

Projeto Iberoamericano de Divulgação Científica¹ – *Iberciencia*
Comunidade de Educadores Iberoamericanos para a Cultura Científica

Autor: Matthew Pasek

Fonte da Reportagem: *Materia* (Espanha)

Publicado em 24/12/2016

Referência: 3MMG230

Reportagem *Materia* (Espanha) *la web de noticias de ciencia* – 24 de dezembro de 2016.

Quanta energia há em um raio?

The Conversation – Matthew Pasek²

Os raios geram temperaturas mais altas que a da superfície solar, acima de 20.000 graus Celsius.



Durante a maior parte da história humana, os raios têm assustado as pessoas. Como aterradoras descargas procedentes do céu, os raios eram uma ferramenta dos deuses para castigar os mortais por sua arrogância (ou sua desafortunada tendência a esconder-se das tormentas embaixo das árvores). O descobrimento e uso dos para-raios de Benjamin Franklin domesticou essa arma divina antes formidável.

No entanto, a força dos raios ainda persiste em nossa imaginação. Hollywood ainda os considera bastante potentes para permitir que carros com desenho da década de 1980 rompam o contínuo espaço-tempo. No mundo dos *Comics*, é um dos ingredientes da receita para conseguir superpoderes. Também deram aos raios a capacidade de ressuscitar os mortos, ainda que nem sempre com o resultado desejado.

Quanta energia há de fato em um raio? Pode parecer que essa pergunta já deveria ter uma resposta definitiva, mas é difícil responder em termos quantitativos. Em nossas pesquisas, temos abordado o assunto de um novo modo: temos deduzido a magnitude de um raio a partir do tamanho das rochas formadas por ele.

¹ Tradução livre de Elio Carlos Ricardo.

² Catedrático adjunto de Ciências Geológicas, da Universidade do Sul da Flórida. Recebe financiamento da seção de Exobiologia e Biologia Evolutiva da NASA (Projeto NNX14AN96G). O artigo foi publicado originalmente em inglês na web *The Conversation*.

Cálculo aproximado

Está claro que um raio é muito potente: não é mais necessário olhar para uma árvore partida ao meio para constatar isso. Os raios geram temperaturas mais altas que a da superfície do Sol, acima de 20.000 graus Celsius, temperatura que é impensável para os humanos.

Essa medida da temperatura oferece um modo de calcular a energia de um raio. Exige-se uma determinada quantidade de energia para esquentar o ar até uma temperatura elevada. Se medirmos o comprimento de um raio e multiplicamos pela energia por metro necessária para esquentar o ar a milhares de graus, pode-se calcular a energia do raio.

Também podemos medir a energia de um raio considerando-se a voltagem de uma descarga. Um volt é uma medida da quantidade de energia liberada quando cada pacote de elétrons passa de um lado para outro de um objeto (por exemplo, em uma pilha). Quando cai um raio, podemos medir a voltagem que gera nas linhas elétricas próximas, que oscila entre milhares de volts. A partir da Lei de Ohm, pode-se calcular a potência do raio multiplicando-se a voltagem pelo número de elétrons que se movem durante a descarga, o que se conhece por corrente. Se conhecermos a duração dessa descarga, podemos calcular a energia.

Esses métodos levam a uma grande variedade de erros: calcular mal o comprimento do raio, equivocar-se na quantidade de gás aquecido por metro, ou na temperatura, a voltagem ou o número de elétrons (todos eles erros grandes nesse contexto).

Existiria outra maneira de calcular a energia de um raio, que reduza alguns desses erros? As extraordinárias características geológicas da Flórida oferecem uma possibilidade interessante para responder essa pergunta.

Raios fossilizados

A Flórida é um lugar bastante enfadonho para os amantes das rochas. Há areia e calcário. Não muito mais que isso, e tudo é recente em termos geológicos. Em alguns casos, a areia se depositou há 15 milhões de anos e, em outros, há 5 milhões.

O clima da Flórida é um pouco mais interessante; de fato, é o estado dos Estados Unidos em que caem raios com mais frequência. Muitas vezes, esses raios caem na areia que cobre a superfície do estado. Quando isso ocorre, forma-se uma nova classe de rocha chamada fulgurito (um tubo oco que se forma quando o raio atravessa a areia derretendo-a). Quando a areia se esfria, que ocorre em seguida, o tubo oco se converte em um vidro que registra a forma do raio. Por definição, um fulgurito é uma rocha metamórfica que, transformada pelo calor e a pressão, deixa de ser areia e se converte em algo novo.

Os fulguritos não são muito comuns, a menos que se saiba onde procurar. O centro da região peninsular da Flórida abriga várias minas de areia que produzem matéria prima para a fabricação de estradas, cimento, campos de golfe e pistas esportivas. Em um desses sítios, têm sido encontradas algumas centenas de fulguritos, mais de 250 se encontravam no solo, e muitas mais em outros sítios.

Esses sítios não são distintos de outras regiões da Flórida, não são uma espécie de imã para os raios, mas o entorno geológico é adequado para que se conservem durante muito tempo. Essas minas de areia provavelmente contém fulguritos acumulados há um milhão de anos. São fáceis de encontrar: como o vidro não é desejável na areia comercial, eles são coletados e descartados.

O diâmetro de um fulgurito varia entre, aproximadamente, o dedo de um bebê e o braço de um homem adulto. Os mais grossos se formaram pelo impacto de raios com muito mais energia: um fulgurito mais grosso equivale a uma maior quantidade de areia vaporizada. A maioria dos fulguritos que são encontrados são fragmentos curtos, ainda que as mais compridas medissem um ou dois metros.

Cálculos baseados nos fulguritos

Necessita-se de uma quantidade específica de energia para vaporizar a areia. Primeiro, a areia deve aquecer-se até os 1.700 graus Celsius, aproximadamente a temperatura da lava fundida. A essa temperatura a areia se derrete. Em seguida, a areia derretida tem que ser aquecida a 3.000 graus Celsius, ponto em que se vaporiza. São necessários uns 15 megajoules de energia para aquecer e vaporizar um quilograma de areia. É aproximadamente a quantidade de energia que uma família americana média

consome em seis horas, ou a energia cinética que teria um carro médio deslocando-se a 483 quilômetros por hora.

Após analisar os fulguritos, chegamos à conclusão de que a energia média necessária para formar essas rochas foi de aproximadamente um megajoule por metro de fulgurito formado. Calculamos a energia por metro porque na maioria dos casos os fulguritos estavam quebrados.

Assim, de acordo com nossos cálculos, quanto Hollywood se aproxima com os cálculos de De Volta para o Futuro de 1,21 gigawatts de potência de um raio? A potência é a energia em função do tempo, e nossas medidas dos fulguritos indicam que com megajoules de energia se formam rochas em milionésimos de segundo. Ou seja, um gigawatts é pouco. A potência de um raio poderia ser 1.000 vezes superior, o que chegaria aos terawatts, ainda que o valor médio seja de dezenas de gigawatts.

Essa energia proporcionaria energia elétrica a centenas de milhares de casas, ainda que por milionésimos de segundo. Infelizmente, dada sua esporádica e imprevisível natureza, nenhuma rede elétrica poderá aproveitar os raios de forma eficaz. Mas, com tanta energia, pode ser que romper o contínuo espaço-tempo com um Delorean não seja tão inviável afinal...

Uma singularidade no padrão

Quando estudamos a fundo os fulguritos, os dados revelaram um resultado estranho. Nossas medições de energia seguiam o que se conhece como um padrão logarítmico normal. Mas, em vez de seguir a curva em forma de sino que tem a distribuição dos fenômenos naturais, por exemplo, a altura dos homens americanos, a curva da energia apresenta uma assimetria. No exemplo da altura, há o mesmo número de homens situados cinco centímetros acima e cinco centímetros abaixo da altura média. Mas, no caso dos raios, os grandes eram muito maiores que a média, enquanto que os pequenos não eram muito menores que a média. Os raios que duplicavam a média eram tão frequentes quanto os que correspondiam à metade da média.

Que interesse ou utilidade poderia ter esse achado? Medir a energia dos raios é uma forma de medir os danos que podem causar: se um raio é capaz de vaporizar uma rocha, o que faria com a madeira ou os aparatos eletrônicos? Nossas medições indicam que os raios maiores são múltiplos dos raios de magnitude média: um grande pode ser 20 vezes maior que um raio médio, o que é muito para um sistema de proteção antirraios. A energia máxima calculada por meio do método dos fulguritos nos dá uma ideia do dano máximo que podemos esperar e, em última instância, permite-nos estarmos preparados para as piores situações possíveis.

Projeto Iberoamericano de Divulgação Científica - IBERCENCIA

Proposta Didática Atividades para os alunos

1. Assinale quais das afirmações abaixo são verdadeiras e quais são falsas, considerando o que diz o texto sobre a energia dos raios:

1. Os raios geram temperaturas mais altas que as da superfície do Sol.	V	F
2. Benjamin Franklin determinou com bastante exatidão a energia dos raios.	V	F
3. O cinema tem usado os raios para criar viagens no tempo.	V	F
4. Para determinar a energia de um raio a partir da temperatura é preciso estimar também sua duração.	V	F
5. Para determinar a energia de um raio a partir da voltagem é preciso estimar também seu comprimento.	V	F
6. As determinações da energia dos raios a partir da temperatura ou da voltagem são imprecisas.	V	F
7. Nas praias da Flórida se conservam raios fossilizados que ainda têm grande quantidade de energia.	V	F
8. O fulgurito é uma rocha metamórfica formada pela queda de raios na areia.	V	F
9. A partir dos estudos sobre fulguritos estima-se que a potência média dos raios é de dezenas de gigawatts.	V	F
10. Medir a energia dos raios tem interesse apenas científico e teórico já que desse conhecimento não deriva nenhuma utilidade prática.	V	F

2. O que são os raios? Por que se produzem? Onde caem com maior frequência? Busque informações sobre esses fenômenos e tente responder essas questões.

3. Quem foi Benjamin Franklin? O que a reportagem quer dizer quando atribui a ele a “domesticação dos raios”?

4. Como funcionam os para-raios? Verifique onde está o para-raio mais próximo da sua escola e de sua casa.

5. O que se deve fazer em caso de tempestades com raios? O que não se deve fazer nessa situação?

6. Releia o que diz a reportagem sobre os métodos para calcular a energia dos raios: o que se baseia na temperatura que gera e o que se baseia na voltagem. Quais diferenças há entre eles? Você poderia complementar as informações dadas na reportagem sobre esses métodos?

7. O que são as rochas metamórficas? Como se geram os fulguritos?

8. Pode-se falar de raios fossilizados? A que se refere essa expressão que aparece na reportagem?

9. Elabore com esquemas, desenhos ou animações uma apresentação que explique a forma como se produzem os fulguritos. Procure expor também como se pode calcular a potência dos raios a partir deles.

10. Para que serve pesquisar sobre os raios? Poderemos chegar a aproveitar a energia que produzem? Pesquise em outras fontes e busque ampliar as informações sobre esse assunto que aparece na reportagem.

Projeto Iberoamericano de Divulgação Científica – *Iberciencia*

Proposta Didática Sugestões para os Professores

Dentre as atividades propostas convém escolher quais se adaptam melhor ao grupo e aos seus interesses. Em qualquer caso, antes de propor a realização das atividades, recomenda-se uma leitura atenta do texto.

A atividade 1 permite a análise do conteúdo do texto. Sua revisão permitirá esclarecer possíveis dúvidas. As atividades 2 e 3 propõem indagar sobre os aspectos básicos relacionados com esse tipo de fenômeno. As atividades 4 e 5 se centram no funcionamento dos artefatos que protegem de seus efeitos e o comportamento recomendável em caso de tempestades com raios. A atividade 6 propõe analisar a informação que está na reportagem (e ampliá-la, se necessário) sobre os dois primeiros métodos para calcular a energia dos raios. As atividades 7, 8 e 9 propõem distintas tarefas para entender e mostrar a forma como a reportagem apresenta esse interessante procedimento para calcular a energia dos raios utilizando-se os fulguritos. A atividade 10 sugere refletir sobre a relevância desse tipo de pesquisa.

Ainda que as atividades propostas estejam redigidas para serem realizadas individualmente, várias delas são especialmente propícias para serem desenvolvidas em equipe ou em debate aberto com toda a classe. É especialmente interessante, nesse sentido, compartilhar os resultados das atividades 4, 5 e 9.

Poderia ser oportuno registrar alguns dos comentários e respostas que aparecem na aula em torno das atividades 9 e 10. Além de servir de síntese dos resultados desse trabalho sobre o tema da reportagem, permitiria conhecer a percepção dos jovens sobre seus interesses.