



A ELETRÔNICA NO ENSINO FUNDAMENTAL COMO MEIO ATRATIVO À ENGENHARIA: UMA ABORDAGEM SOBRE A ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3984

Luana Pereira Pontes - luana.pereira.31@hotmail.com
Universidade de Pernambuco

Maria de Lourdes Melo Guedes Alcoforado - mlmg@poli.br
Universidade de Pernambuco

Marcílio André Félix Feitosa - marcilio@poli.br
Universidade de Pernambuco

ANNA LÚCIA MIRANDA COSTA - annalucia@poli.br
UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

Resumo: *Este trabalho visa aplicar a metodologia que integra Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), em turmas do Ensino Fundamental, a partir do uso de um protótipo de eletrocardiógrafo fabricado em uma Instituição de Ensino Superior (IES) no Brasil. É realizado um estudo de caso, em que são abordados temas relacionados ao sistema circulatório, com ênfase nas ciências biológicas e físicas. O projeto é desenvolvido com alunos de Ensino Básico, que têm a oportunidade de interpretar matematicamente os gráficos gerados. O grupo de alunos é acompanhado por uma graduanda e professores do curso de Engenharia Elétrica da IES citada, além da equipe de Ensino Básico da escola. Uma pesquisa de opinião entre os alunos participantes do projeto, realizada de forma a manter o anonimato dos entrevistados, indica que houve aceitação e despertar de interesse pelos temas, além de levar à compreensão de como a engenharia faz parte do cotidiano das pessoas.*

Palavras-chave: *Ensino Fundamental. Engenharia. STEM. Eletrocardiograma.*



A ELETRÔNICA NO ENSINO FUNDAMENTAL COMO MEIO ATRATIVO À ENGENHARIA: UMA ABORDAGEM SOBRE A ELETROFISIOLOGIA DO CORAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Uma afirmação que circula entre estudantes da Educação Básica é que *Matemática é difícil*. Silveira (2011) conclui que esse discurso pode ser resultado da junção de duas opiniões, não só a do próprio aluno que diz isso, mas a de alguém que transmitiu esse pré-conceito para este mesmo aluno. Com isso, Silveira explica que a criança ou adolescente pode estar apenas reproduzindo uma frase já ouvida por ele e que é tida como verdadeira, o que pode interferir no seu aprendizado em Matemática pois aceitou como verdade que esse componente curricular é chato, cansativo e de difícil entendimento.

Essas dificuldades contribuem para que a aprendizagem do aluno em Matemática possa vir a ser ineficaz, prejudicando ano após ano o seu desenvolvimento acadêmico, numa defasagem que tende a agravar com o passar do tempo. No Ensino Médio, além da Matemática, disciplinas como Física e Química também são afetadas devido a discursos que pré-estabelecem um nível de dificuldade para estas maior que o das outras disciplinas escolares. Isso torna mais escassa a procura pelos cursos relacionados às ciências exatas, entre os quais são enfatizados neste trabalho as engenharias e suas subáreas.

Furtado (2013) afirma que a demanda do mercado de Engenharia é diretamente atingida pela baixa procura por cursos dessa área. Além disso, é preciso considerar o alto índice de evasão, que tem como um de seus motivos o reflexo da deficiência em matemática trazida pelo aluno quando este ingressa em um curso de Engenharia. Costa (2017) declara que uma parcela significativa de alunos que optam pela Engenharia desiste da graduação ainda no ciclo básico, que representa, geralmente, os quatro semestres iniciais do curso. Então, surge a preocupação com a qualidade do aprendizado acumulado pelos estudantes durante a Educação Básica, pois, sabe-se que será fator importante para o bom desempenho dos alunos no decorrer do curso de Ensino Superior.

Diante dessa imagem negativa que é associada à Matemática e às demais disciplinas que envolvem cálculos, tem-se as metodologias ativas como sugestão para diminuir a distância entre o aluno e as disciplinas, já que, como afirma Richartz (2015), o uso de tais metodologias introduz a ideia de autonomia ao estudante, em que ele atua como protagonista na construção de seu conhecimento. Além disso, é possível dar interdisciplinaridade às aulas e proporcionar à tecnologia uma finalidade pedagógica, inserindo-a no ambiente escolar de forma que a criança venha a desenvolver habilidades que serão importantes no seu futuro. Acredita-se que, dessa forma, o aluno tem a oportunidade de ressignificar seus conceitos sobre a Matemática.

STEM é um acrônimo em inglês para Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Este trabalho tem por objetivo utilizar a Educação STEM como possibilidade para promover a interdisciplinaridade sugerida com alunos que ainda estão na Educação Básica, com o intuito de torná-los atentos ao aprendizado de certas disciplinas, de forma que possam, de maneira mais natural e objetiva, solidificar conhecimentos no presente para que sirvam como base para os que serão desenvolvidos no futuro.

Para alcançar tal objetivo, foi escolhido o estudo e a implementação de um eletrocardiógrafo em sala de aula, com o intuito de fazer os discentes da Educação Básica



interagirem com a Biologia, a Física e a Matemática de forma simultânea, juntamente com a tecnologia existente num circuito eletrônico e a linguagem de programação do protótipo. O eletrocardiógrafo é utilizado como uma ferramenta para atrair a atenção dos alunos para essas disciplinas que são muitas vezes ditas como as mais complicadas, além de mostrá-los, de forma lúdica, aplicações desses conhecimentos no cotidiano e em algumas profissões.

Uma equipe de professores e alunos da Universidade de Pernambuco (UPE) vem desenvolvendo trabalhos com o intuito de mostrar aos alunos do Ensino Médio e Fundamental as diversas possibilidades de aplicação das Engenharias Eletrônica e de Telecomunicações. Em 2018, foi proposto um artigo onde foi desenvolvido um Kit Didático no Ensino de Telecomunicações para alunos do Ensino Fundamental (ARAÚJO; FEITOSA; ALCOFORADO, 2018). Já em 2019, a eletrônica foi aplicada na confecção de um fotocolorímetro a ser utilizado nas aulas de química do Ensino Médio, em que os alunos montaram o instrumento e depois o utilizaram na determinação de concentrações de substâncias químicas, em sala de aula (SILVA; FEITOSA, 2019).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Modelo de educação STEM

O modelo tradicional de ensino, segundo Saviani (2012), tem no professor o elemento central da escola, enquanto os alunos são meros expectadores, que devem assimilar todo conteúdo que lhes é passado. No entanto, é notória a fragilidade e a baixa eficiência desse modelo, que faz com que as aulas sejam monótonas e não atrativas para muitos estudantes. Através do reconhecimento de que a escola precisa se renovar, surge a necessidade de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, onde se faz uso da tecnologia e de novas abordagens dos componentes curriculares. Segundo Ross, Whittington e Huynh (2017), investir nas disciplinas STEM desperta nos alunos a curiosidade em entender o motivo dos eventos, além de relacionar a aula com o cotidiano.

O pesquisador brasileiro do modelo de educação baseada na integração de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, Pugliese (2017), afirma em sua dissertação de mestrado que não se pode mais ignorar a transformação sofrida pelo mundo e faz-se necessário acompanhar essas mudanças. Então, a busca por metodologias ativas faz com que surjam vários modelos de ensino, entre eles, a Educação STEM. Nesse modelo de ensino, tem-se o aluno como protagonista na construção de seu conhecimento. Um outro fator importante é a interdisciplinaridade entre Ciências e Matemática, incorporada com a Tecnologia e a Engenharia, inserindo contextos do cotidiano e problemas atuais no ambiente escolar.

“Como afirma Kenski (2007), professores isolados desenvolvem disciplinas isoladas, sem maiores articulações com temas e assuntos que têm tudo a ver com o outro, mas que fazem parte dos conteúdos de uma outra disciplina ministrada por um outro professor [...]” (apud FERREIRA; BRUMATTI, 2009, p. 52).

Busca-se, portanto, através da Educação STEM, atender à demanda existente por características indispensáveis para os profissionais dessa geração, tendo em vista que o número de engenheiros, e outros profissionais ligados às disciplinas STEM, é mínimo. Investir numa boa educação para crianças e adolescentes fará com que esse quantitativo



amente, contribuindo, assim, para o crescimento, o desenvolvimento e a economia do nosso País.

2.2 O coração

Órgão de suma importância para o funcionamento do corpo dos seres humanos e dos animais, o coração tornou-se um símbolo para representar emoções e sentimentos. A associação que se faz, poeticamente, às coisas e/ou pessoas que se estima como sendo uma razão de viver são bem colocadas quando comparadas ao coração, pois sem ele, de fato, o ser humano não viveria. Além de ser um órgão vital, alguns sentimentos são associados ao coração porque pode-se sentir certas alterações no seu ritmo devido à descarga de adrenalina e ao aumento da pressão sanguínea, então, convencionou-se que o coração é o "lugar onde são guardadas as emoções" (DIAS, 2014).

Noções da Anatomia e da Fisiologia do Coração

O coração situa-se no interior da caixa torácica, entre os pulmões e acima do diafragma, e tem aproximadamente o tamanho um pouco maior que uma mão fechada e encontra-se no centro do peito, com o ápice (extremidade "pontuda" inferior) deslocado para o lado esquerdo (FILHO; PEREIRA, 2015). Ele faz parte do sistema cardiovascular, juntamente com o sangue e os vasos sanguíneos, e tem a função de impulsionar o sangue por todo o corpo, funcionando como uma bomba. O sangue circula pelo corpo com a função de levar às células oxigênio e os nutrientes necessários, assim como recolher os resíduos que devem ser eliminados, portanto, é necessário que o coração esteja funcionando bem para que esse processo possa ocorrer normalmente.

O coração divide-se em quatro câmaras, átrio direito, ventrículo direito, átrio esquerdo e ventrículo esquerdo. Os átrios são as duas câmaras superiores do órgão, enquanto os ventrículos são as duas câmaras inferiores. Separando os átrios dos ventrículos, existem as válvulas. A válvula bicúspide, ou mitral, encontra-se no lado esquerdo do coração, já do lado direito, tem-se a válvula tricúspide. As válvulas têm a função de fazer com que a corrente sanguínea flua apenas em um sentido, pois são mecanismos unidirecionais, evitando que o sangue volte do ventrículo para o átrio. (DANGELO; FATTINI, 2002).

Os vasos sanguíneos, rede de transporte para a circulação do sangue, se dividem em vasos de saída e vasos de chegada. As artérias são vasos que transportam o sangue que sai do coração, enquanto as veias são os vasos que levam sangue até o coração. As artérias se ramificam, até se transformarem em capilares, que são vasos extremamente finos que transportam o oxigênio e os nutrientes para os tecidos. No processo de encaminhar o sangue de volta ao coração, os capilares, que agora recolhem o sangue com resíduos que serão eliminados, se juntam e formam as veias, que vão convergindo até chegar ao coração (DIAS, 2007).

Os vasos formam dois tipos de circulação, chamadas de circulação sistêmica, ou grande circulação, e circulação pulmonar, ou pequena circulação. A circulação sistêmica inicia-se no ventrículo esquerdo, com sangue oxigenado, sendo enviado para todo o corpo e voltando ao coração com sangue venoso (pobre em oxigênio e rico em gás carbônico), desembocando no átrio direito. A circulação pulmonar inicia-se quando o sangue pobre em oxigênio sai do ventrículo direito em direção aos pulmões, onde o sangue é oxigenado novamente e retorna ao coração pelo átrio esquerdo (FILHO; PEREIRA, 2015).

Eletrofisiologia do Coração

O coração é composto em sua maior parte pelo miocárdio, músculo cardíaco, que, quando submetido a uma diferença de potencial, se contrai. Quando ocorre contração atrial, tem-se relaxamento ventricular, da mesma forma que a contração ventricular ocorre enquanto os átrios estão relaxados. A contração é chamada de sístole, já o relaxamento, é chamado de diástole. As duas câmaras cardíacas superiores entram em sístole juntas, assim como as câmaras inferiores trabalham ao mesmo tempo, logo, possuem o mesmo ritmo.

Os impulsos elétricos são gerados no nodo sinusal – ou nó sinusal –, também chamado de nodo sinoatrial, que é o marcapasso natural do coração. O estímulo se propaga pelos átrios, que estão cheios de sangue, fazendo-os contrair e direcionar o sangue para os ventrículos, acontecendo a despolarização atrial. O impulso alcança o nodo átrio-ventricular e faz uma pequena pausa, suficiente apenas para esvaziar os átrios, acontecendo a repolarização atrial. Em seguida, o nodo átrio-ventricular conduz o estímulo elétrico através do Feixe de His, que se divide em ramos direito e esquerdo no septo interventricular, e chega aos ventrículos através da Rede de Purkinje, contraindo-os e despolarizando-os. Dessa forma, o sangue é impulsionado para fora do coração, os ventrículos são repolarizados, formando o ciclo cardíaco (SPADOTTO, 2005).

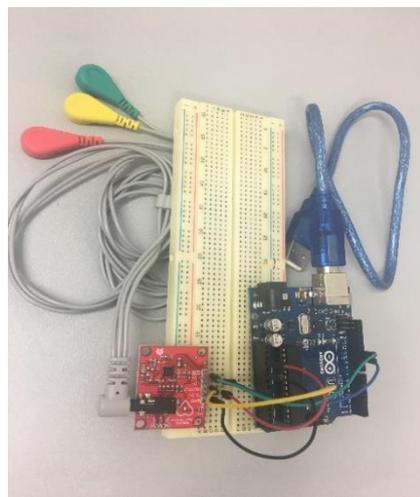
2.3 Eletrocardiógrafo

Em 1902, o médico holandês Willem Einthoven contribuiu com um grande salto na medicina através da invenção do eletrocardiógrafo, que é um mecanismo que fornece a obtenção do eletrocardiograma (ECG), em que se interpreta a atividade elétrica do coração. O ECG é um exame importante que proporciona a observação de patologias cardíacas e condições que venham a causar alterações no ritmo cardíaco (FELDMAN; GOLDWASSER, 2004).

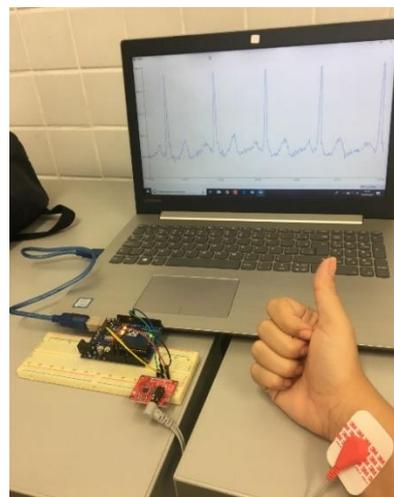
Um protótipo de um eletrocardiógrafo, conforme mostra a Figura 1.a), é um equipamento que utiliza três eletrodos em contato com a pele para registrar a atividade elétrica cardíaca. O eletrodo vermelho deve estar posicionado no braço direito, o eletrodo amarelo, no braço esquerdo e, por fim, o eletrodo verde deve estar na perna direita. A Figura 1.b) mostra o circuito em funcionamento.

Figura 1 - Protótipo de um eletrocardiógrafo

a)



b)



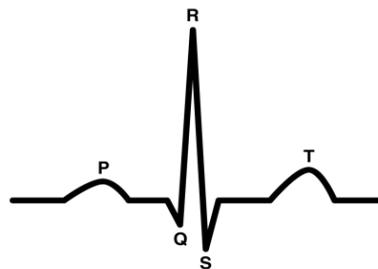
Fonte: Autoria própria.

No circuito, utiliza-se o sensor cardíaco AD8232 ECG para monitoramento da atividade elétrica do coração, "projetado para extrair, amplificar e filtrar pequenos sinais biopotenciais na presença de condições ruidosas" (MANENTI, 2018). Nesse sensor, tem-se um filtro passa-alta de dois polos, cuja função é eliminar ruídos que podem ser gerados pelo movimento ou captados pelos sensores. Também possui um filtro passa-baixa de três polos, para remoção de ruídos adicionais. Outra forma de eliminação de ruído usada pelo AD8232 é a configuração *Driven Right Leg Circuit* (DRLC), com a aplicação de um eletrodo na perna direita do indivíduo, em substituição ao terra do circuito, servindo como realimentação (ZANATTA; ARAÚJO; FAZZIO, 2018).

Operando com esse sensor, utiliza-se uma plataforma de código aberto de prototipagem, de fácil manuseio e baixo custo. Esta plataforma denomina-se Arduino e permite a gravação de instruções, além de ser responsável pela interface entre o sensor ECG e um microcomputador, onde é possível tratar de forma gráfica o sinal captado. A partir do eletrocardiógrafo obtém-se o eletrocardiograma (ECG), que é o resultado gráfico que permite observar o sistema de condução elétrica do coração.

Em todos os testes pode-se obter as informações essenciais do eletrocardiograma, em que se tem a onda P apresentando a despolarização atrial, correspondente à contração ou sístole dos átrios, o complexo QRS indicando a despolarização ventricular e a onda T representando a repolarização ventricular, como ilustra a Figura 2. A repolarização atrial não aparece no gráfico pois ele ocorre em paralelo à despolarização ventricular, no complexo QRS.

Figura 2 - Eletrocardiograma



Fonte: Fisiologia para Leigos, 2017.

3 METODOLOGIA

Os encontros para aplicação do projeto acontecem com as turmas do 7^o e 8^o anos do Ensino Fundamental de um colégio da rede privada, em uma faixa etária de 11 a 14 anos, com o intuito de levar o protótipo do eletrocardiógrafo para, através dele, aguçar a curiosidade e o interesse nos alunos em conhecer como o circuito funciona e a forma de manuseá-lo. Paralelamente, este entendimento vem acompanhado do estudo sobre o sistema circulatório. Com isso, tem-se a abordagem das disciplinas STEM, em que os alunos aprendem não só com a exposição do conteúdo, mas, principalmente, com a experiência prática ao fazer uso do protótipo, bem como através de provocações e discussões. A prática em conjunto com a explicação do assunto objetiva tornar a aprendizagem mais eficaz. É importante ressaltar que os resultados são apenas para fixação dos estudos, não apresentando todas as características presentes em um eletrocardiograma comercial e não substituindo o exame médico.

Além do circuito, são levados para a aula introdutória desenhos de um coração e bexigas vermelhas para representar o órgão, assim, cada aluno pode encher a bexiga do tamanho de um punho fechado e manusear durante a aula para demonstrar a localização do coração e a contração dos átrios e dos ventrículos.

Embora o assunto a ser explorado nas duas turmas seja o mesmo, é necessária uma abordagem diferente para cada uma delas. Para os alunos do 8º ano, por já serem conhecedores do sistema circulatório através de aulas anteriores de Ciências, a explicação teórica sobre o coração funciona como revisão. O 7º ano ainda não tem conhecimento prévio sobre o assunto, por isso, é necessária uma explanação mais detalhada sobre as partes de maior interesse do sistema circulatório para a compreensão do funcionamento e dos resultados do protótipo.

Desta forma, a interação entre os componentes curriculares é iniciada pelas Ciências Biológicas, apresentando o coração como órgão vital para o ser humano. É apresentada não só a frequência cardíaca, mas a troca gasosa dos pulmões e a pressão arterial. Em seguida, parte-se para as Ciências Físicas, com a explanação do sistema de condução elétrica que existe no coração. Para isso, utiliza-se de exemplos do cotidiano, como o de um indivíduo que recebe uma descarga elétrica e a contração muscular como sendo o motivo pelo qual ele pode "ficar agarrado ao fio elétrico".

A Engenharia e a Tecnologia aparecem na aula através do protótipo do eletrocardiógrafo, sendo apresentados seus componentes e os alunos podem testar o circuito, um a um. A plataforma Arduino deve ser apresentada com destaque, já que traz a possibilidade de utilização em inúmeras outras práticas, por isso, deve ser compreendida pelos alunos como um elemento importante e de fácil entendimento. Por fim, faz-se uso da Matemática para a compreensão gráfica do ECG gerado, expondo as ondas do gráfico e comparando as diferentes amplitudes geradas por cada indivíduo. As aulas ministradas pela equipe do projeto devem ser acompanhadas pelo professor de Ciências e da coordenadora pedagógica do colégio.

4 RESULTADOS

O circuito do eletrocardiógrafo foi testado por 17 alunos, sendo 10 deles do 8º ano e 7 do 7º ano. Houve grande interação por parte dos estudantes, e, apesar de alguns estarem dispersos no início, as aulas fisgaram a atenção e houve participação de todos.

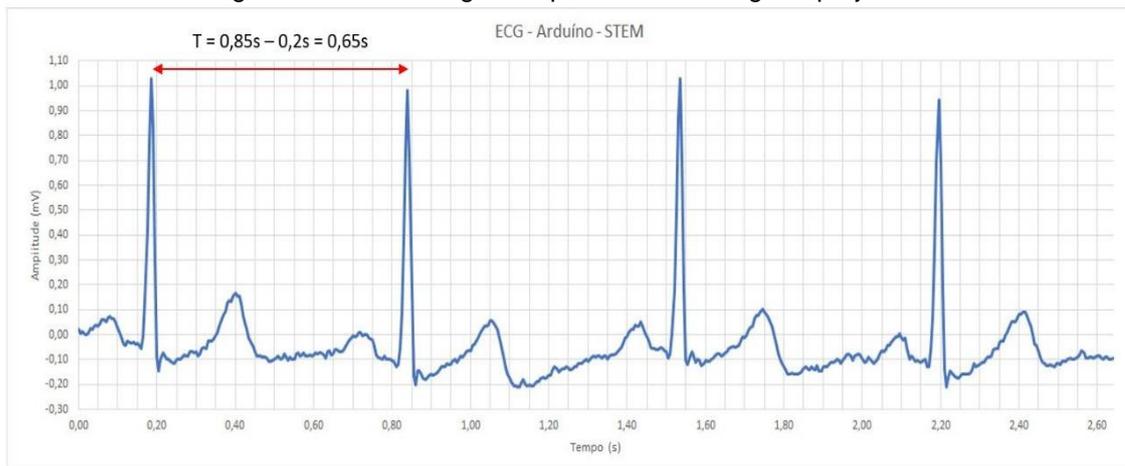
Os alunos do 8º ano, por já possuírem familiaridade com o assunto, participaram de forma mais ativa e o número de informações trazidas por eles foi maior. Percebeu-se que a prática pode ser uma forma de auxiliar na fixação do conteúdo. Também surgiram algumas dúvidas. Revisado o sistema circulatório, um tempo foi destinado para uma conversa sobre o Arduino e componentes eletrônicos (*protoboard*, resistor, *jumper* etc). A introdução aos componentes do protótipo proporcionou aos alunos uma visão mais acurada sobre como os profissionais da área da eletrônica atuam. Houve um número de perguntas maior quando tratado esse assunto.

Quanto aos alunos do 7º ano, o sistema circulatório ainda era uma área pouco conhecida por eles, por possuírem apenas um conhecimento empírico sobre o assunto. A conversa sobre o coração foi um pouco mais demorada, e o conteúdo referente às partes física e matemática foi abordado de uma forma geral, detalhando-se apenas as partes mais necessárias para a prática com o protótipo. O número de questionamentos sobre o coração foi bem maior, e foram feitas perguntas relacionadas a outras áreas da Biologia. No que diz respeito aos componentes eletrônicos, houve grande interesse e interação dos alunos,

havendo também questionamentos sobre outros componentes que não foram utilizados. Da mesma forma que no 8^o ano, os alunos se mostraram impressionados e motivados com o conteúdo que introduziu a eletrônica.

Ao final, cada aluno teve a oportunidade de testar o eletrocardiógrafo em si e analisar as curvas do seu eletrocardiograma, comparando uns com os outros, e estimulados a mexer os braços e a correr com o intuito de acelerar o ritmo do coração, a fim de perceberem a alteração no ECG. A Figura 3 mostra um eletrocardiograma gerado a partir do protótipo desenvolvido.

Figura 3 - Resultado gerado pelo eletrocardiógrafo projetado



Fonte: Autoria própria.

A distância entre os picos da curva, a exemplo da Figura 3, é calculada, assim, tem-se o intervalo de tempo (T) de cada batimento cardíaco. A frequência cardíaca ($f_{cardíaca}$) é calculada a partir da razão entre o minuto (60 segundos) e o intervalo de tempo de cada batimento. Para o caso apresentado na Figura 3, tem-se a frequência cardíaca exibida na Equação (1).

$$f_{cardíaca} = \frac{60\text{ s}}{T} = \frac{60\text{ s}}{0,65\text{ s}} = 92,31 \approx 92 \text{ batimentos por minuto.} \quad (1)$$

Todos os alunos responderam a um questionário contendo 4 questões de múltipla escolha, com respostas SIM ou NÃO. Dessa forma, pretendeu-se avaliar a eficácia deste projeto no ambiente escolar, o qual obteve um resultado positivo entre os alunos. As três primeiras questões foram, a saber: "Esse tipo de aula prática vale a pena?", "Você conseguiu entender melhor o funcionamento do coração depois dessa aula?" e "Seria interessante ter mais aulas assim?". Todas as questões obtiveram a resposta SIM de forma unânime, indicando que a aula foi totalmente aprovada pelas duas turmas. Já a quarta questão, "Você tinha ideia de como funcionava um ECG?", teve resposta NÃO para 65% dos alunos (11), enquanto 35% (6) responderam SIM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos demonstraram aceitação ao modelo de aula proposto e várias dúvidas surgiram, tanto dos assuntos abordados quanto de temas paralelos: O que é o diafragma? Quanto tempo um coração vive fora do corpo, antes de ser transplantado? Como surge a eletricidade no nodo sinusal? Quais outros projetos podem ser elaborados através do Arduino?. Perguntas como essas podem ser bem aproveitadas no dia a dia com os professores e através de pesquisas individuais, criando pontes para outras aulas e agregando conhecimento na aula atual. É importante observar que a curiosidade dos estudantes pode fazê-los aprender além do que estariam dispostos no modelo de aula tradicional.

Nas duas turmas, percebeu-se que houve aprendizado por todos os alunos. Os experimentos que envolvem a Tecnologia e a Engenharia podem ser usados tanto para revisão de conteúdos passados, para a fixação deles, quanto para a introdução de novos assuntos, pois desperta interesse nos alunos por entenderem a importância de tal tema. Desta forma, há um indicativo de como o uso da Tecnologia e da Engenharia pode ser interessante no ambiente escolar, uma vez que o professor licenciado muitas vezes não tem a *expertise* para desenvolver equipamentos a serem usados em sala de aula.

A Universidade tem a oportunidade de atuar nas escolas com essa metodologia para colaborar na formação de conhecimento dos alunos, inserindo-os num contexto atual e prático sobre como os assuntos trabalhados em salas de aula são importantes e contribuindo para que cheguem ao Ensino Superior, pois é notória a sede que se tem por abordagens práticas e dinâmicas, pois contribuem diretamente com a solidificação dos assuntos expostos. Essa interação entre as escolas de Ensino Básico e as Instituições de Ensino Superior vem despertar interesse pelos conteúdos abordados nos livros didáticos e a interrelação entre o cotidiano das pessoas. À medida que o estudante compreende essas relações tem, de uma forma geral, maior estímulo pela aprendizagem deles.

Conjectura-se que essa aproximação também pode levar a um maior interesse por cursos ligados às áreas de Engenharia, bem como dar uma noção de alguns trabalhos desenvolvidos por esse profissional. Um discente que opta e ingressa num curso superior com certa maturidade no que se refere às disciplinas que serão abordadas e aplicações futuras, possivelmente deverá ter feito a escolha mais assertiva quando comparado com outro que não passou por essa vivência. Além disso, é mais improvável que venha a evadir do seu curso superior por insatisfação e desconhecimento. A evasão tem sido um outro grande problema que implica na redução do número de engenheiros ingressando no mercado de trabalho.

Como sugestão para trabalhos futuros, este projeto pode ser ampliado em outras áreas, além das ciências biológicas, como a elaboração de sistemas que usam o Arduino para estudos diversos. A programação lógica do Arduino é um tema que pode ser introduzido em outras turmas do Ensino Básico.

REFERÊNCIAS

ABREU, José Ricardo Pinto de. **Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas – Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas.** Porto Alegre, 2009.

ARAÚJO, Marcela Dornelas da Silva; FEITOSA, Marcílio André Félix; ALCOFORADO, Maria de Lourdes Melo Guedes. Desenvolvimento de um Kit Didático de Ensino de



Telecomunicações para Alunos do Ensino Fundamental. **Anais: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE.** Salvador, 2018.

COSTA, Bruno Barzellay Ferreira da. A qualidade da educação em engenharia e seus impactos no desenvolvimento econômico brasileiro. **Revista Tecnologia e Sociedade,** Curitiba, v. 13, n. 28, p. 18-36, maio/ago. 2017.

DANGELO, José Geraldo; FATTINI, Carlos Américo. **Anatomia Humana Básica.** Atheneu. 2 ed. São Paulo, 2002.

DIAS, Fernando Gallego. **Modelagem e simulação da distribuição da temperatura do coração em cirurgias cardíacas em função do fluxo coronariano.** Curitiba, 2007.

DIAS, Fernando Lianza. **Simbologia do Coração.** Unimed João Pessoa, João Pessoa, 14 fev. 2014. Disponível em: <https://www.unimedjp.com.br/viver-melhor/artigos-medicos/fernando-lianza-dias/simbologia-do-coraao/662>. Acesso em: 06 nov. 2019.

FELDMAN, José; GOLDWASSER, Gerson P. **Eletrocardiograma:** recomendações para a sua interpretação. Revista da SOCERJ, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p. 251-256, out./nov./dez. 2004.

FERREIRA, Denise Helena L.; BRUMATTI, Raquel N. Moreira. Dificuldades em Matemática em um curso de Engenharia Elétrica. **Revista Horizontes.** [S.I.], v. 27, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2009.

FILHO, Eládio Pessoa de Andrade; PEREIRA, Francisco Carlos Ferreira. **Anatomia Geral.** INTA. 1 ed. Sobral, 2015. Ibid., p. 197, Ibid., p. 209.

FURTADO, Aline Fernanda. Um estudo sobre o desafio do ensino de engenharia frente aos problemas econômicos, energéticos e a sustentabilidade. **Revista Encontro de Pesquisa em Educação,** Uberaba, v.1, n.1, p. 4-19, 2013.

MANENTI, Maitê Thomazi. **Desenvolvimento de um protótipo de monitoramento do sinal elétrico cardíaco e diagnóstico de fibrilação arterial.** Araranguá, 2018.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).** Campinas, 2017.

RICHARTZ, Terezinha. Metodologia ativa: a importância da pesquisa na formação de professores. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde,** Três Corações, v. 13, n.1, p. 296-304, 2015.

RODRIGUES, Fernando. **Eletrocardiograma – Eletrofisiologia cardíaca:** parte 2. Fisiologia para Leigos. [S.I.], 29 jul. 2017. Disponível em:



<https://physio4dummies.wordpress.com/2017/07/29/eletro-cardiaca-2/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

ROSS, Robert; WHITTINGTON, James; HUYNH, Phat. **LaserTag for STEM Engagement and Education**. IEEE, [S.l.], v.5, p. 19305-19310, 2017.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. Autores Associados. 42. ed. Campinas, 2012.

SILVA, Maria Iraísis Tainá Costa e; FEITOSA, Marcílio André Félix. Desenvolvimento de um Fotocolorímetro com Alunos do Ensino Médio: Atraindo Alunos para a Engenharia Eletrônica. **Anais: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**. Fortaleza, 2019.

SILVEIRA, Maria Rosâni Abreu de. A dificuldade da Matemática no dizer do aluno: ressonâncias de sentido de um discurso. **Revista Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 36, n. 3, p. 761-779, set./dez. 2011.

SPADOTTO, André Augusto. **Simulações de ondas reentrantes e fibrilação em tecido cardíaco, utilizando um novo modelo matemático**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ZANATTA, Rafael Ferreira; ARAÚJO, Cleudmar Amaral de; FAZZIO, Fernando Roberto de. **Desenvolvimento de um Eletrocardiograma usando o AD8232**. Uberlândia, 2018.

ELECTRONICS IN ELEMENTARY EDUCATION AS A MEANS ATTRACTIVE TO ENGINEERING: AN APPROACH TO THE ELECTROPHYSIOLOGY OF THE HEART

Abstract: *This work aims to apply the methodology that integrates Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), in Elementary School classes, from the use of an electrocardiograph prototype manufactured in a Higher Education Institution (HEI) in Brazil. A case study is carried out, in which topics related to the circulatory system are addressed, with an emphasis on biological and physical sciences. The project is developed with Basic Education students, who have the opportunity to mathematically interpret the generated graphics. The group of students is accompanied by a graduate student and professors from the Electrical Engineering course at the HEI mentioned, in addition to the school's Basic Education team. An opinion poll among the students participating in the project, carried out in order to maintain the anonymity of the interviewees, indicates that there was acceptance and interest in the themes, in addition to leading to an understanding of how engineering is part of people's daily lives.*

Keywords: *Elementary School. Engineering. STEM. Electrocardiogram.*