

DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA PARA EXPERIMENTOS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Palavras-Chave: INSTRUMENTAÇÃO PARA ENSINO, ELETRICIDADE, MECÂNICA.

Autores:

Joane Beatriz Ramos dos Santos [COTIL]

Vinícius Quaglio da Silva [COTIL]

Leonardo Moreira Fernandes[FT]

Leonardo Campioto de Souza[FT]

Alexandre Pereira Silva[FT]

Profa. Dra. Luciane Ruiz Carmona Ferreira [COTIL]

Prof. Dr. Francisco José Arnold (orientador) [FT]

1.INTRODUÇÃO:

Um dos atrativos para o desenvolvimento de práticas de ensino de Física passa pela realização de experimentos e pela conotação prática que a ciência pode ter com a vida cotidiana. Particularmente no ensino da Física, em que grande parte dos conteúdos é abordada de forma idealizada no ensino médio, a realização de experimentos para verificação dos fenômenos acaba sendo uma ferramenta importante para fixar conceitos e estimular estudantes.

Muitos dos experimentos realizados nas práticas de ensino são realizados utilizando materiais rudimentares. Muito embora estas práticas tenham valor histórico e ilustrem didaticamente os fenômenos físicos, a inserção de tecnologia nos experimentos vem tendo grande repercussão nos periódicos direcionados para o ensino de física. Essas práticas convencionais agregadas de circuitos eletrônicos e computação contribuem para despertar a atenção da geração de alunos que cresceram com a massificação desses artefatos. A redução dos custos tornou viável o uso desses dispositivos, de modo que podem ser adquiridos com valores módicos em geral, pelas escolas e, até mesmo, por professores e estudantes.

Diante deste escopo, este projeto pretende trazer exemplos de implementações de experimentos que podem ser acessíveis ao conhecimento de estudantes no nível do ensino médio, procurando apresentar as possibilidades de utilização de recursos eletrônicos e computacionais no desenvolvimento de experimentos.

Ao longo do projeto os alunos escolheram experimentos ligados a seus interesses e do Laboratório de Instrumentação Eletrônica (LABIEL) da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP, estudaram os fundamentos teóricos, aprenderam conceitos introdutórios de eletricidade, eletrônica e programação de dispositivos e construíram protótipos didáticos adaptados para o ensino médio.

Os experimentos que relacionamos neste artigo são: a) Biopotenciais – uma ilustração da constatação da eletricidade em tecidos biológicos (seções 2 a 4); b) Vetores (seções 5 e 6). Na Seção 7 são apresentadas as conclusões.

2. BIOPOTENCIAIS

A compreensão da atividade elétrica nas células ajuda a entender os sistemas biológicos. As variações dos potenciais elétricos nos neurônios e células musculares revelam importantes detalhes sobre a operação do sistema biológico em que estão contidos. A análise dos fenômenos elétricos em tecidos biológicos permite identificar as condições de operação dos sistemas. Esses fenômenos denominam-se biopotenciais.

O interior de uma célula contém uma solução proteica e seu revestimento é formado por uma membrana lipoproteica chamada de membrana plasmática. Essa membrana separa os meios interior e exterior da célula os quais apresentam diferentes concentrações iônicas e, com isso, potenciais elétricos distintos. A diferença de potenciais define o potencial de repouso da membrana (valor em torno de 70 mV). Essas concentrações são catódicas, isto é formada por íons positivos, e o meio interior da célula apresenta potencial negativo em relação ao exterior.

Variações rápidas do potencial de repouso são chamadas de potenciais de ação e são responsáveis pela transmissão dos sinais neurais. O desenvolvimento dessa transmissão ocorre em 3 fases: repouso, despolarização e repolarização. Na fase do repouso, o potencial se mantém em -70 mV. Na despolarização, há uma rápida entrada de íons de Na⁺ para o interior da célula, o que causa um abrupto aumento do potencial que chega entre 40 a 50 mV. Em seguida, na repolarização, os canais de entrada do Na⁺ se fecham e os de K⁺ se abrem, proporcionando a saída desses íons do interior da célula e reduzindo rapidamente o potencial até alcançar o potencial de repouso. Os processos de despolarização e repolarização completam-se em tempos da ordem de milissegundos (ms). Os potenciais de ação são gerados em pontos específicos da célula, mas se propagam por regiões adjacentes. O processo de propagação de biopotenciais ocorre tanto nas células nervosas (neurônios) quanto nas células musculares [1].

A implementação feita pode ser introduzida como uma prática interdisciplinar no ensino médio de estudos de biologia, química e fundamentos de eletricidade, complementando os conceitos de carga elétrica, campo elétrico, potencial elétrico e diferença de potencial [2].

3. METODOLOGIA – CAPTAÇÃO DE BIOPOTENCIAIS

Com o intuito de demonstrar uma aplicação de biopotenciais realizamos medidas semelhantes a de um eletrocardiograma, utilizando eletrodos conectados em pontos do corpo para captar a

biopotenciais oriundos do coração. Os eletrodos foram conectados ao sensor AD8232 e este ligado a um microcontrolador. As informações coletadas pelo microcontrolador foram processadas por um software e os resultados traçados em forma de gráfico. A figura 1 apresenta o esquema utilizado.

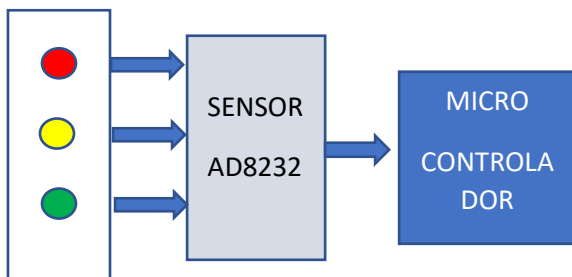


Figura 1. Diagrama em blocos do circuito de medidas

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO EXPERIMENTO COM BIOPOTENCIAIS

A Figura 2a e 2b mostram, respectivamente, uma curva idealizada de um ECG e um exemplo de sinal captado por meio da metodologia apresentada. Os principais pontos de um sinal de ECG (PQRSTU), usados para análise dos impulsos elétricos cardíacos, estão identificados em 2a. Identificam-se semelhanças nas curvas apresentadas. A onda U não foi detectada pelo sensor que empregamos.

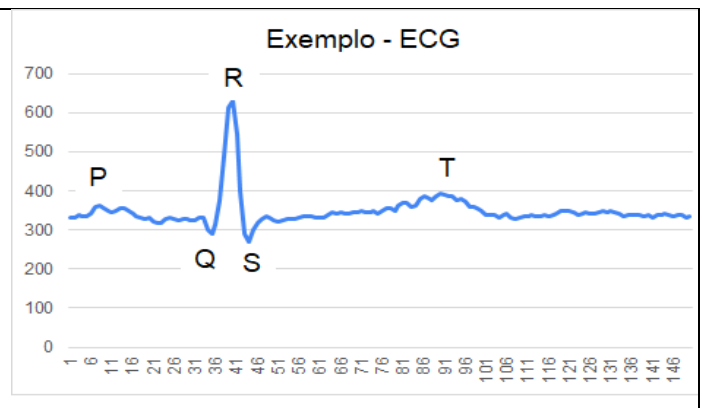
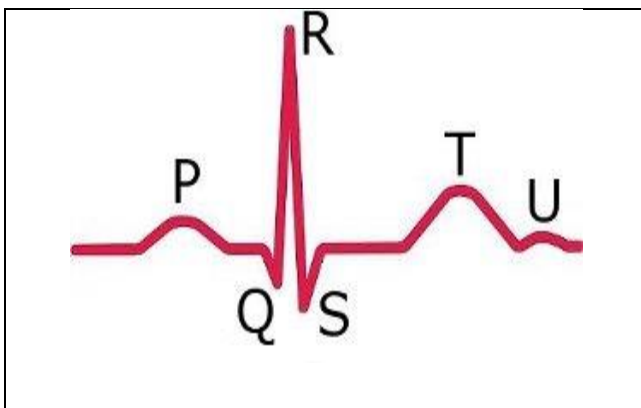


Figura 2a. Sinal idealizado de um ECG (extraído de <https://www.melbourneosteopathycentre.com.au/blog/training/heart-rate-variability-monitoring-your-bodys-response-to-training-stress/>)

Figura 2b. Sinal captado de ECG pelo sistema que empregamos.

5. VETORES

O segundo experimento deste trabalho teve como objetivo ilustrar o conceito de vetores [3]. A partir da estrutura de um pêndulo físico, elaboramos situações para estudar vetores em condições estáticas e dinâmicas. Basicamente conjunto experimental (Figura 3a) consiste de pêndulo formado por uma haste metálica. Em uma das extremidades passa o eixo de rotação. Na outra extremidade está fixado um sensor de aceleração (MPU6050). Este sensor fornece as componentes de aceleração resultante em 3 eixos. Os sinais do sensor são comunicados a um computador formando um arquivo de dados que posteriormente foram lançados em uma planilha Excel.

Inicialmente, o pêndulo foi mantido na vertical, de modo a medir somente a aceleração da gravidade (eixo z). Posteriormente, o pêndulo foi girado manualmente em 10°, 20° e 30° em relação ao eixo z. Um transferidor foi usado para medir esses ângulos. O sensor então forneceu as componentes x (tangente a trajetória) e z (perpendicular a x). Por meio do cálculo vetorial e trigonometria foi possível determinar a aceleração da gravidade e o ângulo de inclinação.

Para o estudo em condições dinâmicas o pêndulo foi deslocado (Figura 3b) 30° em relação ao eixo vertical e liberado. Monitorou-se a aceleração ao longo de sua excursão.

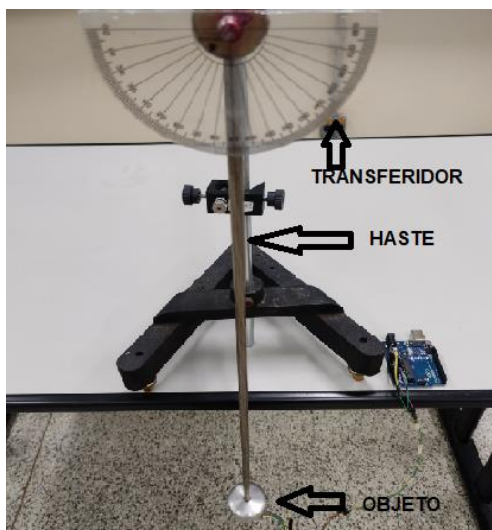


Figura 3a Dispositivo parado



Figura 3b dispositivo posicionado a 10° da normal à aceleração da gravidade

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES DA PRÁTICA DE VETORES

A tabela I mostra os valores médios dos resultados do experimento estático. Verificamos que é possível mostrar a decomposição vetorial da força atuante na extremidade do pêndulo. O experimento permite exercitar conceitos de soma vetorial de forma prática identificando-se os conceitos de módulo e do ângulo entre vetores, fundamentais para estudos no nível médio.

Valores médios				
$\Theta_{\text{medido}} (^{\circ})$	$a_x \text{ (m/s}^2\text{)}$	$a_z \text{ (m/s}^2\text{)}$	$g \text{ (m/s}^2\text{)}$	$\Theta_{\text{calculado}} (^{\circ})$
0	0,32	9,62	9,63	1,88
10	1,46	9,46	9,67	8,70
20	3,05	9,24	9,73	18,25
30	4,72	8,72	9,82	27,41

Tabela I. Resultados obtidos com o sistema parado.

A Figura 4 mostra as componentes da aceleração ao longo do movimento do pêndulo. Em condições dinâmicas podemos identificar as variações das componentes da aceleração nos eixos x e z definidos pelo sensor. Ressalta-se a inversão de sinal da aceleração no eixo x (representação da aquisição 4 e 11 no eixo das abcissas) quando o sensor passa pela parte mais baixa da trajetória em que a aceleração é máxima. O valor da aceleração da gravidade na cidade de Limeira é de 9,7861 m/s²

[4], portanto os valores obtidos estão próximos aos calculados por modelos mais avançados. O desvio encontrado com o sistema posto na posição vertical deve-se ao posicionamento ligeiramente inclinado de fixação do sensor.

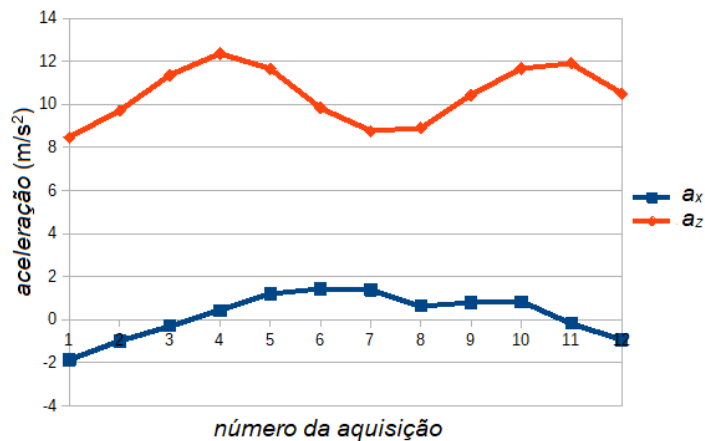


Figura 4. Aceleração em função das aquisições do sensor ao longo do tempo.

7. CONCLUSÕES

O trabalho apresentou 2 experimentos que podem ser adaptados ao ensino de Física em nível médio. Foi desenvolvida uma aplicação para captação de biopotenciais baseada em um sensor encontrado comercialmente. Evidentemente, o sinal captado é útil apenas para exemplificar a presença de eletricidade decorrente da atividade das células. Este experimento pode ser introduzido como motivador para estudar conceitos de eletricidade em associação com temas de biologia e química indo ao encontro de tendências atuais de práticas de ensino que mesclam áreas do conhecimento. Também foi apresentado um experimento envolvendo um pêndulo físico acoplado a um acelerômetro. Este experimento permite que o aluno possa analisar forças atuantes sobre objetos e variações da aceleração ao longo de um movimento.

O desenvolvimento do projeto permitiu que os alunos pesquisassem conceitos de física ministrados em aulas do ensino médio, inclusive com alguns temas da eletricidade, e aliassem a inserções em tecnologia por meio do contato com sensores, módulos microcontroladores e programação de dispositivos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] OKUNO, Emico, CALDAS, Iberê, CHOW, Cecil, **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**, Editora Harbra Ltda., São Paulo, (1986).
- [2] **GRAF-USP, Física 3: Eletromagnetismo**, Edusp, São Paulo, (1995).
- [3] RAMALHO, JR. Francisco, SANTOS, José, FERRARO, Nicolau, SOARES, Paulo, **Os Fundamentos da Física**, vol. 1, Editora Moderna Ltda. São Paulo, (1982).
- [4] LOPES, Wilson, **Variação da aceleração da gravidade com a latitude e altitude**, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 25(3), 561 (2008).