

ENSINANDO FÍSICA DAS RADIAÇÕES COM UM CONTADOR GEIGER BASEADO EM PLATAFORMA ARDUINO

Alexandre Marcelo Pereira¹, Antônio Carlos Fontes dos Santos², Helio Salim de Amorim²

¹ Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro

² Instituto de Física da UFRJ

Resumo

Interagimos com a radiação proveniente de várias fontes, tanto naturais quanto artificiais, e de fato a vida na Terra depende dela, sendo um aspecto fundamental do nosso cotidiano. Vários estudos têm mostrado que, embora a maioria dos alunos já tenha ouvido falar sobre radiação, um número significativo desconhece o assunto, bem como a diferença entre as radiações ionizantes e não ionizantes. Um sério esforço deve ser feito nos currículos de Física do ensino médio de modo a abordar o tema, caso contrário um aspecto importante da nossa vida moderna continuará sendo um mistério para os alunos. A fim de contribuir neste sentido, várias atividades educacionais de medições de radiação foram realizadas utilizando um conjunto experimental de baixo custo que permitiu a monitoração em longo prazo do fluxo de raios cósmicos secundários e a medição da radiação de fundo. Utilizamos um tubo Geiger e um GPS acoplados à plataforma Arduino e registramos o número de contagens em um cartão de memória associando a posição global em que a partícula foi detectada. A partir destes dados, encontramos o valor médio e o desvio padrão. Procedimentos muito simples para o estudo de propriedades estatísticas de contagem de partículas são apresentados, incluindo: a absorção de raios gama a partir de uma amostra de areia monazítica utilizando absorvedores, onde o número de fótons que atravessa o material é medido em função de sua natureza, espessura e distância à fonte, taxas de contagens de raios cósmicos secundários em diferentes pisos de um edifício, efeito barométrico dos raios cósmicos secundários em diferentes altitudes no caminho entre Rio de Janeiro e Teresópolis e mapeamento da radiação de fundo nas vizinhanças do bairro da Urca. Os experimentos realizados neste trabalho podem constituir atividades educativas realizadas com equipes de estudantes do ensino médio, caracterizando desta forma uma boa experiência pedagógica.

Palavras-chave:

Ensino de Física, Formação de professores, Radiação, Medidor Geiger, Arduino.

Introdução

Radiação é um tema que sugere várias abordagens. Popularmente associada a catástrofes, está presente de várias formas em nosso cotidiano, nos diversos setores da sociedade. Apesar disso, muitos questionam seus benefícios quando comparados aos riscos de sua manipulação, pois dependendo da dosagem recebida, pode curar ou matar. Por ser incolor, inodora e insípida, não é detectada por nossos sentidos, gerando normalmente muito medo. Mas será que existe informação suficiente sobre o tema para que os estudantes façam um julgamento devido?

A fim de colaborar para melhorar o aprendizado e esclarecimento do tema, desenvolvemos um conjunto simples de experimentos através do uso de um medidor Geiger montado na plataforma Arduino com peças compradas via internet, contribuindo desta forma com novas metodologias didáticas.

Tendo em vista a superficialidade com a qual o assunto é tratado nos meios de comunicação, as dúvidas apresentadas em senso comum e o objetivo da educação como ferramenta de emancipação e autonomia, este projeto possui grande relevância e potencial de contribuição para a relação ensino-aprendizado, assim como para o desenvolvimento científico nacional.

No presente trabalho procuramos elaborar um equipamento, de custo acessível, que permitisse uma abordagem experimental de elementos conceituais básicos da Física das Radiações para o ensino médio. Procuramos aliar a plataforma Arduino, dada a sua grande versatilidade. Entre a comunidade de desenvolvedores para a plataforma Arduino encontramos várias sugestões interessantes de produtos para a detecção da radiação, fortemente estimuladas pelo grave acidente radioativo em Fukushima, Japão. Para informações sobre a placa Arduino sugerimos aos interessados que acessem o site oficial www.arduino.cc. Vários exemplos de aplicação da Arduino no ensino de Física podem ser encontrados na literatura [Souza et al. 2011; Cavalcante et al. 2011].

A radiação no cotidiano

Embora desconhecida de muitos, a radiação tem papel fundamental em algumas áreas. É através dela que alimentos são esterilizados na agricultura e modernos equipamentos de medicina nuclear são usados para diagnosticar e salvar vidas.

Ao passo que encontramos muitos benefícios de seu uso, é infelizmente através de seus riscos que ela se faz divulgada pela mídia. O acidente em Goiânia (Figura 1) com o Césio-137 em setembro de 1987 foi o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora das usinas nucleares. Um aparelho de radioterapia em desuso deixado em um prédio abandonado foi encontrado por catadores de papel e vendido para um ferro velho do local, que entenderam tratar-se de sucata. O cilindro contendo o material radioativo foi violado, fragmentado e repassado para terceiros, gerando um rastro de contaminação, afetando seriamente a saúde de dezenas de pessoas.



Figura 1 – *Técnicos do CNEN e militares trabalham na área contaminada.*

No ano anterior (1986), os operadores da usina nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, realizaram um experimento com o reator 4. A intenção inicial era observar o comportamento do reator nuclear quando utilizado com baixos níveis de energia. Contudo, para que o teste fosse possível, os responsáveis pela unidade teriam que quebrar o cumprimento de uma série de regras de segurança indispensáveis. Foi nesse momento que perderam o controle da reação em cadeia e uma enorme tragédia nuclear se desenhou no Leste Europeu: radionuclídeos com mais de 43 milhões de *Curie* foram liberados na atmosfera, contaminando quase toda a Europa.

No final de abril de 2012 no Rio de Janeiro um carro foi roubado contendo material radioativo, o Selênio-75, utilizado em radiografias para soldas industriais. Em nota:

A secretaria de Estado de Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros do Rio de Janeiro e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) alertam para os riscos do material radioativo que estava dentro de um veículo roubado na noite do último sábado (28), em Duque de Caxias, na Baixada Fluminense” [Notícias UOL, 2012].

Ao ter seu conteúdo divulgado pela mídia, o carro foi imediatamente abandonado, o que pode ser interpretado como uma demonstração de medo do desconhecido.

No que diz respeito aos alimentos que comemos, pouco é divulgado acerca da irradiação a que foram submetidos antes de chegarem à nossa mesa e a sua radiação natural. A irradiação em frutas, legumes, cereais e frutos do mar, entre outros, vem sendo frequentemente usada com a finalidade de diminuir o número de micro-organismos causadores de seu apodrecimento, aumentando desta forma o tempo de estocagem e conservação. Tais alimentos são irradiados de forma controlada com raios gama provenientes de elementos radioativos (^{60}Co e ^{137}Cs). De acordo com a IAEA (1992), a quantidade de radiação ionizante é minuciosamente controlada por um tempo prefixado e com objetivos bem determinados, de forma a não aumentar o nível de radioatividade normal (natural) dos alimentos. Alimentos muito gordurosos como é o caso do leite e seus derivados não podem ser irradiados, pois sofrem reações de oxidação e ficam rançosos.

Nosso Sol que nos aquece e ilumina, também envia radiação ultravioleta (ionizante) e infravermelha (não ionizante). Há também as radiações cósmicas originadas no espaço sideral. Ao fazer uma viagem de avião, o corpo humano fica exposto a um grau de radiação cerca de cem vezes superior ao existente no solo. Isso ocorre porque a exposição aumenta com a altitude, mas também está relacionada ao número de horas de voo, a latitude, a atividade solar no período e ao tipo de avião.

Podemos observar que quanto maior a altitude, maior a dose recebida em mSv/h. Estamos protegidos desta radiação tanto pela magnetosfera, que devido às partículas carregadas desvia parte da radiação para os polos do planeta, formando as auroras boreal (Polo Norte) e austral (Polo Sul), quanto pela atmosfera, na medida em que os raios cósmicos ao se chocarem com ela perdem energia se desfazendo e conseqüentemente perdendo poder de penetração. No caso do Brasil, ainda somos favorecidos pelo fato do país ter baixa latitude. De acordo com o CNEN,

“uma pessoa é normalmente exposta a cerca de 0,2mSv durante a viagem de ida e volta entre Tóquio e Nova

York, a 0,6mSv em um exame de Raios X abdominal, e a 6,9mSv em um exame de tomografia computadorizada. Embora os riscos de câncer aumentem proporcionalmente com a dose, qualquer valor de dose recebida por uma pessoa, abaixo de 100mSv, não mostra nenhum aumento significativo dos riscos da mesma desenvolver câncer” [CNEN, 2011].

O contador Geiger-Müller e a plataforma Arduino

O contador Geiger-Müller, ou apenas contador Geiger, recebeu esse nome em 1908 em homenagem ao seu inventor, o físico alemão Johannes Hans Geiger (1882–1945), ajudante de Rutherford, e aperfeiçoado em 1928 por seu compatriota Walther Müller. Seu uso permitiu medir intensidades de radioatividade (elementos radioativos e raio X), tornando-se indispensável principalmente quando ocorrem acidentes radioativos, uma vez que identifica o nível de radiação de uma área em risco e desta forma pode evitar danos aos seres vivos e ao meio ambiente. Seu funcionamento consiste basicamente no seguinte (Figura 2): emissões radioativas atravessam a janela do tubo e passam pelo interior do tubo ionizando o gás – geralmente o argônio – contido a baixa pressão e um vapor orgânico ou um gás halogênio criando uma descarga elétrica que se manifesta na forma de um pulso elétrico entre o eletrodo central (anodo) e o cilindro metálico (catodo) – onde a tensão é da ordem de 1.000V – e é amplificado para um dispositivo acústico e/ou um contador, indicando que certa quantidade de energia foi absorvida pelo gás.

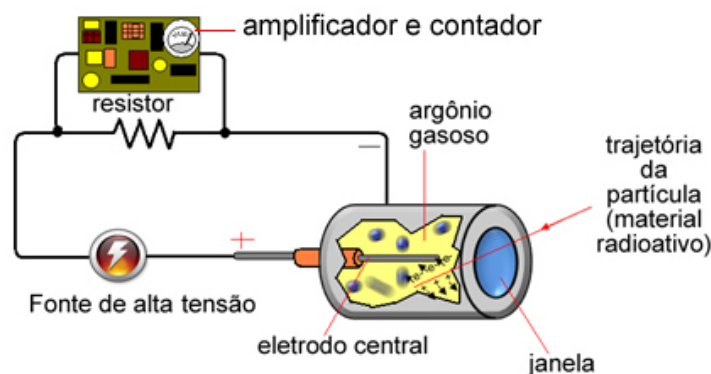


Figura 2 – Esquema simplificado de um contador Geiger.

Tendo em vista o elevado custo de um medidor Geiger comercial – o que torna praticamente inviável sua utilização em grandes quantidades em salas de aula nas escolas públicas brasileiras –, escolhemos a plataforma OpenSource Arduino para o desenvolvimento de um projeto bem mais barato que pudesse medir satisfatoriamente a radiação em algumas situações. Além da placa Arduino, incluímos em nosso projeto uma bateria, um kit contendo um tubo Geiger para medir radiação, um fone piezelétrico emissor de som, um *display* LCD (*liquid crystal display*) para visualização das medidas e um módulo GPS e um módulo *microSD card* para que os dados coletados pelo tubo pudessem ser gravados e analisados futuramente (Figura 3).



Figura 3 – Componentes: Arduino UNO, Kit Geiger, microSD, GPS e Bateria.

Após pesquisar na internet, encontramos uma comunidade de entusiastas em projetos DIY (*Do It Yourself* – “faça você mesmo”) Geiger Counter e entramos em contato com seu administrador via e-mail na Lituânia, o Sr. Arturas Satkovskis. Após uma breve descrição do projeto e algumas trocas de e-mail, optamos em importar um kit pré-programado e integrado que atendesse nossas necessidades.

No âmbito deste trabalho vamos disponibilizar aos interessados uma apostila com todos os detalhes técnicos pertinentes para a realização dessa montagem, incluindo o software de programação do Arduino e exemplos práticos de utilização.

Exemplos de aplicação

Este trabalho tem como cunho central proporcionar aos docentes de Física uma ferramenta que facilite e estimule o ensino do *Tema Estruturador 5: Matéria e radiação* (PCN+) através de medições experimentais simples de serem realizadas. Apesar de constar no último capítulo dos mais variados livros de Física do 3º ano do ensino médio, sua abordagem geralmente fica a cargo de outra disciplina: Química. Em linhas gerais, o estudo de radiações no ensino médio começa com um resumo histórico da descoberta da radioatividade e os efeitos das emissões radioativas, passa pela natureza das radiações α , β e γ e suas leis, a cinética das desintegrações radioativas, as famílias radioativas naturais, as reações artificiais de transmutação, a fissão e a fusão nucleares e termina com as aplicações das reações nucleares e os perigos de acidentes nucleares (também discutido nas aulas de Geografia).

Um dos fatores que nos motivou na elaboração deste projeto é o fato dele poder ser feito de materiais acessíveis e relativamente baratos, facilitando desta forma o ensino experimental. Outra vantagem é a possibilidade dos projetos poderem ser constantemente atualizados conforme professores e alunos forem se familiarizando com a plataforma e introduzindo novas ideias. As experiências propostas são fáceis de realizar e relativamente robustas, não oferecem muitas dificuldades na abordagem do conteúdo e os resultados tipicamente esperados para esse tipo de prática são encontrados após a realização dos experimentos. Nossa intenção ao abordar o problema da Física das Radiações e sua importância é elaborar um projeto compacto, com início, meio e fim, com a estrutura representada na Tabela 1 e de fácil inserção na grade curricular.

Tabela 1 – Representação esquemática do projeto.

Atividades dentro da sala de aula, na mesa do professor (50min cada)	
Prática	Descrição
1	I. Apresentar o projeto. II. Realizar e interpretar medidas com o contador Geiger. III. Armazenar os valores medidos e transporta-los para o computador, ressaltando o caráter disperso das medidas observadas. IV. Mostrar a importância de se representar dados dispersos estatisticamente na forma de histogramas. V. Calcular o valor médio e o desvio padrão. VI. Associar o resultado com a <i>radiação de fundo</i> (ambiente).
2	I. Apresentar a areia monazítica como uma fonte natural de baixo teor de radiação. II. Mostrar a alteração nos valores medidos na presença da areia monazítica comparando com o resultado obtido para a radiação ambiente. III. Calcular o valor médio e o desvio padrão. IV. Associar o resultado com a radiação emitida pela fonte.
3	I. Calcular o valor médio e o desvio padrão dos dados obtidos pelo medidor variando sua distância até a fonte. II. Mostrar que ocorre um decaimento nas medidas com o afastamento da fonte.
4	I. Calcular o valor médio e o desvio padrão dos dados obtidos pelo medidor na presença de diferentes absorvedores. II. Comparar os valores obtidos sem a presença dos absorvedores. III. Analisar as partículas que são filtradas por diferentes absorvedores.
5	I. Calcular o valor médio e o desvio padrão dos dados obtidos pelo medidor na presença de um absorvedor de espessura variada. II. Constatar a Lei de Beer-Lambert.
Atividades extraclasse (contra turno)	
Prática	Descrição
6	I. Introduzir o conceito de radiação cósmica. II. Constatar a influência absorvedora do ar atmosférico sobre os níveis de radiação (altitude). III. Estimular a percepção do assunto no cotidiano dos alunos. IV. Calcular o valor médio e o desvio padrão dos dados obtidos pelo experimentador subindo os andares de um prédio e subindo a serra de Teresópolis e fazer uma analogia com o efeito da altitude.
7	I. Mostrar a utilidade de associar a radiação medida com a posição global através de um GPS. II. Percorrer determinada área e construir um mapa radioativo. III. Identificar possíveis fatores que influenciem a variação das medidas no mapa radioativo.

Dividimos o projeto em dois conjuntos. O primeiro, que chamamos de projeto básico, foi realizado dentro de sala de aula e vai da 1ª até a 5ª prática e tem como proposta apresentar e discutir o medidor Geiger em linhas gerais, identificando e classificando cada parte. Constitui esse conjunto de práticas a medição da radiação de fundo e da radiação emitida por uma fonte radioativa (areia monazítica) sem e com a influência de absorvedores, analisando os tipos (cobre e chumbo) e especificações. O segundo, que chamaremos de projeto avançado, foi realizado em atividades extraclasse e compreende a 6ª e a 7ª práticas e tem como proposta estimular o aluno a identificar e relacionar o assunto com o seu cotidiano. Constituem esse conjunto de práticas a medição a influência da altitude na radiação cósmica secundária e o mapeamento da radiação de fundo existente em determinada localidade com a utilização do GPS.

Como ilustração do desempenho do equipamento usado, indicamos três atividades simples de aplicação. As atividades 1 e 2 são realizadas em sala de aula e a atividade 3 é uma atividade especial realizada fora da escola.

Atividade 1 – Determinação da radiação de fundo. Contagens sucessivas de radiação ambiente foram feitas em intervalos de tempo fixos de 1 minuto e gravados no cartão de memória. A análise mostra uma dispersão de dados característica desse processo de medida. Os dados são representados graficamente (Figura 4) através de histogramas de medidas onde calculamos a média e o desvio padrão, associado este resultado a radiação ambiente ou radiação de fundo local.

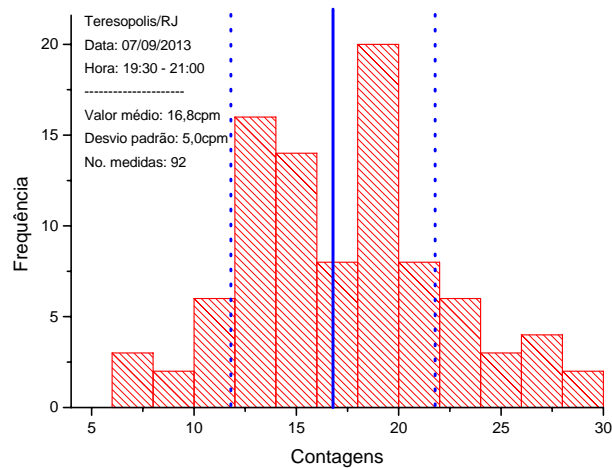


Figura 4 – Histograma de medidas da radiação ambiente.

Atividade 2 – Comparação dos níveis de radiação de fundo com a radiação emitida por um material natural. O material analisado foi areia monazítica oriunda das praias do Espírito Santo (Figura 5) através do mesmo procedimento da atividade anterior. Experimentos deste tipo nos ajudam a medir a influência das fontes radioativas nas medidas de radiação e sua investigação em situações cotidianas.

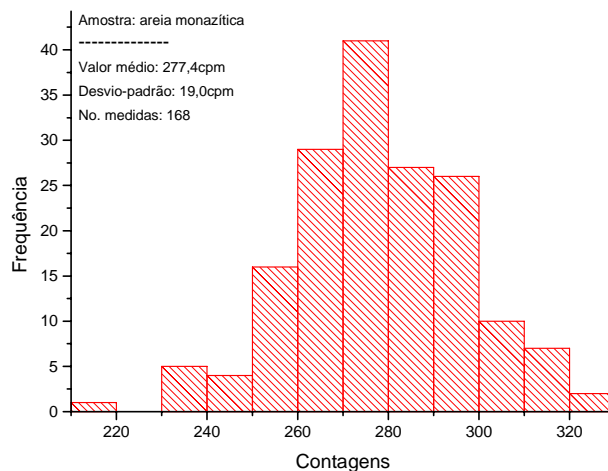


Figura 5 – Histograma de medidas da radiação da areia monazítica.

Atividade 3 – Comparação dos níveis de radiação de fundo ao longo de uma viagem entre a cidade do Rio de Janeiro (nível do mar) e a cidade de Teresópolis/RJ (aproximadamente. 950m de altitude). Foram registrados no cartão de memória as contagens obtidas em intervalos de 1min e suas respectivas coordenadas geográficas ao fim de cada medida. É possível observar a dispersão característica das medidas e associar este comportamento ao fato do aumento da altitude reduzir a absorção atmosférica, aumentando assim as contagens do medidor (Figura 6).

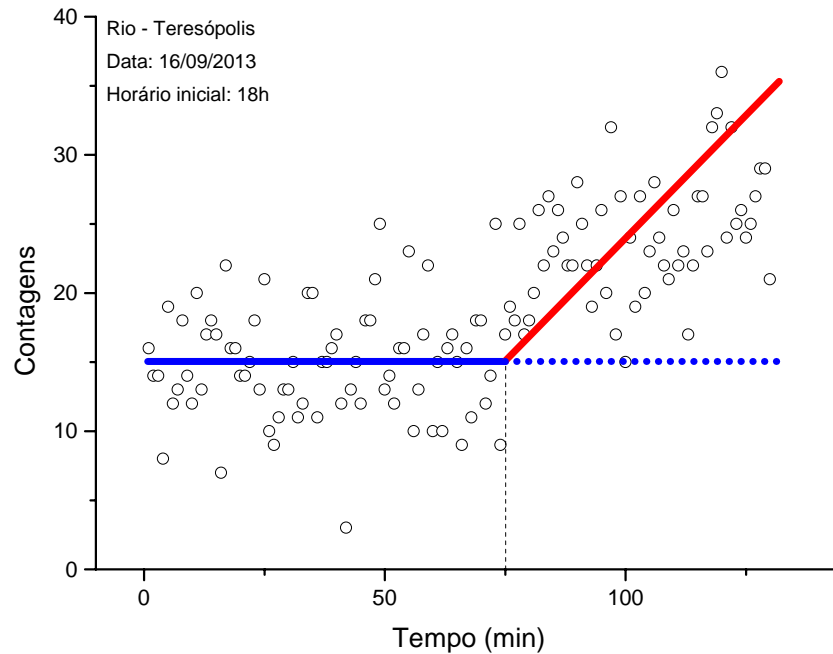


Figura 6 – Subida da serra de Teresópolis.

Referências

CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; MOLISANI, E.; **Física com Arduino para Iniciantes**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503, (2011).

SOUZA, A.R. de; PAIXÃO, A.C.; UZÊDA, D.D.; DIAS, M.A.; DUARTE, S.; AMORIM, H.S. de; **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702 (2011).