

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI**

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

**Aprendizagem colaborativa: construção de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica**

**Emanuel Carvalho Barbosa**

**Orientador: Drº Filipe Augusto Gonçalves de Melo**

Teresina- PI

2020

B238a Barbosa, Emanuel Carvalho.

Aprendizagem colaborativa: construção de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica / Emanuel Carvalho Barbosa. – 2020.

77 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, 2020.

“Orientador: Prof. Dr. Filipe Augusto Gonçalves de Melo.”

1. Fisiologia. 2. Tecnologias educacionais. 3. Modelo didático. 4. Plataforma Arduino. I. Título.

CDD: 570.7

# **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI**

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

## **Aprendizagem colaborativa: construção de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica**

**Emanuel Carvalho Barbosa**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof Drº Filipe Augusto Gonçalves de Melo

Teresina- PI

2020

# **Aprendizagem colaborativa: construção de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica**

**EMANUEL CARVALHO BARBOSA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

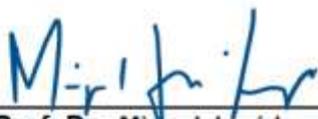
Aprovado em 16 de outubro de 2020.

Membros da Banca:



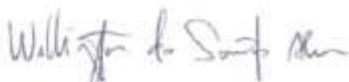
---

**Prof. Dr. Filipe Augusto Gonçalves de Melo**  
**(Presidente da Banca - UESPI)**



---

**Prof. Dr. Miguel José Lopes**  
**(Membro Titular - UFMG)**



---

**Prof. Dr. Wellington dos Santos Alves**  
**(Membro Titular - UESPI)**

Teresina – PI

2020

*À minha esposa, Luiza Couto.*

## **RELATO DO MESTRANDO**

---

Ser mestrando de uma turma do PROFBIO, trouxe novas perspectivas à minha prática docente, tornando-me um profissional mais engajado, articulado e dinâmico. Trabalhar com educação é uma escolha que exige muito mais que afinidade, é preciso preparação contínua e está sempre disposto a se reinventar, sabendo que educar é transformar o outro, mas antes disso é mudar a si mesmo. E em quase dois anos mudei bastante, meu olhar sobre o ensino de Biologia agora me possibilita conduzir os conteúdos de uma forma que antes eu não considerava, inserindo ainda mais o meu aluno na construção do seu próprio conhecimento. Muitas das metodologias de ensino que aprendi durante o curso levei para escola onde trabalho e pude notar a satisfação dos alunos durante as práticas. Turmas anteriores queixavam-se que em suas épocas eu não realizava aquelas atividades dinâmicas, que eles acompanhavam pelas redes sociais dos outros estudantes. Isso me fez perceber o quanto o PROFBIO transformou meu perfil profissional.

Sou professor há mais de seis anos e voltar a posição de estudante permitiu-me compreender o processo de ensino e aprendizagem de forma mais holística e integrada. Muitas vezes eu era surpreendido por desafios, que me tiravam da zona de conforto, forçando-me a refletir sobre meus próprios limites e capacidades. O corpo docente e a coordenação, no entanto, sempre se mostraram sensíveis às adversidades e singularidades de cada estudante, transcendendo às competências as quais eram determinados.

O PROFBIO foi muito mais que uma capacitação profissional, foi uma experiência de vida, que me permitiu exceder competências, habilidades e valores, ampliando minha visão de mundo e transformando-me em uma pessoa melhor.

## AGRADECIMENTOS

---

- À Universidade Estadual do Piauí – UESPI, e à coordenação geral do PROFBIO na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.
- À Coordenação local e aos professores do PROFBIO, obrigado pela atenção, oportunidades e conhecimentos compartilhados.
- À CAPES por apoiar o desenvolvimento científico no nosso país.
- Ao meu orientador Dr Filipe Augusto Gonçalves de Melo, por aceitar esse desafio e está sempre disponível, orientando-me com paciência, zelo e destreza.
- Ao meus pais, Manoel Barbosa e Simplícia Meneses, que nunca mediram esforços para manter-me no caminho da educação, da dignidade e do respeito, a vocês minha eterna gratidão.
- Á minha tia Baia (Maria Meneses), que sempre esteve presente nos momentos mais importantes da minha vida, você é minha segunda mãe.
- À minha esposa, que divide todas as alegrias e angústias, tornando o caminho mais leve e cheio de amor, não teria conseguindo sem você, eu te amo imensamente.
- Às minhas irmãs, que sempre estiveram ao meu lado sendo uma fonte inesgotável de amor, carinho, atenção e ainda me presenteando com sobrinhos maravilhosos, com os quais aprendo todos os dias a ser uma pessoa melhor.
- Aos meus amigos do PROFBIO, com os quais compartilhei momentos incríveis e os levarei para toda a vida, em especial Francisco Delvânio e Flávio Ibiapina, que foram muito mais que colegas de turma, foram amigos de jornada.
- Aos meus alunos, os quais, por muitas vezes, ensinam-me, principalmente a ser um professor melhor e utilizar a educação como instrumento de mudança. Aos CDFs (coração de ferro), obrigado pelo comprometimento no projeto, esse trabalho também é de vocês!
- Aos colegas de trabalho, em especial Narjara Benício e Lennon Campos, amigos que dividem comigo as alegrias, desafios e angústias da profissão, tornando essa missão mais leve e prazerosa.
- À Escola Estadual José Vieira da Silva, em nome da diretora Livia Abreu, pelo espaço e apoio a esse trabalho.

*“A ciência é muito mais que um  
corpo de conhecimentos. É uma  
maneira de pensar. ”*

*(Carl Sagan)*

## RESUMO

BARBOSA, E.C. **Aprendizagem colaborativa: construção de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica**. 2020. 77 p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

As tecnologias educacionais trazem muitas possibilidades e devem ser utilizadas na contribuição do processo de ensino aprendizagem. A plataforma Arduino é bastante eficiente no processo educacional e por ser flexível pode ser usada em ocasiões práticas ou projetos mais complexos em diversos níveis da educação. Na construção de modelos a partir da aprendizagem colaborativa são os alunos, mediados pelo professor, que realizam a produção desse recurso didático. O sistema cardiovascular apresenta um certo grau de abstração e grande quantidade de informações específicas, o que dificulta a assimilação do conhecimento, esse processo pode ser facilitado por metodologias alternativas. O presente trabalho objetivou a construção, de forma colaborativa, de um modelo didático do sistema cardiovascular do corpo humano associado à robótica, tendo a plataforma Arduino como ferramenta. Essa construção foi realizada por alunos através de um projeto em uma escola estadual de Água Doce, Maranhão. Uma sequência de ensino investigativa (SEI) foi desenvolvida e os diálogos entre os estudantes ao longo do projeto foram registrados por gravações de áudios. Um questionário abordando conhecimentos básicos sobre o sistema cardiovascular foi aplicado antes e depois do projeto e seus dados utilizados para averiguar a evolução da aprendizagem por meio da equação de Hake. Os alunos desenvolveram as etapas do projeto de forma participativa e comprometida, sugerindo estratégias e materiais para construção do modelo, o qual teve a base feita de PVC expandido e o sistema cardiovascular simulado por mangueiras e bombas hidráulicas associadas a um relé e sensor ultrassônico. A SEI apresentou resultados positivos no desenvolvimento do aprendizado sobre o sistema cardiovascular, sendo um dos produtos dessa pesquisa, o outro foi o modelo didático junto com os códigos de programação para o Arduino.

Palavras-chave: Modelo didático, Fisiologia e Tecnologia

## ABSTRACT

BARBOSA, E.C. **Collaborative learning: building a model of the human cardiovascular system associated with robotics.** 2020. 77 p. Master's Degree (Master's Degree in Biology Teaching) - State University of Piauí. Teresina.

Educational technologies bring many possibilities and should be used to contribute to the teaching-learning process. The Arduino platform is very efficient in the educational process and because it is flexible it can be used on practical occasions or more complex projects at different levels of education. In the construction of models based on collaborative learning, it is the students, mediated by the teacher, who perform the production of this didactic resource. The cardiovascular system presents a certain degree of abstraction and a large amount of specific information, the difficulty of assimilating knowledge, this process can be facilitated by alternative methodologies. The present work aimed to build, in a collaborative way, a didactic model of the cardiovascular system of the human body associated with robotics, using the Arduino platform as a tool. This construction was carried out by students through a project at a state school in Água Doce, Maranhão. An investigative teaching sequence (SEI) was developed and the dialogues between students throughout the project were recorded by audio recordings. A questionnaire covering basic knowledge about the cardiovascular system was applied before and after the project and its data used to ascertain the evolution of learning through the hake equation. The students developed the stages of the project in a participatory and committed way, suggesting and materials for the model, which had a base made of expanded PVC and the cardiovascular system simulated by hoses and hydraulic pumps associated with a construction relay and ultrasonic sensor. SEI has positive results in the development of learning about the cardiovascular system, being one of the products of this research, the other was the didactic model together with the programming codes for Arduino.

Keyword: Didactic model, Physiology and Technology

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b> - Plataforma Arduíno .....	18
<b>Figura 2</b> - Kit Arduíno .....	27
<b>Figura 3</b> - coração bovino .....	31
<b>Figura 4</b> - ausculta cardíaca.....	32
<b>Figura 5</b> - professor orientando os alunos sobre a prática .....	33
<b>Figura 6</b> - aluno montando o circuito para ligar um LED .....	33
<b>Figura 7</b> - simulador de semáforo .....	34
<b>Figura 8</b> - A: LDR com a lâmpada acesa. B: LDR com a lâmpada apagada .....	35
<b>Figura 9</b> - silhueta do corpo humano utilizado na construção do modelo didático. ....	36
<b>Figura 10</b> - teste da associação entre bomba hidráulica e mangueira.....	38
<b>Figura 11</b> - parte anterior do modelo com os suportes para o líquido e as bombas ....	39
<b>Figura 12</b> - purpurina concentrada na superfície da água, não passando pela bomba.40	
<b>Figura 13</b> - A: teste do uso de refrigerante incolor e corante alimentício. B: visualização do movimento das bolhas .....	40
<b>Figura 14</b> - Relé específico para arduíno .....	41
<b>Figura 15</b> - Relé atuando na passagem de energia para a bomba .....	42
<b>Figura 16</b> - códigos para ligar e desligar o relé, com valores baseados na frequência cardíaca.....	43
<b>Figura 17</b> - Sensor ultrassônico .....	44
<b>Figura 18</b> - Sensor ultrassônico associado ao relé .....	44
<b>Figura 19</b> - Sensor ultrassônico associado ao relé .....	45
<b>Figura 20</b> - equipo utilizado para representar os vasos sanguíneos no modelo didático .....	45
<b>Figura 21</b> - A: Desenho do coração e pulmões. B: Circulação sistêmica representada por desenho dos capilares.....	46
<b>Figura 22</b> - Mangueiras conduzindo os líquidos.....	46
<b>Figura 23</b> - Parte anterior do modelo, bombas, coletores dos líquidos e circuito eletrônico .....	47
<b>Figura 24</b> - Parte posterior do modelo didático .....	47
<b>Figura 25</b> - percepção dos alunos sobre robótica (questão três) .....	48
<b>Figura 26</b> - estruturas básicas do sistema circulatório (questão seis).....	49
<b>Figura 27</b> - câmaras existentes no coração de mamíferos (questão sete).....	50
<b>Figura 28</b> - Transporte no sistema cardiovascular (Questão 8) .....	50
<b>Figura 29</b> - patologias relacionadas ao sistema cardiovascular (questão nove) .....	51
<b>Figura 30</b> - Hábitos de prevenção contra doenças cardiovasculares.....	52
<b>Figura 31</b> - resposta considerada adequada sobre prevenção a doenças cardiovasculares .....	53

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1</b> - Percentual de alunos que acertaram as questões pré e pós projeto e ganho normalizado da aprendizagem (g).....	52
---	----

## SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
<b>2.1. Aprendizagem colaborativa</b> .....	17
<b>2.2. Modelo didático</b> .....	18
<b>2.3. Sistema cardiovascular humano</b> .....	19
<b>2.4. Robótica educacional</b> .....	21
2.4.1. Arduíno .....	23
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	24
<b>3.1. Objetivo geral</b> .....	24
<b>3.2. Objetivos específicos</b> .....	24
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	25
4.1. Projeto na escola .....	26
4.2. Aulas colaborativas .....	26
4.2.1. Etapa 1 – Aspectos fisiológicos e anatômicos .....	26
4.2.2. Etapa 2 – Aspectos clínicos e patológicos.....	27
4.2.3. Etapa 3 – Robótica (Arduíno) .....	27
4.2.4. Etapa 4 – Construção do modelo.....	28
4.3. Análise de dados .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	30
5.1. Análise qualitativa – Etapas da SEI .....	30
5.2. Análise quantitativa – Questionário.....	48
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	54
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	55
<b>8. PRODUTOS</b> .....	63
8.1. Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	63
8.2. Modelo didático do sistema cardiovascular humano associado à robótica e seus códigos de programação .....	69
<b>Apêndice A</b> .....	71
<b>Anexo A</b> .....	73

# 1. INTRODUÇÃO

---

A educação básica propõe uma formação onde cada indivíduo possa atuar no mundo real e global, conhecendo e participando das mudanças socioambientais que os cercam. O ensino de ciências naturais deve proporcionar aos alunos um desenvolvimento integral, onde o estudante possa observar, interpretar, propor hipóteses e buscar resultados diante de problemas (NICÁCIO et al., 2017).

A disciplina de Biologia oferece a professores e alunos a possibilidade de metodologias inovadoras, que podem contribuir de forma significativa no processo de ensino aprendizagem. Rossasi e Polinarski (2015) defendem que há formas diferentes de envolvimento entre discentes e a matéria, em que alguns se preocupam apenas com notas e conceitos, relacionando-se de forma superficial com a disciplina, outros consideram o conteúdo como ferramenta necessária para se aprofundarem na busca de respostas para fenômenos naturais. Outro obstáculo que ainda persiste no sistema de ensino é o uso de métodos tradicionais, onde o professor é o centro do processo de aprendizagem, em que somente ele define todas essas etapas (SANTOS, 2011). A metodologia utilizada pelo professor necessita ser atraente e dinâmica, além disso é importante inserir o aluno na construção de seu próprio conhecimento (NICOLA E PANIZ 2016).

O uso de modelos no ensino de biologia é uma alternativa metodológica, que possibilita a extensão do conhecimento do docente para um campo mais tangível. A produção de modelos didáticos é importante na motivação de professores e alunos, que se sentem desafiados a transformar o conhecimento adquirido em um produto, tornando o processo de ensino aprendizagem mais dinâmico e prazeroso (ALVES, 2014).

Duso (2012) percebeu que em construções de modelos do corpo humano os alunos não tiveram dificuldades em assimilar o conhecimento referente ao assunto, mas no momento de aplicar os conceitos ao protótipo apresentaram algumas limitações. Essas dificuldades, segundo o pesquisador, estão relacionadas à fragmentação dos conteúdos referentes ao sistema corpóreo, que em muitos casos são abordados de maneira isolada, não criando uma conectividade entre eles.

## 1. Introdução

---

Muitas lacunas no processo de ensino e aprendizagem podem ser preenchidas com o auxílio da tecnologia, trazendo dinamismo e tornando as aulas mais atrativas. As tecnologias educacionais trazem muitas possibilidades e devem ser utilizadas na contribuição do processo de ensino aprendizagem. Entre essas tecnologias apresenta-se a robótica, que desenvolve o pensamento lógico, necessário em diversas áreas do conhecimento e a inserção dessa ferramenta pedagógica no ensino básico vem sendo cada vez mais debatida pelos órgãos públicos (KALIL et al., 2013).

A principal plataforma utilizada na robótica educacional, e também empregada nessa pesquisa, é conhecida como Arduíno, que possui software livre e hardware de baixo custo (ARDUÍNO, 2018). Essa plataforma, de acordo com Jamieson (2011) é bastante eficiente no processo educacional e por ser flexível pode ser usada em ocasiões práticas ou projetos mais complexos em diversos níveis da educação.

Outro aspecto que envolve o uso de robótica e a elaboração de modelos didáticos é a aprendizagem colaborativa, em que Garcia e Soares (2014) consideram o processo de construção mais importante que o produto final. Na construção de modelos a partir da aprendizagem colaborativa são os alunos, mediados pelo professor, que fazem sugestões desde o tipo de modelo a ser desenvolvido até os materiais utilizadas para sua produção, participando ativamente de todos os processos (GARCIA E SOARES, 2014).

O sistema cardiovascular apresenta um certo grau de complexidade associado a grande quantidade de informações específicas, o que exige considerável nível de abstração para o entendimento de sua funcionalidade (CANEPPA et al., 2012). A compreensão adequada desse sistema está relacionada a práticas de saúde mais saudáveis como forma de prevenção a possíveis patologias cardiovasculares

Ao produzir um modelo biológico de forma colaborativa, o estudante passa de mero receptor de informações e conceitos a construtor da própria aprendizagem, tornando-a mais efetiva e prazerosa, principalmente quando há troca de experiências e é desafiado. O uso da robótica é uma estratégia alternativa, que desenvolve o raciocínio lógico e torna o ensino mais atrativo, quando comparado com métodos tradicionais.

O presente trabalho reúne a elaboração de modelos didáticos-pedagógicos, robótica e a aprendizagem colaborativa como ferramentas para construir um conhecimento sobre o sistema cardiovascular humano. Avaliar novos tipos de abordagem é fundamental para

## **1. Introdução**

---

o desenvolvimento da qualidade de ensino, além disso a robótica atrai e desenvolve habilidades transversais aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

A pesquisa converge estratégias metodológicas diferentes a fim de propor alternativas que melhorem o processo de ensino-aprendizagem de biologia no ensino básico. O possível desenvolvimento e ampliação do conhecimento dos alunos sobre determinado assunto serve de parâmetro para futuras práticas pedagógicas em sala de aula.

Os participantes dessa pesquisa são alunos de uma escola estadual de ensino médio, a qual apresenta um histórico de ensino precário, com falta de professores e recursos. A maioria dos estudantes é oriunda de povoados na zona rural, apresentando famílias carentes e pais analfabetos. Estratégias de ensino que atraia e facilite a compreensão dos conteúdos se fazem ainda mais necessárias nessa realidade.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

---

Os métodos tradicionais de ensino são pautados na memorização e reprodução de conceitos, o que impossibilita ao aluno a contextualização do conteúdo. Segundo Silva et al. (2016) isso acarreta em um distanciamento entre ensinar ciências e formar cidadãos alfabetizados cientificamente. Muitos autores têm utilizado de metodologias ativas a fim de resgatar o estudante e inseri-lo no processo de ensino e aprendizagem, principalmente quando se trata de conteúdos mais abstratos como fisiologia e citologia (SANTANA E SANTOS, 2019).

### 2.1. Aprendizagem colaborativa

Na aprendizagem colaborativa o professor opera na criação de situações e ambientes apropriados para que o estudante possa ampliar suas aptidões sociais e cognitivas de forma criativa, na interação com o grupo (TORRES e IRALA, 2014). E assim os discentes são instigados a estabelecer novas maneiras de enxergar elementos sociais e científicos, reconhecendo-se quanto indivíduos e colaborando com outros por meio de suas experiências de vida. As relações socioafetivas também são bastante desenvolvidas nesse contexto. Costa e Júnior (2019) apontam um crescimento no uso de práticas educativas e associam isso ao advento das tecnologias e ao ensino a distância.

É fundamental que no processo de aprendizagem ocorra a participação e o trabalho colaborativo entre os alunos, promovendo uma interatividade com discussões e trocas de conhecimento (GROENWALD E HOMA, 2014). Tavares et al. (2016) afirmam que o aluno de hoje não quer mais apenas receber informações de forma passiva e sim produzir e compartilhar conhecimento. Vygotsky (1980) aponta que o pensamento do indivíduo é influenciado pelo grupo e também o grupo sofre influência do pensamento do sujeito.

Na aprendizagem colaborativa o professor possui papel de mediador, construindo de forma conjunta com os alunos as respostas para problemas que surgem diante de novas práticas, o professor é, também, o motivador desses processos (Kenski, 2012). Sobre o processo da construção da aprendizagem e seus resultados, pode-se afirmar:

## 2. Referencial teórico

---

O conceito de aprender está ligado diretamente a um sujeito (que é o aprendiz) que, por suas ações, envolvendo ele próprio, os outros colegas e o professor, busca e adquire informações, dá significado ao conhecimento, produz reflexões e conhecimentos próprios, pesquisa, dialoga, debate, desenvolvem competências pessoais e profissionais, atitudes éticas, políticas, muda comportamentos [...] desenvolve sua capacidade crítica a capacidade de considerar e olhar para os fatos e fenômenos de diversos ângulos, compara posições e teorias, resolve problemas. Numa palavra, o aprendiz cresce e desenvolve-se (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2015).

A aprendizagem colaborativa envolve uma série de teorias e práticas pedagógicas, concentrando-se na construção e apropriação dentro de um processo de aprendizagem, desenvolvendo crítico e socialmente os partícipes (TORRES E IRALA, 2014).

Em um trabalho realizado por Coelho e Pinheiro (2017), que tinham o objetivo de desenvolverem uma aprendizagem colaborativa através de grupos de aplicativos de trocas de mensagem, foi percebido que essas práticas ajudaram a desenvolver várias habilidades nos alunos, entre elas a pró atividade, a capacidade de gerenciamento e a facilidade para trabalhar em grupo.

Rocha et al. (2019) realizaram um estudo envolvendo aprendizagem colaborativa em aulas de campo, demonstrando que essa estratégia surge da necessidade de metodologias que possam trazer interatividade entre alunos e professor, resultando na compreensão e interpretação de assuntos determinados.

Sullivan et al. (2015) realizaram um trabalho sobre aprendizagem colaborativa em uma perspectiva diferente em que o professor não era o especialista no conteúdo, assim os alunos tiveram ainda mais liberdade de conduzir a construção de seus próprios conhecimentos.

Uma das estratégias que Garcia e Soares (2014) utilizaram para conduzir aulas de forma colaborativa foi a construção de um modelo didático, idealizado e produzido pelos próprios alunos. Segundo os autores essa metodologia desperta o trabalho em equipe e facilita a tomada de decisões.

### 2.2. Modelo didático

O modelo de aula dominante na nossa sociedade a mais de um século é proveniente do período dos gregos da antiguidade, onde os alunos se reuniam em grandes auditórios para assistir às apresentações dos pensadores. Os alunos, que eram

## **2. Referencial teórico**

---

mais espectadores, não interagiam entre si, nem com o detentor da palavra, que proferia seus conhecimentos sem se preocupar se estava sendo compreendido. Essa metodologia, no entanto, vem sendo substituída por alternativas que insiram o aluno no processo de aprendizagem, entre as estratégias encontra-se os modelos didáticos, que contribuem positivamente nesse processo (SANTANA E SANTOS, 2019).

Oliveira (2010) considera que o ensino por modelos didáticos é uma solução que permite o emprego de outro recurso além do livro, permitindo o manejo de forma tangível e a visualização, que no trabalho do autor foram representações do DNA, instigando a participação dos estudantes.

Atualmente, muitos trabalhos trazem inovações acerca das metodologias de ensino, que empregam a construção de modelos tridimensionais de estruturas biológicas em sala de aula, muitas vezes utilizando materiais recicláveis, modelagens, entre outros, para o ensino de diferentes conteúdos da Biologia (BESERRA e BRITO, 2012). Welter et al. (2019), demonstrou em seu trabalho sobre o uso de modelos didáticos no ensino de genética, que uma das vantagens desse recurso é o resgate do aluno à aula, por se tratar de uma metodologia atrativa.

Campos Júnior et al. (2009) chamam atenção para o ensino de forma lúdica, onde perceberam uma grande apropriação do conhecimento, visto o entusiasmo dos estudantes quando são convidados a aprenderem de uma forma interativa e irreverente, resultando em um aprendizado exitoso.

Segundo Casas et al. (2010) a construção de modelos didáticos tridimensionais das primeiras fases do desenvolvimento embrionário é uma estratégia pertinente no processo de aprendizagem sobre esse conteúdo.

Modelos didáticos apresentam eficiência na aprendizagem, contribuindo para promover o interesse do aluno pelo conteúdo e dessa forma, desenvolver uma aprendizagem significativa (ELIAS, SIQUEIRA & SANTOS, 2016). O conteúdo ministrado pode requerer do aluno um maior grau de abstração, como os aspectos fisiológicos do sistema cardiovascular, necessitando de materiais mais tangíveis para o seu ensino, como os modelos didáticos.

### **2.3. Sistema cardiovascular humano**

O Sistema Cardiovascular humano compreende o coração, artérias, veias, capilares e o sangue. O sangue chega a todas as partes do corpo por um sistema

## 2. Referencial teórico

---

complexo de vasos sanguíneos, tudo isso ocorre através do bombeamento do coração (PEREIRA, POZZOBON E OLIVEIRA, 2012).

O coração é um órgão singular, muscular, localizado no mediastino médio, à esquerda do plano do mediastino. A sua principal função consiste em bombear o sangue através dos vasos, fazendo-o chegar a todas as células do organismo (SEELEY et al, 2011).

As artérias são compostas por paredes elásticas, que permitem regularizar o fluxo e a pressão do sangue, levando-o do coração ao corpo. Esses vasos, bifurcam-se em ramos menores dando origem às arteríolas, começando-se a diminuir a pressão sanguínea, com paredes mais delgadas. As arteríolas dividem-se ainda mais formando os capilares. Posteriormente o sangue dirige-se para vênulas que aumentam seus calibres até formarem as veias. Nas veias o sangue circula com uma pressão menor, o que justifica não necessitarem de paredes elásticas, são constituídas, deste modo, por paredes mais delgadas que as artérias. A maior parte das veias apresenta válvulas que impedem o retorno sanguíneo (LAGARTO, 2011).

As valvas atrioventriculares (Tricúspide e mitral) evitam o refluxo de sangue presentes nos ventrículos para os átrios durante a sístole. Valvas semilunares (Pulmonar e aórtica) evitam o refluxo das artérias pulmonares e da aorta para os ventrículos durante a diástole. Essas valvas abrem-se lentamente e fecham na medida do gradiente de pressão. (HALL E GUYTON, 2017). Alguns desses processos podem ser percebidos através de ausculta, analisando o *Ictus cordis*, que é o choque mecânico da ponta do coração na caixa torácica, localizado, em geral, na linha hemiclavicular esquerda com o 5º espaço intercostal (BRANCO et al., 2018). Melo et al. (2019) utilizaram a ausculta cardíaca para o ensino de semiologia, percebendo uma maior articulação teórico-prática entre os alunos.

A pressão arterial (PA) é resultante da força exercida pelo sangue nas paredes de uma artéria, quando ocorre um batimento cardíaco e desloca-se de uma área de alta pressão para uma de baixa pressão (PERRY E POTTER E, 2013). Uma das principais alterações do sistema cardiovascular é a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), que consiste na presença de níveis pressóricos elevados e sustentados. Figueirinha e Herdy (2017), fizeram um levantamento sobre a prevalência de HAS em adolescentes, demonstrando uma relação com obesidade e histórico familiar. Os autores perceberam

## **2. Referencial teórico**

---

um número expressivo de jovens hipertensos. Muitos pesquisadores têm notado a importância da educação em saúde e no autocuidado, com o intuito de prevenir doenças cardiovasculares (TSUKAMOTO et al., 2015).

Kawamoto e Campos (2014) apontam que o ensino sobre o corpo humano na educação básica ainda é bastante conceitual e fragmentado, apresentando pouca conexão entre os sistemas. Barbosa, et al. (2010) defende que o sistema circulatório humano deve ser tratado com clareza e de forma dinâmica, diante de sua complexidade, além disso o sistema cardiovascular humano é um conteúdo central na matriz curricular de Biologia (ALKHAWALDEH, 2012).

Albuquerque et al. (2020) perceberam que o ensino do sistema circulatório necessita de estratégias mais estimulantes, como contato com estruturas em três dimensões. Ao realizarem essas metodologias os autores perceberam um avanço no aprendizado.

O ensino de anatomia, inclusive do sistema cardiovascular, tem utilizado peças de cadáveres, porém Silva (2016) aponta uma série de obstáculos que esse recurso pode trazer, como falta de disponibilidade das peças, custo e contato com substâncias tóxicas para conservação, fazendo com que o professor utilize outras estratégias como o uso de modelos e tecnologia.

### **2.4. Robótica educacional**

Muitos avanços tecnológicos originaram-se na revolução industrial, entre eles a robótica, muito difundida na indústria têxtil, com a fabricação de teares mecânicos, no início século XVIII. (NETO E SILVA, 2018). O aumento da produtividade foi um marco na revolução industrial, através da automatização de serviços repetitivos. A estratégia de utilizar humanoides mecânicos previamente programado, contudo, só foi possível em meados do século XX, quando George Stibitz, desenvolveu o Complex Number Calculator, apresentando-o como o primeiro computador digital. Posteriormente, mas ainda no mesmo século, em 1961, Joseph Engelberger, desenvolveu o primeiro robô comercial, o Unimate (MURPHY, 2000).

O aumento expressivo da utilização de dispositivos eletrônicos em escolas reflete o quanto a tecnologia vem crescendo em vários setores sociais, tornando-se

## **2. Referencial teórico**

---

imprescindíveis, considerando que os indivíduos estão cada vez mais imersos em um ambiente digital. É nessa perspectiva que emerge o ensino da robótica educacional, apresentando o uso de robôs como seu principal instrumento, o que permite aos estudantes programar e criar sistemas robóticos que contribuem para facilitar o processo de ensino e aprendizagem (FERNANDES et al., 2018).

A robótica educacional pode ser definida como o conjunto de conceitos tecnológicos aplicados ao ensino, proporcionando aos discentes o contato à softwares, computadores, sensores e atuadores eletrônicos, permitindo-os uma integração entre os dispositivos, tudo isso incluindo o uso de recursos pedagógicos para desenvolvimento de um espaço escolar adequado ao aprendizado (PIROLA, 2010). Vários países já utilizam robótica educacional no ensino de matemática e física, essa estratégia facilita o desenvolvimento de outras habilidades, como o raciocínio lógico e tomadas de decisões. (HAPPYCODE, 2016).

JR et al. (2008) defendem que o desenvolvimento de robôs no ambiente escolar propicia aos estudantes e professores um ensino, aprendizado e descobertas de forma coletiva, convergindo processos abstratos e concretos. A robótica também permite a associação de conteúdos, estimular a criatividade e o trabalho em grupo.

Santos et al. (2018) acredita na importância da associação entre informática e educação, proporcionando para pesquisadores e professores um conhecimento, compreensão e a aplicação de inovações tecnológicas em sala de aula. Diante disso, busca-se diminuir gradativamente os abismos que existem entre o conhecimento e a aprendizagem, permitindo que os estudantes consigam desenvolver um pensamento criativo e a capacidade de administrar seus problemas

Segundo Fernandes et al. (2018) o emprego das estratégias em robótica possibilita a transmissão, de forma casual e lúdica, de conceitos básicos de lógica, programação e em disciplinas da base curricular comum, facilitando o desenvolvimento de um raciocínio capaz de solucionar problemas em situações cotidianas.

Nos últimos anos têm crescido diversos repositórios de softwares livres, os quais podem ter seus códigos gratuitamente baixados, usados, alterados e compartilhados, admitindo que qualquer usuário possa realizar melhorias dos programas a qualquer tempo, além de poder desenvolver novos softwares baseados nos códigos existentes (QUEIROZ E SAMPAIO, 2016). Esse movimento, chamado de Software Livre, está

## 2. Referencial teórico

---

relacionado ao princípio de compartilhar conhecimentos e informações e à solidariedade praticada pela inteligência coletiva (HARUMI ITO, 2017). Alguns exemplos de hardwares livres são o Arduino (<http://www.arduino.cc/>) e o Raspberry Pi (<https://www.raspberrypi.org>).

### 2.4.1. Arduíno

O Arduino é um Hardware Livre elaborado por uma equipe de cinco pesquisadores de diferentes países: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Nasceu da necessidade de uma plataforma de prototipagem eletrônica de código livre, apresentando uma utilização simples, inclusive por crianças, de modo que fosse possível criar projetos variados sem ser preciso frequentar um curso integral de eletrônica. (OLIVEIRA et al., 2019).

Vários fatores estão relacionados ao constante uso de Arduino na construção de projetos na área da robótica educacional como preço baixo, qualidade, versatilidade e facilidade de uso. Além disso o uso dessa plataforma de prototipagem facilita o aprendizado em diversas áreas, como no trabalho de Moura et al. (2019), que utilizou o Arduíno como ferramenta no ensino de termometria, que notou uma motivação por parte dos alunos e uma dinamização nas aulas de física.

Garcia e Soares (2014) associaram o desenvolvimento de modelos à robótica educacional utilizando Arduino, onde os alunos desenvolviam um programa básico mediado pelo professor fazendo luzes de *led* acenderem no decorrer de um modelo do sistema nervoso. Segundo os autores a associação dessa plataforma ao processo educacional estimula os alunos a desenvolverem a criatividade o pensamento crítico, reflexivo e auxilia na tomada de decisões, pois estavam sempre tendo que elucidar problemas.

Kalil et al. (2013) consideram o Arduíno como uma das ferramentas na robótica educacional mais adequadas para o desenvolvimento da lógica, compreensão e elucidação de problemas.

# 3. OBJETIVOS

---

## 3.1. Objetivo geral

Construir, de forma colaborativa, um modelo didático do sistema cardiovascular do corpo humano associado à robótica com alunos das três séries do ensino médio.

## 3.2. Objetivos específicos

- Criar um projeto na escola abordando o sistema cardiovascular humano e robótica
- Estimular o pensamento crítico, reflexivo e criativo dos alunos;
- Registrar a evolução do conhecimento a partir de questionários e diálogos ao longo do processo de criação;
- Inserir robótica como alternativa educacional no desenvolvimento do raciocínio investigativo.

## 4. METODOLOGIA

---

O desenvolvimento do trabalho foi realizado em uma escola estadual de ensino médio, que fica em uma cidade localizada no norte do estado do Maranhão, apresentando uma zona rural predominante, onde a população tem a pesca e agricultura como principal fonte de subsistência. Os aspectos éticos dessa pesquisa foram avaliados e aprovados pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Estadual do Piauí apresentando o número do parecer 3.798.014 (Anexo A).

A pesquisa ocorreu em três etapas: 1) criação de um projeto na escola com a inscrição dos alunos interessados; 2) aplicação de questionário antes e depois do projeto; 3) aulas colaborativas. Essa última contemplou a criação do modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica, tendo como ferramenta tecnológica a plataforma de prototipagem Arduino (figura 1). Essa plataforma possui hardware e software livres, é considerada rápida e prática para pessoas com formações variadas terem acesso ao desenvolvimento de circuitos eletrônicos. É uma placa de circuito impresso apresentando um micro controlador programável via USB (Universal Serial Bus) e um conjunto de instrumentos que facilitam sua programação. Desta forma, é possível criar modelos de circuitos que recebem e enviam sinais analógicos/digitais para componentes como sensores e atuadores eletrônicos.

*Figura 1 - Plataforma Arduino*



FONTE: Arduino (2018)

#### 4.1. Projeto na escola

A criação do projeto na escola teve o objetivo de reforçar conhecimentos específicos e reunir alunos com o mesmo interesse de aprendizagem, esse projeto foi intitulado de “Corpo humano e a robótica” sendo divulgado nas três séries do ensino médio. As inscrições tiveram data e horário determinado e limite de participações de 25 alunos, caso esse número fosse ultrapassado os excedentes entrariam em uma fila de espera. Antes e depois do projeto os estudantes preencheram um questionário (Apêndice A), que abordava sua percepção sobre robótica e o conhecimento prévio sobre o sistema cardiovascular, onde não eram identificados pelo nome e sim por código numérico.

#### 4.2. Aulas colaborativas

As aulas do projeto aconteceram no contra turno, para não comprometer o conteúdo programático e calendário escolar, tendo frequência de um encontro por semana com duração de duas horas, ocorrendo de janeiro a março de 2020.

Para as aulas colaborativas foi produzida e aplicada uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI, que se dividiu em quatro etapas, cada uma com três encontros, que duravam duas horas.

##### 4.2.1. Etapa 1 – Aspectos fisiológicos e anatômicos

A primeira etapa iniciou com uma explanação teórica sobre o sistema cardiovascular humano, sempre levando em consideração o conhecimento prévio dos alunos, foi utilizado um vídeo de Miranda (2018) para auxiliar a explicação. Alguns questionamentos foram levantados pelo professor como: por que o coração é um órgão vital? Por que nosso sangue não se mistura? E por que não controlamos as batidas do coração? Após o momento teórico os alunos manusearam um coração bovino dissecado, com auxílio de bandeja, luvas, pinças e bisturi. A todo momento eram solicitados pelo professor a identificarem as estruturas que observavam.

#### 4. Metodologia

---

##### 4.2.2. Etapa 2 – Aspectos clínicos e patológicos

Nessa etapa o professor apresentou técnicas de aferição de pressão arterial e ausculta cardíaca, com o vídeo de Filho (2018) como apoio. Além disso, os estudantes conheceram várias doenças que atingem o sistema cardiovascular, seus sintomas, tratamentos e prevenções, sempre considerando suas realidades e experiências. Posteriormente à abordagem teórica os alunos formaram duplas e praticaram a aferição de pressão através do método de Korotkoff e identificação das bulhas cardíacas localizando o *Ictus cordis*. Utilizaram esfigmomanômetro aneroide, estetoscópio e materiais para higienização como álcool 70% e algodões.

##### 4.2.3. Etapa 3 – Robótica (Arduíno)

A etapa três contemplou o ensino de robótica, em que o professor utilizou um simulador online (TINKERCAD, 2020) para ensinar e orientar os estudantes, os quais se dividiram em quatro equipes e praticaram a construção de diversos tipos de circuitos e seus códigos, utilizando kits Arduíno, contendo a placa e componentes eletrônicos (figura 2). O primeiro circuito requisitado pelo professor foi ligar e desligar uma lâmpada de LED (*light emitting diode*), em que a orientação foi feita através do simulador e os estudantes apenas repetiram os comandos. Os outros circuitos solicitados foram: simulação de um semáforo com três LEDs piscando, e circuitos que utilizavam sensor ultrassônico (sensor de proximidade), sensor LDR (*light dependente resistor*), sensor PIR (*passive infrared*), detector de som e potenciômetro. Nesses circuitos não ocorreram a orientação do professor com simulador, que solicitava os comandos em formas de desafios, estimulando a competição e ressaltando o protagonismo dos estudantes.

Figura 2 - Kit Arduíno



Fonte: autor

#### 4. Metodologia

---

Cada kit de robótica continha:

- 1 Arduino UNO R3
- 1 cabo USB
- 1 Protoboard 400 furos
- 1 Kit Jumpers Macho - Macho 60 vias
- 1 Kit Jumpers Macho - Fêmea 20 vias
- 1 Kit 40 resistores
- 1 Kit de 12 leds difuso
- 1 sensor ultrassônico
- 1 LDR (sensor de luminosidade)
- 1 detector de som
- 1 sensor de movimento
- 6 Push Buttons
- 2 Potenciômetros

##### 4.2.4. Etapa 4 – Construção do modelo

Na etapa quatro os alunos dedicaram-se a construção do modelo didático, resgatando todas as informações das etapas anteriores. As estratégias e materiais utilizados eram propostos por eles, obedecendo os seguintes critérios de escolha: valor didático, ou seja, aproximação com a realidade; valor estético; facilidade de trabalho; viabilidade de programação e custo financeiro. Nessa etapa a participação do professor era limitada a instigar as discussões entre os alunos.

##### 4.3. Análise de dados

As informações colhidas através do questionário foram analisadas sob os aspectos socioeconômicos dos alunos e quantidades de acertos por questão. O ganho efetivo de aprendizado foi mensurado a partir da equação proposta por Hake (2002), que permite avaliar o progresso da aprendizagem dos alunos em um envolvimento interativo (EI) após a aplicação de determinada metodologia. O ganho médio normalizado ( $g$ ) é definido pela equação:

$$g = \frac{\% \text{ pós} - \% \text{ pré}}{100 - \% \text{ pré}}$$

Em que  $g$  representa o ganho normalizado,  $\% \text{ pós}$  é a porcentagem de acerto após a aplicação da metodologia proposta,  $\% \text{ pré}$  é a porcentagem de acertos antes da metodologia e 100% é a porcentagem máxima de acertos possíveis. Os valores de  $g$  podem variar de 0 a 1, podendo ser baixo ( $g < 0,30$ ), médio ( $0,30 \leq g < 0,70$ ) e alto ( $g \geq$

#### **4. Metodologia**

---

0,70). O ganho normalizado foi calculado levando em consideração o número de alunos que acertou cada questão antes e depois do projeto. Os itens analisados através da equação de Hake (2002) foram apenas os que tratavam de conhecimentos sobre o sistema circulatório humano, ou seja, da 6ª a 9ª questão.

Na análise qualitativa foram apresentados os dados colhidos através dos diálogos realizados durante o desenvolvimento do modelo didático, sendo registrados por meio de gravações de áudios e suas transcrições.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

Foram ofertadas 25 vagas para o projeto de robótica associada ao sistema cardiovascular humano, havendo 31 inscritos, dessa forma seis alunos ficaram na lista de espera. Ao decorrer do projeto três alunos desistiram, o fato de morarem no povoado mais distante do colégio justificou a desistência, considerando que no dia do projeto os estudantes estavam os dois turnos na escola. Os alunos desistentes não foram substituídos, pois saíram na metade do projeto, que seguiu com 22 participantes.

A idade dos discentes estava entre 16 e 20 anos. O projeto contou com 68% de participação de alunos do sexo masculino, ou seja, 15 estudantes, 32% eram do sexo feminino, representando sete alunas. Esses dados corroboram com um levantamento feito por Melo et al. (2009), mostrando que na relação entre gêneros há uma prevalência masculina nas áreas de exatas e engenharias.

O projeto “Corpo humano e robótica” seguiu a sequência de ensino investigativa de forma colaborativa, onde as participações e contribuições dos alunos estão descritas a seguir.

### 5.1. Análise qualitativa – Etapas da SEI

Ao entrarem em contato com o coração bovino (Figura 3) os estudantes mostraram interesse e empolgação pela prática, que atraiu suas atenções, fato perceptível nas falas transcritas abaixo.

*“Estou me sentindo um médico fazendo cirurgia (risos).”*

*Aluno 17*

*“Nossa, nunca tinha pegado num coração!”*

*Aluno 21*

Figura 3 - coração bovino



Fonte: Autor

Da Silva et al. (2017) também notaram que aulas práticas tornam o conteúdo mais atrativo, contribuindo de forma eficaz para o aprendizado.

A maioria dos participantes conseguiu identificar as estruturas cardíacas, quando eram instigados pelo professor. Algumas de suas falas foram gravadas e transcritas abaixo.

*“Eu acho que o espaço de cima é a artéria, porque é a mais grossa.”*  
Aluno 3

*“Se botar o dedo ai (artéria aorta) vai parar no ventrículo então, no esquerdo né?”*  
Aluno 18

*“Acho que essas redinhas ai são aquelas que fecham o espaço entre os átrios, átrios não, como é? Entre o átrio e ventrículo”.*  
Aluno 17

Lima et al. (2012) utilizaram órgãos suínos dissecados para o ensino de anatomia, concluindo que essa prática conduz o estudante ao aprendizado de forma mais eficiente e duradoura.

#### 4. Resultados e discussões

---

Na ausculta do coração os estudantes demonstraram facilidade na localização do *lctus cordis* e no reconhecimento das bulhas cardíacas (Figura 4).

Figura 4 - ausculta cardíaca



Fonte: Autor

Na prática da aferição de pressão (Figura 5), os alunos demonstraram dificuldades em reconhecer os sons de Korotkoff, Oliva e Aquino (2016) também notaram essa dificuldade em sua pesquisa e a atribuíram às aulas teóricas. O tempo destinado a esse tema no projeto pode estar relacionado a isso.

Muito dos estudantes nunca tinham aferido suas pressões arteriais, fato que trouxe curiosidade e empolgação para o grupo. Figueirinha e Herdy (2017) fizeram um levantamento sobre casos de hipertensão em adolescentes e a partir de questionário notaram que 45,5% dos participantes também nunca tiveram suas pressões arteriais aferidas.

Lopes et al. (2018) mostraram a importância da realização de atividades educativas, que alcancem o entendimento da população em prevenir e controlar a hipertensão, a fim de que possibilitem o autocuidado e um maior conhecimento sobre essa categoria de enfermidade.

#### 4. Resultados e discussões

Figura 5 - professor orientando os alunos sobre a prática



Fonte: autor

As aulas práticas sobre robótica acontecerem na própria sala de aula, pois a escola não dispõe de um espaço específico para esse tipo de ensino. De Souza et al. (2018) demonstraram que um local apropriado para o ensino de robótica, como laboratórios de tecnologia, torna o ensino e a aprendizagem mais eficientes e produtivos.

O uso do simulador de Arduino online Tinkercad (Tinkercad, 2020), facilitou o ensino da montagem de circuitos, onde os alunos não apresentaram problemas na reprodução utilizando a placa física, como mostra a figura 6, em que os estudantes estão ligando um LED à plataforma.

Figura 6 - aluno montando o circuito para ligar um LED



Fonte: autor

#### 4. Resultados e discussões

O mesmo simulador foi utilizado por Lira et al. (2019), onde objetivava estimular o raciocínio computacional de estudantes, os autores consideraram essa metodologia fácil, simples e eficaz.

Ao serem desafiados a montarem circuitos sem o auxílio do simulador os alunos, inicialmente, demonstraram insegurança, mas à medida que praticavam a maioria foi demonstrando confiança e agilidade. O primeiro circuito solicitava a utilização de três LEDs para simular um semáforo, ou seja, para que as luzes piscassem de forma alternada (Figura 7). Todos os grupos montaram de forma correta o circuito, porém duas equipes tiveram dificuldade na elaboração dos códigos, conseguindo finalizar com a intervenção do professor.

Figura 7- simulador de semáforo



Fonte: autor

As seguintes atividades práticas da etapa três, consistiram em associar sensores aos atuadores. Nesse momento a quantidade de alunos por grupo foi reduzida devido a problemas relacionados ao transporte escolar.

Os estudantes foram desafiados a montar um circuito e criar códigos para que um LED ligasse quando algo ou alguém se aproximasse a uma determinada distância de um sensor ultrassônico. Dois grupos conseguiram fazer o sistema sem dificuldades e um deles foi além do proposto, fazendo o LED ascender a uma determinada distância e depois piscar, caso essa distância fosse ultrapassada. Isso demonstrou que alguns alunos fixaram um conhecimento visto anteriormente, sabendo utiliza-lo em ocasiões específicas. Ribeiro (2018) defende que essas metodologias favorecem a autonomia do educando, facilitando a tomada de decisões individuais e coletiva.

Após esse momento os alunos foram orientados a associarem um LDR (sensor de luminosidade) à lâmpada de LED (Figura 8). Dessa vez os estudantes tiveram 20

#### 4. Resultados e discussões

minutos para terminarem a atividade e assim que o tempo acabou o professor desligou a luz da sala, o grupo em que o LED ligasse automaticamente com a ausência da luminosidade estaria com o circuito e os códigos corretos. Apenas um grupo conseguiu realizar a tarefa dentro do tempo estipulado, os outros conseguiram, porém após os 20 minutos. Essa atividade gerou um sentimento de competição entre os alunos, que se mostraram empolgados com o desafio, desenvolvendo o trabalho em equipe e compartilhando conhecimentos.

Figura 8- A: LDR com a lâmpada acesa. B: LDR com a lâmpada apagada



Fonte: autor

Durante todas as atividades dessa etapa notou-se uma maior dificuldade na linguagem computacional em relação a montagem dos circuitos, ou seja, a maioria dos estudantes conseguia utilizar a placa e os componentes eletrônicos sem maiores problemas, mas no momento de inserir os códigos demonstravam insegurança. Fernandes et al. (2018) também perceberam que seus alunos apresentaram uma compreensão maior sobre o hardware e algumas limitações quando se trava do software do Arduino.

A última etapa, dedicada à construção do modelo, os alunos prouseram quais materiais poderiam ser usados para sua confecção estrutural, os materiais citados foram:

- Madeira;
- Isopor (poliestireno);
- MDF (Medium Density Fiberboard);
- Manequim de plástico;
- PVC expandido (policloreto de vinila).

O PVC expandido foi o que atendeu melhor aos critérios de escolha, sendo utilizado para simular o corpo do modelo didático contendo 100 cm de altura e 55 cm de largura. O corte em forma da silhueta humana foi terceirizado em uma gráfica (Figura 9).

#### 4. Resultados e discussões

Figura 9 - silhueta do corpo humano utilizado na construção do modelo didático.



Fonte: autor

Duas ideias principais foram propostas pelos alunos pra simular o percurso sanguíneo no modelo. A primeira foi defendida pelo aluno 18, tendo sua fala transcrita abaixo:

*“A ideia que chegamos foi de fazer os vasos sanguíneos de LEDs, eles iam acendendo um por um, aí a fileira dos vermelhos saiam piscando do coração e dos azuis chegavam nele.”*  
Aluno 18

É possível notar que o aluno apresenta conhecimento básico sobre o percurso sanguíneo nos seres humanos, atribuindo as cores corretas, que são definidas didaticamente, para identificar veias e artérias.

A estratégia do uso de LEDs em modelos didáticos também foi proposta por alunos em um trabalho realizado por Garcia e Soares (2014), porém simulava o percurso do sistema nervoso central e periférico. O uso desse atuador eletrônico traz um valor não só didático, mas também estético ao modelo, característica importante no processo de aprendizagem, pois atrai a atenção e instiga a curiosidade dos estudantes. A sua associação à robótica, no entanto, exigia uma grande quantidade de componentes além

#### 4. Resultados e discussões

---

dos LEDs, como fios e resistores. A programação também seria muito extensa e essa estratégia exigia uma plataforma de prototipagem com uma quantidade de portas, superior a das placas de Arduíno que os alunos utilizavam.

A outra estratégia de simulação do sistema sanguíneo humano em um modelo didático, foi proposta pelos alunos 3 e 17, onde suas falas encontram-se transcritas abaixo:

*“A gente pensou em um sistema com mangueiras transparentes, aquelas de aquário e o coração seria a bomba.”*  
Aluno 3

*“É, bomba de aquário também né. E a água que ia correr seria colorida com tinta, uma azul e outra vermelha”*  
Aluno 17

A compreensão do funcionamento do órgão cardíaco, permitiu que os alunos chegassem a uma analogia utilizando uma bomba de aquário.

O uso da bomba e mangueira de aquário demonstram excelente valor didático, aproximando-se da realidade do sistema cardiovascular no aspecto da fluidez sanguínea, proporcionando também um agradável valor estético. A associação desses componentes à robótica apresentou pontos positivos, considerando que a bomba d'água seria o único atuador a ser programado. O custo do material foi o único ponto negativo na escolha desse recurso, uma vez que o preço de uma bomba hidráulica é superior ao conjunto de LEDs necessários para elaboração do sistema. Ainda assim, o uso desses recursos apresentaram mais vantagens, sendo o escolhido para elaboração do modelo didático. Uma estratégia parecida foi utilizada por Campos et al. (2011), que concluiu ser um ótimo recurso no ensino do sistema cardiovascular humano, porém o autor não associou robótica ao modelo.

A bomba hidráulica utilizada foi uma submersível de 6 Watts (W) de potência com vazão volumétrica de 150L/h. A mangueira escolhida inicialmente foi de silicone 5mm de diâmetro. Em sala de aula testou-se a associação desses dois componentes, com auxílio de um recipiente de plástico (Figura 10).

#### 4. Resultados e discussões

Figura 10 - teste da associação entre bomba hidráulica e mangueira



Fonte: autor

Ao debaterem sobre a funcionalidade do sistema, algumas problemáticas foram levantadas pelos estudantes.

*“as mangueiras têm que ser duas né, porque não pode misturar um sangue com outro.”*

*Aluno 10*

*“a bomba vai bombear duas mangueiras, como assim?”*

*Aluno 17*

*“tem que ser que nem o coração, a gente não tem dois corações, um para veia e um para artéria né (risos)”*

*Aluno 3*

A discussão entre os alunos demonstra o desenvolvimento de um raciocínio investigativo frente ao problema. Sabendo que o coração apresenta cavidades que impedem a mistura do sangue arterial e venoso, os estudantes detectam os desafios que uma simulação do sistema cardíaco apresenta e começaram a propor soluções, instigados pelo professor. Das ideias mencionadas para sanar o problema a mais viável foi do aluno 10.

*“a gente poderia usar duas (bombas) cada uma com uma mangueira, uma bombeava de baixo pro coração e a outra no coração pro corpo todo, é como se tivesse dois corações mesmo, mas podia esconder.”*

*Aluno 10*

#### 4. Resultados e discussões

---

Uma outra bomba, com as mesmas especificações da primeira, foi adquirida. A solução para melhorar o valor estético e didático foi esconder as duas bombas hidráulicas por trás da estrutura do modelo, deixando-as submersas em água dentro de garrafas PETs cortadas presas na estrutura com arame e grampos. (Figura 11). A ideia era que uma das mangueiras saísse por trás dos pulmões para o coração e depois para a representação dos órgãos e retornasse ao recipiente por trás do modelo. A outra mangueira sairia dos órgãos para o coração depois para os pulmões, onde era escondida e retornava também por trás do modelo. Ao visualizar a frente do modelo parecia se tratar de apenas uma mangueira a qual mudaria de cor ao fim da circulação sistêmica e depois ao passar pelos pulmões.

*Figura 11 - parte anterior do modelo com os suportes para o líquido e as bombas*



Fonte: autor

A coloração do líquido foi outro desafio encontrado pelos alunos, a maioria preferiu corante alimentício vermelho e azul. Essa alternativa, contudo, impedia a visualização do movimento da água, por se tratar de uma mistura homogênea. Alguns materiais foram mencionados a fim de solucionar esse entrave, como óleos, orégano, refrigerante e purpurina, esse último foi considerado mais viável para um teste, o qual demonstrou a

#### 4. Resultados e discussões

ineficácia do material para esse propósito, pois sua densidade o impedia de misturar-se com a água no recipiente (Figura 12).

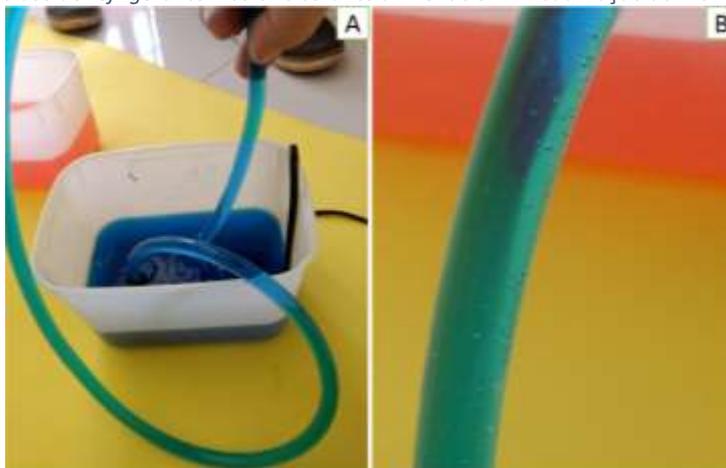
*Figura 12 - purpurina concentrada na superfície da água, não passando pela bomba.*



Fonte: autor

O orégano não foi testado, pois o grupo supôs que teria o mesmo resultado da purpurina e enquanto ao óleo houve o receio de danificar a bomba hidráulica. O refrigerante por apresentar características gaseificadas seria uma boa alternativa, pois as bolhas seriam visíveis percorrendo a mangueira. O refrigerante foi escolhido para simular o sangue no modelo didático, sendo transparente e adicionado corante alimentício (Figura 13).

*Figura 13- A: teste do uso de refrigerante incolor e corante alimentício. B: visualização do movimento das bolhas*



Fonte: autor

Sobre a linguagem de programação os alunos sugeriram que os códigos desenvolvidos ligassem e desligassem a bomba obedecendo a média dos batimentos cardíacos de uma pessoa adulta.

#### 4. Resultados e discussões

*“a gente manda a bomba ligar e desligar como se fosse uma batida do coração, é só programar no arduino, quando ele vai mandar eletricidade e quando vai parar”*  
Aluno 17

A bomba hidráulica, no entanto, não poderia ser aberta, por motivos de segurança, a solução foi usar um relé específico para Arduino (Figura 14) em uma extensão, ligando-a à bomba d'água.

Figura 14 - Relé específico para arduino



Fonte: autor

Relé é um interruptor eletromecânico que pode controlar a passagem da corrente elétrica. Esse dispositivo também foi associado a bomba d'água em um trabalho de Reinoso et al. (2017), em que os estudantes construíram um sistema de irrigação utilizando Arduino.

O relé foi testado junto a uma extensão, bomba hidráulica e Arduino, sendo considerado uma ótima alternativa pelo grupo (Figura 15).

#### 4. Resultados e discussões

Figura 15 - Relé atuando na passagem de energia para a bomba



Fonte: autor

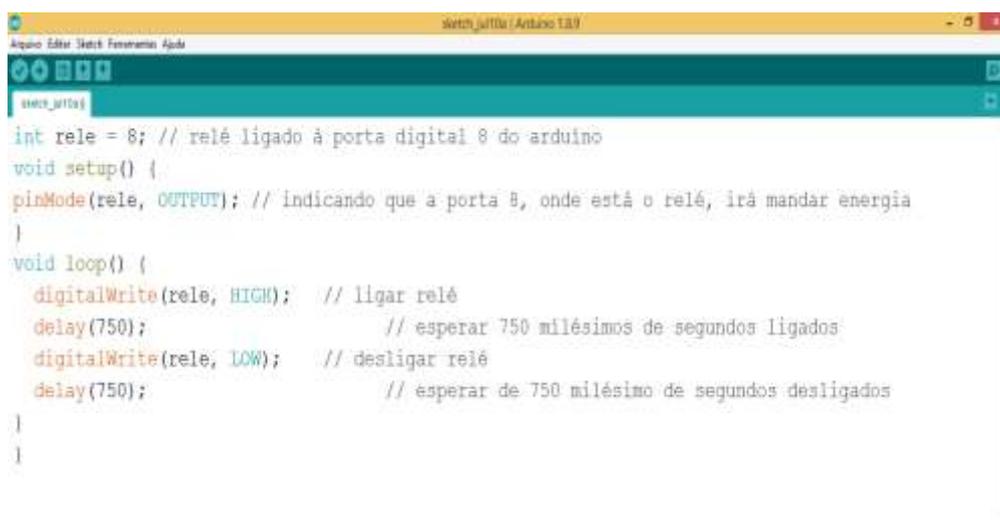
Para elaborar uma programação em que o relé ligasse e desligasse (e consequentemente a bomba) os alunos consideraram um coração com 80 batimentos por minuto – BPM, como média. Utilizando a função “deley” no software, que mantém o último comando executado, os alunos calcularam quantos segundos a bomba ficaria ligada fazendo o fluido correr e quantos segundos ficaria desligada. A ideia desse cálculo surgiu após o questionamento do aluno 3:

*“Professor, se um coração bate 80 vezes em um minuto então a gente tem que saber quanto tempo dura uma batida dessa”*  
Aluno 3

Os estudantes dividiram 60 segundos por 80 batimentos encontrando o valor 0,75 segundos ou 750 milésimos. Esse valor foi utilizado como correspondente a duração de uma sístole para programação do relé, contudo existe um intervalo entre um batimento e outro o qual teve o mesmo tempo considerado. Esses valores foram definidos somente para padronizar os códigos da programação (Figura 16), apresentando apenas semelhança com a realidade, considerando as variáveis que os sistemas orgânicos estão expostos.

#### 4. Resultados e discussões

Figura 16 - códigos para ligar e desligar o relé, com valores baseados na frequência cardíaca.



```

sketch_jul04 / Arduino 1.8.9
Arquivo Editar Ferramentas Ajuda
sketch_jul04
int rele = 8; // relé ligado à porta digital 8 do arduino
void setup() {
  pinMode(rele, OUTPUT); // indicando que a porta 8, onde está o relé, irá mandar energia
}
void loop() {
  digitalWrite(rele, HIGH); // ligar relé
  delay(750); // esperar 750 milésimos de segundos ligados
  digitalWrite(rele, LOW); // desligar relé
  delay(750); // esperar de 750 milésimo de segundos desligados
}
  
```

Fonte: autor

Para agregar mais valor à programação, os alunos pensaram sobre sensores que poderiam ser associados ao modelo, o sensor ultrassônico foi mencionado por quase todos os estudantes, entre eles o aluno 18:

*“aquele sensor de aproximação (sensor ultrassônico) seria bom, ela parece olhos, ai botava no rosto dele e quando alguém chegasse perto o coração acelerava”*  
 Aluno 3

O sensor ultrassônico funciona como um sonar, emitindo uma onda mecânica que reflete em um objeto próximo e retorna, o tempo desse retorno permite o sensor calcular a aproximação desse objeto (Figura 17). O raciocínio do aluno contempla a necessidade da associação de um sensor, demonstrando conhecimento prático, resolutivo e capacidade de síntese frente a um desafio. Lemos e Filho (2020) avaliaram a contribuição da robótica educacional no aprendizado de alunos de escola pública e perceberam um considerável aumento da capacidade crítica e de resolução de problemas.

#### 4. Resultados e discussões

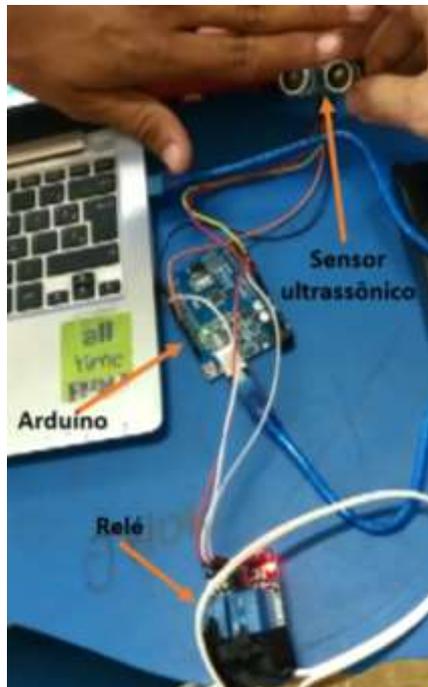
Figura 17 - Sensor ultrassônico



Fonte: autor

O dispositivo foi associado ao sistema, integrando sua funcionalidade ao relé (Figura 18). Os alunos já conheciam os códigos utilizados nesse sensor, então não tiveram dificuldades em adapta-lo à situação.

Figura 18 - Sensor ultrassônico associado ao relé



Fonte: autor

Na programação utilizou-se as funções “if” e “else”, que executam uma ação mediante uma condição determinada, que no caso desse sistema foi a distância de um

#### 4. Resultados e discussões

objeto, ou seja, se algo se aproximar a menos de 10 centímetros o relé diminua a velocidade entre os disparos para 500 milésimos (Figura 19).

Figura 19 - Sensor ultrassônico associado ao relé

```
Arduino IDE - Arduino 1.8.3
c#
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(rele, OUTPUT);
  pinMode(trig, OUTPUT); //um terminal do sensor envia um ultrassom
  pinMode(echo, INPUT); // outro terminal do sensor recebe esse ultrassom refletido
}
void loop() {
  int distancia = ultra ();
  if (distancia < 10) { // se a distância for menor que 10 cm o tempo do relé ligado será 500ms
    tempo = 500;
  }
  else {
    tempo = 750; // se não for menor que 10 cm volta ao tempo normal
  }
}
```

Fonte: autor

As mangueiras utilizadas nos testes não se mostraram funcionais para o protótipo final, pois quando se desejava curva-las suas paredes se encostavam, interrompendo o fluxo do líquido. A sugestão dos alunos foi utilizar mangueiras hospitalares de soro, chamadas de equipo, considerando que são mais finas e flexíveis (Figura 20).

Figura 20 - equipo utilizado para representar os vasos sanguíneos no modelo didático

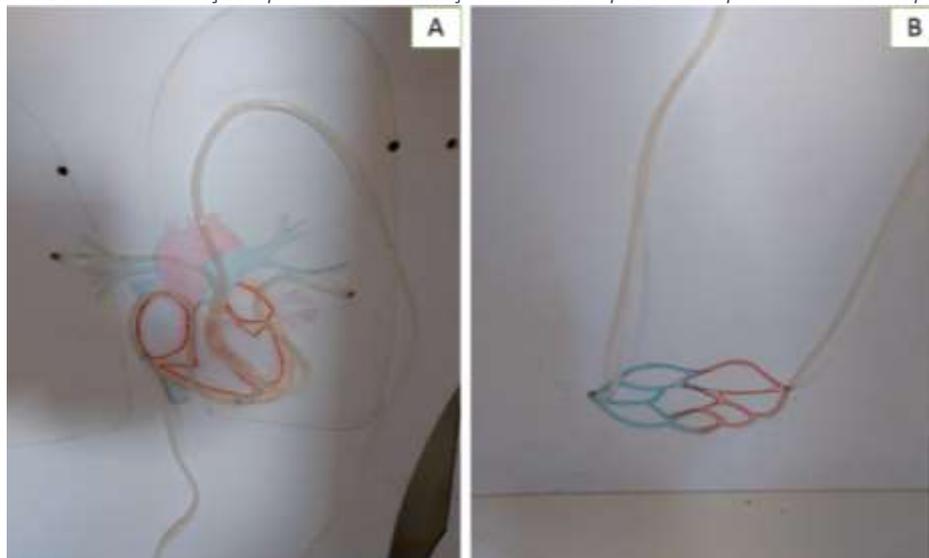


Fonte: autor

#### 4. Resultados e discussões

A construção do modelo didático reuniu todos os componentes, hardware e software citados durante essa etapa. O coração e pulmão foram desenhados e a circulação sistêmica foi representada por um esquema de capilares sanguíneos (Figura 21).

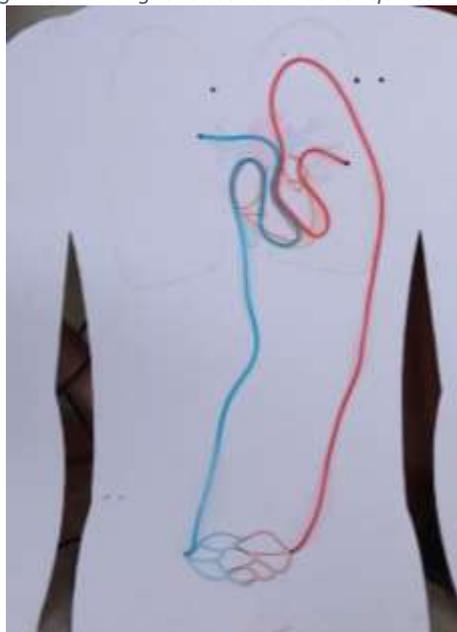
Figura 21- A: Desenho do coração e pulmões. B: Circulação sistêmica representada por desenho dos capilares



Fonte: autor

As mangueiras que conduziam o líquido eram independentes, uma levando o fluido de baixo para cima, representando o sangue venoso e outra de cima para baixo, representando o sangue arterial (Figura 22).

Figura 22 - Mangueiras conduzindo os líquidos

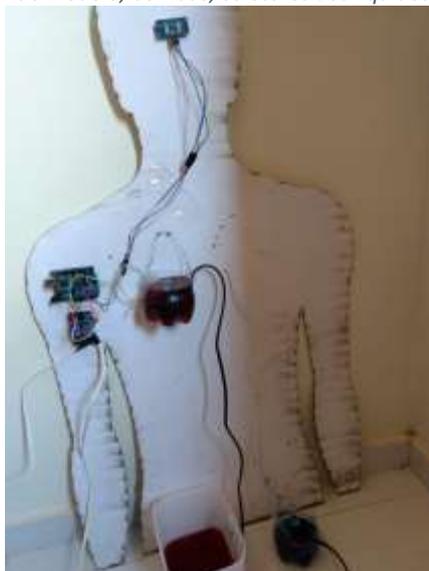


Fonte: autor

#### 4. Resultados e discussões

As bombas hidráulicas foram inseridas dentro das garrafas PETs na região anterior do modelo, onde as mangueiras escoavam passando por furos. Na parte de trás também foi acoplado todo o circuito eletrônico, envolvendo a placa Arduino, relé e o sensor ultrassônico, esse último foi encaixado em furos feitos na parte superior, representando os olhos do modelo (Figura 23).

*Figura 23 - Parte anterior do modelo, bombas, coletores dos líquidos e circuito eletrônico*



Fonte: autor

Vale ressaltar que as limitações e discordâncias com a realidade foram questionadas e debatidas pelo grupo. A figura 24 mostra o modelo ao final da quarta etapa do projeto.

*Figura 24 - Parte posterior do modelo didático*



Fonte: autor

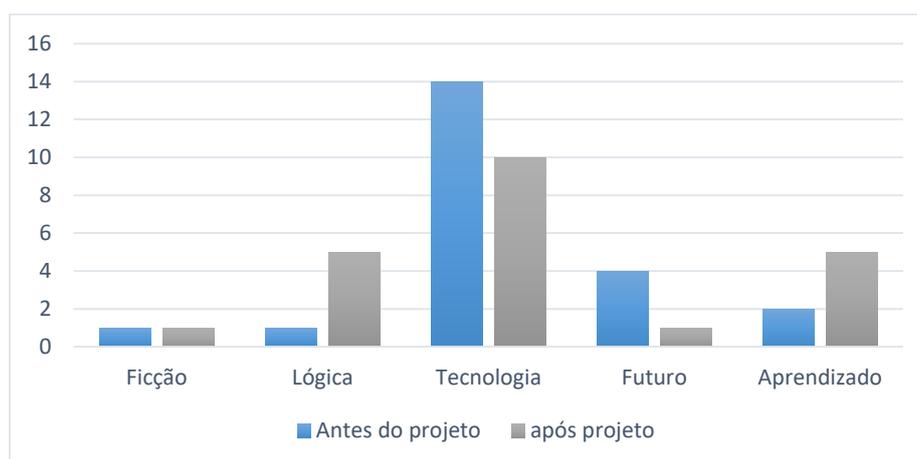
#### 4. Resultados e discussões

Silva et al. (2020) notou que essas metodologias agregam conhecimento tanto para alunos quanto para o professor, possibilitando-o uma reflexão sobre a prática adotada, a fim de melhora-la e adapta-la a diferentes realidades, criando assim, uma identidade profissional.

#### 5.2. Análise quantitativa – Questionário

O item três do questionário (apêndice A) objetivava filtrar a percepção que o aluno tinha sobre robótica, onde ele teria que marcar apenas uma opção que representasse a primeira ideia que viesse em sua cabeça sobre o tema. O gráfico abaixo apresenta essa percepção sobre robótica antes e depois da participação dos estudantes no projeto (Figura 25).

Figura 25 - percepção dos alunos sobre robótica (questão três)



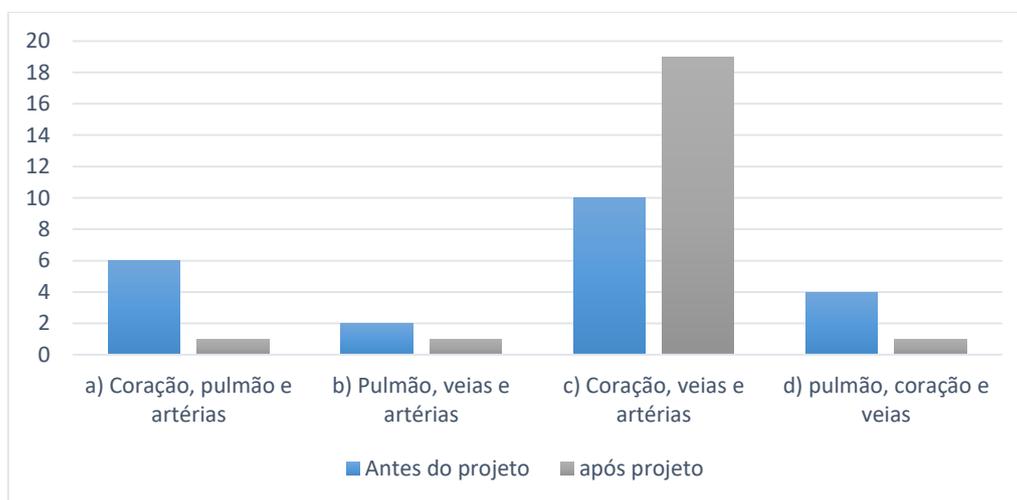
Após o projeto o item “aprendizado” foi mais mencionado que anteriormente, o que pode estar relacionado com a percepção do caráter didático que a robótica pode proporcionar. Mello e Oliveira (2018) também perceberam que os alunos desenvolveram uma visão mais educativa quando utilizaram essa metodologia para aprenderem sobre a ordem Araneae. O aumento na escolha da opção “lógica” para retratar suas percepções sobre o tema, após o projeto, demonstra que durante o processo de aprendizagem esse conceito foi abordado e principalmente utilizado frente aos desafios encontrados pelos participantes. Dornelles et al. (2019) realizaram um levantamento sobre a percepção de estudantes sobre robótica, que demonstraram, inicialmente, uma dificuldade para resolverem problemas relacionados ao pensamento lógico, melhorando, contudo, após a participação em oficinas.

#### 4. Resultados e discussões

Quando indagados sobre a possibilidade de aprender biologia utilizando robótica (questão quatro), 21 alunos acharam que era possível. Após o projeto esse número subiu para 22, ou seja, apenas um participante considerou que não seria possível a utilização dessa metodologia para aprender conceitos específicos de uma disciplina. De acordo com os dados obtidos na questão cinco os estudantes não tiveram contato com robótica em nenhuma etapa de suas trajetórias escolares, sendo unanimidade a primeira participação em um projeto como esse.

As outras questões tinham como objetivo extrair informações específicas sobre o sistema cardiovascular humano. A questão seis (Figura 26) tratava das estruturas básicas que compõem o sistema circulatório.

Figura 26 - estruturas básicas do sistema circulatório (questão seis)

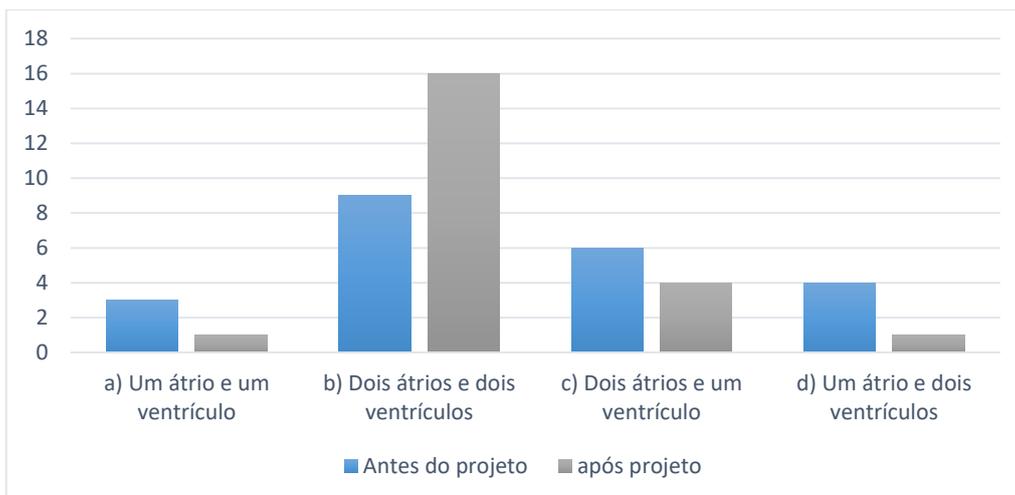


A maioria dos estudantes marcou a alternativa adequada antes e após o projeto, porém houve um crescimento da quantidade de respostas corretas depois das aulas. O mesmo ocorreu na questão sete (Figura 27), que tratava das câmaras do coração.

Um dos fatores que contribuiu para o aumento da resposta correta foi a prática realizada com o coração bovino, sendo perceptível a empolgação e participação dos alunos nesse tipo de abordagem metodológica. MACÊDO et al. (2017) utilizaram coração suíno dissecado para o ensino dos sistema cardiovascular, notando um avanço expressivo na aprendizagem dos alunos.

#### 4. Resultados e discussões

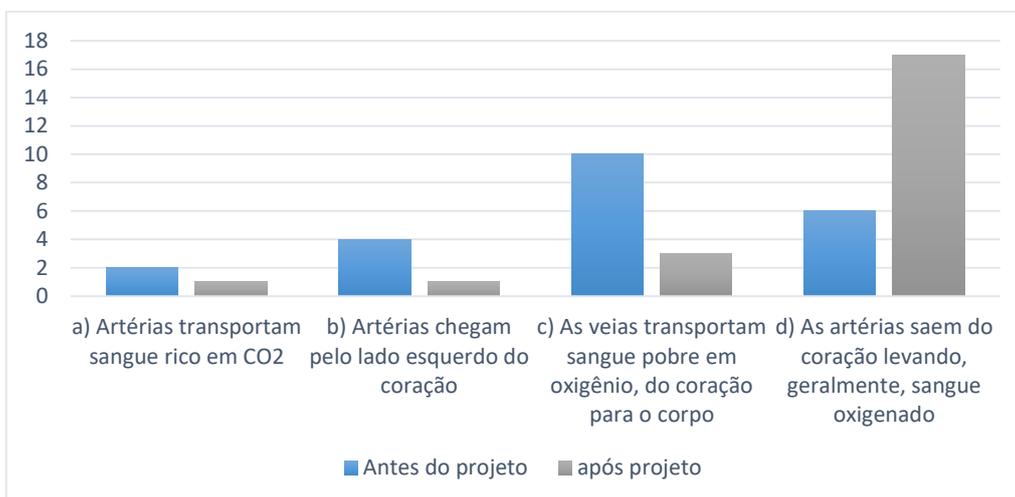
Figura 27 - câmaras existentes no coração de mamíferos (questão sete)



Durante as aulas teóricas, os corações de outros vertebrados foram comparados com os dos mamíferos, talvez alguns estudantes tenham confundido, o que pode justificar alguns equívocos na questão sete.

A questão oito abordava o aspecto fisiológico do sistema cardiovascular, relacionando veias e artérias com o tipo e direção de transporte (Figura 28).

Figura 28 - Transporte no sistema cardiovascular (Questão 8)



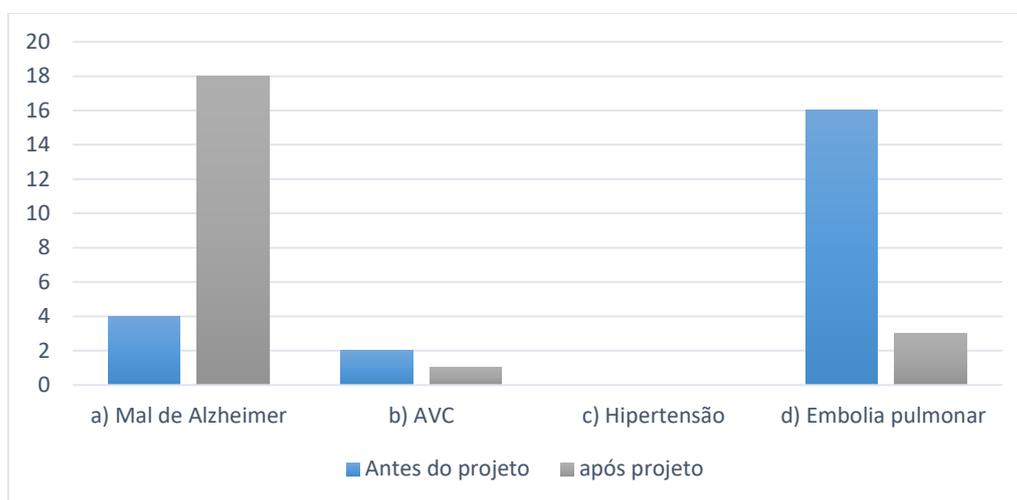
Nessa questão a maioria dos alunos não assinalou a alternativa correta antes do projeto, porém após as aulas, 17 estudantes responderam corretamente em relação ao transporte dos vasos sanguíneos. O fato da maior parte dos estudantes ter escolhido a alternativa "c" antes do projeto, demonstra que eles apresentavam conhecimento adequado sobre o tipo de sangue transportado pelas veias, contudo a informação sobre

#### 4. Resultados e discussões

a direção desse transporte não estava bem consolidada. Após as aulas houve grande avanço em relação a escolha da opção correta, a principal estratégia metodológica que pode estar relacionado a isso foi a exposição de vídeos e a própria construção do modelo didático, onde os alunos tinham que estar frequentemente lembrando as sequências corretas do transporte de sangue venoso e arterial, para que o protótipo chegasse o mais próximo à realidade.

A nona questão tratava das patologias associadas ao sistema cardiovascular, onde os alunos teriam que marcar a única opção que não trazia uma doença relacionada a esse sistema (Figura 29).

Figura 29 - patologias relacionadas ao sistema cardiovascular (questão nove)



A alternativa que continha embolia pulmonar foi a mais escolhida antes do projeto, esse resultado reflete a visão singular que os alunos possuem sobre os sistemas, não os relacionando com outros. A alternativa “c” não foi assinalada por nenhum aluno antes ou depois das aulas, esse comportamento pode estar relacionado com a quantidade de informações sobre hipertensão que circulam em forma de campanhas na mídia e na própria localidade dos estudantes, sendo a patologia cardíaca mais comum e conhecida. Durante o projeto foram discutidas diversas patologias do sistema cardiovascular, utilizando slides e vídeos. Muitas doenças não eram conhecidas pelos estudantes, outras não eram relacionadas, por eles, ao sistema circulatório. O êxito na questão nove pós projeto demonstra a compreensão dos alunos sobre os agravos que acometem o coração e vasos sanguíneos, as consequências e principalmente as possíveis prevenções que podem ser tomadas para evita-los.

#### 4. Resultados e discussões

Em relação ao ganho normalizado de aprendizado calculado através da equação de Hake (2002), percebe-se duas questões que proporcionaram um  $g$  médio ( $0,30 \leq g < 0,70$ ) e duas que apresentaram  $g$  alto ( $g \geq 0,70$ ) como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Percentual de alunos que acertaram as questões pré e pós projeto e ganho normalizado da aprendizagem ( $g$ )

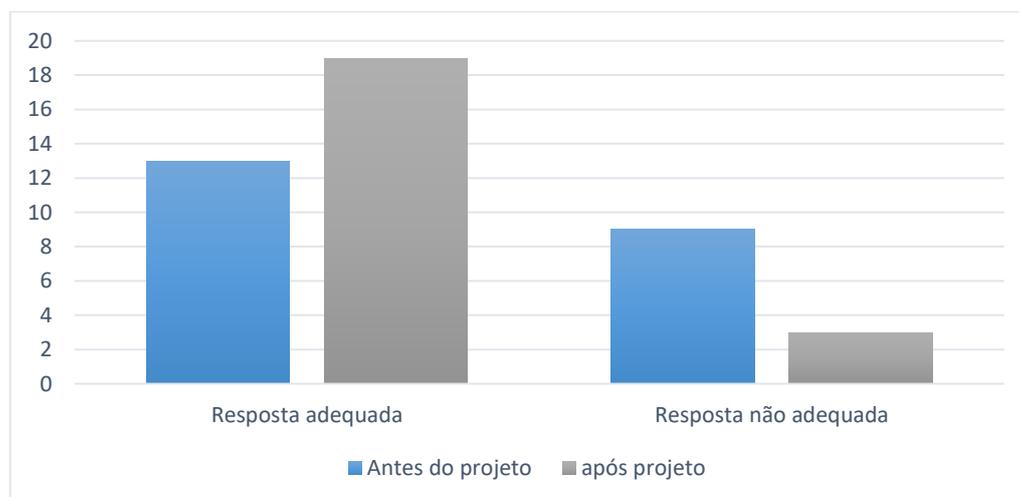
Questão	%pré	%pós	G
6 <sup>a</sup>	45	86	0,74
7 <sup>a</sup>	40	72	0,53
8 <sup>a</sup>	27	77	0,68
9 <sup>a</sup>	18	81	0,76

$g$  - Valores para ganho normalizado de aprendizagem, segundo Hake (2002): baixo ( $g < 0,30$ ), médio ( $0,30 \leq g < 0,70$ ) e alto ( $g \geq 0,70$ ). %pré – número de alunos que acertaram a questão antes do projeto. %pós – número de alunos que acertaram a questão pós o projeto.

De acordo com Hake (2002), grupos de alunos que apresentam um ganho normalizado na aprendizagem entre 0,7 e 0,3 estão participando de cursos de ganho médio, que são associados ao uso de atividades que promovem um envolvimento interativo (EI). A média dos valores de  $g$  apresentaram um resultado considerável de 0,67, demonstrando a eficácia no EI a partir das atividades metodológica desenvolvidas no projeto.

As respostas da última questão, que buscava informações sobre hábitos saudáveis para prevenir problemas no sistema cardiovascular, foram tratadas como adequadas ou não adequadas e o resultado exposto no gráfico a seguir (Figura 30).

Figura 30 - Hábitos de prevenção contra doenças cardiovasculares

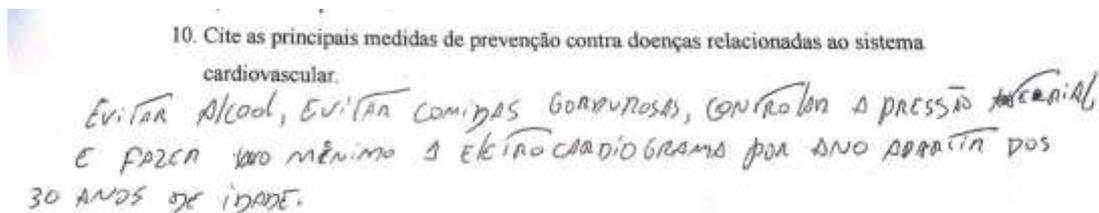


#### 4. Resultados e discussões

---

As questões que alguns alunos deixaram em branco foram consideradas não adequadas nessa análise. Uma das respostas considerada adequada está apresentada na figura abaixo (Figura 31).

Figura 31 - resposta considerada adequada sobre prevenção a doenças cardiovasculares



Fonte: autor

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Em síntese, o presente estudo demonstrou que alunos que indicavam baixo grau de conhecimento sobre o sistema cardiovascular humano e nenhum sobre robótica, apresentaram evolução ao participarem de uma estratégia que envolvia o ensino investigativo e a aprendizagem colaborativa. A aplicação da SEI permitiu que os estudantes protagonizassem a construção de seus próprios conhecimentos, alcançando a aprendizagem de forma conjunta, dinâmica e lúdica, tendo sua eficácia verificada a partir do valor  $g$ . Foi perceptível o comprometimento da maioria dos estudantes durante todas as etapas do projeto, mostrando empolgação e interesse pelos temas abordados. O modelo didático, os códigos de programação e a SEI são produtos decorrentes desse trabalho, que podem ser aperfeiçoados e adaptados a outras realidades. Por se tratar de um protótipo o modelo permite futuras alterações, principalmente estéticas, deixando-o mais arrojado e atrativo.

Dessa forma, destaca-se a importância do uso de metodologias ativas, colaborativas e de caráter investigativo no ensino de Biologia. A associação de tecnologia a esses processos didáticos traz dinamismo e inovação, tornando as aulas mais atrativas e prazerosas não apenas para o aluno, mas também para o professor.

## 7. REFERÊNCIAS

---

ALBUQUERQUE, J. D. DOS S.; ZACCARA, A. A. L.; SILVA, A. F. M.; PAIVA, M. D. E. B.; SILVA, R. K. R. DA; SOUZA, P. M. B. DE; SILVA, J. ÍRIS F. DA. Aprendendo de olhos fechados: ensino da anatomia do coração e vasos da base por meio da identificação tátil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 49, p. e3349, 4 jun. 2020.

ALKHAWALDEH, S. A. Enhancing ninth grade students' understanding of human circulatory system concepts through conceptual change approach. **The European Journal of Social & Behavioural Sciences**, London, v. 2, n. 2, p. 201-222, 2012.

ALVES, F. M. **Enriquecendo o ensino de ciências através do uso de modelos didáticos: uma abordagem com o sistema circulatório humano**. II encontro de pesquisa em ensino de ciências e matemática: questões atuais. Anais, 2014.

AUTODESK TINKERCAD, c2020. Página inicial. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/circuits>>. Acesso em: 03 de mar. de 2020.

Arduino, 2018. Página inicial. Disponível em <<http://arduino.cc>> Acesso em 23 de set de 2019.

BARBOSA, A. P. L.; RAMOS, P. P. SEREIA, D. A. **O uso de modelos didáticos em aulas do sistema cardiovascular**. Atas do evento os estágios supervisionados de ciências e biologia em debate II. Paraná, 2010.

BESERRA, J. G., BRITO, C. H. Modelagem didática tridimensional de artrópodes, como método para ensino de ciências e biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências & Tecnologia**, Recife, v. 5, n. 3, p.70-88, 2012.

BOCCHIGLIERI, A.; NASCIMENTO, L. M. M. Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 317-332, 2019.

## 7. Referências

---

BRANCO, V. G. C.; BORGES, R. M.; COELHO, L. C. de A.; AMORIM, R. de O.; RAMOS, L. M. Semiologia do aparelho cardiovascular. Anatomia e fisiologia. **Cadernos de medicina – UNIFESO**. V. 1, n. 1, 2018.

CAMPOS JÚNIOR, E. O.; PEREIRA, B.B.; LUIZ, D.P.; MOREIRA-NETO, J. F.; ARANTES, C. A.; BONETTI, A. M.; KERR, W.E. Dominó de mutações cromossômicas estruturais. **Genética na escola**, v. 05, n.02, p. 30-33. 2009.

CAMPOS, R. S. P; CARVALHO, M. B; OTSUKA, H. e S; HEBER, R. Experimentando Ciência Teorias e práticas para o ensino da biologia. **Cultura Acadêmica**, vol 1, p. 205-225, 2011.

CANEPPA, A. R. G.; SALZBRON, C. A.; MORAES, D. B.; DELMONÍCO, K, R.; CRUZ, M. A. T.; LIMA, M. Q.; LOPES, N. P.; MESQUITA, R. O. C.; ROCHA, R. S.; RIBEIRO, S. J. P.; HEIMBECHER, C.; BORGES, B. E. Utilização de modelos didáticos no aprendizado de anatomia e fisiologia cardiovascular. **Revista do curso de enfermagem**. v. 1 n. 01. 2012.

CASAS, L. L. Utilização de jogos como recurso didático para o ensino de embriologia. Disponível em:  
<<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNAPI2010/paper/viewFile/1551/1077>> Acesso em: 12 jan. 2020.

COELHO, I. M. W da S.; PINHEIRO, M. L. O. As contribuições do whatsapp no ensino do espanhol: uma perspectiva de aprendizagem significativa e colaborativa. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 12, n. esp. 2, p. 1287-1312, 2017.

COSTA, L. M. G. C.; JUNIOR, J. D. G. S. Aprendizagem colaborativa no desenvolvimento de Projetos para o ensino de matemática financeira. **Revista de investigação e divulgação em Educação Matemática**, Juiz de Fora, v. 3, n. 2, p. 22-38, 2019.

DA SILVA, A. T.; CASSAMALI, da S. A.; DE CASTRO, L. B.; DUTRA, Q. P.; STINGUEL, L.; WERNER, E. T. Aulas práticas: sua importância e eficácia no ensino de Biologia. **Revista Univap**, v 22, p. 569, 2017.

## 7. Referências

---

DE SOUZA, I. M. L.; SAMPAIO, L., ANDRADE, W. Explorando o Uso da Robótica na Educação Básica: um estudo sobre ações práticas que estimulam o Pensamento Computacional. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, v. 7, n. 1, p. 639, 2018.

DORNELLES, A. B. T. B.; CRISTHYAN, A. C.; MEDEIROS, E. M. S.; ARAÚJO, J. V. A.; VILLACORTA, D.V. BURITI, L. C. Robótica Educacional e Pensamento Computacional: uma Avaliação da Percepção dos Alunos sobre o Tema. In: IV Congresso sobre tecnologias na educação. Recife, 2019.

DUSO, L. **O uso de modelos no ensino de biologia**. XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino – UNICAMP Editora: Junqueira & Marino, Livro 3 - p.432 - Campinas – 2012.

ELIAS, F. G, M.; SIQUEIRA, P.A; SANTOS, M. L. **Aplicação e avaliação de modelos didáticos: uma proposta para o ensino de célula no ensino fundamental**. III Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG. Pinerópolis, 2016.

FERNANDES, M. SANTOS, C. A. M. SOUZA, E. E. P. FONSECA, M. G. Robótica educacional: Uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental. In: VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2018, Salvador. Anais do XXIV Workshop de Informática na Escola. P. 315-322.

FIGUEIRINHA, F.; HERDY, G. V. H. Hipertensão arterial em pré-adolescentes e adolescentes de Petrópolis: prevalência e correlação com sobrepeso e obesidade. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 3, p. 243-250, 2017.

FILHO, J, M, I. **Ausculta cardíaca**. 2018. (4m12s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NFb3K3I5s7w>. Acesso em 02 mar 2020.

## 7. Referências

---

- GARCIA, M. C. M.; SOARES, M. H. F. B. Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo o conceito de sistema nervoso. **Revista da SBEnBio** – Goiás, nº 7, 2014.
- GROENWALD, C.L.O; HOMA, I.R. Ambientes Virtuais de Aprendizagem do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – **Ulbra. Acta Scientiae**, v. 16, n. 4, p. 10 -24, 2014.
- HALL, J. E., GUYTON, A. C. **Guyton & Hall tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- HAKE, R. R. **Assessment of student learning in introductory science courses**. KAL Roundtable on the Future. Duke University, p. 1-3. Mar. 2002. Disponível em: < <http://www.pkal.org/events/roudttable2002/papers.html> > Acesso em: 20 jun. 2020.
- HAPPY CODE, Benefícios do Aprendizado de robótica para crianças, 2016. Disponível em: <<https://www.happycodeschool.com/blog/7-beneficios-do-aprendizado-de-programacao-e-robotica-para-criancas-e-adolescentes/>> . Acesso em: 21 mar. 2020.
- HARUMI ITO, M. FONSECA F. H.; CONTI, L. Uso do software livre QGIS (Quantum GIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior. **Revista Cartográfica**, v 94, p 127-148, 2017.
- Jamieson, P. Arduino for Teaching Embedded Systems. **Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat?** In: International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering, 16-19 julho, Las Vegas, Estados Unidos, 2011.
- Jr, V. L.; Pinto, L.; da Silva, V. J. **A robótica como ambiente de programação utilizando o kit lego mindstorms**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - XIX SBIE. 2008.

## 7. Referências

---

KALIL, F.; HERNADEZ, H.; ANTUNEZ, M. F.; OLIVEIRA, K.; FERRONATO, N.; DOS SANTOS, M. R. Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil. **Revista Nuevas Ideas en Informática Educativa**. 2013.

KENSKI, M. V. **Educação e tecnologias o novo ritmo da informação**. São Paulo: Papirus, 2012.

KAWAMOTO, E. M.; CAMPOS, L. M. L. Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino do corpo humano em anos iniciais do ensino fundamental. **Ciência & Educação**. Bauru. V. 20, n 01, p 147-158, 2014.

LAGARTO, C. R. A aprendizagem do Sistema Circulatório humano no 6º Ano de escolaridade do Ensino Básico - um estudo exploratório. **Faro: Universidade do Algarve**, 2011.

LEMOS, A. de S.; FILHO, F. de A. B. Avaliação da robótica educacional no aprendizado de alunos de escolas públicas. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**. v. 28, 2020.

LIMA E SILVA, M. S.; MACHADO, H. A.; BIAZUSSI, H. M. **Produção de material didático alternativo para aula prática de anatomia humana**. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012.

LIRA, R. C.; SILVA, M. L. U.; CAVALCANTI, L. R. N. L. **Desenvolvimento de um jogo utilizando robótica para o estímulo do pensamento computacional**. IV congresso sobre tecnologia na educação. Recife, 2019.

LOPES, C. O. et al. OFICINA EDUCATIVA SOBRE HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA PARA IDOSOS DE UM CENTRO DE CONVIVÊNCIA. Mostra Interdisciplinar do Curso de Enfermagem. Quixadá, 2018.

MACÊDO, F. C da S.; DA SILVA, T. R.; DE MACÊDO, E. G. Intervenção pedagógica pela pesquisa como estratégia de estágio para o ensino e aprendizagem do sistema cardiovascular. **Revista Prática Docente**, v. 2, n. 2, p. 270-291, 2017.

MELO, H.; PEREIRA, M. H; LASTRES, H. M. **Ciência e tecnologia numa perspectiva de gênero: o caso do CNPq**. In: SANTOS, L.; ICHIKAWA, E.; CÁRGANO, D. (Org.).

**Ciência, Tecnologia e Gênero: desvelando o feminino na construção do conhecimento.** Londrina: IAPAR, 2009. p. 129-160.

MELO, E. B. M.; LEITE, M. C. F.; FILLETI, F. M.; OLIVEIRA, E. R. A.; FURIERI, L. B.; FIORESI, M. Uso de la tecnología en la enseñanza de semiología y semiotécnica de enfermeira. **Revista baiana de enfermagem**.v. 33. 2019.

MELLO, M. A.; OLIVEIRA, P. G. Roboranha: contribuição da robótica para o ensino de ciências, explicando a percepção de ameaças na Ordem Araneae. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

MIRANDA, Flávio. **Sistema cardiovascular/sistema circulatório.** 2018. (03m36s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R1mOEbfhzGk>. Acesso 09 fev. 2020.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 4. ed. Campinas: Papirus, 2015. v. 1.

MOURA, F. A.; GOMES, T. J. S.; MARIA, A. C. C; MOURA, S. R. Ensino de Termometria e Tecnologias de Inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino. **Educitec**, Manaus, v. 05, n. 10, p. 267-286, mar. 2019.

MURPHY, R. R. Introduction to AI Robotics, MIT Press, Cambridge, USA, 2000.

NETO, J. M.; SILVA, M. A. L. Proposta para construção de medidor volumétrico de leite direcionado a pequenos e médios produtores rurais, utilizando como base tecnológica a plataforma Arduino. **Public Knowledge Project.** v. 8, n. 1, 2018.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Revista NEaD-Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

OLIVA, M. D. P. M.; AQUINO, S. Percepção de estudantes de enfermagem sobre o treinamento virtual segundo a American Heart Association. **ConScientiae Saúde**, n15(2), p 288-296, 2016.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, I. P. O.; BARDUINO: Sistema de distribuição aleatória de bebidas, baseado na plataforma arduino. **Revista Científica da FASETE**, 2019.

## 7. Referências

---

- OLIVEIRA, F. B.; SILVEIRA, R. M. V. O teste de DNA na sala de aula: é possível ensinar Biologia a partir de temas atuais? **Genética na escola**, v. 05, n.01, p. 01-04. 2010
- PEREIRA, G.; POZZOBON, A.; OLIVEIRA, V. Anatomia na prática. Univates. Lajeado, 2012.
- PERRY, N. A.; POTTER, A. P. **Guia Completo de Procedimentos e Competências de Enfermagem**. 7. ed. Rio de Janeiro, 2013.
- PIROLA, N. A. Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação, volume 1. UNESP, 2010.
- REINOSO, L., AMORIM, M.; SILVA, M. S.; HACKBART, E. H.; TEIXEIRA, G. **Robótica experimental com uma arquitetura pedagógica para montagem de um sistema de irrigação inteligente**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE. V. 28, n. 1, p. 695, 2017.
- RIBEIRO, E.B. in: Dimas. A. P. B.; Rocha, D.A. (Orgs). **Neurociência, Educação e Metodologias ativas: um estudo de revisão**. SENPEX. p. 878 -891, 2018.
- ROCHA, P. C. S.; SOUTO, R. N.; JUCÁ, S.C. S.; SILVA, S. A. Estudo de caso sobre a aprendizagem cooperativa em uma Escola Estadual de Educação Profissional em Pentecoste-CE. **Research, Society and Development**, Vol. 8, Nº. 8, 2019.
- ROSSASI, L. B.; POLINARSKI, C. A. Reflexões sobre metodologias para o ensino de biologia: uma perspectiva a partir da prática docente. Parananá, 2015.
- SANTANA, J. M. SANTOS, C. B. O Uso de Modelos Didáticos de Células Eucarióticas como instrumentos facilitadores nas aulas de Citologia do Ensino Fundamental. **Revista multidisciplinar e de psicologia**. V.13, n. 45. 2019.
- SANTOS, O. K. C.; BELMINO, J. F. B. **Recursos didáticos: uma melhoria na qualidade da aprendizagem**. Editora Realize. 2011.
- SANTOS, F. E.; PEREIRA, D. S.; GODIN, J. M.; LIMA, J. V.; ZARO, M. A.; FILHO, A. B. C. A Robótica Educativa no Ensino de Lógica de Programação: uma revisão sistemática da literatura. **Novas tecnologias na educação**. v. 16, n. 1. 2018.

## 7. Referências

---

- SEELEY, R. R.; STEPHENS, T. D.; TATE, P. Anatomia e Fisiologia. **Lusociência**. 8ª ed. 2011.
- SILVA, A.A; FILHA, R.T.S; FREITAS, S.R.S. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino de anatomia celular. **Biota Amazônia**, v. 6, no. 3, p. 17 a 21, 2016
- SILVA, G. Métodos de conservação de cadáveres humanos utilizados nas faculdades de medicina do Brasil. **Revista de Medicina**. V 95, p 156-161, 2016.
- SILVA, K. J de O.; TEIXEIRA, C.; PEREIRA, F. L. Construção e utilização de modelos didáticos de *pediculus humanus capitis* para discussão sobre pediculose em uma escola do campo. **Experiências em Ensino de Ciências**. V.15, No.1. 2020.
- SULLIVAN, K.; MARSHALL, K.; TANGNEY, B. Learning circles: A collaborative technology-mediated peer-teaching workshop. **Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice**, n14 p 63–83, 2015.
- TAVARES, A. C.; NEUBERT, C. C.; ROSA, J. P.; GOMES, K. A. APRENDIZAGEM COLABORATIVA NA PRÁTICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA. In: NEUZA, P., ANA. P., MATOS, J. F., FONTE, J. P. M. **Atas do IV Congresso Internacional das TIC na Educação**. Lisboa: instituto educação, p. 11-19. 2016.
- TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. **Aprendizagem Colaborativa: Teoria e Prática**. In: TORRES, P. L. (Org.). **Complexidade: Redes e Conexões na Produção do Conhecimento**. 1ªed.Curitiba: SENARPR, v. 1, p. 61-93, 2014.
- TSUKAMOTO, H. F.; RODRIGUES, C. P.; TONAMINE, C. Y.; Educação em saúde: prevenção de doenças cardiovasculares. **Cadernos de educação, saúde e fisioterapia**. V. 2, n. 3, p 1-11, 2015.
- Vygotsky, L. S. Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard university press. 1980.

# 8. PRODUTOS

---

## 8.1. Sequência de Ensino Investigativa (SEI)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI



CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

### Sequência de Ensino Investigativa – Sistema cardiovascular humano e robótica

#### Duração

---

- 24 horas (12 encontros).

#### Público alvo

---

- Alunos de ensino médio

#### Problematização

---

Sabe-se que o coração e todas as estruturas do sistema cardiovascular desempenham funções vitais, mas como funciona a circulação sanguínea? De que forma o coração trabalha? Como se dá os batimentos cardíacos?

#### Objetivos

---

- Compreender anatômica e fisiologicamente o sistema cardiovascular;
- Escutar e distinguir bulhas cardíacas saudáveis;

## 8. Produtos

---

- Aprender a aferir a pressão arterial;
- Identificar algumas patologias relacionadas ao sistema cardiovascular;
- Conhecer o software e hardware da plataforma Arduino;
- Montar sistemas simples a partir de noções básicas de eletrônica;
- Reconhecer a linguagem de programação do Arduino;
- Elaborar alguns códigos básicos e associa-los ao hardware;
- Idealizar e construir um modelo didático do sistema cardiovascular associado à robótica.

### Etapa 1 – Aspectos fisiológicos e anatômicos do sistema cardiovascular

#### TEMPO

---

- 6 Horas (3 encontros).

#### ABORDAGEM

---

- Aula expositiva dialógica e prática.

#### MATERIAIS

---

- Lousa
- Pincel
- Computador
- Data show
- Caixa de som
- Coração bovino
- Bandeja
- Bisturi e pinça
- Luvas

#### PROCEDIMENTOS

---

- O professor iniciará a aula colhendo informações e conhecimentos prévios dos alunos, problematizando sobre o tema, levantando questões, tais como: “por que o coração é um órgão vital? ”, “quais diferenças entre veias e artérias? ” e “por que não controlamos as batidas do coração?”. Após filtrar a percepção dos discentes sobre o tema o professor

## 8. Produtos

---

começará a aula com o auxílio de um Data show e computador, demonstrando a posição e anatomia dos órgãos e estruturas do sistema cardiovascular. A fisiologia do sistema será abordada posteriormente, através de vídeos e Miranda (2018). Essa etapa culminará em uma atividade prática, onde o professor levará os alunos ao laboratório e em quatro grupos irão dissecar corações bovinos, com auxílio de bisturis, pinças e luvas. Durante as dissecações os estudantes deverão identificar as estruturas cardíacas, como pericárdio, valvas e câmaras e responder a perguntas lançadas pelo professor como: “esse vaso leva ou traz sangue ao coração? ”.

### Etapa 2 – Aspectos clínicos e patológicos do sistema cardiovascular

#### TEMPO

---

- 6 Horas (3 encontros).

#### ABORDAGEM

---

- Aula expositiva dialógica e prática.

#### MATERIAIS

---

- Lousa
- Pincel
- Computador
- Data show
- Caixa de som
- Esfigmomanômetro aneroide
- Estetoscópio
- Algodões
- Álcool etílico hidratado 70%.

#### PROCEDIMENTOS

---

Utilizando uma caixa amplificada o professor irá demonstrar as bulhas cardíacas de uma pessoa saudável, identificando o que acontece no coração em cada tipo de som. Bulhas de corações com patologias também serão demonstrada, para que o aluno perceba a diferença. Em duplas os estudantes receberão estetoscópios e auscultarão os

## 8. Produtos

corações uns dos outros, aprendendo a identificar o *Ictus cordi* e relacionando os tipos de bulhas com as ações realizadas pelo órgão. A leitura de um eletrocardiograma será demonstrada após esse momento. Os discentes serão orientados a manusearem um esfigmomanômetro aneroide e ainda em duplas irão praticar aferindo suas pressões arteriais. Essa etapa terminará com uma aula expositiva sobre patologias relacionadas ao sistema cardiovascular.

### Etapa 3 – Robótica (Arduíno)

#### TEMPO

- 6 Horas (3 encontros).

#### ABORDAGEM

- Aula expositiva dialógica e prática.

#### MATERIAIS

- Lousa
- Pincel,
- Computadores
- Data show
- Kits de robótica (Figura 1)

Figura 1 – Kit robótica Arduíno



Fonte: autor

## 8. Produtos

---

Cada kit de robótica continha:

- 1 Arduino UNO R3
- 1 cabo USB
- 1 Protoboard 400 furos
- 1 Kit Jumpers Macho - Macho 60 vias
- 1 Kit Jumpers Macho - Fêmea 20 vias
- 1 Kit 40 resistores
- 2 Kit de 12 leds difuso
- 1 sensor ultrassônico
- 1 LDR (sensor de luminosidade)
- 1 detector de som
- 1 sensor de movimento
- 6 Push Buttons
- 2 Potenciômetros

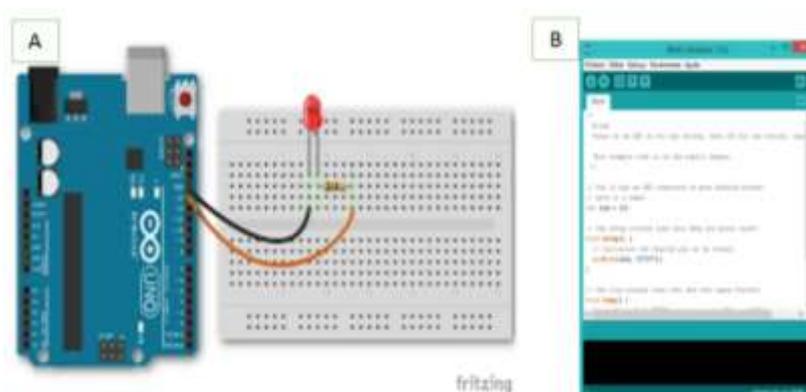
## PROCEDIMENTOS

---

Inicialmente o professor dividirá a sala em 5 grupos e distribuirá um kit de robótica, incluindo uma placa Arduino e um computador para cada equipe. A aula expositiva abordará as características, histórico, modelos e aplicações do hardware Arduino na robótica, assim como o software IDE (integrated development environment). Uma noção básica de eletrônica também será abordada. O professor irá demonstrar em um simulador online (TINKERCAD, 2020) o circuito necessário para ligar um LED (*light emitting diode*) utilizando a placa Arduino e a linguagem de programação adicionada no IDE (Figura 2). Os grupos deverão replicar os comandos, ascendendo seus próprios LEDs, posteriormente o professor irá lançar desafios para os grupos orientando-os a ascenderem dois LEDs juntos, em seguida fazê-los piscarem e por último simularem um semáforo com três cores diferente e piscando de forma alternada. Nesses comandos não ocorrerá a utilização do simulador, ressaltando assim o protagonismo dos estudantes. As outras atividades realizadas pelo grupo, em forma de desafios, terão o incremento de sensores como o LDR (light dependent resistor), PIR (passive infrared), sensor ultrassônico e detector de som. Durante as atividades práticas o professor sempre irá instigar os estudantes a pensarem como utilizar aquele conhecimento e o material para construir um modelo cardiovascular.

## 8. Produtos

Figura 2 – A: simulador online de um circuito para ligar um LED. B: Simulador online dos códigos para ligar um LED



Fonte: TINKERCAD

### Etapa 4 – Construção do modelo didático

#### TEMPO

- 6 Horas (3 encontros).

#### ABORDAGEM

- Prática colaborativa.

#### MATERIAIS

- Lousa
- Pincel
- Computadores
- Kits de robótica (Arduíno)
- Materiais indicados pelos alunos.

#### PROCEDIMENTOS

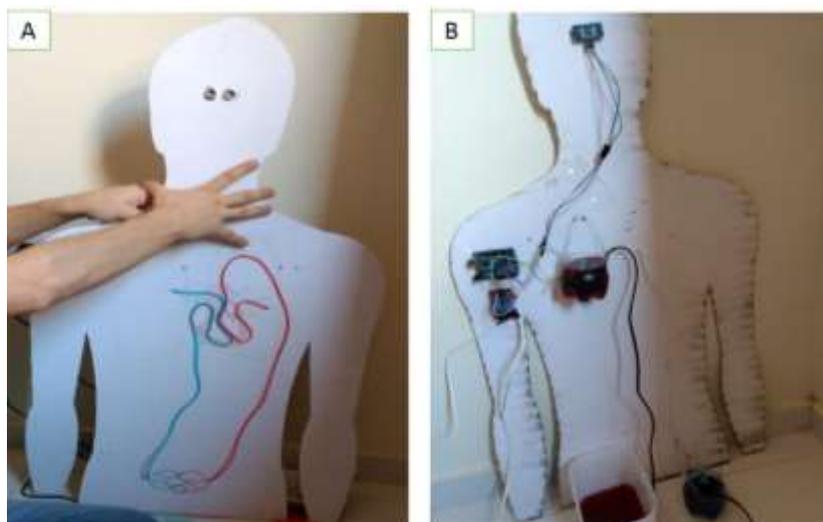
O modelo fisiológico do corpo humano será desenvolvido e produzido pelos alunos participantes da disciplina, assim como o desenvolvimento da linguagem de programação específica para o protótipo. Estratégias e materiais utilizados também serão sugeridos por eles, mas serão priorizados os que tiverem caráter sustentável, como material de reaproveitamento e reciclável. Além disso, os critérios utilizados para escolha do material que dará forma ao modelo são: custo, leveza e facilidade no manuseio de trabalho. Já os elementos que compõe o circuito que simula o sistema cardiovascular humano terá a escolha atendendo os critérios: o valor didático, ou seja, o

## 8. Produtos

que se aproxima mais da realidade, a facilidade da associação com robótica e programação, a apresentação (valor estético) e o custo financeiro.

### 8.2. Modelo didático do sistema cardiovascular humano associado à robótica e seus códigos de programação

O modelo didático simula o percurso sanguíneo venoso e arterial no corpo humano, apresentando um sensor ultrassônico que representa os olhos, acelerando o movimento do fluido com a aproximação de alguém ou algum objeto a menos de 10 centímetros. O circuito eletrônico pode ser ligado ao computador por um cabo USB ou a uma bateria de 9 volts. As bombas hidráulicas são ligadas à tomada de 220 volts.



A: visão posterior do modelo

B: Visão anterior do modelo

Os códigos desenvolvidos no IDE (Integrated Development Environment) pelos alunos com auxílio do professor, estão especificados de forma integral abaixo.

```
int rele = 8;  
int echo = 3;  
int trig = 13;  
int tempo = 750;  
  
void setup() {
```

## 8. Produtos

---

```
Serial.begin(9600);
pinMode(rele, OUTPUT);
pinMode(echo, INPUT);
pinMode(trig, OUTPUT);
}
void loop() {
int distancia = ultra ();
if (distancia < 10){
tempo = 500;
}
else {
tempo = 750;
}
digitalWrite (rele, HIGH);
delay (750);
digitalWrite (rele, LOW);
delay (750);
}
int ultra (){
digitalWrite (trig, LOW);
delayMicroseconds (2);
digitalWrite (trig, HIGH);
delayMicroseconds (10);
digitalWrite (trig, LOW);
int duration = pulseIn (echo, HIGH);
int distance = duration * 0.034 / 2;
Serial.print ("Distance: ");
Serial.println (distance);
return distance;}
}
```

# Apêndice A

## QUESTIONÁRIO

---

---

Questionário

identificação

1. Idade: \_\_\_\_\_
2. Sexo:  XX  XY
3. Quando você ouve ou ler o termo “robótica” qual a primeira palavra que vem na sua mente?  
( ) Ficção ( ) Lógica ( ) Tecnologia ( ) Futuro ( ) aprendizado
4. Você acha possível aprender biologia com auxílio da robótica?  
( ) Sim ( ) Não
5. Você já teve aulas de robótica em alguma etapa da sua vida escolar?  
( ) Sim ( ) Não
6. O sistema cardiovascular é composto por:
  - a) coração, pulmão e artérias;
  - b) pulmão, veias e artérias;
  - c) coração, veias e artérias;
  - d) pulmão, coração e veias.
7. Quantas câmaras estão presentes no coração humano?
  - a) Um átrio e um ventrículo;
  - b) Dois átrios e dois ventrículos;
  - c) Dois átrios e um ventrículo;
  - d) Um átrio e dois ventrículos.
8. Sobre veias e artérias, marque a alternativa correta.
  - a) Artérias transportam sangue rico em CO<sub>2</sub>
  - b) Artérias chegam pelo lado esquerdo do coração
  - c) As veias transportam sangue pobre em oxigênio, do coração para o corpo
  - d) As artérias saem do coração levando, geralmente, sangue oxigenado
9. Das doenças abaixo qual **não** está relacionada ao sistema cardiovascular

- a) Alzheimer
- b) AVC
- c) Hipertensão
- d) Embolia pulmonar

10. Cite as principais medidas de prevenção contra doenças relacionadas ao sistema cardiovascular.

# Anexo A

## Parecer Consubstanciado Do Comitê De Ética E Pesquisa



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAUI - UESPI



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Aprendizagem colaborativa relacionada a construção de modelo do sistema cardiovascular humano associados à robótica

**Pesquisador:** Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 13604019.7.0000.5209

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUI

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.798.014

#### Apresentação do Projeto:

O desenvolvimento do trabalho será realizado na escola estadual Senador Chagas Rodrigues, Parnaíba, Piauí e ocorrerá em três etapas:

- 1) criação de uma disciplina eletiva com a inscrição dos alunos interessados;
- 2) aulas colaborativas;
- 3) criação de modelo do sistema cardiovascular humano associado à robótica, tendo como ferramenta tecnológica a plataforma de prototipagem Arduino. Essa plataforma possui hardware e software livres, é considerado rápido e prático para pessoas com formações variadas terem acesso ao desenvolvimento de circuitos eletrônicos. É uma placa de circuito impresso apresentando um microcontrolador programável via USB (Universal Serial Bus) e um conjunto de instrumentos que facilitam sua programação. Desta forma, é possível criar modelos de circuitos que recebem e enviam sinais analógicos/digitais para

componentes como sensores, motores, atuadores, leds, entre outros.

1. Disciplina eletiva é uma disciplina escolhida por livre escolha do aluno, pois não faz parte do currículo tradicional escolar (SOUZA, et al. 2014). A criação da eletiva tem o objetivo de reforçar determinado tipo de conhecimento ou reunir alunos com o mesmo interesse de aprendizagem. Essa disciplina intitulada de "Corpo humano e a robótica" terá inscrições com data determinada e limite de participações de 25 alunos, onde o estudante irá preencher um questionário (em anexo) sócio cultural, abordando também o conhecimento prévio sobre o

Endereço: Rua Olayo Sáez, 2335

Bairro: Centro-Sul

CEP: 64.001-290

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-4058

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comiteeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAUÍ - UESPI



Continuação do Parecer: 3.798.014

sistema cardiovascular.

Nos questionários os participantes não serão identificados pelo nome e sim por código numérico. Junto ao questionário também haverá um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), esse devendo ser assinado pelos pais em caso de participantes menores de idade.

2. Aulas colaborativas: As aulas acontecerão no contra turno, para não comprometer o conteúdo programático e calendário escolar, terá frequência de um encontro por semana com duração de duas horas. Inicialmente os alunos terão contato com o conhecimento de fisiologia através de aula expositiva, vídeos e livros. Após finalizar essa etapa ocorrerá uma explanação prévia sobre robótica e linguagem de programação, onde os alunos irão ter contato com a plataforma Arduino e com auxílio do professor desenvolverão comandos simples como ligar e desligar uma lâmpada de led.

No decorrer dos encontros os alunos serão estimulados a propor a confecção de modelos fisiológicos humano, criando os projetos para associar à robótica assim como sugerir os tipos de materiais utilizados na produção do recurso didático. Os diálogos decorrentes desse processo de criação serão registrados em GRAVADOR DE ÁUDIO OU VÍDEO, visando identificar a construção do processo de conhecimento.

3. Construção do modelo: O modelo fisiológico do corpo humano será desenvolvido e produzido pelos alunos participantes da disciplina eletiva, assim como o desenvolvimento da linguagem de programação específica para o protótipo. Os materiais utilizados também serão sugeridos por eles, mas serão priorizados os que tiverem caráter sustentável, como material de reaproveitamento e reciclável. Após a construção do modelo os alunos irão responder novamente ao questionário sobre o sistema cardiovascular humano, afim de verificar a evolução do conhecimento sobre o tema.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Construir, de forma colaborativa, um modelo didático do sistema cardiovascular do corpo humano associado à robótica.

Objetivo Secundário:

- Criar uma disciplina eletiva na escola abordando o sistema cardiovascular humano e robótica
- Mediar o processo de criação e execução do modelo do sistema cardiovascular humano;
- Estimular o pensamento crítico, reflexivo e criativo dos alunos;
- Reconhecer e registrar a evolução do conhecimento a partir dos diálogos ao longo do processo

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAUÍ - UESPI



Plataforma  
Brasil



Continuação do Parecer: 3.798.014

de criação;

- Inserir a robótica como alternativa educacional no desenvolvimento do raciocínio lógico.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Os riscos do trabalho estão relacionados ao uso de materiais perfuro cortantes utilizados na construção do modelo didático, como tesouras, agulhas de costura e estiletes, que serão disponibilizadas sob a supervisão do professor. Além disso, o trabalho envolve a utilização de placas de prototipagens, aparelhos eletrônicos que podem apresentar riscos mínimos de choques elétricos, porém com a orientação correta do uso dessa aparelhagem, esses incidentes tornam-se praticamente nulos. O executor do projeto possui experiência de mais de dois anos com robótica e jamais sofreu ou provocou acidente com esse material.

Benefícios:

A pesquisa converge estratégias metodológicas diferentes a fim de propor alternativas que melhorem o processo de ensino-aprendizagem de biologia no ensino básico. O possível desenvolvimento e ampliação do conhecimento dos alunos sobre determinado assunto serve de parâmetro para futuras práticas pedagógicas em sala de aula.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa viável e de grande alcance social.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos obrigatórios foram apresentados, inclusive a pendência gerada anteriormente:

1. TCLE SEM ENDOSSO
2. ressarcimento, indenização, espaço para rubricas em cada folha, numeração das páginas (1/2, 2/2)
3. ACRESCENTOU TALE;
4. ACRESCENTOU TODAS AS FASES DO CRONOGRAMA ATUALIZADO.

**Recomendações:**

Veja este link do Manual interativo 3D da versão 3.0 para submissão de projetos de pesquisa envolvendo seres humanos na Plataforma Brasil.

<http://aplicacao.saude.gov>.

**Endereço:** Rua Olavo Bilac, 2335

**Bairro:** Centro/Sul

**CEP:** 64.001-280

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3221-6658

**Fax:** (86)3221-4749

**E-mail:** comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAÚI - UESPI

Plataforma  
Brasil



Continuação do Parecer: 3.798.014

br/plataformabrasil/visao/centralSuporteNova/tutorialVersao3\_0/Tutorial\_Plataforma\_v15.swf

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

De acordo com a análise, conforme a Resolução CNS/MS Nº466/12 e seus complementares, o presente projeto de pesquisa apresenta o parecer APROVADO por apresentar todas as solicitações indicadas na versão anterior:

1. RETIROU O ENDOSSO FINAL DO TCLE;
2. ACRESCENTOU ressarcimento, indenização, espaço para rubricas em cada folha, numeração das páginas (1/2, 2/2)
3. ACRESCENTOU TALE;
4. ACRESCENTOU TODAS AS FASES DO CRONOGRAMA ATUALIZADO.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

APRESENTAR/ENVIAR O RELATÓRIO FINAL APÓS O TÉRMINO DA PESQUISA.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1317952.pdf	23/10/2019 09:57:31		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	18/10/2019 11:06:10	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido.docx	18/10/2019 11:04:12	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostocarimbadaemanuel.pdf	09/05/2019 08:28:45	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Aprendizagemcolaborativa.docx	08/04/2019 11:46:44	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
Declaração do Patrocinador	Infra_profbio.pdf	08/04/2019 11:44:13	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracaoassinadaprojaprendizagem.pdf	03/04/2019 16:18:21	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_instituicao_infraestrutura.pdf	03/04/2019 11:37:14	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito
Outros	Questionario_projeto_aprendizagem_colaborativa.docx	01/04/2019 11:21:41	Filipe Augusto A G Gonçalves de Melo	Aceito

**Endereço:** Rua Olavo Bilac, 2335

**Bairro:** Centro/Sul

**CEP:** 64.001-280

**UF:** PI

**Município:** TERESINA

**Telefone:** (86)3221-6658

**Fax:** (86)3221-4749

**E-mail:** comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
PIAUÍ - UESPI

Plataforma  
Brasil



Continuação do Parecer: 3.798.014

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TERESINA, 10 de Janeiro de 2020

*Luciana Saraiva e Silva*

Assinado por:

**LUCIANA SARAIVA E SILVA**  
**(Coordenador(a))**

Prof.<sup>a</sup> Dra. Luciana Saraiva e Silva  
Coordenadora do CEP / UESPI  
Matrícula: 179554-6