



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS CHAPECÓ**

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL**

**PROFMAT**

**ROBERTO GIACOMIMI**

**INTEGRAÇÃO DA ROBÓTICA COM UM OLHAR STEAM PARA  
POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM**

**CHAPECÓ**

**2024**

ROBERTO GIACOMINI

**INTEGRAÇÃO DA ROBÓTICA COM UM OLHAR STEAM PARA  
POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática sob a orientação do Prof. Dr. Milton Kist

CHAPECÓ

2024

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Giacomini, Roberto  
INTEGRAÇÃO DA ROBÓTICA COM UM OLHAR STEAM PARA  
POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM / Roberto Giacomini. --  
2024.  
75 f.

Orientador: Doutor Milton Kist

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira  
Sul, Programa de Pós-Graduação Profissional  
em Matemática em Rede Nacional, Chapecó, SC, 2024.

I. Kist, Milton, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul.  
III. Título.



**ROBERTO GIACOMINI**

**INTEGRAÇÃO DA ROBÓTICA COM UM OLHAR STEAM PARA  
POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador (a): Prof. Dr. Milton Kist

Aprovado em: 25/03/2024

Documento assinado digitalmente



**MILTON KIST**

Data: 30/04/2024 09:03:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Milton Kist – UFFS**

Documento assinado digitalmente



**JANICE TERESINHA REICHERT**

Data: 29/04/2024 11:01:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Janice Teresinha Reichert - UFFS**

Documento assinado digitalmente



**MARINA GEREMIA**

Data: 29/04/2024 08:42:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Marina Geremia - IFSC**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho

A CAPES pela recomendação do PROFMAT por meio do parecer do Conselho Técnico Científico da Educação Superior e pelo incentivo financeiro.

A Sociedade Brasileira de Matemática que na busca da melhoria do ensino de Matemática na Educação Básica viabilizou a implementação do PROFMAT.

A Secretaria de Estado da Educação por oportunidade de cursar o PROFMAT, com incentivos financeiros e afastamento remunerado, que foi de grande valia, para o êxito no mesmo.

A UFFS por proporcionar momentos maravilhosos de crescimento pessoal e profissional. Gostaria de agradecer aos meus professores e ao meu orientador Milton Kist, pelas correções e ensinamentos, que certamente contribuirão para minha formação no futuro.

Também gostaria de agradecer aos meus pais, esposa e filho, que sempre me incentivaram nos momentos mais difíceis e compreenderam quando não pude me fazer presente, devido ao fato que estava me dedicando para a efetivação deste trabalho.

Gostaria de agradecer a Deus, pela minha vida, e por sempre me ajudar a ultrapassar todos os desafios encontrados ao longo do curso.

*“Educação não transforma o mundo,  
educação muda as pessoas e as  
pessoas mudam o mundo.”*

**Paulo Freire**

## RESUMO

A robótica educacional envolve o uso de robôs e tecnologias relacionadas para promover a aprendizagem em diversos campos, desde a programação e a engenharia até a resolução de problemas e a colaboração. Essa abordagem não apenas torna a aprendizagem mais envolvente e prática, mas também desenvolve habilidades essenciais, como pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe. As metodologias ativas, por sua vez, destacam a importância da participação ativa dos alunos em seu próprio processo de aprendizagem. Em vez de serem receptores passivos de informações, os alunos são incentivados a se envolverem ativamente em atividades práticas, discussões em grupo, projetos colaborativos e resolução de problemas do mundo real. Isso promove uma aprendizagem mais significativa, onde os alunos constroem ativamente seu próprio conhecimento e desenvolvem habilidades transferíveis. O movimento STEAM amplia ainda mais essa abordagem, reconhecendo a interconexão entre ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Ao integrar essas disciplinas de forma holística, os alunos são encorajados a explorar conexões entre diferentes áreas do conhecimento, promovendo uma compreensão mais profunda e uma abordagem mais criativa para resolver problemas complexos. A bobina de Tesla é conhecida por suas descargas elétricas espetaculares, que podem criar arcos elétricos visíveis, produzir ruídos característicos e até mesmo acender lâmpadas fluorescentes à distância quando aproximadas. É uma ferramenta frequentemente utilizada em demonstrações científicas e experimentos de eletricidade. A bobina de Tesla musical combina a espetacularidade visual da bobina de Tesla convencional com uma experiência auditiva, proporcionando uma abordagem única e cativante para explorar os princípios da eletricidade, magnetismo e ondas sonoras. A sequência didática proposta procurou tirar proveito do potencial das bobinas musicais de Tesla integradas com Arduino para facilitar experiências de aprendizagem significativas. O estudo revelou que a abordagem inovadora de incorporar a robótica no programa STEAM não só enriquece o processo de aprendizagem, mas também promove uma mudança na dinâmica da sala de aula. A introdução de atividades práticas e a possibilidade de

experimentação guiada propiciaram um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo.

**Palavras-chave:** STEAM; Robótica Educacional; Bobinas Tesla. Ensino Médio.

## **ABSTRACT**

Educational robotics involves the use of robots and related technologies to promote learning in a variety of fields, from programming and engineering to problem solving and collaboration. This approach not only makes learning more engaging and practical, but also develops essential skills such as critical thinking, creativity and teamwork. Active methodologies, in turn, highlight the importance of students' active participation in their own learning process . Instead of being passive recipients of information, students are encouraged to actively engage in hands-on activities, group discussions, collaborative projects, and solving real-world problems. This promotes more meaningful learning, where students actively construct their own knowledge and develop transferable skills. The STEAM movement further expands this approach, recognizing the interconnectedness between science, technology, engineering, arts and mathematics. By integrating these disciplines holistically, students are encouraged to explore connections between different areas of knowledge, promoting a deeper understanding and a more creative approach to solving complex problems. The Tesla coil is known for its spectacular electrical discharges, which can create visible electrical arcs, produce characteristic noises and even light fluorescent lamps at a distance when approached. It is a tool often used in scientific demonstrations and electricity experiments. The Musical Tesla Coil combines the visual spectacularity of the conventional Tesla Coil with an auditory experience, providing a unique and captivating approach to exploring the principles of electricity, magnetism and sound waves. The proposed didactic sequence aims to take advantage of the potential of Tesla musical coils integrated with Arduino to facilitate meaningful learning experiences. The study revealed that the innovative approach of incorporating robotics into the STEAM program not only enriches the learning process, but also promotes a change in classroom dynamics. The introduction of practical activities and the possibility of guided experimentation provided a more dynamic and interactive learning environment.

**Keywords:** STEAM. Robotics. Tesla coils. Education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - STEAM: uma estrutura para o ensino em toda a disciplina.....	20
Figura 2 - Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.....	27
Figura 3 - Esquema da Bobina de Tesla.....	37
Figura 4 - Bobina de Tesla.....	54
Figura 5 - Cálculo do número de voltas.....	54
Figura 6 - Bobina em construção.....	55
Figura 7 - Bobina em Funcionamento.....	55

## LISTA DE SIGLAS

3D – 3 Dimensões

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

C - Capacitores

L – Indutores

RE - RobóticaEducaional

STEAM - Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics

STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Módulo 1 – Introdução às bobinas de Tesla com Arduino.....	49
Tabela 2 – Módulo 2 – Recursos avançados e experimentos com bobinas de Tesla.....	50
Tabela 3 – Módulo 3 – Aplicações e Projetos com Bobinas de Tesla.....	52
.	
Tabela 4 – Dados coletados antes e depois da realização da sequência.....	57

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.METODOLOGIAS ATIVAS NO PROCESSO ENSINO- APRENDIZAGEM.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. ABORDAGEM STEAM NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3. ROBÓTICA EDUCACIONAL.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.BOBINAS DE TESLA.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.1.BOBINA DE TESLA MUSICAL.....</b>	<b>39</b>
<b>3.REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>41</b>
<b>4.METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO PESQUISADO.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2.CARACETRIZAÇÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>45</b>
<b>5.SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1.DESCRICÃO DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>53</b>
<b>6.ANÁLISE DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>59</b>
<b>7.CONSIDERAÇOES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>75</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A sequência didática proposta visa tirar proveito do potencial das bobinas musicais de Tesla integradas com Arduino para facilitar experiências de aprendizagem significativas. Ao oferecer às aulas atividades práticas, oportunidades de investigação e a capacidade de criar e manipular efeitos musicais, essa sequência didática incentiva a participação ativa e promove a construção de conhecimento em um contexto altamente relevante.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece diretrizes que promovem uma educação mais abrangente e interdisciplinar. Ela enfatiza a necessidade de os educadores incorporarem diferentes recursos e tecnologias para aprimorar a compreensão dos alunos sobre conceitos científicos (Brasil, 2018).

Ao empregar metodologias ativas<sup>1</sup>, o papel do professor passa a ser o de facilitador ou guia, permitindo ao aluno ocupar o centro do seu próprio processo de aprendizagem. Este trabalho propõe a integração da Robótica Educacional (RE) e da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) por meio de atividades investigativas centradas em questões ou desafios iniciais. A RE serve como uma ferramenta valiosa para a compreensão de conteúdos curriculares e extracurriculares, promovendo o desenvolvimento de diversas competências, incluindo criatividade, raciocínio lógico, colaboração, trabalho em grupo e autonomia. O foco principal deste trabalho são os alunos do ensino médio.

Para Bacich e Holanda (2020), a inserção das bobinas musicais de Tesla permite uma abordagem que transcende barreiras disciplinares. Os alunos têm a oportunidade de conectar conceitos de Física, Eletrônica e Música de maneira

---

<sup>1</sup>As metodologias ativas são abordagens educacionais que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, promovendo a participação ativa, a colaboração e o engajamento ativo dos alunos. Em contraste com métodos tradicionais, onde o professor é a principal fonte de conhecimento e a aula é mais expositiva, as metodologias ativas buscam proporcionar um ambiente de aprendizado mais dinâmico, onde os alunos têm um papel mais ativo na construção do próprio conhecimento.

prática, envolvente e integrada, contribuindo para uma compreensão mais profunda e abrangente dessas áreas do conhecimento

Fernandes e Zanon (2022) destacam que a integração das bobinas musicais de Tesla com o Arduino oferece aos estudantes a oportunidade de construir seu próprio conhecimento, estabelecendo conexões entre princípios científicos abstratos e aplicações do mundo real. Ao envolvê-los em atividades práticas de exploração, experimentação e resolução de problemas, o estudo estimula o engajamento ativo dos alunos e a construção de conhecimento em um contexto significativo

Castelli e Fernandes(2022) destacam outro aspecto relevante que é a necessidade de abordar questões sócio científicas em sala de aula. A inclusão das bobinas musicais de Tesla no currículo permite que os alunos explorem questões relacionadas à energia elétrica, tecnologia e seu impacto na sociedade. Compreender o contexto histórico das bobinas de Tesla e sua relevância nas aplicações modernas os capacita a participar de discussões sobre implicações éticas e considerar as ramificações mais amplas do uso da energia elétrica. Isso não apenas enriquece o aprendizado dos alunos, mas também os prepara para serem cidadãos mais conscientes e informados em uma sociedade cada vez mais tecnológica.

Diante do exposto, a problemática do estudo emerge com as seguintes questões: Como a introdução da robótica, dentro da abordagem STEAM, influencia diretamente no engajamento dos alunos? Quais são os efeitos observados na dos alunos quando a robótica é integrada ao currículo educacional? Essas são algumas das questões que nortearam a pesquisa, buscando compreender de que maneira a adoção da robótica no contexto da abordagem STEAM pode efetivamente contribuir para aprimorar o processo de aprendizagem.

Com base na problemática do estudo, temos como objetivo geral: Avaliar o impacto do uso da robótica no contexto da abordagem STEAM na aprendizagem dos alunos de ensino médio no componente de ciências da natureza

Para atingir o objetivo geral e responder as questões norteadoras trabalhamos como os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver a sequência didática em um grupo de estudantes, proporcionando-lhes oportunidades práticas de aprendizagem utilizando tecnologias robóticas;
- Avaliar o impacto da integração da robótica com abordagem STEAM no engajamento dos alunos no desenvolvimento da sequência;

Deste modo, a justificativa deste estudo reside na busca por uma educação mais interdisciplinar, significativa e contextualizada. A integração das bobinas musicais de Tesla com o Arduino representa uma grande oportunidade para alcançar esses objetivos, proporcionando aos alunos uma experiência educacional enriquecedora que vai além das fronteiras tradicionais das disciplinas e que os prepara para os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo.

A justificativa deste estudo se refere a uma série de motivos que evidenciam a importância de investigar a integração das bobinas musicais de Tesla com o Arduino no âmbito educacional, com foco na potencialização da educação e da aprendizagem na abordagem STEAM. Podemos citar:

**1)Integração com outras tecnologias:** As bobinas musicais de Tesla podem ser facilmente integradas com outras tecnologias, como sintetizadores e softwares de produção musical, expandindo ainda mais as possibilidades criativas.

**2)Aplicações em diversos campos:** As bobinas musicais de Tesla podem ser utilizadas em diversas áreas além da música, como. **Terapia:** A vibração sonora das bobinas pode ser utilizada para fins terapêuticos, como massagem sonora e relaxamento.**3)Educação:** As bobinas musicais de Tesla podem ser utilizadas como ferramenta educacional para ensinar física, eletricidade e acústica de forma interativa e divertida.**4)Performances:** As bobinas musicais de Tesla podem ser utilizadas em performances audiovisuais, criando uma experiência sensorial única para o público. **5)Acessibilidade e baixo custo:** As bobinas musicais de Tesla podem ser construídas com materiais relativamente simples e de baixo custo, tornando-as acessíveis a um público amplo.Essa acessibilidade democratiza a experimentação musical e permite que pessoas com diferentes níveis de conhecimento técnico explorem as possibilidades dessa tecnologia. **Inspiração e**

**criatividade:**As bobinas musicais de Tesla despertam a fascinação e a criatividade de pessoas de todas as idades.Essa tecnologia tem o potencial de inspirar novas gerações de artistas, cientistas e inventores.

A incorporação das bobinas musicais de Tesla em atividades escolares não apenas permite que os alunos explorem questões sócio científicas sobre energia elétrica, tecnologia e seu impacto na sociedade. Essa abordagem também possibilita compreender o contexto histórico dessas bobinas e sua relevância nas aplicações modernas, o que facilita o envolvimento dos estudantes em debates sobre implicações éticas e as amplas repercussões do uso da energia elétrica (Bacich; Holanda, 2020).

A integração das bobinas musicais de Tesla com o Arduino como recurso de aprendizagem proporciona uma oportunidade única para os alunos se envolverem em atividades práticas de exploração, experimentação e resolução de problemas. Essa participação ativa permite que os estudantes construam seu próprio conhecimento e estabeleçam conexões entre princípios científicos, abstratos e aplicações do mundo real.

Para Fernandes e Zanon (2022) ao envolver os alunos na concepção e implementação de efeitos musicais utilizando bobinas de Tesla controladas por Arduino, têm a oportunidade de explorar as relações entre eletricidade, magnetismo, ressonância e produção de som. Ao longo desse processo, os estudantes desenvolveram uma compreensão mais profunda desses conceitos e de como eles se relacionam entre si.

O estudo está estruturado em seis capítulos distintos. Inicialmente, a introdução oferece uma visão geral do trabalho. O segundo capítulo aborda a fundamentação teórica, com enfoque nas metodologias ativas, robótica educacional, STEAM e bobinas de Tesla. Em seguida, o terceiro capítulo descreve a revisão de Literatura. No quarto capítulo, encontra-se a Metodologia da pesquisa, onde destacamos como foi desenvolvida a sequência e a forma de forma de análise das atividades. O quinto capítulo se dedica à Sequência didática. Nos sexto capítulo apresentamos a análise dos dados coletados E por último

trazemos as considerações finais do estudo, oferecendo reflexões e conclusões finais

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A inovação na educação requer um sistema de ferramentas educacionais, que incluem métodos de ensino e aprendizagem que exploram problemas reais e devem preferencialmente ser centradas no aluno.

Metodologias ativas no processo ensino-aprendizagem: Neste capítulo, vamos explorar como as Metodologias Ativas de Aprendizagem transformam a dinâmica da sala de aula, estimulando os alunos a se engajarem ativamente no processo de aprendizagem. Discutiremos como essas metodologias incentivam o desenvolvimento das habilidades cognitivas, emocionais, motoras e sensoriais dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura

Abordagem STEAM: Neste capítulo, exploraremos a abordagem STEAM, que visa integrar as disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Analisaremos como essa abordagem amplia as possibilidades de ensino das ciências, estimulando a criatividade, a inovação e a resolução de problemas. Veremos como o enfoque STEAM promove uma educação mais holística e interdisciplinar, preparando os alunos para os desafios do século

Robótica no ambiente educacional: Neste capítulo, examinaremos os benefícios da incorporação da robótica no ambiente educacional. Destacaremos como a robótica pode aprimorar o processo de aprendizagem, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio lógico e das habilidades psicomotoras dos alunos. Veremos exemplos práticos de como a robótica pode ser utilizada para criar experiências de aprendizagem envolventes e interativas.

Bobina de tesla: Neste capítulo, investigaremos a fascinante Bobina de Tesla, um dispositivo que se destaca como um transformador ressonante capaz de produzir tensões muito altas em frequências altas. Exploraremos os princípios de funcionamento dessa tecnologia, seu papel na história da eletricidade e suas aplicações contemporâneas. Discutiremos como a experiência com a Bobina de Tesla pode enriquecer o aprendizado dos alunos, envolvendo-os em atividades práticas e experimentais que estimulam sua curiosidade científica e sua criatividade.

## 2.1.METODOLOGIAS ATIVAS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

A educação não é simplesmente transferir informações. Deve ser uma oportunidade para o aluno tomar consciência de seu processo de aprendizagem, que passa a ser o foco dos esforços de seus professores como facilitadores. Embora haja abundância de literatura acadêmica sobre o processo de ensino-aprendizagem brasileiro, algumas das melhores contribuições ainda estão emergindo do próprio processo. Atualmente, este sistema passa por um período de transição que exige uma mudança significativa de forma a proporcionar aos alunos mais dinamismo e riqueza. Muitos no sistema educacional veem os alunos como meros espectadores assistindo a um modelo mecanicista de ensino. Os professores simplesmente repetem as informações e os alunos as retêm sem qualquer alteração. Conseqüentemente, este modelo é inadequado e provoca a necessidade de novas filosofias e métodos de ensino

Segundo Barreto, Xavier e Sonzagno, (2018), metodologias ativas requerem autonomia como pedra angular. Elas substituem os métodos tradicionais de ensino-aprendizagem, deixando de enfatizar a instrução e colocando o aluno no centro do processo.

A figura1, destaca os princípios que constituem as metodologias ativas de ensino, destacando o papel do aluno colocando ele no centro do processo de ensino e aprendizagem e colocando o professor como mediador, um ativador.

Figura 1- Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino



Fonte: Revista Thema, 2017

Barbosa e Moura (2013), citam que os métodos ativos de aprendizado tornam o aprendizado mais significativo. Esses métodos estimulam os alunos a aplicar o conhecimento de forma prática e aumentam sua confiança na tomada de decisões. Os alunos melhoram a maneira como se comunicam com os outros, aprendem a resolver melhor os problemas e vivenciam situações que exigem que tomem decisões independentes. Isso os ajuda a desenvolver o gosto pela independência ao pensar e agir, além de melhorar sua capacidade de se expressar verbalmente e por escrito.

A aprendizagem ativa é um processo de assimilação intelectual e integração cognitiva que leva a novos insights, à criação de novos hábitos e à adaptação de novas teorias. Também leva à reavaliação do aprendizado anterior e à criação de novas abordagens.

Os métodos ativos de ensino envolvem os alunos no processo de aprendizagem. Eles estimulam o pensamento crítico e proporcionam um estímulo educacional quando orientados por um professor. Por conta disso, o aluno se torna o centro dessa abordagem em sala de aula. Os métodos ativos incentivam os alunos a trabalharem juntos como participantes ativos na criação de sua experiência educacional. Essa mudança de pensamento leva a um ambiente de aprendizado mais fluido e dinâmico, onde os alunos trabalham juntos para criar a experiência de aprendizado.

Segundo Morán et al.(2015), a fim de preencher a lacuna entre os extremos históricos da diversidade educacional, as escolas do século XXI fornecem instrução aos alunos do século 20. O corpo docente do século XXI deve se adaptar às demandas e exigências específicas de sua área de estudo para desempenhar adequadamente seu papel.

Ainda conforme Morán et al.(2015), por considerar sua natureza inacabada, o aluno atualiza constantemente sua formação, buscando novos conhecimentos para melhor compreender seu ambiente. Ele quer ser mais do que é, desse forma, torna-se um criador novas tecnologias. Conseqüentemente, os métodos tradicionais de ensino e aprendizagem, bem como o modelo de salas de aula

tradicionais, se tornarão obsoletos. As pessoas sempre terão fácil acesso ao conhecimento e novas ideias graças aos avanços tecnológicos na educação. Entender que o conhecimento é um processo diário e contínuo faz com que as pessoas percebam que estão em constante adaptação ao mundo. Isso os leva a incorporar mudanças em suas vidas diárias como parte do processo. Buscar conhecimento envolve correr riscos com a chance de acertos e erros

Blikstein (2010) destaca que a educação moderna requer alunos capazes de autogovernar ou autogerenciar sua formação. Isso requer uma compreensão fundamental da autonomia de cada aluno. Um professor pode usar a problematização como parte de sua estratégia de ensino. Fazer isso motiva o aluno a aprender porque ele enfrenta problemas que o obrigam a pensar, examinar e relatar sua história. A problematização também permite que o aluno relacione suas descobertas e construa novos conhecimentos. E os leva a entrar em contato com a informação para resolver impasses e se desenvolver como pessoa.

Para Blikstein (2010), ele deve se transformar de um receptor passivo de conhecimento em um buscador eficaz que busca respostas relevantes para os objetivos de aprendizagem. Isso requer o desenvolvimento de um espírito criativo, curiosidade científica, espírito reflexivo, capacidade de autoavaliação, trabalho em equipe para a eficácia da equipe e responsabilidade cooperativa. Qualidades adicionais essenciais ao desenvolvimento são a sensibilidade ética e o cuidado com o bem-estar dos outros.

Encontrar soluções para um problema requer encontrar maneiras de analisar, estudar, investigar, mesclar ideias, separar informações e criar ideias divergentes. Tudo isso aliado a processos que conceituam metodologias ativas.

Para Anastasiou (2015), os alunos podem participar de sua educação resolvendo ativamente problemas e criando novos desafios. Esse envolvimento ativo permite que eles compreendam melhor os conceitos, superando obstáculos, resolvendo problemas e desenvolvendo conhecimentos

As metodologias ativas priorizam os estudantes como centro do processo de ensino-aprendizagem, com experiências, valores e opiniões valorizadas para a

construção coletiva do conhecimento. Os alunos são incentivados a serem aprendizes ativos e engajados. Estas metodologias desafiam os alunos através de problemas que os obrigam a pesquisar possíveis soluções. Isso é feito de uma maneira que está de acordo com o mundo real. Novos métodos de ensino de ciências são imperativos porque permitem que os professores incorporem seus alunos como partícipes na aula. Isso permite que eles despertem a curiosidade, promovam o pensamento criativo e revisem as dúvidas dos alunos. Ao fazer isso, os alunos podem aprender a trabalhar juntos, buscar novas informações e adquirir novas habilidades de aprendizagem.

Podemos entender Metodologias Ativas como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas. A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante (BORGES; ALENCAR 2014, p.120).

Os conflitos definem a experiência de aprendizagem dos alunos. Esses confrontos catalisam perguntas a serem feitas e respostas a serem encontradas. As salas de aula reúnem os alunos para resolver seus problemas e desenvolver novos conhecimentos. Os professores esclarecem essas experiências criando problemas relacionados às experiências passadas dos alunos. Esses exercícios acadêmicos abrem os alunos para novas idéias e compreensão.

A escola precisa de uma reinvenção devido ao modelo tradicional formado no século XIX. Precisa ser redesenhado para atender às demandas e necessidades de uma sociedade moderna com múltiplas diferenças e um ambiente democrático e inclusivo. Isso porque o novo sistema precisa incorporar conhecimento interdisciplinar, multicultural e transdisciplinar.

Segundo Beier (2017), novos métodos e formas de ensino e aprendizagem são criados através de um processo de comunicação permanente entre professores e alunos. Isso leva os alunos a criarem seus próprios conhecimentos sobre a subjetividade e a formação de novos cidadãos.

Para Beier(2017), aprender novos conhecimentos e habilidades é necessário para aumentar as possibilidades do que pode ser alcançado. Também dá mais autonomia às pessoas por serem capazes de fazer suas próprias

escolhas e decisões por meio de um complexo processo de ensino e aprendizagem. Isso não é feito linearmente como uma soma de informações aprendidas anteriormente adicionadas umas às outras.

De acordo com Germignani (2012), as questões atuais exigindo novas habilidades juntamente com conhecimentos específicos, a educação é empurrada para novos níveis de complexidade transformadora. Novos currículos precisam ser criados para ensinar adequadamente aos alunos novos conceitos, como colaboração, pensamento interdisciplinar, trabalho em grupo e educação para o desenvolvimento global, regional e sustentável.

Ainda conforme Gemignani (2012), para aprender, é preciso primeiro passar por um processo de reconstrução. Esse processo permite a compreensão entre fatos e objetos tangíveis. Envolve também a reavaliação de verdades previamente aceitas e a produção de novas por meio de uma educação transformadora e significativa. Aprender exige o exercício da autonomia e da cidadania com a criação de argumentos e ética que impactem a realidade e a vida de cada um. As pessoas devem ter conhecimento e aprendizado para exercer suas responsabilidades como cidadãos e agentes autônomos na sociedade.

Para Goldeberg (2018), a política curricular flexível força a reforma curricular com mudanças no ambiente de trabalho devido a um modelo de negócios reconfigurado que afeta diretamente a produção acadêmica e a educação. Além disso, a educação é confusamente estruturada como contínua ou descontínua, isso leva a um aprendizado conflitante. Para aprender novas informações de maneira contínua, os alunos devem primeiro conectar suas ideias atuais com as anteriores. Eles precisam organizar seu novo aprendizado sob estruturas cognitivas existentes chamadas de subsunções. Um processo de descontinuidade ou ruptura exige que os alunos enfrentem novos desafios mentais. Isso exige que eles desconstruam suas experiências passadas, como conceitos e sínteses anteriores, bem como outras fontes de tensão, como ideologias conflitantes. A liberação de tensão resultante permite que os alunos cresçam e explorem mais possibilidades relacionadas aos seus estudos

É possível argumentar a favor do currículo dividindo seus princípios educacionais em habilidades individuais que os alunos devem dominar. Isso inclui fazer boas perguntas, reconhecer objetos tecnológicos e modelar processos e sistemas. Os alunos também devem ser capazes de decompor problemas complexos em menores e analisar dados. Eles precisam ser capazes de visualizar soluções, coletar dados para análise, gerar novas ideias e comunicar soluções oralmente e por escrito. Isso é necessário para que eles possam entender sua compreensão, analisar dados e ter novas ideias. Aprender essas habilidades básicas é essencial porque muitas delas não são bem desenvolvidas nos currículos escolares.

Barbosa (2013), destaca que as técnicas para promover a aprendizagem ativa exigem que os alunos resolvam problemas, desenvolvam projetos e interajam com o material. Eles também devem fazer perguntas, escrever e analisar. Ao realizar essas tarefas, os alunos se envolvem ativamente no processo de aprendizagem. Dentre as metodologias ativas, a problematização será usada nesta sequência,

## **2.2.ABORDAGEM STEAM**

Conforme Vuerzler (2020), a introdução de tecnologias no ambiente educativo é uma estratégia que vai muito além de simplesmente tornar as aulas mais atrativas. Essa abordagem é fundamental para estimular os estudantes a se tornarem profissionais no campo da ciência, contribuindo assim para o avanço do conhecimento científico e tecnológico. Além disso, ajuda os alunos a desenvolverem uma consciência crítica e um espírito participativo em relação à sociedade.

Para Lorenzin (2019), a RE é extremamente eficaz para fomentar o aprendizado do pensamento computacional, uma habilidade essencial que envolve a resolução de problemas, o projeto de sistemas e a compreensão do comportamento, utilizando os conceitos fundamentais da computação.

Conforme Vuerzler (2020), a abordagem STEAM, originária dos Estados Unidos entre as décadas de 1980 e 1990, foi inicialmente conhecida como STEM,

incluindo Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Essa abordagem surgiu como uma proposta para melhorar o ensino dessas áreas, fazendo parte da política nacional de educação com o objetivo de promover a inclusão social, atender às demandas do mercado de trabalho e fortalecer a economia. Além disso, busca aumentar o interesse dos estudantes por carreiras em Tecnologia e Engenharia.

Lorenzin (2019), destaca que recentemente, com a inclusão das Artes, transformou-se em STEAM, simbolizando uma inovação educacional significativa. Esse movimento é visto como uma resposta à necessidade de atualização do currículo escolar, tornando-o mais alinhado com as experiências vivenciais dos alunos e com a cultura tecnológica digital contemporânea. Assim, a abordagem STEAM é vista como um avanço significativo no campo educacional, representando uma integração mais completa de diversas áreas do conhecimento.

Ser alfabetizado em STEAM é ser capaz de identificar e aplicar os dois conhecimentos chave como formas de fazer, pensar, falar e sentir ciência, engenharia e matemática, então mais ou menos integrado, para entender, decidir e/ou atuar em problemas complexos e construir soluções criativas e inovadoras, aproveitando as sinergias e tecnologias pessoais disponível e criticamente, pensativo e valorizado (COUSO, 2017, p.25).

Envolve a habilidade de integrar esses conhecimentos de maneira eficaz para abordar problemas complexos e desenvolver soluções inovadoras. Ser alfabetizado em STEAM significa ser capaz de pensar de forma crítica e criativa, utilizando as tecnologias disponíveis de maneira reflexiva e valorizando a interconexão entre as disciplinas. Essa abordagem holística e integrada não apenas prepara os indivíduos para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, mas também os capacita a contribuir para o avanço da sociedade por meio de soluções inovadoras e sustentáveis.

Para Lorenzin (2019), a abordagem STEAM no contexto educacional é fundamental para desenvolver nos estudantes a habilidade de enfrentar problemas reais, encontrando soluções ancoradas na tecnologia e na engenharia. Essa abordagem promove o ensino por meio da investigação e se baseia em princípios de interdisciplinaridade, observando que as experiências do mundo real não se dividem em disciplinas isoladas. Um currículo interdisciplinar, sob essa

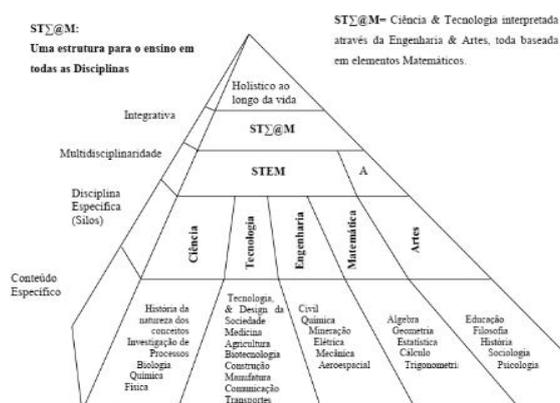
perspectiva, não apenas melhora a aprendizagem cognitiva dos alunos, mas também estimula o interesse em áreas que exigem criatividade e desenvolvimento de soluções tecnológicas.

Para Vuertzler (2020) a inclusão das Artes na abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), transformando-a em STEAM, responde à necessidade de incorporar a criatividade e a inovação no ensino. Essa expansão busca enriquecer a percepção do mundo dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de novas formas de pensar e aprender. A integração das Artes não é apenas um adorno, ela representa um campo de conhecimento essencial que constrói conexões naturais entre diferentes conteúdos, em múltiplos contextos, e promove o engajamento em práticas criativas e reflexivas.

Couso (2017) enfatiza que a abordagem STEAM, alinha-se com a ideia de transdisciplinaridade, que sugere a possibilidade de esquemas cognitivos que atravessam e integram diversas disciplinas. Essa integração facilita a identificação de problemas que podem ser expandidos para projetos que exploram conceitos e materiais de maneira prática, fundamentando-se na aprendizagem ativa.

Yakman (2010) projetou um modelo piramidal (Figura 2) para estruturar e analisar a interação entre as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes.

Figura 1 - Steam: uma estrutura para o ensino em toda a disciplina



Fonte: Resende e Pereira (2022, p.15)

No topo desta pirâmide é o nível universal, que se relaciona com a ideia de educação holística. Este nível enfoca a influência do universo na vida de cada

pessoa, moldando suas ações, exposições e compreensões. Este é o estágio que enfatiza a educação ao longo da vida. O segundo nível, o nível integrado, permite aos alunos obter uma compreensão abrangente de todos os campos e de como eles se inter-relacionam na realidade. Neste estágio, a interdependência entre as disciplinas é intencionalmente enfatizada.

O terceiro nível, o nível multidisciplinar, é onde os alunos exploram campos específicos de interesse, obtendo uma visão geral de como esses campos se interconectam. Aqui, eles podem começar a identificar áreas específicas de interesse para futuras carreiras, tornando-se particularmente relevantes no ensino médio.

No quarto nível, denominado nível específico da disciplina, ocorre uma especialização mais profunda. Nesta etapa, as disciplinas são exploradas em detalhes, proporcionando uma visão geral das áreas específicas. Este é o ponto em que os alunos começam a definir áreas de especialização para suas futuras carreiras.

Por fim, no quinto nível, o nível específico de conteúdo, as áreas de conteúdo específicas são apresentadas em detalhes. É nesta fase que ocorre o desenvolvimento profissional, com os alunos aprofundando seus conhecimentos nas áreas de sua escolha. Este é o ponto em que a educação e a prática profissional se conectam mais diretamente, contribuindo para o desenvolvimento individual do aluno.

Vuerzler (2020), destaca que no contexto brasileiro, a adoção da abordagem STEAM surge com o objetivo de aprimorar o ensino de ciências e estimular a produção de mão de obra aprimorada para as indústrias tecnológicas emergentes. Uma preocupação é que o Brasil tem sido mais consumidor do que produtor de tecnologia, e muitas vezes se orienta mais pela importação de modelos educacionais do que pelo desenvolvimento de uma indústria tecnológica nacional robusta. Assim, a adoção do STEAM no Brasil tem o potencial de contribuir significativamente para a inovação e a produção tecnológica no país.

Vuerzler(2020), afirma que embora a abordagem STEAM traga muitos benefícios para o processo de aprendizagem dos estudantes, sua implementação

no sistema de ensino brasileiro, especialmente no setor público, requer adaptações ao currículo escolar e à realidade socioeconômica dos alunos. Tem-se apresentado algumas iniciativas de parcerias entre Secretarias de Educação e programas STEAM, com apoio independente ou de empresas, em escolas públicas. Estas parcerias promoveram um maior envolvimento com a Robótica Educacional, uma prática anteriormente menos comum.

Couso (2017), em seu estudo cita que essa mudança é atribuída a uma transformação no pensamento, que antes considerava a necessidade de recursos caros, como computadores avançados, espaços de criação (makerspaces) e impressoras 3D, para implementar projetos STEAM com foco em robótica. Além disso, a abordagem STEAM tem o potencial de contribuir para a equidade de gênero e para o empoderamento de grupos sub-representações na ciência, como mulheres e negros, desafiando estereótipos como a ideia de que a robótica é uma área predominantemente masculina.

Para Lorenzin (2019), é importante o alinhamento da abordagem STEAM com as competências da (BNCC) do Brasil. Embora a BNCC não mencione explicitamente o termo STEAM, seus princípios e objetivos se alinham com os da abordagem STEAM. Isso é particularmente relevante no contexto da reforma do Ensino Médio e dos itinerários formativos do Novo Ensino Médio, onde o STEAM pode ser um modelo curricular eficaz, com foco na preparação dos alunos para o mercado de trabalho

A BNCC traz como competências do processo de ensino e aprendizagem não somente o desenvolvimento intelectual, mas também o social, o físico, o emocional e o cultural. Dentro das competências, a argumentação e o protagonismo têm grande ênfase no documento, sendo um dos principais alinhamentos com projetos sob a abordagem STEAM, pois o ensino por investigação, que emprega o método científico no processo de aprendizagem por meio de projetos, oportuniza o desenvolvimento dessas habilidades em todos os componentes curriculares que integram o modelo STEAM (VUERZLER, 2020, p.24).

Lorenzin (2019), aponta que diante deste cenário percebe-se um potencial significativo para a aplicação de um projeto integrador que utiliza a Robótica Educacional dentro da abordagem STEAM, Essa integração pode oferecer uma experiência de aprendizagem enriquecedora, compatível com as demandas contemporâneas e futuras do mercado de trabalho e da sociedade.

### 2.3.ROBÓTICA EDUCACIONAL

Para Bacich e Holanda(2020), a implementação de tecnologias educacionais nas escolas transcende a simples meta de tornar as aulas mais interessantes e dinâmicas. Ela desempenha um papel crucial no desenvolvimento de estudantes que aspiram a carreiras nas ciências, contribuindo para avanços avançados nos campos científicos e tecnológicos. Essa abordagem é especialmente relevante nas escolas de Educação Básica no Brasil, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, onde a integração de ciências e tecnologias é essencial para uma proposta pedagógica eficiente. Isso não só melhora a compreensão de conceitos científicos, mas também aumenta a motivação e o interesse dos estudantes.

O computador oferece versatilidade e diversidade de uso, configurando-se como um importante aliado do trabalho docente. Com o auxílio da máquina, as redes e novas conexões formadas ampliam-se de tal maneira que estabelecer conexões entre todas essas informações requer um aprendizado prático, e não teórico. Só há possibilidade de aprender a fazer um uso integrado das tecnologias digitais se estudantes e educadores as utilizarem em situações reais de aprendizagem, atuando de forma colaborativa e vivenciando situações em que a resolução de problemas por STEAM em sala de aula POR meio da discussão e da reflexão, incluindo o uso de tecnologias digitais, favoreça uma aprendizagem realmente transformadora. (BACICH;HOLANDA,2020, P.9)

Conforme Bacich e Holanda (2020), quando essas tecnologias são combinadas com a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), seu potencial é ampliado. A robótica educacional (RE), que envolve a construção, programação e manipulação de plataformas robóticas, encaixa-se perfeitamente em um ambiente de aprendizado STEAM. Ela oferece aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades sociais, criatividade, além de promover o pensamento computacional, essencial para resolver problemas, projetar sistemas e compreender comportamentos utilizando conceitos fundamentais da informática.

Segundo Castelli e Fernandes, (2022) o avanço tecnológico no século XX, especialmente no campo da eletrônica, marcou uma era significativa de transformações, com destaque para o surgimento e a expansão da informática e da Internet. Estas inovações, coletivamente referidas como Tecnologias Digitais

da Informação e Comunicação (TDICs), revolucionaram a forma como as sociedades operam no dia a dia. Um dos aspectos mais notáveis dessa revolução foi a mudança na comunicação interpessoal, particularmente evidente com o advento da Internet e o surgimento de várias plataformas de redes sociais.

Para Campos (2019) a transformação foi em grande parte facilitada pela Web 2.0, uma fase da Internet descrita por sua natureza interativa e colaborativa, que emergiu no final dos anos 2000. Esta fase permitiu que os usuários não apenas consumissem conteúdo, mas também o criassem, interagissem e compartilhassem, ampliando significativamente a dinâmica da comunicação online. Seguindo essa tendência, surgiu a Web 3.0 ou Web Semântica, representando a terceira geração da internet, que começou a se desenvolver a partir do início da década de 2010. Esta nova fase se concentra na organização e personalização do conteúdo online, promovendo uma experiência de navegação mais inteligente e adaptada às necessidades individuais dos usuários, com sites e aplicações que aprendem e se adaptam com base nas interações e comportamentos dos usuários,

Para Castelli e Fernandes (2022), além disso, a rápida evolução tecnológica traz importantes reflexões sobre seu impacto e significado histórico. Compreender que o mundo já foi muito diferente e que a ascensão tecnológica é uma questão relativamente recente, levanta questões fundamentais sobre o futuro da humanidade e as questões que escolhemos seguir. Essas questões tecnológicas não estão isoladas, mas estão intrinsecamente ligadas a aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais. Tecnologia, ciência e técnica estão profundamente entrelaçadas com a história humana e a relação entre o homem e a natureza, refletindo o esforço contínuo da humanidade em superar desafios e limitações impostas pelo ambiente natural.

O progresso científico e tecnológico do século XX caracterizou-se por um ritmo de desenvolvimento e inovação sem precedentes na história humana, especialmente durante a era da Revolução Tecnológica(CASTELLI e FERNANDES, 2022, p. 15).

Esta compreensão contextualiza o desenvolvimento tecnológico não apenas como um avanço técnico, mas também como uma característica que é intrínseca, e influencia em várias facetas da existência humana.

Para Santos e Junior (2020), o progresso científico e tecnológico do século XX caracterizou-se por um ritmo de desenvolvimento e inovação sem precedentes na história humana, especialmente durante a era da Revolução Tecnológica, que teve início no final do século XIX e se estendeu ao longo do século XX. A ciência, avançando rapidamente, catalisou a aplicação de novas tecnologias, geradas a partir de um profundo conhecimento teórico resultante da pesquisa científica. Essa promoção desencadeou a ascensão da informática, das telecomunicações e da robótica, impulsionando a transição da sociedade de uma era industrial para uma era da informação.

Castelli e Fernandes(2022),destaca a indústria da informação assumiu um papel primordial no contexto moderno, influenciando decisões políticas em níveis elevados. As inovações em ciência e tecnologia, especialmente na comunicação, desencadearam uma ampla transformação na sociedade. Neste contexto, é crucial considerar a educação tecnológica, que representa a intersecção da educação com a tecnologia, como um meio de alinhamento do desenvolvimento tecnológico com o progresso social.

Segundo Campos (2019) a educação tecnológica busca promover uma integração entre tecnologia e humanismo, focando não apenas na relação entre educação e produção econômica, mas principalmente na formação completa do indivíduo. Dentro desse espectro, uma ênfase especial é colocada no desenvolvimento do letramento digital, que engloba habilidades críticas e estratégicas para utilizar e compreender informações provenientes de várias fontes e apresentações através de tecnologias digitais, como a internet. Ser digitalmente letrado vai além do uso funcional da tecnologia, envolvendo uma compreensão crítica de seu uso.

Para Santos e Junior (2020) tornar-se digitalmente letrado é analógico para aprender uma nova linguagem, essencial para navegar na era da informação. Essas mudanças impõem uma necessidade de revisão profunda dos sistemas educacionais, que devem se adaptar para formar as novas gerações, respeitando suas características e necessidades em constante evolução.

Segundo Castelli e Fernandes (2022), não que se refere à cibercultura, ela se refere a um conjunto de técnicas, práticas, atitudes, modos de pensar e valores

que surgem com o desenvolvimento do ciberespaço. Nesse contexto, onde a tecnologia permeia todos os aspectos da vida humana, as escolas brasileiras possuem Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, integradas como ferramentas didáticas. Essa integração não se limita apenas ao uso de computadores no processo de ensino e aprendizagem, mas também se estende a outras tecnologias educacionais que propiciam um aprendizado mais ativo e envolvente, incentivando habilidades como criatividade, iniciativa, pensamento crítico, inovação e capacidade de trabalho em equipe.

A robótica é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação. Ela lida com sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas, controladas manual ou automaticamente por circuitos integrados (microprocessadores), ou mesmo por computadores que tornam sistemas mecânicos motorizados inteligentes. A robótica agrega um conjunto de conceitos básicos de cinemática, automação, hidráulica, pneumática, informática e inteligência artificial, que estão envolvidos no funcionamento de um robô ou dispositivo (CAMPOS, 2019, p. 9).

Este campo abrange uma vasta gama de conceitos, desde a cinemática básica até a inteligência artificial avançada, todos fundamentais para o funcionamento dos robôs e dispositivos automatizados. A interseção dessas áreas de estudo possibilita a criação de máquinas capazes de realizar tarefas complexas de forma autônoma ou semiautônoma, impulsionando avanços significativos em setores como manufatura, medicina, exploração espacial e muitos outros. O desenvolvimento contínuo da robótica promete continuar transformando nosso mundo, proporcionando soluções inovadoras para desafios cada vez mais complexo. Ao longo dos anos, a tecnologia vem desempenhando um papel crucial em diversos setores. Na área de inteligência artificial, ela tem sido fundamental para avanços inovadores. Na indústria, a automação e a robótica substituíram tarefas humanas em linhas de produção, aumentando a eficiência e a segurança. No setor de brinquedos, a inovação tecnológica se manifesta em produtos robotizados com funcionalidades automatizadas ou controladas remotamente. Fabricantes de brinquedos, como a conhecida marca LEGO<sup>2</sup>, investem em produtos que combinam elementos de design avançado

---

<sup>2</sup>Lego, consiste em tijolos de plástico interligados de várias cores que acompanham uma série de engrenagens, estatuetas chamadas minifiguras e várias outras peças.

com programação robótica, aproximando seus produtos de protótipos profissionais

Para Campos (2019) a incorporação de equipamentos robóticos tem crescido exponencialmente nos últimos anos, tornando-se um aspecto fundamental na integração de tecnologias no processo educativo. Essa tendência é particularmente evidente no ensino de Ciências, Matemática e Física. Metodologias práticas e interativas foram desenvolvidas para facilitar a aplicação de conhecimentos teóricos em situações práticas e tangíveis, proporcionando aos estudantes do ensino fundamental e médio uma experiência de aprendizado mais envolvente e eficaz.

Conforme Santos e Junior (2020), o uso da robótica para fins educacionais, muitas vezes referido como educacional, visa estimular a criatividade e a interatividade dos estudantes. Este método pedagógico de busca não apenas envolve os alunos de maneira mais eficaz, mas também os prepara para os desafios tecnológicos futuros. A robótica educacional enfatiza o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, pensamento lógico e trabalho em equipe, fundamentais em um mundo cada vez mais orientado pela tecnologia

O termo robótica educacional refere-se a qualquer ambiente de aprendizagem que disponha de materiais para a montagem e controle de dispositivos por computador, ou dispositivo similar. Deste modo, para tornar possível o desenvolvimento de robôs em contexto educacional, é preciso a parte física, que envolve todos os componentes de eletroeletrônica do sistema, também chamados de hardware, e da parte lógica (ou software), que consiste nos programas que realizam a interface entre o usuário humano e o robô (SANTOS e JUNIOR,2020,p. 53-54)

Para Santos e Junior (2020), a incorporação da robótica no ambiente educacional traz uma série de benefícios para o processo de aprendizagem dos alunos. Entre esses benefícios, estão o aprimoramento do raciocínio lógico e das habilidades psicomotoras, bem como uma melhor percepção espacial. Os estudantes estão engajados mais ativamente no processo educativo, o que fomenta o desenvolvimento de sua criatividade, capacidade de pesquisa, curiosidade e entendimento Segundo Campos (2019), a robótica educacional estimula a capacidade dos alunos de resolver problemas e aprimorar suas competências digitais. A aprendizagem se torna mais colaborativa e cooperativa,

incentivando a consciência social e a habilidade de trabalhar em equipe. Os estudantes ganham autoconfiança e melhoram sua concentração, enquanto a robótica também promove o espírito empreendedor.

Para Santos e Junior (2019), outra vantagem significativa é o aumento do interesse dos alunos pelas diversas disciplinas do currículo escolar. Eles começam a perceber as conexões entre diferentes áreas de estudo e como elas se aplicam na vida cotidiana, o que leva a um maior interesse por assuntos científicos e tecnológicos. Este modelo de ensino baseado na robótica propõe uma abordagem mais integrada e prática para a educação, incentivando os alunos a explorarem e a aplicarem o conhecimento de maneira criativa e inovadora

## **2.4.BOBINAS TESLA**

A história das bobinas de Tesla, uma inovação notável no campo da engenharia elétrica, começa com o genial inventor Nikola Tesla, no final do século XIX. Tesla, nascido em 1856 no Império Austro-Húngaro, atualmente Croácia, demonstrou desde cedo um profundo interesse e aptidão para as ciências e a engenharia. Sua jornada em direção ao desenvolvimento da bobina de Tesla começou com sua formação acadêmica na Universidade Técnica de Graz e na Universidade Carolina, embora ele nunca tenha completado um curso de graduação.

A carreira de Tesla ganhou impulso nos Estados Unidos, onde ele trabalhou com Thomas Edison antes de seguir caminhos divergentes devido a diferenças ideológicas e técnicas, principalmente em relação à corrente contínua defendida por Edison e à corrente alternada, pela qual Tesla advogava. Esta divergência marcou o início de uma era de inovações e descobertas para Tesla, culminando na invenção da bobina de Tesla em 1891.

A bobina de Tesla, um transformador ressonante capaz de produzir tensões muito altas em frequências altas, foi revolucionária. Seu princípio de operação baseia-se na ressonância eletromagnética, um conceito que Tesla explorou e aprimorou ao longo dos anos. Este dispositivo não apenas demonstrou a

viabilidade e eficácia da corrente alternada, mas também abriu caminho para numerosas aplicações no campo da radiocomunicação e na demonstração de fenômenos elétricos.

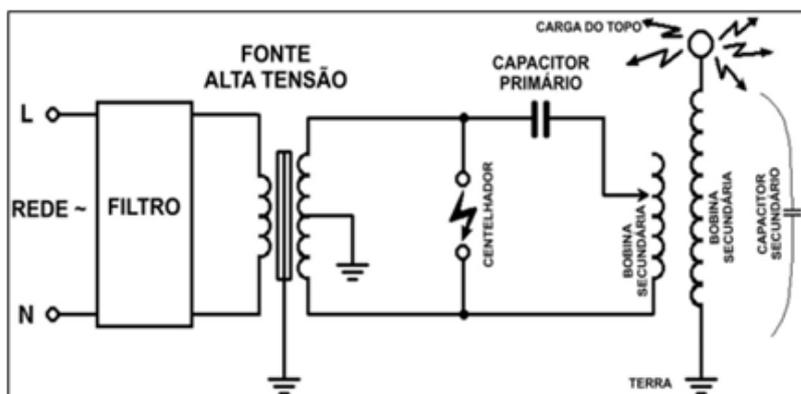
Apesar de sua importância, as bobinas de Tesla não encontraram aplicações práticas imediatas no mundo industrial da época. Tesla vislumbrava o uso de sua invenção em áreas como a transmissão sem fio de energia elétrica, mas enfrentava limitações tecnológicas e financeiras, além da falta de compreensão e aceitação da comunidade científica e industrial.

As contribuições de Tesla, no entanto, transcenderam sua época. Ele é frequentemente celebrado não apenas como um inventor, mas como um visionário cujas ideias estavam muito à frente de seu tempo. As bobinas de Tesla, em particular, tornaram-se um símbolo de inovação e criatividade na engenharia elétrica, inspirando gerações de cientistas e entusiastas. Embora Tesla tenha falecido em 1943 em Nova York, seu legado e suas invenções, especialmente as bobinas de Tesla, continuam a fascinar e influenciar o mundo da ciência e tecnologia até hoje.

A bobina de Tesla, uma criação inovadora de Nikola Tesla nos anos finais do século XIX, representa um marco no desenvolvimento de transformadores. Este dispositivo, em sua configuração mais comum, consiste em um transformador sem núcleo de ferro, onde um capacitor primário, carregado até tensões variando entre 5kV e 30 kV, descarrega energia na bobina primária por meio de um dispositivo de ignição. Um exemplo clássico desse dispositivo pode ser visto em um dos modelos originais de Tesla (Figura 3), datado de aproximadamente 1890.

A concepção da bobina de Tesla envolve dois circuitos RLC (resistor, indutor, capacitor) interligados por indução eletromagnética, levando em conta a resistência interna do circuito. Estes circuitos oscilantes são energizados por uma fonte externa e alcançam uma ressonância a uma frequência elevada, determinada pelas propriedades indutivas, resistivas e capacitivas do sistema. Fundamentalmente, a bobina de Tesla atua como um transformador ressonante com núcleo de ar, operando com base em uma fonte de energia externa.

Figura 2 - Esquema da Bobina de Tesla



Fonte: Souza, 2022

Souza (2022), cita que o transformador, uma invenção crucial na engenharia elétrica, tem a função primordial de alterar a tensão em circuitos elétricos - aumentando-a para fins de transmissão e diminuindo-a para o consumo. Este aparato, notável por não possuir componentes móveis, opera com base na lei de indução de Faraday e é incompatível com corrente contínua. O princípio da indução eletromagnética, essencial para o funcionamento do transformador, descreve a geração de corrente elétrica em um condutor quando este é exposto a um campo magnético variável.

A lei de Faraday, também conhecida como lei da indução eletromagnética, é fundamental para entender como funcionam os transformadores. Ela estabelece que a força eletromotriz induzida em uma bobina de  $N$  espiras é diretamente relacionada à variação do fluxo magnético que a atravessa. Além disso, a lei incorpora um aspecto importante identificado por Lenz: a corrente induzida em um circuito devido a uma mudança no fluxo magnético ocorre de forma que o campo magnético criado pela corrente induzida se opõe à mudança no fluxo que a produziu. Este princípio não apenas explica o funcionamento dos transformadores, mas também é a base para o design e operação de outros dispositivos elétricos, como alternadores e dínamos (Souza, 2022).

De acordo, Halliday, Resnick e Walker(2012) um transformador é um dispositivo que opera com base no princípio da indução eletromagnética e é constituído por duas bobinas distintas: a bobina primária e a bobina secundária,

ambas enroladas em torno de um núcleo comum de ferro. Cada uma dessas bobinas possui características específicas: a bobina primária tem uma determinada tensão e um número específico de espiras, assim como a bobina secundária, que também possui sua própria tensão e quantidade de espiras.

Em um cenário ideal, onde se ignora a existência de perdas no transformador, a relação entre o número de espiras nas bobinas e a tensão aplicada a elas é direta, enquanto a relação com a corrente é inversamente proporcional. Este relacionamento fundamental é uma consequência direta da indução eletromagnética e é essencial para o funcionamento eficiente de um transformador.

A bobina de Tesla é um dispositivo elétrico que funciona através de dois circuitos acoplados magneticamente, conhecidos como circuitos LC, devido à presença de indutores (L) e capacitores (C). Nestes circuitos, as bobinas primária e secundária estão conectadas aos capacitores primário e secundário, respectivamente. Embora estes circuitos tenham uma resistência interna muito baixa, eles ainda podem ser considerados circuitos RLC, onde "R" representa a resistência (Antunes; Moretti, 2015).

A presença de resistência nos circuitos RLC tem um efeito importante: ela faz com que a energia eletromagnética total no circuito, que inclui tanto energia elétrica quanto magnética, não seja constante. Isso acontece porque parte da energia é perdida como calor devido à resistência. Como resultado, as oscilações de carga, corrente e tensão no circuito vão diminuindo com o tempo, um fenômeno conhecido como amortecimento.

Além disso, na bobina de Tesla, indutores e capacitores desempenham um papel crucial, armazenando energia para criar campos magnéticos e elétricos, respectivamente. Essa energia armazenada é chamada de potência reativa, que é a potência usada para armazenar energia em indutores e capacitores. Em circuitos de corrente alternada, a relação entre tensão e corrente é influenciada por outros fatores além da resistência, como a indutância e a capacitância. A combinação destes três fatores – resistência, indutância e capacitância – define a impedância do circuito, que é uma medida mais abrangente de como o circuito reage à corrente alternada (Antunes; Moretti, 2015).

### 2.4.1 BOBINA DE TESLA MUSICAL

De acordo Silva et al. (2023), a bobina Tesla musical representa uma fascinante fusão de ciência e arte, transformando um dispositivo clássico de engenharia elétrica em um instrumento capaz de gerar música. Esta inovação moderna tem suas raízes na bobina de Tesla original, inventada por Nikola Tesla no final do século XIX. A bobina de Tesla, em sua essência, é um transformador ressonante capaz de produzir altas tensões a frequências elevadas. A adaptação dessa tecnologia para criar música é um exemplo brilhante de como os princípios científicos podem ser aplicados de maneiras criativas e inesperadas.

Chiquito e Lanciotti (2000) apresentam um relato detalhado sobre a trajetória de Nikola Tesla, um engenheiro iugoslavo que mais tarde se estabeleceu nos Estados Unidos. Tesla conduziu experimentos inovadores com correntes alternadas de alta frequência, visando a criação de um método eficiente para gerar e transmitir eletricidade por longas distâncias com mínimas perdas. Ele foi pioneiro na construção dos primeiros alternadores, os quais mais tarde foram adotados pela empresa de George Westinghouse para a geração de energia elétrica.

É interessante notar que Tesla enfrentou oposição de Thomas A. Edison, que inicialmente considerou inviável o uso de correntes alternadas em uma escala comercial para eletrificação. Apesar disso, em 1885, a Westinghouse Electric Company conseguiu implementar com sucesso o alternador de Tesla para a produção de eletricidade, culminando na sua instalação nas Cataratas do Niágara.

Os efeitos produzidos pelas altas voltagens geradas pela BT são uma das mais espetaculares ilustrações que se pode realizar em Física ou Engenharia Elétrica e ainda, as suas aplicações industriais e científicas são igualmente importantes e largamente utilizadas (Chiquito e Lanciotti, 2000, p. 35).

O dispositivo conhecido como transformador de núcleo de ar de alta frequência é reconhecido por sua capacidade de gerar tensões elevadas, encontrando diversas aplicações na indústria e na ciência. Entre seus usos estão os fornos de indução, geradores de descarga elétrica e sistemas de detecção de

vazamentos em ambientes de vácuo. Na área médica, as bobinas de Tesla são empregadas na diatermia, aquecendo órgãos internos por meio do efeito Joule. Além disso, possibilitaram a transmissão bem-sucedida de sinais elétricos de Marconi em 1907, marcando o início da radiodifusão.

Segundo Bolaños Arias e Rivera Chiriboga (2013), a bobina Tesla musical opera modulando a frequência de suas descargas elétricas para produzir ondas sonoras. Esse processo começa com um sinal de áudio, que é usado para modular a frequência das descargas de alta tensão geradas pela bobina. Essas descargas, ao ocorrerem no ar, criam ondas de pressão - o mesmo princípio básico por trás de todos os sons. Portanto, ao ajustar a frequência das descargas elétricas, a bobina Tesla musical pode efetivamente "tocar" notas e melodias.

Para Silva et al., (2023), o encanto dessa invenção não reside apenas na sua capacidade de reproduzir música, mas também no espetáculo visual que ela proporciona. As descargas elétricas produzem faíscas e arcos elétricos visíveis e impressionantes, criando um show de luzes sincronizado com a música. Isso torna a bobina Tesla musical não apenas um instrumento, mas também uma peça de performance visual.

Silva Et al., (2023), complementam que o desenvolvimento da bobina Tesla musical também simboliza uma ponte entre a ciência e as artes, mostrando como conceitos técnicos podem ser transformados em expressões artísticas. Além disso, ela serve como uma ferramenta educativa, ilustrando princípios de física e engenharia elétrica de uma maneira altamente envolvente e acessível.

Ou seja, a bobina Tesla musical é uma invenção que transcende sua função original como dispositivo científico. Ela não apenas continua o legado de Tesla de inovação e experimentação, mas também abre novos caminhos para a integração da ciência com a arte, proporcionando tanto um espetáculo visual quanto uma experiência auditiva única.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

No contexto educacional, especialmente sob o prisma do programa STEAM, que integra Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, a bobina Tesla musical emerge como uma ferramenta pedagógica notável. Sua aplicação em sala de aula não é apenas uma oportunidade para despertar o interesse dos alunos, mas também para oferecer uma compreensão prática e integrada desses campos interdisciplinares.

Para De Oliveira Bottino et al. (2022), a inclusão da bobina Tesla musical no currículo escolar, particularmente em projetos relacionados à robótica no programa STEAM, possibilita aos estudantes a experiência de ver a teoria transformada em prática de maneira espetacular e auditivamente agradável. Esta abordagem prática ajuda a solidificar conceitos fundamentais em física e engenharia elétrica, como indução eletromagnética, circuitos elétricos e ressonância, enquanto simultaneamente encoraja a criatividade e a inovação.

Ao incorporar a bobina Tesla musical em projetos de robótica, os educadores podem fomentar um ambiente de aprendizado onde os alunos não apenas observam, mas também participam ativamente na construção e operação do dispositivo. Essa experiência prática é vital para o aprendizado efetivo em STEAM, pois permite que os alunos apliquem seus conhecimentos de Matemática, Ciências e Artes em um contexto real e tangível. Além disso, ao integrar elementos de design e música, os alunos são incentivados a explorar a natureza interdisciplinar do aprendizado, percebendo como diferentes campos de estudo podem se complementar e se enriquecer mutuamente.

A utilização da bobina Tesla musical também serve como uma plataforma para discussões mais profundas sobre segurança elétrica, princípios de design e inovação tecnológica. Esta abordagem não apenas enriquece o conhecimento técnico dos alunos, mas também desenvolve habilidades essenciais como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

Além disso, a natureza visualmente impressionante e atraente da bobina Tesla musical captura a imaginação dos alunos, tornando o aprendizado mais envolvente e memorável. Isso é particularmente valioso em um contexto

educacional onde o engajamento dos alunos é fundamental para o sucesso do processo de aprendizagem (DE OLIVEIRA BOTTINO et al. 2022).

A integração da bobina Tesla musical em programas de robótica no âmbito do STEAM representa uma abordagem inovadora e eficaz para potencializar a educação e a aprendizagem. Ela não só reforça os conhecimentos técnicos dos alunos, mas também estimula a criatividade, o pensamento interdisciplinar e a paixão pelo aprendizado contínuo.

Autores como Chiquito e Lanciotti (2000) sugerem que compreender o funcionamento das bobinas de Tesla não requer um conhecimento extensivo, bastando compreender os princípios básicos dos circuitos RLC oscilantes. Sarathi Et al. (2018), por sua vez, exploram o design e a otimização dessas bobinas, discutindo a seleção de componentes e validando os princípios teóricos subjacentes por meio de experimentos.

Outros estudos, como o de Edwards e Wagner (2019), exploram as capacidades musicais das bobinas de Tesla, enquanto Gage et al. (2020) destacam suas aplicações educacionais, enfatizando como podem ser integradas ao currículo para aprimorar a compreensão dos alunos sobre eletromagnetismo.

A análise desses estudos oferece aos educadores insights sobre os princípios das bobinas de Tesla e suas diversas aplicações, tanto educacionais quanto artísticas. A compreensão dos fundamentos do eletromagnetismo, design de circuitos e ressonância é crucial para a utilização efetiva desses dispositivos. Integrar essas descobertas ao planejamento educacional pode enriquecer a experiência dos alunos, fornecendo uma base teórica sólida embasada em pesquisa empírica.

Além de ser uma ferramenta didática envolvente, a Bobina de Tesla oferece uma compreensão prática dos conceitos teóricos do Eletromagnetismo. Os professores podem utilizar essa ferramenta para ilustrar conceitos como corrente alternada, ressonância, transformação de energia, oscilações elétricas e magnéticas, entre outros. Isso proporciona aos alunos uma visão tangível e estimulante das teorias abstratas, tornando o aprendizado mais palpável e acessível.

Outro ponto crucial é o estímulo à curiosidade e ao interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia. A natureza fascinante e muitas vezes espetacular dos experimentos com a Bobina de Tesla pode despertar um interesse duradouro nos jovens, incentivando-os a explorar mais profundamente os campos da física e da engenharia (DE OLIVEIRA BOTTINO, et al. 2022).

Contudo, é fundamental ressaltar a necessidade de supervisionar adequadamente o uso da Bobina de Tesla, pois seu funcionamento envolve alta voltagem e corrente elétrica, representando riscos se não forem manuseadas com cuidado e conhecimento. Portanto, a utilização desse dispositivo em ambiente educacional deve ser realizada com orientação e precaução (PAPA, 2015).

Em suma, a Bobina de Tesla se revela como um recurso valioso para o ensino de Eletromagnetismo, oferecendo uma abordagem prática, visual e estimulante para compreender conceitos complexos. Quando usada com responsabilidade e de forma orientada, essa ferramenta pode ampliar significativamente a compreensão dos alunos sobre os princípios fundamentais da eletricidade e do magnetismo, além de fomentar o interesse contínuo pela ciência e tecnologia (DE OLIVEIRA BOTTIN,et al., 2022).

Esta sequência foi fundamentada nas contribuições de Eustáquio Reginaldo, especialmente em sua obra "Bobina de Tesla: Uma Abordagem Didática dos Conceitos de Geração, Transmissão e Recepção das Ondas Eletromagnéticas" (COBENGE, p. 12, 2014), e também se inspirou no trabalho de Mavíael Bezerra de Souza, intitulado "Faça e Use uma Bobina de Tesla para as Aulas de Eletromagnetismo" (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2020).

Essa metodologia representa uma abordagem integrada e inovadora, aproveitando os princípios fundamentais de diversas disciplinas para explorar novas fronteiras da criatividade e da tecnologia. Ao incorporar os conceitos da robótica, física, química, matemática, artes e tecnologia, juntamente com o uso das bobinas de Tesla musicais. As diferenças entre esses estudos e meu trabalho residem principalmente na natureza e no escopo das tarefas. Essa metodologia abrange uma ampla gama de disciplinas para criar artefatos físicos e experiências

sensoriais. Embora ambos os enfoques sejam orientados para a inovação e a exploração, eles operam em domínios distintos, com objetivos e metodologias diferentes.

## **4. METODOLOGIA DA PESQUISA**

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e se concentra em analisar como a integração da robótica afeta a aprendizagem e o engajamento dos estudantes.

### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO PESQUISADO**

Esta pesquisa foi realizada com uma turma do Ensino Médio do Laboratório de Ciências da Natureza, formada por alunos de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> série de uma escola da rede Particular de Curitiba, Santa Catarina, no horário normal de aula estava dividida em três grupos com quatro alunos. Para participar da pesquisa os responsáveis dos estudantes assinaram um termo de consentimento e livre e esclarecimento, todos os estudantes da turma foram autorizados pelos responsáveis. Os estudantes assinaram um termo de assentimento, associado ao termo de consentimento onde também, autorizaram ou não o uso de sua imagem, alguns estudantes optaram por não autorizar o uso de imagem, decisão respeitada, sempre que algum registro de imagem foi divulgado. O sigilo quanto a identificação dos nomes dos Alunos foi mantido sendo eles identificados de forma genérica como: Aluno 1 (A1), Aluno 2 (A2),..., Aluno 12 (A12). Modelo em anexo (ANEXO-A).

O estudo consiste na elaboração e aplicação de seqüência didática, durante os meses de Abril e Maio de 2023 e teve duração de 6 aulas presenciais. A escola possui estrutura física excelente, os laboratórios bem equipados. Foi utilizado o laboratório de Ciências, onde tem duas mesas grandes e também a sala Maker onde foi feita a montagem e a realização da parte de programação com o Arduino. Para fazer a programação foi utilizado um notebook da escola. A escola também dispõe de seis Kits Arduino em pleno funcionamento.

### **4.2. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

O pesquisador é um dos professores da turma, então fez a sua observação de forma participativa, aplicando inicialmente um questionário com questões abertas e fechadas. As questões buscam informações acerca dos estudantes

quanto ao seu conhecimento e engajamento em torno da Bobina de Tesla, também para obter informações sobre a bagagem de conhecimento do objeto de conhecimento, inicialmente a bobina e o Arduino(ANEXO B).

Para a obtenção de dados no estudo foram seguidos alguns procedimentos. Na introdução e desenvolvimento da seqüência foram feitos registros sobre o domínio de determinados conteúdos matemáticos, físicos e químicos em torno da bobina de Tesla e a observação direta dos debates em torno do tema. Durante a inserção da robótica educacional as atividades foram práticas, portanto, foram pontuados itens que o estudante precisava apresentar para verificar se houve a assimilação do conteúdo: construir a Bobina, fazer a programação do Arduino seguindo tutorial, executar a programação. Estes apontamentos foram registrados diariamente no diário de bordo do professor, assim como o registro de comentários feitos pelos estudantes no decorrer da realização da atividade e uma avaliação no final(ANEXO C).

Por fim, houve apresentação da atividade para os demais alunos da escola, onde foi possível verificar se o estudante interiorizou o conceito, objeto da pesquisa, e analisar as possíveis contribuições da aplicação da seqüência didática. Como as atividades foram realizadas no período regular das aulas, todo o material foi organizado e pensado para que o tempo estipulado para cada atividade fosse atendido como o planejado.

Gil (2017) destaca que a pesquisa qualitativa é uma abordagem metodológica que se concentra na compreensão profunda e contextualizada de fenômenos sociais, humanos e culturais. Ao contrário da pesquisa quantitativa, que busca medir e quantificar variáveis específicas, a pesquisa qualitativa se preocupa em explorar e descrever a complexidade e a subjetividade das experiências, percepções e significados dos participantes. Utilizando uma variedade de técnicas, como entrevistas, observação participante e análise de conteúdo, os pesquisadores qualitativos procuram capturar nuances, padrões e relações sociais que não podem ser facilmente quantificadas.

Essa abordagem permite uma compreensão mais profunda e holística dos fenômenos estudados, proporcionando insights valiosos para o desenvolvimento

teórico, a formulação de políticas e a prática profissional em diversas áreas, incluindo ciências sociais, saúde, educação e muitas outras.

Este estudo explora a utilização de tecnologias de robótica, especificamente a combinação de bobinas de Tesla e Arduino, no ensino de Física. Adotando uma abordagem qualitativa, a pesquisa se concentra em analisar como essa integração afeta a aprendizagem e o engajamento dos estudantes. A compreensão dos alunos sobre os conceitos foi avaliada por meio de preenchimento de tabela sobre domínio de determinados conceitos (avaliação diagnóstica (Anexo B), avaliação pelos pares durante a apresentação dos resultados, observações de suas interações com a tecnologia e o cumprimento das atividades e por fim um questionário individual (Anexo C).

A coleta de dados ocorreu durante o período de aulas de Ciências da Natureza, que acontecem uma vez por semana. Foram três sessões de estudo, cada uma com duração de cem minutos, focadas na exploração dos princípios de eletromagnetismo e circuitos. Os alunos foram encorajados a projetar e construir seus próprios experimentos de bobinas de Tesla utilizando Arduino, fomentando habilidades práticas e de resolução de problemas. O uso do Arduino permitiu que os alunos programassem e controlassem diferentes funções das bobinas, proporcionando uma experiência de aprendizado mais prática e interativa.

Desenvolvida especificamente para os professores de Física utilizarem no último ano do ensino médio, a sequência didática é dividida em três módulos temáticos. Esses módulos são construídos sobre fundamentos teóricos e são flexíveis em termos de número de aulas, ajustando-se às necessidades específicas da turma.

O objetivo principal foi criar um diálogo interdisciplinar, com foco especial no estudo de componentes eletrônicos, principalmente resistores. Este estudo integrou o uso do Arduino com bobinas de Tesla para permitir que os alunos investigassem de maneira prática o funcionamento e as aplicações dos resistores.

A abordagem pedagógica aplicada valoriza os conhecimentos prévios dos estudantes e suas experiências, enfatizando a interação e colaboração entre eles. Esta metodologia promove o desenvolvimento de habilidades como pensamento

crítico, argumentação, questionamento, tomada de decisões, interpretação e raciocínio lógico, além de fomentar o trabalho em equipe.

Durante as atividades, a combinação do Arduino com as bobinas de Tesla serviu como uma plataforma experimental para explorar conceitos de resistores, circuitos e características elétricas. O foco está em práticas colaborativas e experimentais, aprimorando a compreensão dos alunos, suas habilidades de resolução de problemas e a eficiência no trabalho com esses componentes eletrônicos.

## 5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 5.1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A partir dessas referências, o autor produziu uma sequência que combina os princípios da robótica com os conceitos da Física, Química, Matemática e Artes, com um foco especial na utilização de bobinas de Tesla musicais.

Sendo assim os módulos propostos na sequência didática estão organizados da seguinte maneira pelo autor do estudo:

Tabela1: Módulo 1 - Introdução às bobinas de Tesla com Arduino

<b>Módulo 1:</b> Introdução às bobinas de Tesla com Arduino		<b>Duração:</b> 2 aulas
<p><b>Objetivos:</b> Apresentar aos alunos o conceito e os princípios das bobinas de Tesla. Familiarizar os alunos com os componentes básicos e circuitos das bobinas Tesla e Arduino. Desenvolver a compreensão dos alunos sobre a interação entre as bobinas Arduino e Tesla. Incentivar os alunos a explorar as possíveis aplicações das bobinas de Tesla em vários campos.</p>		
<b>Conteúdos:</b>		
<b>Conceitual</b>	<b>Procedimental</b>	<b>Atitudinal</b>
Princípios da bobina de Tesla, indução eletromagnética, ressonância.	Construindo um circuito de bobina de Tesla simples usando Arduino, conectando componentes, codificando.	Promover a curiosidade, criatividade e pensamento crítico ao trabalhar com tecnologia e explorar conceitos científicos.
<p><b>O papel do professor:</b> O professor atuará como um facilitador, orientando os alunos na exploração, na manipulação das bobinas de Tesla.</p>		
<p><b>Resultados esperados:</b> Entender os princípios básicos e a operação das bobinas de Tesla. Demonstrar proficiência na construção e conexão de um circuito de bobina de Tesla simples usando o Arduino. Reconhecer o papel do Arduino no controle e manipulação do</p>		

comportamento das bobinas de Tesla. Desenvolver uma consciência de aplicações potenciais e possibilidades futuras de bobinas de Tesla em vários campos.

**Materiais Didáticos:**

- Micro controladores Arduino.
- Componentes da bobina de Tesla (resistores, capacitores, bobinas primárias e secundárias).
- Placas de ensaio, fios de jumper e outros componentes eletrônicos.
- Laptop ou computador com Arduino IDE instalado.
- Recursos educacionais e referências sobre bobinas de Tesla e Arduino.

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 2: Módulo 2 - Recursos avançados e experimentos com bobinas de Tesla

<b>Módulo 2:</b> Recursos avançados e experimentos com bobinas de Tesla		<b>Duração:</b> 2 aulas
<p><b>Objetivos:</b> Explorar os recursos e funcionalidades avançadas das bobinas de Tesla em combinação com o Arduino. Realizar experimentos para observar e analisar o comportamento das bobinas de Tesla em diferentes condições. Aprofundar a compreensão dos alunos sobre ressonância e seu papel na operação da bobina de Tesla. Fomentar a criatividade e a inovação por meio do desenvolvimento de projetos exclusivos envolvendo bobinas de Tesla.</p>		
<b>Conteúdos:</b>		
<b>Conceitual</b>	<b>Procedimental</b>	<b>Atitudinal</b>
Conceitos avançados de bobina de Tesla, frequência ressonante, correspondência de impedância.	Programação do Arduino para controle avançado de bobinas de Tesla, realizando experimentos com diferentes configurações de bobinas.	Incentivar o pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade ao projetar e conduzir experimentos.

**O papel do professor:** Os professores fornecerão orientação técnica e apoiarão os alunos na condução de experimentos e na análise dos resultados.

**Resultados esperados:** Demonstrar uma compreensão mais profunda dos conceitos avançados da bobina de Tesla e suas aplicações. Saber programar com sucesso o Arduino para controlar e otimizar o desempenho da bobina de Tesla. Saber aplicar habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas para propor projetos inovadores utilizando bobinas de Tesla.

**Lista de materiais:**

- Lista De Materiais
- 1 – Flyback modelo: AT2079/B9 retirado de um monitor de PC de tubo;
- 1 - Transistor 2N3055;
- 1 - Transistor BC548B;
- 1 - Resistor de 1K / 1/4 W (marrom, preto, vermelho, dourado);
- 2 - Resistores de 15R / 1/4 w (marrom, verde, preto, dourado);
- 1 - Arduino UNO R3;
- 1 - Cabo para o Arduino;
- 1 - Fio de espessura 1,5 mm<sup>2</sup> e comprimento 43,5 cm cor vermelha;
- 1 - Fio de espessura 0,5 mm<sup>2</sup> e comprimento de 48,5 cm cor preta;
- 1 - Fio de espessura 0,5 mm<sup>2</sup> e comprimento de 25 cm cor vermelha;
- 1 - Fio de espessura 0,5 mm<sup>2</sup> e comprimento de 25 cm cor preta;
- 2 - Jumpers para protoboard macho e aproximadamente 15 cm;
- 2 - Pedacos de arame de espessura de 0,89 mm e comprimento de 34 cm;
- 2 - Parafusos soberbos de espessura 4 mm e 14 mm de comprimento;
- 1 - Base de retangular de madeira;
- 1 - Fonte de corrente contínua 12VDC/5A.
- 1 - Dissipador de calor
- 1 - Cooler modelo: 40x40x10mm
- 1 - Pasta térmica.

Tabela 3: Módulo 3 - Aplicações e Projetos com Bobinas de Tesla

<b>Módulo três:</b> Aplicações e Projetos com Bobinas de Tesla		<b>Duração:</b> 2 aulas
<p><b>Objetivos:</b> Investigar aplicações práticas de bobinas de Tesla em vários campos. Incentivar os alunos a projetar e implementar seus próprios projetos utilizando bobinas de Tesla com Arduino. Promover habilidades de trabalho em equipe, comunicação e apresentação por meio do desenvolvimento de projetos. Reflita sobre a experiência de aprendizado e avalie o impacto do trabalho do projeto.</p>		
<b>Conteúdos:</b>		
<b>Conceitual</b>	<b>Procedimental</b>	<b>Atitudinal</b>
Aplicações práticas de bobinas de Tesla (transferência de energia sem fio, instrumentos musicais, demonstrações, etc.).	Planejamento, projeto, construção e implementação do projeto.	Colaboração, comunicação, criatividade e autorreflexão.
<p><b>O papel do professor:</b> O professor atuará como um mentor, orientando os alunos no desenvolvimento de seus projetos.</p>		
<p><b>Resultados esperados:</b> Identificar e analisar aplicações práticas das bobinas de Tesla em diversos campos. Desenvolver e executar projetos próprios integrando bobinas Tesla com Arduino. Colaborar efetivamente em uma equipe, demonstrando habilidades de comunicação e apresentação. Refletir sobre sua experiência de aprendizagem, avaliando os resultados e desafios de seus projetos.</p>		
<p><b>Lista de Materiais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lista De Materiais</li> <li>● 1 – Flyback modelo: AT2079/B9 retirado de um monitor de PC de tubo;</li> <li>● 1 - Transistor 2N3055;</li> <li>● 1 - Transistor BC548B;</li> <li>● 1 - Resistor de 1K / 1/4 w (marrom, preto, vermelho, dourado);</li> </ul>		

- 2 - Resistores de 15R / 1/4 w (marrom, verde, preto, dourado);
- 1 - Arduino UNO R3;
- 1 - Cabo para o Arduino;
- 1 - Fio de espessura 1,5 mm<sup>2</sup> e comprimento 43,5 cm cor vermelha;
- 1 - Fio de espessura 0,5 mm<sup>2</sup> e comprimento de 48,5 cm cor preta;
- 1 - Fio de espessura 0,5 mm<sup>2</sup> e comprimento de 25 cm cor vermelha;
- 1 - Fio de espessura 0,5 mm<sup>2</sup> e comprimento de 25 cm cor preta;
- 2 - Jumpers para protoboard macho e aproximadamente 15 cm;
- 2 - Pedacos de arame de espessura de 0,89 mm e comprimento de 34 cm;
- 2 - Parafusos soberbos de espessura 4 mm e 14 mm de comprimento;
- 1 - Base de retangular de madeira;
- 1 - Fonte de corrente contínua 12VDC/5A.
- 1 - Dissipador de calor
- 1 - Cooler modelo: 40x40x10mm
- 1 - Pasta térmica

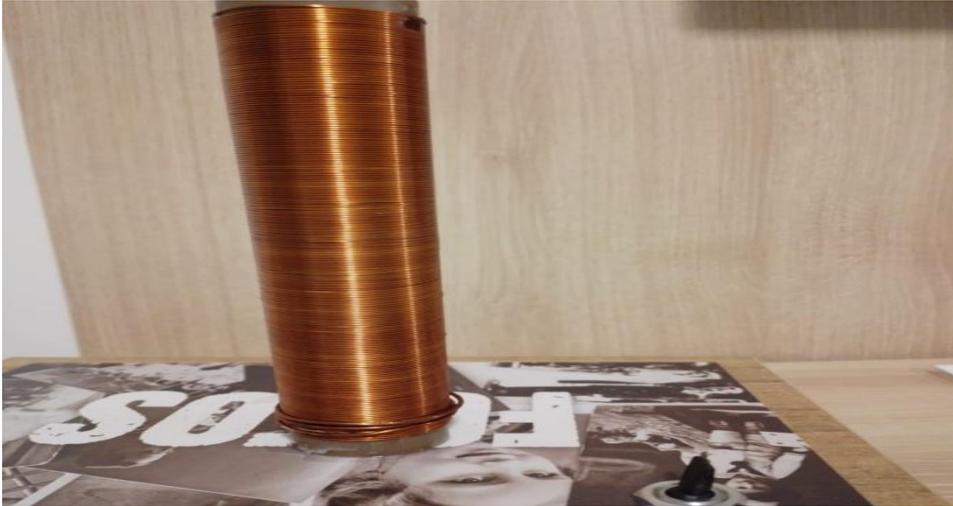
Fonte: Autor, 2023.

## 5.2 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A introdução às bobinas de Tesla com Arduino, foi apresentado aos alunos através de um vídeo, para deixá-los curiosos e interessados a conhecer seu funcionamento. Após foi lançado o desafio de construir uma bobina de Tesla Musical, definindo seus materiais e seu funcionamento, bem como a comprovação matemática. Esta atividade será apresentada aos demais alunos, ao final.

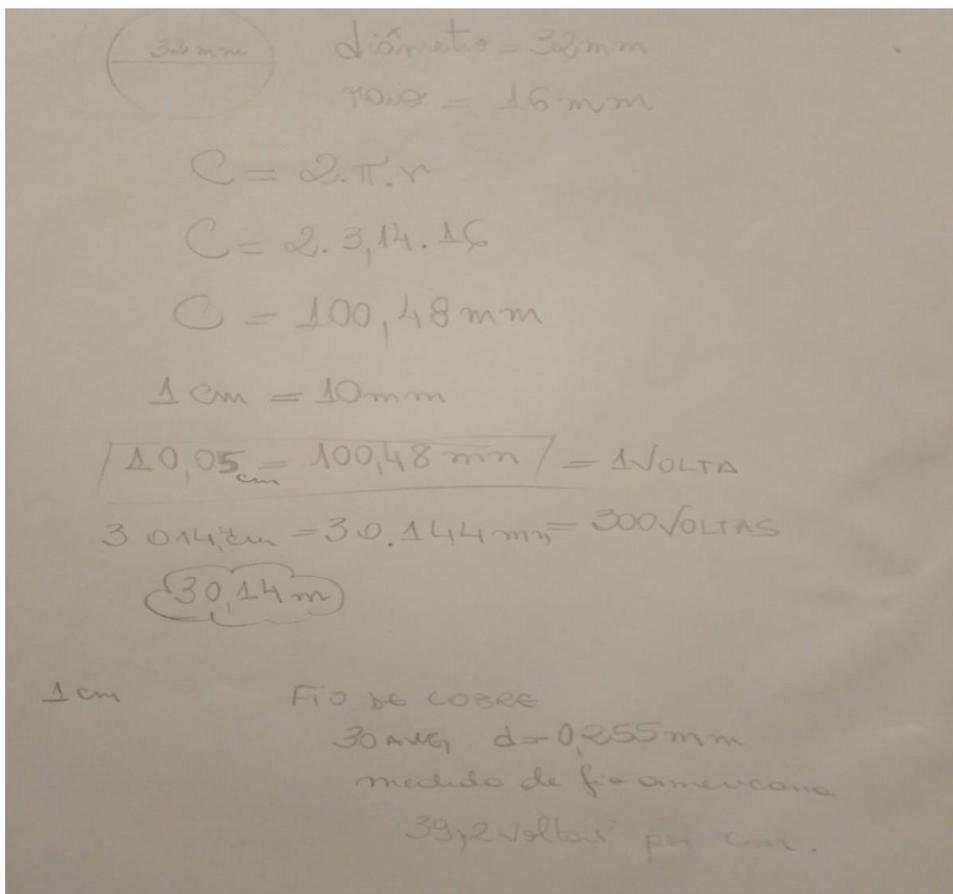
No módulo um, os alunos foram convidados a responder o diagnostico inicial (Anexo C) sobre o domínio de determinados conceitos. Em seguida a busca de informações e a construção da bobina de Tesla, a imagem abaixo mostra uma bobina e na seqüência a imagem do cálculo realizado para determinar o número de voltas.

Figura 4 – Bobina de Tesla



Fonte: Autor 2023

Figura 5 – Cálculo do número de voltas

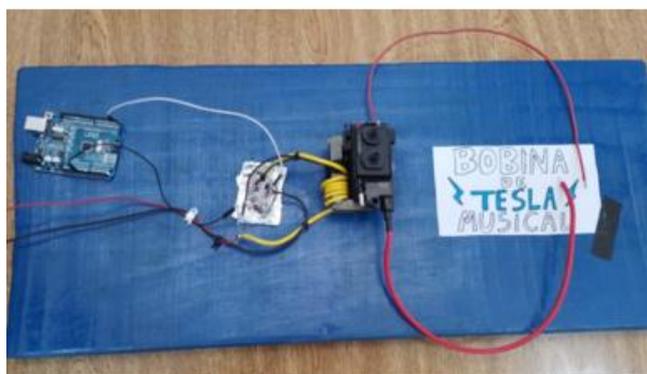


Fonte: Autor 2023

Neste módulo encontramos dificuldades com o tempo, pois o enrolar da bobina demorou além do esperado. Os estudantes dividiram as funções, alguns enrolavam a bobina, outros faziam a montagem do sistema.

No módulo 2 : A construção da bobina de Tesla musical, a escolha do modelo de bobina, que materiais seriam usados e sua construção. Neste encontro conseguimos construir a Bobina de tesla Musical, testar seu funcionamento e iniciar os trabalhos com Arduino. Alguns estudantes já conheciam o arduino, outros tiveram seu primeiro contato. A programação foi um aspecto que demorou.

Figura 6 - Bobina em Construção



Fonte: Autor, 2023

No modulo 3: termino da programação do Arduino e suas variações.

Figura 7- Bobina em Funcionamento



Fonte: Autor, 2023

Ao final do módulo os alunos responderam questionário do anexo C, composto por seis perguntas, projetado para sondar as opiniões dos alunos sobre as atividades com as bobinas de Tesla musicais, incluindo suas reflexões sobre como essas experiências influenciaram seu entendimento e interesse pela matéria. Esta sequência foi apresentada aos estudantes dos outros laboratórios, que além de expectadores foram avaliadores,esses dados coletados foram usados para completar a tabela do anexo B.

## 6. ANÁLISE DAS ATIVIDADES

Este aspecto qualitativo da metodologia foi crucial para avaliar o impacto subjetivo e pessoal das atividades STEAM no aprendizado dos alunos. As respostas forneceram insights valiosos sobre a eficácia da integração da robótica na educação, especialmente no que diz respeito ao envolvimento e motivação dos alunos. A análise das respostas ajudou a identificar as percepções dos alunos sobre a sequência, além de destacar áreas de sucesso e melhorias potenciais nas abordagens de ensino.

Essa abordagem prática permitiu ilustrar conceitos de física, química (corrente elétrica, resistores, capacitores, força elétrica, campo e potencial elétrico, rigidez dielétrica do ar,...), matemática (regra de três, função de primeiro grau, comprimento da circunferência), artes (construção do objeto) e engenharia (Kit arduino e programação) de maneira envolvente, integrando a música por meio das bobinas de Tesla musicais para aumentar o engajamento dos alunos. Além disso, demonstrou a interdisciplinaridade e a aplicabilidade prática dos conceitos aprendidos.

Durante o processo, os alunos foram guiados na codificação e tiveram a oportunidade de experimentar diferentes parâmetros. No geral, demonstraram entusiasmo e curiosidade, participando ativamente das atividades, fazendo perguntas e expressando empolgação em trabalhar com bobinas de Tesla e Arduino. Os resultados da tabela indicaram que a maioria dos alunos construiu (artes) e programaram (tecnologia) com sucesso o circuito, usou conceitos matemáticos físicos e químicos, para interpretação dos fenômenos demonstrando boa compreensão dos conceitos fundamentais.

Tabela 4 – Dados coletados antes e depois da realização da sequência

Tópicos	Antes (%)	Depois(%)
Kit arduino – Programação	50	100
Corrente elétrica	65	100
Resistores	32	100

Capacitores	0	100
Força elétrica.	0	100
Campo e potencial elétrico,	0	100
Rigidez dielétrica do ar,	0	100
Transformador ressonante	0	100
Comprimento de uma circunferência	100	100
Função de primeiro grau	65	100
Tipo de materiais de que são formados os fios	50	100
Bobina primária	0	100
Bobina secundária	0	100

Fonte: Autor, 2023.

Apesar de terem obtido resultados positivos, alguns aspectos merecem atenção, como a programação citada pelo aluno A4 “com certeza a programação do Arduino, já que eu não tinha a menor idéia que seria tão complicado para tocar uma simples música”, destacando a importância de oferecer suporte adicional nessas áreas, considerando que já haviam tido contato prévio com a programação.

O estudo avançou para explorar recursos avançados e realizar experimentos com bobinas de Tesla, onde todos os envolvidos aprofundaram conceitos como frequência de ressonância e correspondência de impedância e tiveram a liberdade para experimentar diferentes configurações e parâmetros de bobinas, além de programar o Arduino para otimizar o desempenho das bobinas de Tesla.

Através desse estudo, foi possível observar que os alunos demonstraram alto interesse em conduzir experimentos e analisar resultados, discutindo ativamente suas descobertas e comparando diferentes configurações para identificar o impacto no comportamento das bobinas de Tesla. Essa fase resultou em uma compreensão mais aprofundada dos conceitos avançados das bobinas

de Tesla, bem como habilidades aprimoradas de resolução de problemas e pensamento crítico.

Por último, os alunos concentraram-se em explorar aplicações práticas das bobinas de Tesla em diversas áreas, incentivando os alunos a projetarem e implementarem seus próprios projetos exclusivos usando bobinas de Tesla com Arduino. Este estágio buscou consolidar e aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso, promovendo a criatividade e a prática dos conceitos estudados. A imagem abaixo retrata uma Bobina em construção,

A integração da robótica no programa STEAM teve como objetivo avaliar a percepção e o envolvimento dos alunos com a tecnologia utilizada. Através de atividades experimentais baseadas na metodologia STEAM, os alunos participaram ativamente na construção e exploração de bobinas de Tesla musicais.

A construção das bobinas foi realizada pelos alunos de forma colaborativa, com o apoio mútuo e a troca de ideias durante todo o processo. O autor/professor proporcionou orientações e suporte conforme necessário, garantindo que os alunos se sentissem capacitados para realizar as atividades de forma autônoma. Eles também realizaram pesquisas independentes para aprender como construir as bobinas, explorando diferentes fontes de informação e compartilhando os conhecimentos adquiridos entre si. Demonstrando assim o trabalho coletivo e a autonomia.

O autor desempenhou um papel facilitador, fornecendo orientações gerais e encorajando os alunos a explorarem e experimentarem por conta própria. O trabalho em equipe foi fundamental nesse processo, permitindo que os alunos colaborassem, compartilhassem ideias e dessem vida aos seus projetos. Isso resultou no desenvolvimento da criatividade, habilidades de apresentação e reforço das habilidades de trabalho em equipe. Ao apresentarem seus projetos, os alunos demonstraram entusiasmo e orgulho, ganhando confiança em aplicar seus conhecimentos em situações do mundo real.

No entanto, a gestão do tempo foi um desafio, com alguns grupos lutando para concluir seus projetos dentro do prazo estipulado. Apesar disso, a

implementação da sequência com os alunos do ensino médio foi considerada uma experiência valiosa de aprendizado. As atividades práticas, a integração do Arduino e as aplicações das bobinas de Tesla ofereceram um ambiente estimulante para explorar conceitos de eletromagnetismo e desenvolver habilidades técnicas.

Os resultados positivos foram diversos, destacando maior envolvimento dos alunos, uma compreensão mais profunda do assunto, habilidades aprimoradas de resolução de problemas, trabalho em equipe e apresentação. No entanto, identificaram-se alguns desafios, como dificuldades de codificação, solução de problemas de circuito, análise de dados e gestão do tempo. Superar esses desafios com orientação, apoio e recursos adicionais poderia melhorar ainda mais a experiência de aprendizado dos alunos.

Durante a execução das atividades propostas, um questionário com seis perguntas foi administrado às equipes participantes. Essas questões incluíam aspectos como a fase do projeto que mais despertou atenção, os conhecimentos absorvidos durante a atividade, a experiência ao utilizar o Arduino na criação da bobina musical, sugestões para aprimorar a relevância da atividade, os pontos positivos e negativos percebidos, e, se viável, um depoimento.

A turma foi dividida por três grupos com quatro alunos, onde cada equipe respondeu um questionário fornecendo uma gama de perspectivas sobre a experiência. Este método permitiu uma análise mais ampla e diversificada das impressões e aprendizados adquiridos durante o processo.

A resposta fornecida pelo aluno A2 sobre “A construção do projeto e da prática da bobina de tesla foi uma experiência diferenciada, interessante de muito proveito para todos do grupo”, alinhando-se a princípios e desafios discutidos por estudiosos na área, como evidenciado nos trabalhos de Papa (2015). A experiência descrita como "interessante" e capaz de introduzir novos conceitos que complementam diversas linhas de pensamento é congruente com a ideia de que experiências práticas proporcionam uma compreensão mais holística.

O aluno 4 cita que “além da programação, foi o fato de me sentir desafiado de fazer a bobina de tesla sendo musical, pois foi introduzido a parte musical de

forma que criou expectativa no grupo inteiro, afim de adquirir conhecimento e conseguir confeccionar a ideia”. A ênfase dada à fase de compreensão dos componentes eletrônicos e sua aplicação prática na construção da bobina está alinhada com as recomendações de Sarathi et al. (2018), que ressalta a importância do entendimento teórico na execução bem-sucedida de projetos semelhantes.

O aluno A6 destaca “apropriamos dos conteúdos da área do eletromagnetismo, da elétrica em si, sobre programação de códigos e a na parte prática de como aplicar todos estes conceitos e conseguir fazer o projeto funcionar corretamente com o conhecimento que tínhamos”. Em Matemática toda a comprovação e interpretação dos dados está de acordo com a abordagem integrada defendida por Fernandes e Zanon, (2022) em suas análises sobre educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

A busca por inovação ao transformar uma atividade padrão de construção de bobinas de Tesla em um projeto musical reflete a busca por desafios e a ampliação dos resultados, conceito similar ao abordado por Papa (2015), que destaca o potencial de se alcançar mais resultados com esforços adicionais.

O aluno A5 destaca como ponto positivo “A experiência obtida, resultados, descobertas científicas e o apoio que recebemos dos professores” e como negativo “Custo (total), diversas tentativas falhas, certos problemas com a configuração do Arduino e, no início, a falta de experiência que tínhamos”. No entanto, também houve desafios, como custos associados aos materiais necessários, tentativas falhas que exigiram ajustes e refinamentos nos projetos, e desafios técnicos que demandaram soluções criativas por parte dos estudantes. Essas experiências, tanto positivas quanto negativas, refletem os desafios comuns encontrados em projetos práticos, conforme discutido por Gage et al. (2020) em seus estudos sobre educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), destacando a importância de aprendizados práticos no processo educacional.

Enquanto o aluno A6 afirma que “durante a realização das atividades de construção da bobina de Tesla musical tiveram um percurso desafiador, onde precisaram construir e num primeiro momento sem conhecimento sobre os temas,

foram a busca da base teórica que deu suporte para a confecção da mesma, isso fez com que tivéssemos muito aprendizados”, alinhando-se a perspectivas discutidas por estudiosos, como Gage et al. (2020), na área educacional

A fase da programação do Arduino despertou atenção pela sua complexidade inesperada, refletindo a surpresa diante da dificuldade técnica enfrentada. O aluno A3 afirmou “que conhecia um pouco de Arduino, mas no momento de programar encontrou dificuldades”. Esse aspecto se alinha à percepção de Papa (2015), sobre a complexidade de certos conceitos e ferramentas tecnológicas, ampliando a compreensão dos desafios envolvidos em atividades práticas.

A apropriação de conhecimentos na programação e na transformação da bobina em um dispositivo musical reflete o desafio e a motivação para adquirir novas habilidades. A utilização do Arduino, inicialmente desafiadora, transformou-se em um processo facilitado pelo estudo autônomo, principalmente por meio de recursos online como o YouTube, e eles indo em busca do conhecimento. Essa adaptação e a capacidade de aprendizado autodidata são aspectos destacados por Gage et al. (2020), em suas pesquisas sobre o uso de recursos digitais na educação.

As sugestões para tornar a atividade mais significativa dada pelo Aluno 2 “Não de desculpas para fazer o que você deseja para o futuro, o produto na hora de fazer pode dar muito desânimo, mas com certeza vale tudo muito apenas no final” ,ênfatisa a importância de perseverar diante das dificuldades, ressoam com a importância do engajamento e da persistência.

Os pontos positivos e negativos, citados pelo aluno<sup>4</sup> “Negativos: Achar os materiais, pois rodamos muito a cidade e foi muito difícil achar. Positivos:- Além de aumentar nosso conhecimento na área, ficamos felizes pelo resultado. E nada melhor do que a sensação de " deu certo " e do orgulho do nosso grupo”, refletem a dualidade de desafios e recompensas inerente a projetos práticos, assunto freqüentemente abordado por Sarathi et al. (2018), em suas análises sobre o processo educacional aplicado.

O depoimento final, pelo aluno 3 “O desafio é uma forma de moldar nossa vida, viver, ser desafiado muda o propósito e a energia, fico grato a escola e aos professores Roberto e Silberto que nos prestaram apoio quando precisamos, e como frase final eu digo: MISSÃO COMPLETA!” ,reflete a importância do apoio educacional e da superação pessoal, conceitos explorados por Gage et al. (2020), em suas pesquisas sobre a influência do ambiente educacional no desenvolvimento do aluno.

A experiência foi descrita como única e repleta de aprendizados, evidenciando a busca pelo desenvolvimento acadêmico e técnico dos alunos. Essa abordagem é congruente com a ênfase de Gage Et al. (2020), na importância da experiência prática para o aprimoramento do aluno como um todo.

A fase de programação para tocar a música despertou interesse, destacando a aplicação prática e criativa da programação. A aquisição de conhecimentos em programação e engenharia durante a atividade reflete a abordagem multidisciplinar da educação STEAM, defendida por Gage et al. (2020), que enfatiza a integração entre ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática para uma educação mais holística.

A superação do desafio inicial de compreender as possibilidades do Arduino por meio de estudo reflete a capacidade de adaptação e auto-desenvolvimento, conceitos enfatizados por Sarathi Et al. (2018), em seus estudos sobre a importância da adaptabilidade do aluno diante de desafios tecnológicos.

A proposta de aumentar o nível do Arduino para amplificar o som do choque e tornar mais visível o tom da música demonstra a busca por inovação e a aplicação de conceitos técnicos. Os pontos positivos, como a capacidade de adaptação e aprendizado durante o processo, são congruentes com os benefícios destacados por Sarathi et al. (2018), na aprendizagem prática. Entretanto, os desafios encontrados na limitação da programação musical e na instabilidade da carga da bobina refletem os obstáculos comuns enfrentados durante projetos experimentais.

Ao analisar as respostas já destacadas pelos alunos frente à experiência da construção da bobina de Tesla musical, emerge um quadro rico e diversificado de aprendizado e desafios. As narrativas refletem uma jornada de descobertas, desde a concepção inicial até a superação de obstáculos técnicos e a conquista de novos conhecimentos em programação, engenharia e utilização do Arduino.

Houve uma clara valorização da experiência singular que proporcionou aprendizados inéditos, realçando o desenvolvimento dos participantes tanto como alunos quanto como programadores. A ênfase na fase de programação, especialmente para sincronizar o choque com a música, demonstra a compreensão da aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

A apropriação de conteúdos abrangendo Programação, Engenharia, Física, Matemática e a busca pela aplicação prática destes conhecimentos evidenciam a natureza interdisciplinar da atividade. A superação do desafio inicial com o Arduino, por meio de estudo e adaptação, destaca a habilidade de enfrentar obstáculos técnicos e a capacidade de aprendizado autônomo, aspectos importantes no desenvolvimento acadêmico e profissional, conforme discutido por Fernandes e Zanon (2022) em suas análises educacionais. As sugestões para aprimorar a atividade, como aumentar o nível do Arduino para melhorar o som do choque, reflete o desejo de aprimoramento e a busca por inovação.

Os pontos positivos, como a capacidade de adaptação e aprendizado durante o processo, corrobora os benefícios da aprendizagem prática defendidos por Fernandes e Zanon, (2022). Contudo, as dificuldades encontradas, como a limitação na programação musical e instabilidade na carga da bobina, representam desafios comuns em projetos experimentais.

Ao encerrar esta análise, evidencia-se não apenas o crescimento técnico dos participantes, mas também seu desenvolvimento como solucionador de problemas, adaptáveis a contextos desafiadores e impulsionados pela busca do conhecimento prático e interdisciplinar, ressaltando a importância da experiência prática e multifacetada na formação educacional.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste estudo, os objetivos propostos foram alcançados por meio de uma abordagem cuidadosamente planejada e executada. O desenvolvimento da seqüência didática em um grupo de estudantes foi facilitado pela integração de tecnologias robóticas, proporcionando oportunidades práticas de aprendizagem. Essa abordagem permitiu que os alunos explorassem conceitos teóricos de maneira tangível e interativa, resultando em um maior envolvimento e compreensão dos conteúdos.

A avaliação do impacto da integração da robótica com a abordagem STEAM revelou resultados positivos no engajamento dos alunos durante o desenvolvimento da seqüência. A introdução da robótica dentro desse contexto mais amplo não apenas despertou o interesse dos alunos, mas também os incentivou a participar ativamente das atividades propostas. Essa abordagem multidisciplinar proporcionou uma compreensão mais abrangente dos conceitos, ao mesmo tempo em que estimulou a criatividade e a resolução de problemas.

Portanto, os resultados deste estudo confirmam que a combinação da robótica com a abordagem STEAM é uma estratégia eficaz para promover o engajamento dos alunos e enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. Essa conclusão ressalta a importância de abordagens interdisciplinares e práticas no contexto educacional, fornecendo insights valiosos para futuras iniciativas pedagógicas.

A integração da robótica ao currículo educacional, dentro do programa STEAM, revelou um aumento notável no engajamento dos estudantes. Esta imersão prática resultou não apenas em uma compreensão mais ampla e aplicada dos conceitos, mas também fomentou o interesse genuíno pelos temas abordados.

Perspectivas futuras neste campo poderiam explorar a eficácia de diferentes métodos de instrução, o impacto em longo prazo na retenção de conhecimento e a transferência de habilidades para outras áreas. Além disso, investigar como essa abordagem influencia as atitudes dos alunos em relação à

ciência, sua motivação e a percepção da relevância da física em suas vidas cotidianas seriam fundamentais para aprimorar práticas educacionais futuras.

A implementação desta seqüência didática com bobinas de Tesla e Arduino revelou seu potencial em engajar os alunos, aprofundar a compreensão conceitual e desenvolver habilidades técnicas e de resolução de problemas. Os resultados positivos alcançados foram significativos, superando os desafios identificados, destacando a importância da inserção de atividades práticas e recursos tecnológicos no ensino de física. Este estudo contribui para o avanço contínuo de métodos de ensino inovadores e eficazes, visando inspirar o interesse dos alunos

Os resultados obtidos sugerem que a introdução da robótica no contexto STEAM tem o potencial de ampliar não apenas o conhecimento acadêmico, mas também de contribuir significativamente para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e emocionais dos estudantes. A interação com as tecnologias robóticas desafiou os alunos a resolver problemas, fomentando o pensamento crítico, a colaboração e a resolução de desafios práticos.

O estudo revelou que a abordagem inovadora de incorporar a robótica no programa STEAM não só enriquece o processo de aprendizagem, mas também promove uma mudança na dinâmica da sala de aula. A introdução de atividades práticas e a possibilidade de experimentação guiada propiciaram um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo.

Dessa maneira, os resultados alcançados, em alinhamento com os objetivos estabelecidos, confirmam a eficácia da abordagem proposta. Inicialmente, o desenvolvimento da seqüência didática em um grupo de estudantes proporcionou oportunidades práticas de aprendizagem, destacando o uso de tecnologias robóticas. Esses resultados validam a relevância e os benefícios da integração da robótica no contexto do programa STEAM.

. Neste estudo, destaca-se a riqueza das experiências e aprendizados obtidos durante a implementação do programa STEAM, focado na integração da robótica para potencializar a educação e a aprendizagem. A atividade prática de construção da bobina de Tesla musical revelou-se não apenas um desafio técnico,

mas também uma oportunidade valiosa para o desenvolvimento holístico dos participantes.

Em última análise, este estudo não apenas reforça a eficácia da abordagem STEAM na potencialização do aprendizado, mas também destaca a importância de desafios práticos e interdisciplinares para a formação abrangente dos alunos. As lições aprendidas com a construção da bobina de Tesla musical não se restringem ao campo técnico, permeando a capacidade de solucionar problemas, adaptarem-se a novos cenários e cultivar uma mentalidade inovadora, elementos essenciais para o sucesso no século XXI.

Acredita-se que a seqüência didática já consiga explorar campos que dificilmente são abordados através da metodologia tradicional. Porém, a mesma ainda precisa de ajustes, uma vez que podem ser melhorados dois itens muito importantes. Primeiro, o tempo para a realização, sendo necessário maior número de aulas para se desenvolvimento, aprofundamento dos conceitos e uso do Arduino. O segundo item consiste em novos modelos de bobinas, com isso o som produzido terá melhor qualidade. Dessa forma, necessita-se realizar uma continuação dessa pesquisa para que a seqüência didática seja adequada e mais significativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTASIOU, Léa. As bases teórico-metodológicas da educação de adultos e os desafios da metodologia ativa nos cursos de graduação. São Paulo, Intermeios, 2015.

ARAGÃO, M. N.; SOARES, I. G. (Trans) formando e ousando o método de ensino em enfermagem no cuidado à saúde mental. Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental, n. 12, p. 59-64, 2014.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Penso Editora, 2020.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro / RJ, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio. 2013.

BARRETO, N. A. P.; XAVIER, A. R. E. de O.; SONZAGNO, M. C. Percepção de Tutores quanto a Sua Avaliação pelos Discentes de um Curso Médico. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 41(2), 221-230, 2018.

BEIER, Alifer Andrei Veber et al. Metodologias ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias. In: Seminário Internacional de Educação, II., 2017, Cruz Alta / RS. Anais Seminário Internacional de Educação... Cruz Alta / RS: UERGS, 2017. p. 349-350.

BLIKSTEIN, Paulo. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. 2010.

BOLAÑOS ARIAS, Francisco Ismael; RIVERA CHIRIBOGA, Diego Roberto. Diseño y construcción de una bobina TESLA para lageneración y control de alto voltaje. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso.

BORGES, T.S; ALENCAR, G.; Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em Revista; n° 04, p. 1 19-143, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CASTELLI FERNANDES, Nidia Mara Melchiades. Integração entre a robótica educacional ea abordagem steam: identificação da área de oportunidade e desenvolvimento de protótipos. 2022.

COUSO, Digna. Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, n. 34, pág. 22-30, 2017.

DA SILVA COSTA, Yuri; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. Educação STEAM e Robótica no Ensino Básico. In: 4º Salão de Pesquisa, Extensão e Ensino do IFRS. 2019. Disponível em: [https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao\\_IFRS/4salao/paper/view/7686](https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao_IFRS/4salao/paper/view/7686). Acesso em 15/11/2023.

DA SILVA, Fábio Gomes; DOS SANTOS, Ademar Vieira; BEZERRA, Ericê Correia. Proposta de inclusão e contribuição para o ensino e aprendizado utilizando projetos com metodologia STEAM no município de Beruri-Am. *RILCO: Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, n. 6, p. 10, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7810196>. Acesso em 15/11/2023.

DE OLIVEIRA BOTTINO, Fernanda et al. A feira de Ciências como perspectiva pedagógica de integração entre educação básica e educação profissional. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 8, n. 6, p. 81-93, 2022.

EUSTÁQUIO, Reginaldo. BOBINA DE TESLA: Uma abordagem em Didática do conceitos de geração, transmissão e recepção das ondas eletromagnéticas. *COBENGE*, p. 12, 2014.

FERNANDES, Nídia Mara Melchiades Castelli; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. *Dialogia*, n. 40, p. 21600, 2022.

FERREIRA, Matheus de Felipe. Elaboração de experimentos de robótica voltados para alunos do ensino médio. 2016. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/155268>. Acesso em 15/11/2023

GEMIGNANI, Elizabeth Yu Me Yut. Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão. *Revista Fronteira das Educação, Recife / PE*, v. 1, n. 2, p. 1-27, jan. 2012.

GOLDBERG, David. The missing basics & other philosophical reflections for the transformation of engineering education. 2018.

GWHR, D.; STROHSCHOEN, A. A.G.; MARCHI, M.I.; MARTINS, S.N.; SCHUCK, LORENZIN, Mariana Peão. Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2019.

GILC.A. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. [S.I.]: UEPG, 2015. p. 15-33. v. II.

R.J. Metodologias ativas de ensino e de aprendizagem: Uma abordagem de iniciação à pesquisa. Revista Ensino & Pesquisa, v.14, n.01, p.225-246, 2016.

SANTOS, Fernanda Cordeiro dos; JUNIOR, Geraldo Alves. A dimensão da robótica educacional como espaço educativo. Dialogia, São Paulo, n. 34, p. 50-65, jan./abr. 2020.

SILVA, Daniel Reis Loureiro da et al. Aplicação da bobina de tesla musical com arduino. 2023.

SILVA, Maurício Veiga da. Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no Ensino Médio. 2018. Dissertação de Mestrado.

SOUZA, Mavíael Bezerra de. Faça e use uma bobina de tesla para as aulas de eletromagnetismo. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

VUERZLER, Hugo Lorian. Modelo de educação integrativa: a abordagem STEAM em uma proposta de ensino investigativo experienciado em uma escola estadual, Cuiabá, MT. 2020. Dissertação de Mestrado.

YAKMAN. G. STΣ@M Education:An Overview of Creating a Model of Integrative Education. 2010.

## **ANEXO A TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Prezado participante, seu filho(a)  
\_\_\_\_\_ está sendo

convidado(a) a participar da pesquisa: Integração da Robótica no programa STEAM para potencializar a aprendizagem. Desenvolvida por Roberto Giacomini, discente de mestrado em Mestrado Profissional em Matemática PROFMAT da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus de Chapecó, sob orientação do Professor Dr. Milton Kist. O objetivo central do estudo é: avaliar o impacto da incorporação da robótica no contexto do programa STEAM como estratégia para melhorar a qualidade da educação e a eficácia da aprendizagem em ambientes educacionais. A participação do seu filho(a) se deve à necessidade do mundo atual, de desenvolver uma das habilidades de pensamento computacional, utilizando tecnologias e aprendizagem criativa.

A participação do seu filho(a) não é obrigatória e ele(a) tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar. Ele(a) não será penalizado(a) de nenhuma maneira caso decida não consentir na sua participação. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Ele(a) não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo a participação totalmente voluntária.

### Identificação do participante ao longo do trabalho

“A participação do seu filho(a) consistirá em participar de projeto do Laboratório de Ciências da Natureza

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por ele(a) prestadas. Qualquer dado que possa identificá-lo(a) será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, O senhor(a) poderá solicitar do pesquisador informações sobre a participação do seu filho(a) e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

### Tempo de duração da entrevista/procedimento/experimento

O tempo de duração da aplicação serão 3 semanas consecutivas, com duração de 1h e 40min, durante as aulas de Ciências da Natureza

Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, físico ou digital, por um período de cinco anos.

O benefício relacionado com a colaboração do seu filho(a) nesta pesquisa é o de desenvolver uma bobina de Tesla musical, conhecendo todo o seu funcionamento bem com a relação com outras disciplinas.

A participação na pesquisa poderá causar riscos os mesmos de qualquer atividade básica do cotidiano, visto que somente trabalharão com computadores, geradores de energia e papel e caneta.

Os resultados serão divulgados em eventos e/ou publicações científicas mantendo sigilo dos dados pessoais.

Caso concorde em participar, uma via deste termo ficará em seu poder e a outra será entregue ao pesquisador. Não receberá cópia deste termo, mas apenas uma via. Desde já agradecemos sua participação!

---

Assinatura do Pesquisador Responsável

Contato profissional com o(a) pesquisador(a) responsável:

Tel: (49) 99966 4799

e-mail: [giacomini.beto@gmail.com](mailto:giacomini.beto@gmail.com)

Endereço para correspondência:

Universidade Federal da Fronteira Sul/UFFS, Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul,  
CEP 89815-899 - Chapecó - Santa Catarina – Brasil)

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS”:

Tel e Fax - (0XX) 49- 2049-3745

E-Mail: cep.uffs@uffs.edu.br

Endereço para correspondência: Universidade Federal da Fronteira Sul/UFFS - :  
Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS, Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul,  
CEP 89815-899 Chapecó - Santa Catarina – Brasil)

Declaro que entendi os objetivos e condições da participação do meu filho(a) na pesquisa e concordo com a participação.

Nome completo do (a) responsável: \_\_\_\_\_

Parentesco ou justificativa p/ guarda \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**ANEXO B – DIAGNOSTICO INICIAL**

Tópicos	A1	A2	A3	.....	A12
Kit arduino – Programação					
Corrente elétrica					
Resistores					
Capacitores					
Força elétrica.					
Campo e potencial elétrico,					
Rigidez dielétrica do ar,					
Transformador ressonante					
Comprimento de um circunferência					
Função de primeiro grau					
Tipo de materiais de que são formados os fios					
Bobina primária					
Bobina secundária					

**ANEXO C – QUESTIONÁRIO**

1. Considerando O projeto bobina de Tesla musical, das fases que mais chamou sua atenção?

---

---

2. Qual ou quais conteúdos você se apropriou durante esta atividade?

---

---

3. Como foi usar o Arduino na bobina ? Encontrou alguma dificuldade?

---

---

4. Quais sugestões para deixar a atividade mais significativa?

---

---

5. Pontos positivos e negativos da atividade?

---

6. Deixe um depoimento sobre a atividade.

---