

Introdução

A ação “Terremotos: uma luz para o interior da Terra”, desenvolvida no âmbito do Programa Novos Talentos, foi conduzida respeitando os seguintes princípios: *i)* de que ciência é para todos os estudantes; *ii)* de que sua aprendizagem é dada através de um processo ativo, ou seja, aprender ciências é algo que os estudantes fazem e não o que é feito para eles; e, *iii)* aprimorar a educação em ciências faz parte de uma reforma educacional sistemática, cuja principal proponente é a universidade.

O intuito da proposta foi adicionar experiência ao processo de aprendizagem através de conteúdo adicional, de emoção e de oportunidades. Quando os geocientistas visitam uma classe de aula e interagem com os estudantes, eles oferecem ambos: experiências científicas pessoais e os perfis profissionais que inspiram interesses por novas carreiras.

Não pretende-se, porém, estabelecer um guia de orientação aos pesquisadores que ainda não enfrentaram um grupo de estudantes curiosos, mas encorajar este primeiro passo, e tornar este encontro inicial tão divertido e efetivo quanto possível. Além disso, espera-se que esta “ação” possa oferecer ideias e recursos, de modo a elevar a experiência dos cientistas quanto educadores, fomentando o desenvolvimento de abordagens mais motivacionais e efetivas na educação das Geociências.

Toda a ação baseia-se na premissa de que estudantes aprendem ciência fazendo ciência, consolidando conteúdo e metodologia. Reconhecer um “novo talento”, ou despertar essa vocação entre os estudantes é oferecer as ferramentas que os permitam explorar e descobrir, coletar e analisar dados, e estabelecer conclusões que deverão ser comunicadas e defendidas. É evidente que estes componentes devem ser apresentados respeitando os níveis apropriados de grau e idade, porém mesmo os estudantes mais jovens são capazes de executar todas estas tarefas.

Nesta proposta foram contemplados os ingredientes fundamentais para a prática de ciências: a) o questionamento – definição do problema a ser investigado; b) os dados – observação, medida, teste, registro, organização, manipulação e apresentação; c) a síntese – interpretação dos resultados, o pensamento crítico individual e o trabalho em equipe; d) a comunicação – compilação das principais conclusões, apresentação e defesa. Todas estas etapas foram tratadas utilizando uma linguagem acessível, de forma lúdica e divertida, com ênfase na recompensa pela autodescoberta.

Novos Talentos, uma oportunidade para extensão

No que se refere às Geociências, são escassos os projetos dedicados aos programas de extensão. Na Geofísica, em particular, essa condição ainda é mais crítica, dado o notável desconhecimento da

sociedade sobre a atuação desse profissional. Essa negligência/dificuldade em interagir com a comunidade externa deve-se, em grande parte, pela ampla demanda de projetos de pesquisa e investimentos provindos da indústria do petróleo.

Então, porque despender tempo e esforço em projetos de extensão, especialmente abordando questões de interesse pedagógico?

Em primeiro lugar, porque é função da universidade, e de seus acólitos, desenvolver atividades com este fim. Além disso, os geofísicos possuem as prerrogativas necessárias para a execução bem-sucedida de projetos deste tipo:

- a) Possuem extensivo treinamento acadêmico e aplicado, capazes de fornecer exemplos atuais e históricos aos questionamentos dos estudantes e habilidades técnicas necessárias para orientação dos mesmos na condução de suas próprias investigações;
- b) Podem trazer suas ferramentas para a sala de aula, ou levar a sala de aula para fora, permitindo um “olhar” mais próximo da Terra;
- c) Podem colaborar na discussão de temas relacionados ao uso de recursos terrestres e conectá-los aos estilos de vida modernos. Por exemplo, eles sabem que a gasolina não flui de forma “mágica” da bomba no posto de gasolina.
- d) Possui “*know how*” na aquisição e avaliação de dados, capazes de fornecer soluções inteligentes aos problemas da sociedade, auxiliando, desta forma, na tomada de decisões políticas.

Apesar de todas as implicações práticas, muitos educadores ainda consideram as Ciências da Terra com rigor menor do que a Física ou Química.

Metodologia

O núcleo da ação está centrado na Sismologia, ciência que estuda os terremotos, e corresponde a um dos principais campos de trabalho dos geofísicos (Sheriff e Geldart, 1995).

Terremoto é um dos fenômenos naturais mais perigosos e catastróficos do planeta. Na mesma proporção dos seus efeitos nocivos, uma excitação gerada pela ansiedade/medo desperta a curiosidade e interesse dos estudantes sobre este tema.

A estratégia da ação foi explorar esse sentimento causado pelos terremotos, ressaltando a importância do trabalho dos cientistas, no intuito de minimizar os riscos causados pelos terremotos e, além disso, obter informações das profundezas de nosso planeta a partir de dados gerados por este fenômeno.

A execução da ação, propriamente dita, foi estruturada em termos de um campeonato: *Torneio*

Sismológico, contendo todos os elementos de uma competição esportiva: equipes, escudos, placar e premiação, customizados com a temática da ação. Em cada encontro eram realizadas disputas entre as equipes, onde os fundamentos do tema central estavam dispostos no plano de fundo dos jogos, como quiz, quebra-cabeças, caça-palavras e oficinas.

A seguir são apresentados alguns dos desafios realizados durante o torneio.

Máquina de Terremotos

Inicialmente os estudantes foram provocados mediante a apresentação de fotos e vídeos ilustrando os danos causados pelos terremotos. A ideia era induzí-los ao seguinte questionamento:

O que é um terremoto? Quais as causas dos terremotos? Por que o chão treme quando ocorre um terremoto? Como os terremotos são registrados? Como os cientistas medem o tamanho de um terremoto? Como os cientistas determinam o lugar onde o terremoto aconteceu? Os cientistas podem prever terremotos?

Desta forma, os alunos são, involuntariamente, “forçados” a buscar explicações que descrevam a dinâmica dos terremotos. Todas as questões foram anotadas no quadro e as equipes foram solicitadas a responder suas próprias questões. A partir dessa discussão é que as informações foram fornecidas, conceitos e definições foram apresentados.

O objetivo foi fazê-los perceber que os terremotos são resultantes de uma liberação súbita de energia na crosta terrestre. Esta energia cria ondas similares àquelas ondas geradas, por exemplo, pela queda de uma pedra na água, e que são chamadas ondas sísmicas. Estas ondas espalham-se em todas as direções a partir do foco, o epicentro, propagando-se sob diversas formas. É o reconhecimento destes diferentes tipos de ondas sísmicas, a base da sismologia. Os estudantes foram convidados, portanto, a explorar este caráter através de uma simulação: a máquina de terremotos.

A simulação foi realizada com 2 conjuntos de molas. Dois membros de cada equipe segurando as extremidades da mola, afastados por uma distância arbitrária, foram orientados a deformar a mola de diferentes modos: longitudinalmente, na direção de extensão da mola; e transversalmente, na direção perpendicular à extensão da mola. Quando o esforço aplicado na deformação dessa mola é cessado, observa-se oscilações no corpo da mola, de maneira análoga ao mecanismo de propagação de ondas geradas pelos terremotos. Quando o experimento é repetido, comparando-se os tempos de percurso das ondas criadas por deformações diferentes, os estudantes chegaram a surpreendente constatação de que as ondas percorriam a extensão da mola com velocidades distintas, pois, atingiam as extremidades da mola em instantes diferentes de tempo (Figura 1).

Então, qual seria o tipo de onda mais rápida? Por que existem tipos diferentes de ondas? O que

são ondas P e S? Os terremotos geram quais tipos de ondas?

Nesta investigação, os alunos foram capazes de entender o significado dos diferentes tipos de ondas sísmicas e a reconhecê-las a partir do tipo de movimento.



Figura 1: Alunos durante a atividade “Máquina de Terremotos”.

Caçadores de Terremotos

A atividade foi introduzida mostrando *homepages* de monitoramento da atividade sísmica no mundo. A primeira observação é que terremotos ocorrem todos os dias em diversas regiões do mundo.

A maior parte deles são pequenos tremores que não são sentidos pela população, porém ocasionalmente um terremoto com magnitude maior pode acontecer acarretando muitos prejuízos, desde danos estruturais nas edificações até milhares de vítimas. Terremotos ainda podem causar tsunamis, que são ondas gigantes no mar colocando as populações residentes na costa em perigo.

Os estudantes são incentivados a identificar padrões de sismicidade no mapa, que por sua vez

são correlacionáveis com os limites das placas tectônicas.

Para execução desta prática foram fornecidos aos estudantes sismogramas das 3 componentes de registro de 3 estações sismográficas (Figura 2), acompanhado de um mapa da área onde ocorreu o sismo, além da posição das estações, um gráfico da curva de tempo de percurso S – P; e um compasso.

Neste desafio os participantes foram capazes de entender que ondas P e S são usadas para determinar o epicentro de um terremoto, usando dados sismológicos através da triangulação de estações sismográficas.



Figura 2: Sismogramas utilizados no desafio “Caçadores de Terremotos”.

Força Sísmica

Este desafio exigiu, literalmente, de um esforço físico das equipes. A atividade foi inspirada nas histórias em quadrinhos em que o personagem bate com uma marreta sobre uma placa de ferro, que por sua vez impulsiona uma bolinha para cima, de modo a atingir o sino no topo do poste. Esta brincadeira

de medir a força entre os participantes foi realizada utilizando instrumentos geofísicos, como o sismógrafo e os geofones.

Inconscientemente, os estudantes estavam reproduzindo um levantamento de campo convencional de dados sísmicos em escala rasa de investigação, comumente empregados em ensaios geotécnicos (Figura 3).

Mais importante do que a disputa de força gerada pelo impacto da marreta, foi fazê-los perceber que a marreta se comporta como uma fonte sísmica, gerando ondas mecânicas que atravessam o meio em subsuperfície e, depois de uma condição específica, retornam à superfície trazendo informações sobre o meio, como por exemplo, litologia, estrutura, profundidade do nível freático, etc. (Burger et al., 2006).

O sinal sísmico registrado carrega, em termos de amplitude, além de medidas sobre a intensidade da fonte, uma série de parâmetros físicos (atributos sísmicos). Levando em consideração às devidas proporções e escalas de aplicação, estes são os princípios básicos usados na prospecção das reservas de petróleo e gás.

É nesse contexto que é apresentada a Geofísica. Algumas questões que permearam a discussão em campo são listadas: O que um geofísico faz? Quais os tipos de geofísicos? Quais são as competências dos geofísicos? O que os estudantes precisam aprender ou gostar para ser um geofísico? Quais as universidades que oferecem curso de Geofísica? Onde os geofísicos trabalham?



Figura 3: Alunos durante a aquisição de dados sísmicos típicos de estudos de engenharia.

Considerações Finais

Uma variedade de abordagens educativas foram exploradas durante a ação sobre Sismologia, cujo arcabouço pode ser caracterizado pelas seguintes etapas:

- a) Cativação pelo conceito: o interesse dos estudantes sobre o tópico foi capturado utilizando vários recursos, como vídeos, fotos, pôsteres, *flyers*, diferentes materiais e instrumentos.
- b) Explorando o conceito: os estudantes foram conduzidos a descobrir e explorar as ideias manuseando as experiências. Desta forma, eles são estimulados ao questionamento sobre o procedimento, à procura de padrões e relações entre as observações.
- c) Explicando o conceito: depois de terem explorado os dados, algumas explicações eram dadas para ajudá-los a se concentrarem nos conceitos-chave que desejávamos que eles entendêssem.
- d) Aplicação do conceito a uma nova situação: Assim que o entendimento requerido sobre o tema era satisfeito, uma oportunidade para aplicar seus conhecimentos a uma nova situação era proporcionado.
- e) Expandindo o conceito: neste estágio os alunos refletiram sobre novas situações que poderiam aplicar. Isso os ajudaram a expandir a sua compreensão do conceito.

Contudo, é difícil estabelecer métricas de avaliação no processo de aprendizagem. Quantificar o quão efetiva é a transmissão do conhecimento, é assumir o risco de se linearizar uma equação altamente complexa, onde as variáveis são constituídas por indivíduos amostrados por dados imprecisos, irregulares e incompletos. No entanto, a assiduidade e o engajamento do grupo observados nos encontros é um parâmetro positivo e um forte indicativo da eficácia da ação.

O fato concreto é que o intercâmbio de experiências entre todos os envolvidos na ação: professores, monitores e alunos, inevitavelmente, promove um enriquecimento intelectual das partes. E quando esta troca é realizada, sobretudo de forma divertida, mais efetiva ela será.

Fornecer as ferramentas aos estudantes fazerem ciência com as suas próprias mãos e mentes, inspirando o desenvolvimento de mentes jovens e influenciando futuras escolhas profissionais, nos dá a garantia de ter feito diferença.

Referências

- Sheriff, R. E., Geldart, L. P., 1995. Exploration Seismology. Cambridge University Press, 2nd edição, 590 pp. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139168359>
- Burger, H. R., Sheehan, A. F., Jones, C. H., 2006. Introduction to Applied Geophysics: exploring the

shallow subsurface. Prentice Hall.