dos abalos apresentava a vantagem de não necessitar de medições feitas pelo homem, mas, ao mesmo tempo, apresentava a desvantagem da subjetividade nas respostas desses questionários. Desta forma, percebemos que os geólogos e sismólogos há muito se preocupam com o estudo dos terremotos.

O principal instrumento associado à medida do comportamento dos terremotos e outros tipos de abalos sísmicos é o sismógrafo, que se destina a detectar e medir as ondas mecânicas e as vibrações geradas por esses eventos. Os sismógrafos têm como princípio básico um pêndulo cuja oscilação é diretamente proporcional à do abalo que ocorreu. O registo dessas oscilações fornece dados que caracterizam a intensidade do fenómeno ocorrido.

Atualmente os terremotos são classificados pelos danos que causam à região onde ocorreram através de um número indicador de sua magnitude, relacionado com a energia libertada pelas ondas do abalo sísmico ou com a amplitude das ondas sísmicas.

A Escala Richter foi desenvolvida por dois sismólogos, o norte-americano *Charles Francis Richter* (Hamilton, Ohio, EUA) e o alemão *Beno Gutenberg* (Darmstadt, Alemanha), que depois passaram a trabalhar, juntos, no Instituto de Tecnologia da Califórnia.

Usada pela primeira vez em 1935, a referida escala que leva apenas o nome de um deles (*Charles Richter*) é uma escala logarítmica que quantifica a magnitude dos terremotos com base na amplitude das ondas sísmicas que se propagam a partir do epicentro (ponto de origem do sismo).

Trata-se de uma escala construída a partir de logaritmos decimais e as variações dão-se através de potências de base dez. Terremotos que atingem até à magnitude 2 são considerados micro terremotos e, praticamente, não são sentidos. A partir das magnitudes entre 4 e 5 na escala Richter, um tremor já é suficientemente forte e liberta tanta energia mecânica que pode ser detectado por instrumentos instalados em vários locais do planeta.

A equação proposta por Richter pode ser escrita de várias formas distintas, dependendo das variáveis escolhidas para a sua composição. O nosso estudo vai ter como referência a fórmula que usa a variável  $E$ , que representa a *energia mecânica libertada* pelo abalo (medida em Joules).

A fórmula que mede a magnitude do terremoto pode ser escrita como:

$$M = 0,67 \cdot \log E - 3,25$$

Veja na tabela 1 a energia libertada em alguns terremotos.

#### Atividades: trabalhando com as notícias

- 1) Vamos determinar a quantidade de energia  $E$ , em Joules, libertada pelo recente terremoto no Chile (já que ela não aparece na tabela).

Este terremoto atingiu 8,8 pontos na Escala Richter, usando a fórmula dada, teremos:  $8,8 = 0,67 \cdot \log E - 3,25$ , o que acarreta  $\log E = 12,05 : 0,67$  ou  $\log E \cong 17,98$ .

Finalmente, temos que  $E \cong 10^{17,98}$  ou seja  $E \cong 10^{17} \times 10^{0,98}$ .

Este resultado, consultando uma calculadora, é aproximadamente igual a  $9,55 \times 10^{17}$  o que é, em ordem de grandeza, aproximadamente igual a  $10^{18}$ .

- 2) O terremoto ocorrido em 2010 no Haiti acusou magnitude 7,0 na escala Richter e o do Chile 8,8. Foram divulgadas várias notícias comparando esses dois terremotos. Qual a real relação que existe entre as magnitudes das energias libertadas por esses dois terremotos?

Como acabámos de calcular, a energia libertada pelo terremoto ocorrido em fevereiro de 2010 no Chile foi de  $9,55 \times 10^{17}$  Joules, enquanto que, pela tabela, temos que o do Haiti teve energia



Magnitude [M]	Energia libertada em joules [E]	Ocorrência
2,0	$6,3 \times 10^7$	Praticamente imperceptível
5,0	$2,0 \times 10^{12}$	Bomba atômica em Hiroshima, Japão 1945
6,7	$7,1 \times 10^{14}$	Estados Unidos (Los Angeles) 1994
6,9	$1,4 \times 10^{15}$	Armênia, 1998 e Índia, 2001
7,0	$2,0 \times 10^{15}$	Haiti, Janeiro de 2010
7,2	$4,0 \times 10^{15}$	Japão (Kobe), 1995
7,4	$7,9 \times 10^{15}$	Turquia, 1999 e Irã, 1990
7,8	$1,6 \times 10^{16}$	China (Tangshan), 1976
7,9	$4,4 \times 10^{16}$	Japão (Tóquio e Yokohama), 1923, Peru 2007 e China 2008
8,1	$8,7 \times 10^{16}$	México (Cidade do México), 1985
8,3	$1,8 \times 10^{17}$	Estados Unidos (São Francisco) 1906
8,8	?	Chile, 2010
9,5	$1,1 \times 10^{19}$	Chile, 1960

**Tabela 1.** Energia libertada em Joules por alguns terremotos

libertada na magnitude de  $2,0 \times 10^{15}$  Joules, logo, a relação entre as magnitudes desses dois sismos é de:

$$\frac{9,55 \cdot 10^{17}}{2,0 \cdot 10^{15}} = 4,775 \cdot 10^2 = 477,5$$

Interpretando o resultado que obtivemos, concluímos que o terremoto ocorrido no Chile foi, em termos de libertação de energia, cerca de 477,5 vezes maior do que o ocorrido no Haiti.

Se fizer uma pesquisa nas revistas e jornais que divulgaram o terremoto do Chile, verá que: a) a comparação nem sempre foi feita de forma correta; b) as conclusões tiradas misturaram a fórmula cuja variável é a amplitude da onda com a que tem como variável a energia libertada pelo terremoto.

3) No início do nosso texto afirmamos que, em termos da quantidade de energia liberada, medida em Joules, se há uma diferença de 2 pontos nas medidas das magnitudes de dois terremotos na escala Richter, significa que a quantidade de energia libertada pelo terremoto de maior intensidade é quase 1000 vezes maior do que a do de menor intensidade. Vamos comprovar matematicamente essa afirmação.

Vamos designar as magnitudes desses terremotos, medidas na escala Richter, por  $M$  e  $M+2$ . Vamos também designar por  $E_1$  e  $E_2$ , respectivamente, as quantidades de energia (em Joules) libertadas por esses dois terremotos.

Logo  $M = 0,67 \cdot \log E_1 - 3,25$  e  $M+2 = 0,67 \cdot \log E_2 - 3,25$ .  
Subtraindo a primeira equação da segunda, teremos:

$$0,67 \cdot \log E_2 - 0,67 \cdot \log E_1 = 2.$$

Isso é o mesmo que  $0,67 \cdot (\log E_2 - \log E_1) = 2$ .

Aplicando as propriedades dos logaritmos, teremos:  $0,67 \cdot \log E_2/E_1 = 2 \Leftrightarrow \log E_2/E_1 = 2 : 0,67$  ou seja  $\log E_2/E_1 \cong 2,985$ .

Finalmente, teremos,  $E_2/E_1 = 10^{2,985}$  ou  $E_2/E_1 \cong 966$ .

Ou seja, em termos corretos, o terremoto de maior intensidade, neste caso, teria libertado uma quantidade de energia cerca de 966 vezes maior do que a quantidade libertada pelo terremoto de menor intensidade.

## Conclusão

O nosso estudo teve como principal objetivo mostrar a aplicação dos logaritmos num tema tão atual e do interesse das pessoas e dos noticiários como é o tema dos terremotos em todo o mundo.

O educador matemático, em todos os níveis de ensino, deve tentar mostrar que a matemática se relaciona com as diversas áreas do conhecimento e deve tentar estimular o aluno, a partir da curiosidade, à criticidade. Abordar um tema como o que apresentamos no nosso estudo, pelo seu forte caráter de contextualização e atualidade, ajuda bastante a despertar a curiosidade do educando e também a mostrar uma matemática viva, útil, atrativa e, acima de tudo, para o entendimento de todas as pessoas.

## Fontes

- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia*. São Paulo: Paz e Terra.  
[http://www.cientic.com/tema\\_geologicos.html](http://www.cientic.com/tema_geologicos.html) (visitado em 12/03/2010)  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Escala\\_de\\_Richter](http://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Richter) (visitado em 12/03/2010)  
<http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/magnitude.html> (visitado em 12/03/2010)  
[http://www.tiosam.net/enciclopedia/?q=Escala\\_Richter](http://www.tiosam.net/enciclopedia/?q=Escala_Richter) (visitado em 12/03/2010)

Ilydio de Sá, Univ. Severino Sombra e Univ. do Estado do Rio de Janeiro (Brasil)

Ana de Paiva, Univ. Severino Sombra (Rio de Janeiro, Brasil)