

# **Construindo Significados para o Logaritmo no Contexto de Modelos Referente aos Abalos Sísmicos**

Augusto Venâncio Miranda Silva<sup>1</sup>

Dale Bean<sup>2</sup>

Grupo de Discussão (GD): GD3 – Educação Matemática no Ensino Médio

## **Resumo**

Nesta pesquisa de mestrado em andamento estamos desenvolvendo e realizando, em uma pesquisa de campo com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio / Técnico, atividades objetivando a aproximação do ensino de conhecimentos matemáticos escolares com conhecimentos extraescolares dos alunos; especificamente o ensino de logaritmos com informações a respeito de abalos sísmicos (terremotos) divulgadas pela mídia. Apoiaremos em ideias educacionais de John Dewey como referência teórica para subsidiar tanto o desenvolvimento das atividades como a sua realização. Os modelos que quantificam os efeitos dos abalos como as escalas de Richter e Mercalli, servem como meios para desenvolver e compreender a intensidade e magnitude de terremotos, conseqüentemente para a introdução ao conceito de logaritmo. Os logaritmos são utilizados na construção do modelo de Richter e o entendimento das informações que o modelo fornece, em termos de grau de magnitude de abalos sísmicos, vinculada a uma compreensão dos logaritmos.

**Palavras chave:** Logaritmos. Terremotos. Modelos

## **1. Introdução**

O ensino voltado para uma formalidade mecânica e sem preocupação com a consciência e experiências dos alunos concretiza a prática de ensino tradicional que podemos observar em alguns momentos nas relações entre professores e alunos, viabilizando o distanciamento dos conteúdos abordados em sala de aula das experiências extraescolares dos estudantes. Entretanto, estudantes chegam à sala de aula trazendo consigo uma grande carga de praticidade e objetividade. Trataremos objetividade como uma relação direta e necessária entre a experiência do indivíduo com os conhecimentos adquiridos no âmbito escolar. Conseqüentemente o aluno agrega o interesse pelo o que se estuda ao nível de contextualização e aproximação de suas experiências; propiciando ao estudante a sensação de ser prático e objetivo nas aulas. Neste sentido, é comum ouvirmos o questionamento dos alunos quanto a relevância ou aplicabilidade daquilo que estão vivenciando no espaço escolar. Relações que não oferecem uma conexão com as

---

<sup>1</sup> Mestrando pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – augustovms@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Orientador e Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (UFOP) - dalebean@yahoo.com

experiências dos alunos dificultam o interesse sobre o assunto estudado desencadeando uma série incalculável de questionamentos a partir de suas próprias inquietudes em relação ao fato de se aproximar de algo que não irá remete-lo a uma participação ativa.

Nosso projeto de “pesquisa e desenvolvimento” de mestrado profissional leva essa preocupação em consideração. Apoiamo-nos em ideias educacionais de Dewey (1979) para desenvolver atividades voltadas ao ensino e a aprendizagem que abordam o conceito de logaritmo em um contexto de abalos sísmicos (terremotos)<sup>3</sup>. Acreditamos que os estudantes possuem um grau de proximidade considerável em relação ao fenômeno, se não direta, pelo menos por intermédio das divulgações de informações por diversos meios de comunicação, notavelmente, pela internet.

As atividades foram desenvolvidas para as aulas com os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio / Técnico, onde eles cursam o ensino médio científico e técnico concomitante. As atividades se enquadram como uma introdução ao conceito de logaritmo e operações logarítmicas voltadas a um contexto de seu uso em práticas socioculturais. Entendemos, como Dewey, que a forma que um determinado conteúdo é abordado pelo professor e pelos estudantes possa ser um diferencial para o interesse e a construção do conhecimento. Desta forma, procuramos criar um ambiente que seja coerente com as experiências e habilidades dos alunos, lhes proporcionando uma oportunidade de dialogar e debater em torno de seus próprios questionamentos a respeito de terremotos e, ao mesmo tempo, focar em questões a respeito de como qualificar e quantificar estes fenômenos. Acreditamos que este tipo de ambiente promoverá condições propícias para uma compreensão de logaritmos uma vez que viabiliza o estudo do conceito no contexto de seu uso. Desta forma pretendemos estreitar a distância entre a sala de aula e a vida extraescolar por entender que “a tendência a aprender-se com a própria vida e a tornar tais as condições da vida que todos aprendam com o processo de viver, é o mais belo produto da eficiência escolar” (DEWEY, 1979, p. 55).

Para encaminhar algumas das atividades na direção do conceito de logaritmo, aproveitamos os conhecimentos prévios (escolares) dos estudantes sobre potenciação e funções exponenciais para analisar e interpretar a escala de Richter cujos valores numéricos para as magnitudes de terremotos são expoentes referente a medidas em micrones (1 micron equivale a 1 milésimo de milímetro) de ação sísmica. Entendemos a

---

<sup>3</sup> A escala de Richter emprega logaritmos para a quantificação de magnitudes de terremotos.

escala de Richter como um modelo, bem como a escala de Mercalli (a ser explicada mais adiante), que permite uma apreciação de efeitos de um terremoto, e assim, é um construto que “formata” como entendemos abalos sísmicos.

Esse entendimento norteia como interpretaremos e apresentaremos as escalas sob a óptica de modelos e modelagem na concepção apresentada por Bean (2007, 2009) e Melillo e Bean (2011) por entender que essa concepção está coerente com ideias de Dewey a respeito da experiência e da vida.

Entendo por modelos, estruturas conceituais cuja aceitação sociocultural numa comunidade ou numa sociedade é devida à sua capacidade de nortear atividades da comunidade, de forma que essas atividades atendam às necessidades, interesses e aspirações dos membros da comunidade ou da sociedade mais ampla. (BEAN, 2007, p. 44).

Entretanto, este pensamento sobre modelos e modelagem não será nosso foco principal, um foco que reside no conceito de logaritmo e a aprendizado dos alunos.

Na pesquisa, exploraremos alguns dos modelos mais utilizados para medir a intensidade de terremotos a fim de construirmos uma maior compreensão a respeito de significados e conceitos relacionados à maneira que os logaritmos estão sendo utilizados nestes modelos. Entendemos que uma compreensão sobre logaritmos favorece uma base para leituras de informações a respeito de magnitudes de terremotos bem como outros fenômenos cujas medidas são expressas em termos de potências numéricas. Então, o foco de pesquisa centra no fornecimento de oportunidades para que o aluno, com auxílio de logaritmos, perceba as relações de grandezas nas quais as características de tais fenômenos estão expressas e que tenha a oportunidade de utilizar estas informações.

Ao término das atividades como as escalas que relaciona terremotos a suas marcas deixadas ou a sua energia, deveremos propor aos alunos para que elaborem modelos com intuito de que eles tenham por objetivo algo de seus interesses ou suas necessidades diárias. Estes modelos deverão ser expressos e comunicados por fórmulas logarítmicas ou outros meios de expressar conceitos e relações que remetem a seus anseios ou necessidades de forma que os modelos sejam adequados aos objetivos para quais foram construídos.

Por fim, os estudos serão socializados com a turma ao longo do estudo, para que sejam feitas anotações e questionamentos para coletarmos informações que ajudem a responder os anseios desta pesquisa. Os relatos e trabalhos em relação às atividades serão recolhidos para que as informações sejam analisadas tendo em vista o nosso objetivo, para

tanto estaremos utilizando as gravações de áudio dos grupos durante a realização das atividades propostas com a intenção de verificar a interação do conteúdo escolar com a experiência do aluno, sob a luz do nosso referencial teórico. Buscaremos nas atividades desenvolvidas pelos alunos, de forma escrita, indícios de que a aproximação do conteúdo matemático (logaritmo) com a sua experiência tenha proporcionado uma melhor compreensão sobre o assunto e colaborado para uma relação ativa entre ambos.

## **2. A questão e o objetivo da pesquisa**

Entendemos que educação se faz por comunicação e interação. “Que a educação não consiste unicamente em falar e ouvir, e sim em um processo ativo e construtor, é princípio quase tão geralmente violado na prática, como admitido em teoria” (DEWEY, 1979, p. 41). A partir de então, procuraremos que os estudantes construam significados para logaritmos em contextos que se aproximem da sua rede de experiências, viabilizando uma interação dialógica com colegas e com professor. Com esse fim, construiremos essa pesquisa com intuito de responder à seguinte pergunta:

**Quais são as possíveis contribuições para o ensino e a aprendizagem do conceito de logaritmo a partir de atividades que aproximam situações das vidas dos aprendizes em que modelos matemáticos relacionados às situações servem como base para uma compreensão do conceito e às próprias situações?**

Como explicitado, a situação escolhida para contextualizar o uso de logaritmos, abalo sísmico (terremoto) e o modelo cuja construção emprega o logaritmo, é a escala de Richter.

A pesquisa de campo está sendo realizada com estudantes que possuem conhecimentos sobre potenciação e funções exponenciais para que eles possam utilizar esses conhecimentos como base para as interpretações de logaritmos encontrados no modelo do Richter. As atividades estão sendo conduzidas de forma dialogada com intuito de que os estudantes construam relações entre as funções exponenciais e logarítmicas.

Como todo o contexto que flui como cerne da nossa pesquisa, temos a preocupação focada no aluno e com a sua necessidade de relacionar o seu conhecimento com as suas experiências. Portanto nosso objetivo é:

**Proporcionar ao aluno situações para que ele construa significados utilizando as propriedades e operações logarítmicas, e, por meio destas atividades, desenvolver habilidades que o permitem utilizar esse conhecimento para interpretação de informações e resolução de problemas.**

Estamos proporcionando situações de forma conexa às experiências dos alunos possibilitando importantes condições para que conjecturem sobre o que estarão vivenciando ao longo do desenvolvimento das atividades propostas e desta forma, construindo e atribuindo significados ao conceito de logaritmo no contexto de sua aplicação. Especificamente, estamos explorando o conceito de logaritmo e propriedades de expressões e funções logarítmicas no contexto de modelos que quantificam a intensidade de abalos sísmicos por empregar logaritmos, dando ênfase no estreitamento da Matemática com as experiências dos alunos.

### **3. Educação e experiência na concepção de Dewey**

Sabemos que quando temos o conhecimento a respeito de uma determinada situação, nos sentiremos pontualmente habilitado para estabelecer uma relação serena com tal circunstância. Por outro lado, em situações de dúvida a busca por desvendarmos o desconhecido possibilita a comunicação com o meio em que somos participantes, mesmo sendo estes saberes transmitidos de um ser para o outro. A questão da não significância, ou seja, a falta de contexto aos nossos conhecimentos está ligada ao fato da objetividade e não ao fato de ser repassado. De acordo com Dewey (2010, p. 23), “O problema, então, é: como esses contatos podem ser estabelecidos sem violar o princípio da aprendizagem através da experiência pessoal”.

Atualmente, nas escolas, estamos na contra mão de uma aprendizagem que esteja fundamentada na experiência e atividades com interferências construtivas nas vidas diárias dos estudantes. Praticamos um ensino de forma que os conhecimentos adquiridos carecem em conectividade com os interesses e experiências pessoais dos alunos por consequência sem significados que possam ser relacionados a um contexto presente. Dewey (2010, p. 25) aponta que “é certo admitir que a educação tradicional adote como matérias curriculares fatos e ideias tão ligados ao passado que pouco contribuem para a compreensão dos problemas do presente e do futuro”. Podemos lembrar ainda que é a busca por soluções de

problemas do presente que nos faz investir no desenvolvimento da humanidade para o futuro.

Investir no presente para desenvolvermos no futuro é o sinônimo de uma educação pautada e enraizada nas atividades, hábitos e necessidades da sociedade, a fim de garantirmos e facilitarmos nossas interações no convívio em comunidade. O indivíduo com os membros de sua comunidade desenvolve habilidades como a capacidade de argumentação e aquisição de conhecimentos relacionados aos hábitos do seu espaço e, desta maneira, as pessoas são participantes na comunidade em que se fazem presentes. Porém, faz tempo que o desenvolvimento da sociedade é de tal forma que essa aprendizagem não é suficiente e provoca a necessidade de se criar uma estratégia flexível de educação. Vale a pena dizermos que foi sob esta ótica e com esse intuito que as primeiras ideias sobre os conceitos de escola se desenvolveram. De acordo com Dewey (1979, p. 8), “sem essa educação formal é impossível a transmissão de todos os recursos e conquistas de uma sociedade complexa”.

Dewey (1979, p. 9) afirma que “quando a aquisição de conhecimento e a aptidão intelectual técnica não influem para criar uma atitude mental social, a experiência vital ordinária deixa de ganhar maior significação”. A necessidade de uma educação formal para acompanhar uma sociedade complexa é fato indiscutível, porém, precisamos nos preocupar com os objetivos dessa educação.

Informação e conhecimento não devem ser pontos isolados em um universo. Estes pontos devem ser integrados em um processo dinâmico. O conhecimento que não proporciona ao indivíduo a condição de ser crítico e de relacionar com uma determinada circunstância de maneira consciente é fruto de um ensino que não evoluiu junto a uma sociedade complexa que necessita de um indivíduo capaz de armazenar, pensar, criticar e de relacionar conhecimentos. “O perigo permanente, portanto, é que o cabedal da instrução formal se torne exclusivamente a matéria do ensino nas escolas, isolado das coisas de nossa experiência, na vida prática [...]” (DEWEY, 1979, p. 9).

Atribuir significados aos conteúdos estudados na formalidade dos espaços escolares não é uma tarefa simples, porém, podemos proporcionar condições ao aluno para que se desenvolva em contextos e aplicações de conteúdos formalizados na escola que aproximem suas experiências de vida. De acordo com Dewey (1979, p.55), “a tendência a aprender-se

com a própria vida e a tornar tais as condições da vida que todos aprendam com o processo de viver, é o mais belo produto da eficiência escolar”.

Com o interesse por uma situação decorrente de sua experiência, em que o indivíduo se perceba como participante direto e envolvido, este tende a se movimentar no sentido de proteger da melhor forma possível o desenvolvimento do processo em que está envolvido. Dewey (op. cit., p. 137) afirma que “interesse e objetivos, interesse e intenção ou propósito, estão necessariamente em estreita conexão”. Para associar as propriedades e conceitos matemáticos, em específico os logaritmos, com as experiências do aluno, é necessário que o aluno tenha em seu propósito o alinhamento do seu interesse com o objetivo. Esta relação é mútua: conhecimento e comunidade do aluno precisam estar alinhados em um único interesse, no caso, o de se completarem. Dewey (op. cit., p.137) define que “interesse significa que o eu e o mundo exterior se acham juntamente empenhados em uma situação em marcha”.

Podemos pensar, então, que cabe ao professor desenvolver com os estudantes um ambiente de possibilidades que comungue com as habilidades dos alunos, lembrando que “se foi preciso tornar o material interessante, isto significa que do modo porque foi apresentado não se relaciona com os fins e capacidades atuais, ou que, se existia relação esta não foi percebida” (Dewey, 1979, p. 139). Precisamos ressaltar que não são todas as atividades que geram interesse. Deparamos com situações em que, por motivos diversos, não conseguiremos atingir um nível de cumplicidade satisfatório entre a proposta e o aluno. Por exemplo, existe a possibilidade desta não cumplicidade surgir meio ao processo devido a um desencanto do aluno ou até mesmo por este não adquirir condições suficientes pré-estabelecidas para dar prosseguimento à resolução da situação-problema proposta. Da mesma forma, durante o processo podemos perceber o aluno sem engajamento voltando a se doar ao desenvolvimento da atividade.

Não teremos a intenção de criticar ou comparar o ensino tradicional com alguma outra forma de desenvolver o processo de ensino e aprendizagem. Entendemos que devemos realocar as nossas intenções e objetivos sobre aquilo que estamos desenvolvendo em sala de aula. Devemos elaborar maior objetividade sobre os assuntos a serem explorados em sala. Desta forma, repassaremos informações que deverão possibilitar a transposição para um relacionamento contextualizado para os alunos.

Quando a educação é concebida em termos de experiência, uma consideração se destaca em relação às demais. Tudo o que possa ser considerado como matéria de estudo, seja aritmética, História, Geografia ou qualquer uma das ciências naturais, deve derivar de materiais que, originalmente, pertençam ao escopo da experiência da vida cotidiana. (DEWEY, 2010, p. 75).

Em nossa pesquisa, esse contexto de vida cotidiana está no fenômeno de terremotos com os quais compreendemos, em parte, por meio de modelos, especificamente modelos como a escala de Richter.

#### **4. Uso de modelos para compreender abalos sísmicos**

Desenvolveremos um estudo a cerca de uma compreensão de terremotos por meio de modelos utilizados para quantificar os tremores de terra, observando, explorando e comparando os principais modelos de Richter e Mercalli por serem exatamente modelos de referência para quantificar os abalos sísmicos.

É por meio dessa compreensão que os modelos norteiam nossas atividades referentes às situações (BEAN, 2007). Como modelos são construções humanas, os saberes, interesses, objetivos e as visões de mundo dos modeladores estão embutidos nas suas construções( BEAN, no prelo).

Tentar anteceder-se a um resultado ou compreender o que um fenômeno trouxe é motivo para construirmos modelos que forneçam uma base para um entendimento de acordo com os aspectos levantados; qualificando-os de modo a conceituar o que se interessa da situação e, desta forma, construir uma compreensão do fenômeno. Os modelos que nos fornecem informações cujo uso demonstra proveitoso em relação às atividades socioculturais se tornaram referências para tais atividades e interferem na tomada de decisões.

Entendemos o modelo de Richter neste sentido, na qual consideramos a escala deste, no contexto de abalos sísmicos como um construto conceitual cuja construção envolveu a inter-relação entre vários conceitos como a propagação das ondas que são teorizadas pela Física, nos permitindo entender a movimentação da terra juntamente com a Matemática auxiliando na leitura e tratamento destas informações. Uma compreensão do logaritmo nos possibilita expressar e relacionar estas informações aos abalos sísmicos de uma forma quantitativa.



O modelo de Richter é um dos modelos mais conhecidos para quantificar a intensidade de um abalo sísmico. O modelo quantifica de forma numérica em uma escala que expressa uma relação entre a energia liberada pelo terremoto e a magnitude das ondas sísmicas. Entretanto existem outros modelos, notavelmente, o de Mercalli modificado, que categoriza em números romanos de I a XII, que expressam o sentimento e a percepção sobre a consequência que o fenômeno provoca em estruturas e espaços físicos.

#### 4.1 O modelo de Mercalli

O modelo de Mercalli modificado (ver figura 1) foi construído pelo italiano Giuseppe Mercalli em 1902, originalmente com uma escala de I a X, com intuito de fornecer um meio de qualificar e quantificar os efeitos de um terremoto ao considerar os estragos. “Em linguagem técnica é uma escala que permite verificar a intensidade de um sismo verificando os efeitos de um terremoto (movimento do terreno) sobre pessoas, elementos da natureza e edificações” (REBOLÇAS, 2010).



**Figura 1.** A escala de Mercalli.

Podemos nos questionar se este modelo possui mais credibilidade que qualquer outro, como o modelo de Richter. Porém, o objetivo de quem utiliza o modelo interfere nesta resposta. Embora a figura 1 ilustre uma comparação entre o modelo de Mercalli e escala de Richter, o modelo de Mercalli é mais usual no que diz respeito a uma análise daquilo que está próximo, ou seja, o indivíduo poderá quantificar o terremoto de acordo com os estragos e consequências que trouxe. É importante notar que “um determinado sismo possui uma só magnitude, mas é sentido com intensidades diferentes conforme a distância do local ao epicentro” (PORTEIRO; MACHADO, 2007, p. 16), pois a intensidade remete aos estragos causados pelo fenômeno. Desta forma, o modelo de Mercalli possibilita uma relação de sentimentos e subjetividade aos indivíduos no que se refere a sua experiência com o fenômeno. Já o modelo de Richter traz informação única que se estende por toda a região independente se houve ou não estragos maiores ou menores em lugares diferentes.

## 4.2 O modelo de Richter

O maior terremoto já registrado foi o grande terremoto do Chile em 1960 que atingiu 9,5 na escala de Richter. A escala Richter foi desenvolvida em 1935 pelos sismólogos Charles Francis Richter e Beno Gutenberg. O modelo surgiu da necessidade em quantificar os fenômenos, a princípio, no sul da Califórnia onde se concentravam os estudos. Segundo Richter (apud DANTE, 2012, p. 277) a partir de estudos e pesquisas desenvolvidas, Richter propôs um modelo que representava todas as características do fenômeno, o modelo utilizado para realizar o cálculo da energia liberada pelo sismo no momento em que ele se concretiza é:

$$I = \frac{2}{3} \log \frac{E}{E_0} \quad \longrightarrow \quad I = \frac{2}{3} (\log E - \log E_0)$$

Onde “I” é a intensidade do terremoto, relação que leva em consideração sessenta por cento (60%) da diferença entre a energia final ( $E$ ) a energia inicial ( $E_0$ ). Os valores de energia tem como aspecto relevante a amplitude das ondas. Como as ondas sísmicas se propagam sempre em movimento de oscilação, a amplitude representa a altura máxima dessa oscilação. Ainda de acordo com Richter (apud DANTE, 2012, p. 277), a energia final representa a força total do fenômeno, já a energia inicial ( $E_0$ ) representa o acúmulo de energia gerada pelo atrito constante das placas tectônicas, pois o interior da terra é formado por junções de placas, chamadas de placas litosferas. Estas placas se movimentam

na ordem de centímetros por ano gerando ao longo do tempo tensões nas bordas destas placas onde se configura o atrito. Quando estas tensões atingem o limite de resistência da placa, ou seja, a energia inicial ( $E_0$ ), acontece a ruptura e neste momento é liberado a energia. “Quando ocorre uma ruptura na litosfera são geradas vibrações sísmicas que se propagam em todas as direções na forma de ondas” (ASSUMPCÃO; DIAS, p. 45).

A energia liberada pelo sismo deverá dar significado à magnitude do tremor.

A magnitude de um sismo é um valor calculado com base na quantidade de energia libertada no local da ruptura, também chamado foco ou hipocentro do sismo. Aquela energia é determinada através da medição da amplitude máxima das ondas registadas nos sismogramas. (PORTEIRO; MACHADO, 2007, p. 16).

A mudança de magnitude na escala de Richter na ordem de 2 para 3, por exemplo, implica em uma ação sísmica 10 vezes maior, a cada unidade maior na escala, multiplica-se por 10 a movimentação do solo medido em microns (unidade de medida). Em termos de “energia sísmica libertada por um sismo de determinada magnitude é cerca de 30 vezes a de um sismo de uma unidade de magnitude abaixo” (RIBEIRO, 1995, p. 34). Tratamos a magnitude de um terremoto como expoentes de potencias em base dez, a princípio como já explicitamos, devemos explorar as informações concebidas pelas funções exponenciais para desenvolvermos o conceito e propriedades logarítmicas a partir da magnitude, vejamos:

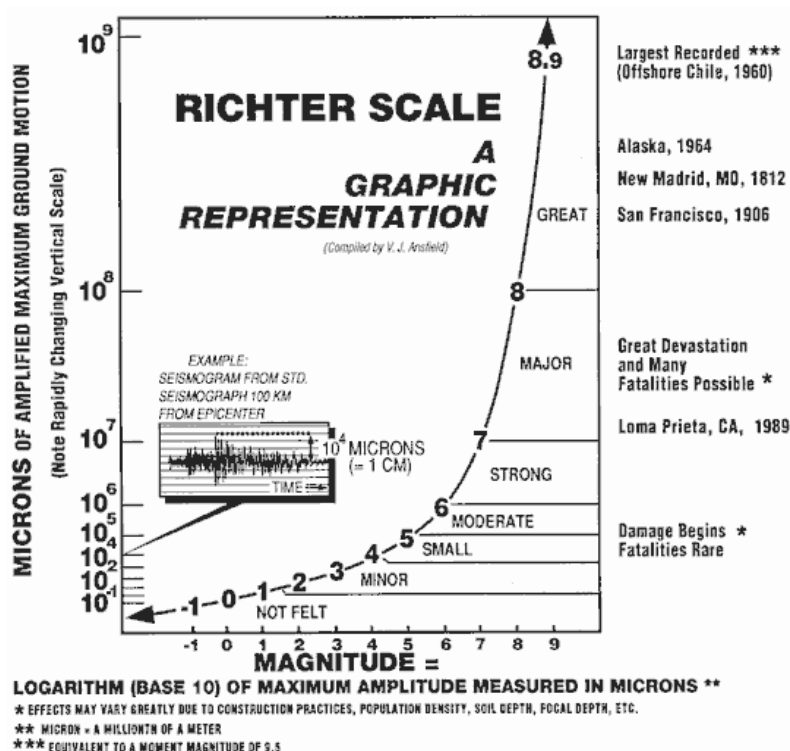


Figura 2. Escala de Richter representada graficamente.

### 4.3 Logaritmos e a escala de Richter

A noção a priori de potenciação e equação exponencial proporciona uma melhor leitura do gráfico da escala de Richter (figura 2), uma vez que este se desenvolve sob a base 10. Então, a tabela está nos servindo para introduzir o conceito de logaritmo em um contexto no qual a potenciação está sendo utilizado para definir logaritmo. Estamos explorando o modelo de Richter para auxiliarmos os estudantes na construção e significados para as propriedades logarítmicas em relação à potenciação, auxiliando no entendimento do modelo de Richter e seu uso para a interpretação e compreensão de abalos sísmicos.

#### Referências

BEAN, Dale. As premissas e os pressupostos na construção conceitual de modelos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 2012. Petrópolis – RJ. **Anais...**, no prelo.

BEAN, Dale. Modelagem: uma conceituação criativa da realidade. In: IV ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE OURO PRETO, 4, Ouro Preto – MG. **Anais...** Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto: Editora UFOP, 2009. p. 90-104.

BEAN, Dale. Modelagem matemática: Uma mudança de base conceitual. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, Ouro Preto – MG. **Anais...** Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto e Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2007. p. 35-58.

DANTE, Luiz. Matemática Contexto & Aplicações. São Paulo: Editora Ática, 2012. 496 p.

DEWEY, John. **Experiência e Educação**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2010. 165 p.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979. 397 p.

FERNANDO REBOUÇAS. Escala De Mercalli. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geologia/escala-de-mercalli/>>. Acessado em 22/ 09/2012.

GEOGRAFIA LINKS. Catálogo geográfico virtual. Apresenta a obra Decifrando a terra; Sismicidade e estrutura interna da terra, cap. 3. Disponível em: <http://geografialinks.com/site>. Acessado 15 de maio de 2012.

MELILLO, Célio; BEAN, Dale. Modelagem matemática na atribuição de probabilidades em jogos do campeonato brasileiro de futebol. In: ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; ARAÚJO, Jussara Loiola; BISOGNIN, Eleni (Orgs.). **Práticas de modelagem matemática na educação matemática**: relatos de experiência e propostas pedagógicas. Londrina: Editora da UEL, 2011. p. 83-103.

PORTEIRO, Andrea; MACHADO, Susana. Guião de Conteúdos. Lisboa: 2007. 29 p.

RIBEIRO, Antônio. Falhas Activas e Sismos. Lisboa: 1995. 17p.