



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE**

**Coordenação da Pós-Graduação do Curso de Especialização em
Tecnologias Digitais na Educação**

ARMANDO DA SILVA SANTIAGO

**USO DA PLATAFORMA ARDUÍNO COMO RECURSO PARA O DESENVOLVIMENTO
DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DE ENSINO DE FÍSICA E PENSAMENTO
COMPUTACIONAL**

CAMPINA GRANDE
2019

ARMANDO DA SILVA SANTIAGO

USO DA PLATAFORMA ARDUÍNO COMO RECURSO PARA O DESENVOLVIMENTO
DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DE ENSINO DE FÍSICA E PENSAMENTO
COMPUTACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso da Especialização em Tecnologias Digitais da Educação da Universidade Estadual da Paraíba, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias Digitais da Educação.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Scherer

Área Temática: Tecnologia Educacional

CAMPINA GRANDE
2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S235u Santiago, Armando da Silva.
 Uso da plataforma arduino como recurso para o desenvolvimento de habilidades e competências de ensino de física e pensamento computacional [manuscrito] / Armando da Silva Santiago. - 2019.
 108 p. : il. colorido.
 Digitado.
 Monografia (Especialização em Tecnologias Digitais na Educação) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Médio, Técnico e Educação a Distância , 2019.
 "Orientação : Prof. Dr. Daniel Scherer , Pró-Reitoria de Ensino Médio, Técnico e Educação à Distância."
 1. Robótica educacional. 2. Plataforma Arduino. 3. Aprendizagem. I. Título

21. ed. CDD 372.358

ARMANDO DAS SILVA SANTIAGO

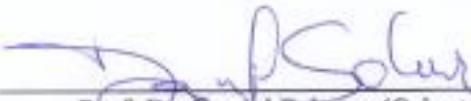
USO DA PLATAFORMA ARDUÍNO COMO RECURSO PARA O DESENVOLVIMENTO
DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DE ENSINO DE FÍSICA E APRENDIZAGEM
COMPUTACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso da
Especialização em Tecnologias Digitais da
Educação da Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial para, para obtenção do título
de Especialista em Tecnologias Digitais da
Educação.

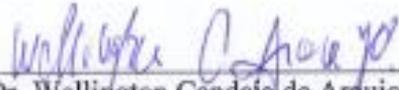
Orientador: Prof. Dr. Daniel Scherer

Aprovada em: 29/08/2019.

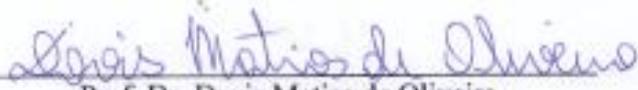
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Daniel Scherer (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Wellington Candeia de Araujo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Davis Matias de Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico à minha Esposa

Ariany Dágma B.R Santiago

Dedico aos meus Pais por sempre em encorajarem na missão.

Dedico a todos os brasileiros que pretendem fazer um Brasil melhor,

Em especial a todos os professores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pai todo poderoso, por está aqui e ter me dado forças para perseverar e enfrentar esta missão.

Agradeço aos idealizadores desta Especialização, em nome do Coordenador Professor Robson, que possibilitaram a abertura deste curso e ajudaram a capacitar centenas de educadores conduzindo-os na missão de formar por meio da educação um o futuro melhor para o país.

Agradeço ao meu Orientador Prof^o. Dr. Daniel Scherer, que acreditou neste formato de trabalho, me ajudando a dissertar e corrigir as imperfeições, gratidão também por sua paciência para comigo e por sempre me guiar com sua presença constante.

Agradeço aos Professores da UEPB que administraram tão bem as disciplinas e promoveram a reflexão no ato de ensinar e inovar nas metodologias usadas em sala de aula.

Agradeço aos que fazem a Escola Cidadã Integral do Estado da Paraíba, por disponibilizar em sua estrutura curricular espaços possíveis para desenvolvimento de cursos para alunos nos quais o professor possa criar meios para aplicar técnicas metodológicas variadas para desenvolver competências e habilidades.

Agradeço ao Diretor Paulo Eduardo, da Escola Cidadã Integral Compositor Luis Ramalho, por me incentivar e contribuir com o possível no desenvolvimento da disciplina. Além dos professores desta escola, em especial João Noberto, Fátima e Alcides por fazerem parte deste projeto e disponibilizarem seu tempo.

Agradeço ao Professor Paulo por sua presteza na assessoria nas práticas STEM como também ter fornecido parte do material para os experimentos.

Agradeço a minha esposa Ariany por sua dedicação e fidelidade durante toda a jornada que passamos juntos, contribuindo com suas correções e opiniões neste trabalho.

Agradeço aos meus pais, CARIOCA e CÉU, por terem me guiado durante toda a minha vida e terem formado o meu caráter.

Agradeço aos meus irmãos, Normanda, Denis e Normando, que apesar de longe, sempre demonstraram gestos de confiança. Agradeço ao meu ex-aluno Darley e ao amigo Jeorgy por me apresentarem a plataforma Arduíno como meio de trabalhar Robótica. Anotando que Darley, hoje estudante Automação Industrial contribuiu com seu tempo e dedicação ajudando na finalização de alguns projetos.

Agradeço a todos os alunos que foram pacientes comigo nas aulas e se esforçaram para construção de seus projetos afim de absorverem o melhor que o curso desenvolvido promoveu.

Agradeço aos amigos e colegas, que sempre torceram por mim, convivendo com minhas angústias e alegrias.

*“Conte-me e eu esqueço.
Mostre-me e eu apenas me
lembro. Envolve-me e eu
compreendo”*

Confúcio

RESUMO

O argumento de usar a prática experimental como recurso pedagógico eficaz é unânime entre a comunidade acadêmica. Vygostsky propõe que “aprendizagem é uma experiência social, de interação pela linguagem e pela ação”. Papert defende Construcionismo, e propõe que “o aprendizado acontece quando uma pessoa constrói algo desejado”. Assim em tempos de revoluções tecnológicas em que a robótica aparece como ferramenta na indústria moderna, sugere-se que deva ser usada como ferramenta pedagógica em sala de aula. Possibilitando desenvolver habilidades e competências pretendidas pelo Ensino de Ciências e do Pensamento Computacional, pois informações verificadas pelo exame PISA indicam que o Brasil está em penúltimo lugar, comparado com todos outros países participantes da OCDE (*Organisation for Economic Co-operation and Development*). Assim foi planejado e desenvolvido um curso usando a plataforma Arduíno e outros recursos para alunos do ensino médio. Foi desenvolvido a temática da 4ª Revolução Industrial, e depois a montagem e programação de dispositivos com placas eletrônicas Arduíno, planejados pelo professor mediador e propostos para e pelos alunos. Esperava-se no final de curso, na culminância que alunos expusessem o produto relacionando com alguma a temática de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, além de produzirem um vídeo com a execução do projeto. O método de pesquisa utilizado foi o observacional, assistemático em que o observador era participante e o procedimento técnico foi o estudo de caso. Foi observado no desenvolvimento do curso que os alunos desempenharam suas tarefas com o êxito previsto com participação das aulas teóricas sobre as revoluções industriais, bem como nas aulas práticas com experimentos pré-definidos baseado em Arduíno, montando os circuitos, compilando os programas e efetivando processo de controle do equipamento. Entretanto quando os alunos escolheram seus projetos para desenvolvimento e as dificuldades surgiram devido à complexidade de montagem e programação, sendo necessário maior atenção do professor mediador e prejudicando o cumprimento prazos previstos. Em que processo documentação dos projetos através de vídeos também foram prejudicados como também os estudos para relacionarem os objetos projetados com os temas de Física e Ciências. Todavia as equipes conseguiram construir seus projetos expor em um evento para a comunidade. Assim alguns objetivos foram alcançados como a inserção da temática da 4ª Revolução Industrial; introdução de robótica, eletrônica e programação de softwares; criação de objetos; Os objetivos não alcançados foram a não documentação através de mídias de vídeo do processo de construção dos objetos pelos alunos; a não relação dos objetos com os fenômenos da natureza na culminância; e a falta de interação no grupo virtual WhatsApp. Assim sugere que no desenvolvimento de novos projetos de tendência maker os alunos recebam cursos para desenvolver habilidades para planejamento e execução projetos e que o processo metodológico seja sistemático para possam avaliar individualmente os participantes da pesquisa.

Palavras- chaves: Robótica Educacional, Plataforma Arduíno, Aprendizagem.

ABSTRACT

The argument of using experimental practice as an effective pedagogical resource is unanimous among the academic community. Vygostsky proposes that "learning is a social experience, of interaction through language and action". Papert defends Constructionism, and proposes that "learning happens when a person builds something desired." Thus, in times of technological revolutions in which robotics appears as a tool in modern industry, it is suggested that it be used as a pedagogical tool in the classroom. It is possible to develop the skills and competences required by the Teaching of Sciences and Computational Thinking, since information verified by the PISA exam indicates that Brazil is second to last, compared to all other OECD participating countries. So a course was designed and developed using the Arduino platform and other resources for high school students. The theme of the 4th Industrial Revolution was developed, and then the assembly and programming of devices with Arduino electronic boards, designed by the mediator teacher and proposed by the students. It was expected at the end of the course, at the culmination that students would expose the product related to some of the Nature Sciences and their Technologies, and produce a video with the execution of the project. The research method used was observational, non-systematic in which the observer was a participant and the technical procedure was the case study. It was observed in the development of the course that students performed their tasks with expected success with participation of theoretical classes on industrial revolutions, as well as in practical classes with pre-defined experiments based on Arduino, assembling the circuits, compiling the programs and effecting process of the equipment. However, when students chose their projects for development, difficulties increased due to complexity, requiring more attention from the mediator teacher and impairing the fulfillment of the expected timeframes. Prejudging the process documentation through videos and studies to relate the objects designed with phenomena and nature. Nonetheless the teams managed to build their projects exhibited at an event for the community. Thus some objectives were reached as the insertion of the theme of the 4th Industrial Revolution; introduction of robotics, electronics and software programming; creation of objects; The objectives not achieved were not documentation through video media of the process of construction of objects by students; the non-relation of objects to the phenomena of nature in culmination; and the lack of interaction in the whatsapp virtual group. Thus it suggests that in the development of new projects of trend maker students receive courses to develop skills for planning and execution projects and that the methodological process is systematic so that they can evaluate individually the participants of the research.

Keywords: Educational robotics; Arduino; Learning.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Placa Arduíno indicando seus componentes..... | 58 |
| Figura 2 - Montagem esquemática do circuito de LED piscante..... | 59 |
| Figura 3 - esquema de montagem do leitor do potenciômetro | 62 |
| Figura 4- imagem do circuito de intensidade de luminosidade de LED ; | 63 |
| Figura 5:Projeto de ligação de jumpers (fios) com LEDs e o equipamento sensor de presença PIR conectado com Arduíno..... | 68 |
| Figura 6: sensor de presença PIR conectado com Arduíno | 69 |
| Figura 7: Desenho esquemático de montagem do sensor de som que funciona ao bater palmas..... | 71 |
| Figura 8: sensor de som que funciona ao bater palmas montado pelos alunos | 72 |
| Figura 9: Diagrama esquemático da montagem do radar | 73 |
| Figura 10: imagem do radar montado..... | 76 |
| Figura 11: Esquema de montagem do garra robótica | 77 |
| Figura 12: Braço robótico em funcionamento. | 77 |
| Figura 13: Quadro esquemático de montagem do carro seguidor de Lina | 78 |
| Figura 14: Carro seguidor de linha em funcionamento | 78 |
| Figura 15: alunos expondo a temática as Revoluções industriais; | 79 |
| Figura 16: Imagem para seguir o roteiro da apresentação | 80 |
| Figura 17:Exposição da equipe de entrada com braço robótico | 81 |
| Figura 18: Formato da apresentação da primeira bancada | 81 |
| Figura 19: Explica sobre a automação Residencial | 82 |
| Figura 20: mostra o projeto esquemático e um protótipo | 82 |
| Figura 21:disposição para apresentação de sensores. | 83 |
| Figura 22: Aluno expondo o funcionamento do carrinho seguidor de linha | 83 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 : programa do LED piscante | 60 |
| Quadro 2: programa leitor do potenciômetro | 62 |
| Quadro 3: programa de variação de intensidade de luminosidade de LED..... | 63 |
| Quadro 4: Trechos do código no sensor de presença PIR | 69 |
| Quadro 5: programação do sensor de som que funciona ao bater palmas..... | 71 |
| Quadro 6: parte de programação do Arduino para radar | 74 |
| Quadro 7 – trecho de programação que calcula a distância..... | 74 |
| Quadro 8 : trecho da programação do Processing- Radar | 75 |
| Quadro 9 – trecho do programa Proecssing para radar detecta o obejto | 75 |
| Quadro 10- programação do Braço robótico | 100 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| BNCC | Base Nacional Curricular Comum |
| CA | Conceituação abstrata |
| CEO | Chief Executive Officer |
| CAHSEE | Centro para o Avanço dos Hispânicos na Educação em Ciências e Engenharia |
| EC | Experiência concreta |
| EA | Experiência ativa |
| IA | Inteligência Artificial |
| IoT | Internet das Coisas |
| LED | Light Emitting Diode |
| MESA | Mathematics, Engineering, Science Achievement |
| PISA | Programme for International Student Assessment |
| OCDE | Organisation for Economic Co-operation and Development |
| OR | Observação Reflexiva |
| STEM | Science Technology, Engineering and Mathematics |
| NSF | Fundação Nacional de Ciências (EUA) |
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |
| ZDP | Zona de Desenvolvimento Proximal |

SUMÁRIO

| | | |
|-------------|---|------------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 1.1 | OBJETIVO GERAL | 18 |
| 1.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 18 |
| 1.3 | ESTRUTURA DO TEXTO..... | 18 |
| 2 | METODOLOGIA..... | 20 |
| 2.1 | PÚBLICO ALVO..... | 20 |
| 2.2 | RECURSOS UTILIZADOS | 21 |
| 3.1 | OS PENSADORES E A EVOLUÇÃO DA VISÃO EDUCACIONAL..... | 22 |
| 3.1.1 | John Dewey | 22 |
| 3.1.2 | Lev Semyonovich Vygotsky..... | 23 |
| 3.1.3 | Seymor Papert..... | 24 |
| 3.1.4 | Paulo Freire..... | 25 |
| 3.1.5 | David Kolb..... | 26 |
| 3.1.6 | José Manuel Moran..... | 27 |
| 3.2 | AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS | 28 |
| 3.3 | PENSAMENTO COMPUTACIONAL | 30 |
| 3.4 | ROBÓTICA EDUCACIONAL | 32 |
| 3.5 | ROBÓTICA EDUCACIONAL DE BAIXO CUSTO | 34 |
| 1.1.1 | Plataforma Arduino | 35 |
| 1.1.2 | Projeto Raspberry Pi | 37 |
| 1.1.3 | Microcontroladores ESP (Espressif)..... | 38 |
| 1.1.4 | Beagle Board ou BeagleBone | 38 |
| 3.6 | ENSINO DE CIÊNCIAS NO MUNDO | 39 |
| 3.7 | ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL..... | 43 |
| 3.8 | ELETIVAS | 45 |
| 3.9 | ÁREA STEM..... | 49 |
| 3.10 | METODOLOGIA STEM | 52 |
| 4.1 | DINÂMICA DE ENCONTROS E TRABALHOS COM ALUNOS..... | 57 |
| 4.2 | KITS PESQUISADOS E MONTADOS PELOS ALUNOS..... | 66 |
| 4.2.1 | SENSOR DE PRESENÇA PIR CONECTADO COM ARDUÍNO..... | 67 |
| 4.2.1 | Sensor de Som que funciona ao Bater Palmas..... | 70 |
| 4.2.2 | Radar..... | 72 |
| 4.2.4 | Garra Robótica..... | 76 |
| 4.2.6 | Carro seguidor de linha..... | 78 |
| 4.2.6 | ROTEIRO DE EXECUÇÃO DO CURSO..... | 84 |
| 4.3 | DISCUSSÃO SOBRE A EXECUÇÃO DO PROJETO | 86 |
| 4.3.1 | Resumo das dificuldades percebidas | 89 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 91 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 94 |
| | GLOSSÁRIO..... | 100 |
| | APÊNDICE | 103 |
| | ANEXOS..... | 106 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 200 anos o mundo passou por três revoluções industriais e neste momento está passando pela 4ª, com previsões que afetarão diretamente a sociedade em todos os seus segmentos. Espera-se que todas as organizações sejam afetadas diretamente, como exemplo prevê-se que 50% dos postos de trabalhos que as pessoas vão ocupar em 2025 ainda não tenham surgido hoje. Assim, essas mudanças afetarão a todos, então há de se preparar crianças, adolescentes e jovens para as necessidades individuais e coletivas que por ventura venham a surgir.

A 4ª Revolução Industrial é pautada no advento de novas tecnologias que estão sendo implementadas não apenas no processo produtivo industrial, mas também em todos os segmentos da sociedade, como agricultura, saúde, educação, transportes, meios de comunicação, segurança pública, entre outros. Portanto, faz-se necessário que crianças, adolescentes e jovens estejam preparados para tamanho desafio, sendo imprescindível a realização de investimentos maciços na educação para a formação destes cidadãos. Com destaque relevante as disciplinas e cursos das áreas de Ciências e suas Tecnologias, Matemática e Informática, celeiros para formação destes profissionais do futuro o que justifica a necessidade de atenção maior nestas áreas.

Embora já exista esta demanda no Brasil, dados coletados pela PISA/OCDE (*Programme for International Student Assessment / Organisation for Economic Co-operation and Development*)(2015 e 2016) comparados com os de outros países comprovam que o país encontra-se nos últimos lugares nas disciplinas Ciências de Natureza e Matemática, como também na performance de leitura digital ou desempenho em matemática baseada no computador. Com estas informações as instituições políticas e a comunidade acadêmica sentem-se provocadas a tomarem iniciativas a fim de solucionar o problema, propondo alternativas e as executando com o objetivo de aumentar estes índices. Deste modo, é importante que se tome ciência acerca de como os melhores países ranqueados a exemplos de Cingapura, Finlândia, Japão e Estônia atuam para estarem no topo destas pesquisas, além de se conhecer estratégias e metodologias como a plataforma STEM (*Science, Technology, Engineering and Math* – Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática - tradução livre) (PUGLIESE, 2017).

Cingapura, Japão e Estônia, primeiros colocados no ranking da OCDE em ensino de Ciências (BRASIL, 2016) usam metodologias diversas como a prática experimental, a robótica e o pensamento computacional no qual o aluno é o centro da formação. Um programa utilizado em Cingapura que funciona com sucesso é o Playmaker (ALVES, 2016), já na Estônia o ProgeTiger (COUTO e SILVA, 2016), ambos utilizam robótica educacional e programação. Percebe-se que a prática experimental e a robótica educacional associadas a componentes do pensamento computacional podem ser usadas para o desenvolvimento de habilidades e competências de jovens no século XXI.

Nesse sentido propõe-se a criação de uma disciplina que contribua para o desenvolvimento de habilidades e competências nas áreas de Linguagens e suas Tecnologias de Ciências, Matemática, História e Geografia. Possibilitando a inclusão da programação de softwares e robótica integradas com componentes do pensamento computacional, afim de favorecer o surgimento da cultura digital nas escolas, além da produção e edição de vídeos, podcasts e infográficos para construção de tutorias e aulas.

Assim acredita-se que os alunos envolvidos com o tema serão cada vez mais atraídos pela tecnologia e robótica que atrelada a produção e edição de vídeos e outras mídias através de seus smartphones, poderão desenvolver habilidades diversas. A principal finalidade é mostrar a produção dos equipamentos por eles feitos nas redes sociais, demonstrando como os fenômenos da natureza podem contribuir para com uma aprendizagem significativa do ensino de Ciências. Dessa forma, pensou-se em um curso que reuni todos estes componentes para favorecer o desenvolvimento de habilidades e competências previstas na BNCC (Base Nacional Curricular Comum) como também no pensamento computacional.

O referido curso foi proposto como componente curricular da parte diversificada das escolas cidadãs integrais da rede estadual de ensino. Este componente é chamado de disciplina eletiva e são oferecidas semestralmente aos alunos, os mesmos conseguem escolher entre várias opções. A disciplina é ministrada em encontros semanais de duas aulas seguidas ambas com duração de 50 minutos, o que possibilita a promoção de 18 a 20 encontros durante o semestre. O encontro final consiste numa culminância onde os projetos são apresentados a comunidade escolar.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo da disciplina foi criar um ambiente físico e virtual de cultura digital e *maker* com os alunos envolvidos, a partir da robótica educacional baseada na plataforma Arduíno.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram explorados os seguintes aspectos da 4ª Revolução Industrial:

- Congregação de professores de disciplinas relacionadas a temática;
- Uso da robótica educacional da plataforma Arduíno;
- Demonstração de fenômenos da natureza em sensores e atuadores da plataforma após a construção de equipamentos;
- Incentivo a criação de objetos pelos alunos;
- Utilização de grupos virtuais (*WhatsApp*) como meio de interação entre alunos sobre o tema robótica;
- Divulgação nas mídias digitais.

1.3 ESTRUTURA DO TEXTO

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: no capítulo 2 apresenta-se a metodologia, no capítulo 3 tem-se a revisão da literatura na qual a 1ª Seção trata dos Pensadores da Educação John Dewey, Lev Semyonovich Vygotsky, Seymour Papert, Paulo Freire, David A. Kolb e José Manuel Morán expondo suas teorias acerca de práticas e ações que proporcionem um melhor aprendizado. A 2ª Seção refere-se as Revoluções Industriais e seus impactos na sociedade; já na 3ª explana-se sobre o Pensamento Computacional e as habilidades que podem ser desenvolvidas através deste como parâmetros para o Século XXI; Nas 4ª e 5ª Seções discorre-se acerca dos temas: Robótica Educacional e Robótica educacional de baixo custo, explorando as plataformas existentes, as vantagens e possibilidades de serem empregadas como metodologias e recursos educacionais.

No 4º Capítulo trata-se sobre o ensino de Ciências, em que na 1ª Seção deste tema explora-se o Ensino de Ciências no Mundo, destacando os primeiros colocados no ranking de

Ciências, sendo eles: Cingapura, Japão e Estônia. Na 2ª Seção deste capítulo aborda-se a respeito do Ensino de Ciências no Brasil, observando as necessidades de melhorias da qualidade e nos índices do brasileiros no que se refere a temática; A 3ª Seção refere-se ao Ensino de Ciências na perspectiva STEM, uma metodologia desenvolvida pelos americanos.

No 5º Capítulo em sua 1ª Seção foi expõe-se os relatos de experiências de todo o desenvolvimento do curso ministrado aos 25 alunos inscritos na disciplina eletiva, com algumas imagens e esquemas desenvolvidos; na 2ª Seção traz-se a tabela de aulas com as respectivas atividades; e por fim, na 3ª Seção são discutidas as observações feitas durante o curso.

Com este relato de experiência pretende-se desenvolver a temática da 4ª Revolução Industrial e anotar as observações da aplicação de um curso de Robótica usando a plataforma Arduíno como recurso educacional a fim desenvolver algumas habilidades e competências no Ensino de Ciências e do Pensamento Computacional.

2 METODOLOGIA

O processo metodológico utilizado foi o hipotético-dedutivo, uma vez que a prática experimental contribuiu consideravelmente para uma aprendizagem significativa, então foram realizadas várias aulas experimentais com uso da plataforma Arduino, afim de que os alunos detectassem fenômenos da natureza, os compreendessem, aprendessem a base para programação de softwares e construíssem equipamentos a partir da plataforma.

Nestas aulas, o método utilizado foi o observacional assistemático, no qual o observador era participante. O professor e mediador participava de todo o processo e análise de eventuais dificuldades no desenvolvimento e aplicação de aulas experimentais e na construção de equipamentos tecnológicos da plataforma Arduino. O procedimento técnico deu-se por meio de estudos de caso, onde o professor e mediador do curso que oferecia as aulas experimentais recebia o *feedback* dos alunos a respeito do funcionamento dos equipamentos por eles construídos e do entendimento do fenômeno físico envolvido na construção.

Outras técnicas empregadas competem as pesquisas indiretas, documentais e bibliográficas. Foram utilizados textos relacionados aos temas: inovação tecnológica, indústria 4.0, necessidades do mercado e psicologia da aprendizagem; além de publicações acadêmicas. O material bibliográfico foi obtido por meio da rede mundial de computadores, em fontes primárias de informações como livros, artigos, teses, dissertações, monografias e sites acadêmicos. Este material foi aplicado para dar embasamento à revisão literária.

Materiais e anotações foram posteriormente analisados e estruturados para devida apresentação do relato de experiência.

2.1 PÚBLICO ALVO

O público alvo foram os alunos do ensino médio da Escola Cidadã Integral Compositor Luís Ramalho, como mencionado anteriormente estes matricularam-se em uma disciplina eletiva, a qual puderam escolher antecipadamente dentre um cardápio de disciplinas ofertadas pela escola. Cada momento de encontro durava duas aulas germinadas de 50 minutos, realizadas semanalmente no mesmo horário. Os referidos alunos então cursaram a matéria no decorrer de um período (seis meses). O curso recebeu 25 alunos, sendo 10 do sexo feminino e 15 do sexo masculino.

2.2 RECURSOS UTILIZADOS

O recurso disponibilizado pela escola consistiu no ambiente físico que continha 17 computadores, AMD 2,7 ghz, 8gb, HD 500 GB, monitor led 18" e placa de vídeo integrada no processador AMD e internet.

O professor mediador e aplicador das aulas disponibilizou para o projeto:

- 5 placas de Arduíno;
- *Jumpers* (fios para ligação);
- LED's;
- Resistores;
- Servo-motores;
- 5 *protoboard*;
- 10 potenciômetros de 10K Ω ;
- Lâmpadas de 12W;
- Relés;
- Cabos USB;
- Motores de 12V;
- Sensores diversos;
- Datashow;
- Notebook próprio.

3 REVISÃO LITERÁRIA

Neste capítulo serão tratadas as bases bibliográficas que norteiam o trabalho executado com a turma. Partindo da discussão de alguns pensadores sobre a evolução da visão educacional, seguindo para as análises das revoluções industriais que permitem chegar aos conceitos atuais de Pensamento Computacional, Robótica Educacional e o ensino de Ciências. Por fim são expostas as metodologias STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e a Área STEM, que pode ser vista como um paralelo ao que se tentou trabalhar com a turma.

3.1 OS PENSADORES E A EVOLUÇÃO DA VISÃO EDUCACIONAL

Os pensadores da educação dos últimos séculos publicaram relevantes teorias sobre a aprendizagem em crianças, adolescentes e jovens, contribuindo para com um universo enorme de educadores. Deste feito, é necessário conhecer suas teorias a fim de justificar as necessidades das práticas experimentais e do uso de tecnologias como recursos eficientes de promoção da aprendizagem. Dentre os principais podemos citar John Dewey (1859 - 1952), Lev Semyonovich Vygotsky (1889- 1934), Seymour Papert (1928-2016), Paulo Freire (1921-1997), David A. Kolb, (1939-**) e José Manoel Moran (1946-**).

3.1.1 John Dewey

John Dewey, filósofo pragmático americano e grande defensor da democracia, foi influenciado pelas Revoluções Industriais e pela Primeira Guerra Mundial, e criou um grande legado sobre Educação e Democracia. Influenciou Paulo Freire e Anísio Teixeira que criaram no Brasil a Escola Nova. Dewey “acreditava que o ensino deveria se dar pela ação e não pela instrução, assim através das experiências se formaria o conhecimento” e “uma aprendizagem mais ativa e participativa” (CARON, SOUZA e SOUZA, 2016). Freire (2017) ao analisar a proposta de Dewey de *Continuum Experimental* para Educação, apresenta três razões básicas como justificativas do empirismo.

Dewey dá três razões em *Experience and Education* para o método científico ser prioritário na educação e na formação das ideias. Em primeiro lugar, o método experimental das ciências daria mais importância não para ideias como ideias do que outros métodos. O fato de que as ideias empregadas são hipóteses, não verdades

finais, é a razão. Há um exame escrupuloso das ideias. As hipóteses, diferentemente das “verdades fixas”, devem ser constantemente testadas e revisadas. Em segundo lugar, ideias ou hipóteses seriam testadas por causa das consequências que produziriam quando se age sobre elas. As consequências das ações devem ser cuidadosamente observadas. Atividade que não é testada nas consequências pode ser temporariamente aproveitada, mas não leva a lugar algum, não leva à expansão de ideias. Em terceiro lugar, o método da inteligência manifestado no método experimental demandaria acompanhamento das ideias. Sumarizar e revisar constantemente. Para Dewey o método científico é a única forma autêntica de obter significância de nossa experiência de cada dia no mundo que vivemos. A adaptação do método para indivíduos de vários graus de maturidade é o desafio do educador. O constante fator da discussão educacional para Dewey é a formação de ideias, agir sobre ideias, observação de condições, que resultam em organização de fatos e ideias para uso futuro (FREIRE, 2017).

Dewey dá grande importância ao método científico como processo de formação do conhecimento e aprendizagem em que os testes e experiências vividas contribuem sobre a reflexão do fenômeno a ser estudado e a formação de hipóteses e outros testes. O autor expõe o “*Continuum Experimental*” como a continuidade na busca pelo saber, fazendo, repetindo, refazendo as experiências e criando novas ideias. Através dos sentidos Dewey propõe um elo de interação do ser humano, criando um vínculo homem e natureza. Ali (2014) afirma que “dentro desta visão naturalista, na proposta deweyana, a experiência não possui começo nem fim, apresenta-se como um todo, um fluxo que é apreendido através dos sentidos em movimento, estabelecendo e expandido padrões nas ações: os hábitos”. Deste modo, Dewey propõe toda uma sistematização de aquisição do conhecimento através da interação e prática, baseado no método de científico.

3.1.2 Lev Semyonovich Vygotsky

A teoria de Vygotsky para aprendizagem foi influenciada por Marx, que propôs a teoria sócio interacionista para a formação do conhecimento, a qual “não acontecia a partir de uma simples associação de ideias armazenadas na memória, mas era um processo interno, ativo e interpessoal” (NEVES, DAMIANE, 2007 apud CRUZ, RODRIGUES e FILHO, 2017). Mourão (2018) cita que Vygotsky afirma que a aprendizagem atua na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), capaz de induzir internamente o desenvolvimento, oportunizado pela interação com outras pessoas em seu ambiente. Desta forma expressa que a interação do homem com meio e com outros homens gera o conhecimento, construindo suas habilidades e criando signos, que são abstrações mentais, símbolos que dão um significado a um objeto, trazendo a construção de uma linguagem.

Biehl (2018) reconhece que Vygotsky afirma que a “aprendizagem é uma experiência social, de interação pela linguagem e pela ação”, onde o discurso e a prática produzem significados, compreensão e ação crítica, com autonomia. Assim esta teoria expõe que as interações de pessoas com a prática, a exemplo de discussões em grupos, produzem símbolos. Ou seja, a partir do concreto possibilita o homem criar mentalmente o abstrato. Alguns autores ainda colocam que Vygotsky a partir da ZDP e da Teoria Sócio Interacionista sugere a mediação pedagógica que por sua vez é o meio de inserção do professor como mediador do conhecimento. Pereira (2016) que diz que as ideias de Vygotsky acerca da “mediação pedagógica é feita com linguagem e signos por alguém – nesse caso o professor – que se interpõe entre o conhecimento e o aprendiz”.

3.1.3 Seymour Papert

Seymour Papert foi o precursor do uso do computador como ferramenta de aprendizagem com crianças, criando a linguagem de programação LOGO, e também uma outra linha pedagógica, o Construcionismo. Tal teoria era ligada ao Construtivismo, todavia associava uma ferramenta, a exemplo de um computador, como elemento contribuinte a formação do conhecimento pelo indivíduo. Stager (2016) expunha que Papert queria criar um método novo no ensino de matemática: “Eu queria criar uma matemática que as crianças possam amar um pouco mais do que inventar truques para ensiná-las a matemática que elas odeiam” – tradução livre.

Papert trabalhou no uso das ferramentas tecnológicas para servir como atrativo aos alunos, a fim de que a matemática deixasse de ser enfadonha e indesejada, que seja repleta de significados. Fala-se que o um dos fatos que mais influenciou Papert na sua infância foi ao redor de sua casa ser cheio de engrenagens e ferramentas, com suas diversidades geométricas e de encaixes. Com o ingresso de Seymour Papert na Matemática e o advento do computador, criou-se o LOGO, a fim de possibilitar a aquisição do conhecimento. Scheler (2014) expõe o construcionismo de Papert como “a elaboração do conhecimento só acontece quando o sujeito constrói um objeto de seu interesse, seja um desenho, uma imagem, um texto, um mapa ou um programa de computador”. Então a máquina, o computador, é um meio que funciona para expor o que a mente planeja e cria, ou seja, a partir de recepção do conhecimento sobre o manejo do objeto, o aprendiz inicia o processo de cognição para criação de novos produtos e futuras criações.

3.1.4 Paulo Freire

No Brasil, temos um dos principais pensadores da Educação Mundial, Paulo Freire, que questionava o aprendizado por repetição, sem questionamentos, apenas por acúmulo, o que denominava de educação bancária. Apesar de não identificar o pensamento que o ligasse diretamente sobre as práticas experimentais em ciências, sempre levou em suas teorias as necessidades de o educando dever questionar e problematizar, fase imprescindível no método científico. Paulo Freire em seus experimentos sobre educação leva em consideração que o ambiente de vivência do aluno deve ser concreto para interação e contínuo aprendizado levando-o do concreto ao abstrato.

Paulo Freire (1987) afirma que o “Educador e Educandos, co-intencionados a realidade, se encontram numa tarefa em que ambos são sujeitos no ato, não só de desvendá-la e, assim criticamente conhece-la, mas também no ato de recriar este conhecimento”. Assim existem apenas sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem, pois professor e aluno fazem parte do mesmo contexto local e temporal que deve ser problematizado, denominado de pedagogia problematizadora. Em que Freire ainda indica que deve ser analisado a tridimensão temporal (passado, presente e futuro). Na “pedagogia problematizada de Freire o docente tem o papel de despertar nos discentes o espírito crítico, a curiosidade e a não aceitação da educação bancária, caracterizada pela simples transmissão do conhecimento” (LEAL, 2014).

Não apenas uma metodologia da investigação temática, mas também uma educação problematizadora. O esforço de propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer a interação de suas partes. TAHA (2016) ao discutir sobre Paulo Freire fala que “na experimentação problematizadora tem o objetivo de ir além da investigação, deve ser capaz de instigar uma curiosidade, despertando uma criticidade em relação ao conhecimento”. Desta forma a problematização leva aos estudantes e professores, observadores do fenômeno, a serem os principais protagonistas do processo, verificando os conceitos já postos, comparando, criando suas teses e discutindo. Então o processo de problematização é necessário para a prática experimental, pois é com a formulação de hipóteses e procura por respostas que podemos conceber conceitos novos e reescrever outros com novas perspectivas.

3.1.5 David Kolb

O americano David Kolb em 1984 publicou um livro, a *Aprendizagem Experiencial: Experiência como a Fonte de Aprendizagem e Desenvolvimento*, que apresenta um ciclo de aprendizagem em quatro estágios. Tal ciclo é exposto da seguinte forma: 1-Experiência Concreta, 2-Observação Reflexiva, 3-Conceituação Abstrata, 4- Experimentação Ativa. Pimentel (2007) explica bem o processo da Teoria da Aprendizagem Experiencial de Kolb e o expõe assim:

Experiência concreta (EC) – Refere-se a experiências de contato direto com situações que propõem dilemas a resolver. As ações são referenciadas em conhecimentos e processos mentais já existentes, aprendidos anteriormente. Principalmente por atitudes de experimentação, obtém-se a matéria-prima para aprendizagens ulteriores.

Observação reflexiva (OR) – Constitui-se num movimento voltado para o interior, de reflexão. Caracteriza-se por atitudes, sobretudo, de pesquisa sobre a realidade, como: identificação de elementos; construção de associações; agrupamentos entre os fatos perceptíveis da experiência; determinação de características, dificuldades e possibilidades de escolhas; partilha de opiniões sobre um determinado assunto. Conceituação abstrata (CA) – Caracteriza-se pela formação de conceitos abstratos e generalizáveis sobre elementos e características da experiência. Constitui-se de ações de comparação com realidades semelhantes, bem como generalização de regras e princípios, cujo intuito é estabelecer sínteses a partir da troca de opiniões, estabelecendo-se um tronco comum de ideias compartilhadas.

Experiência ativa (EA) – É a repercussão das aprendizagens em experiências inéditas, num movimento voltado para o exterior, de ação. Caracteriza-se por aplicação prática dos conhecimentos e processos de pensamento tornados refletidos, explicados e generalizados. A ação está centrada em relações interpessoais, com destaque à colaboração e ao trabalho em equipe.

De acordo com a Teoria de Kolb, a experimentação é necessária para fazer a relação entre teoria e prática, em que cada experimentação vivida leva a Observação Reflexiva dos fenômenos, promovendo uma Conceituação Abstrata a partir da lógica e da sistemática de ações. Permitindo a possibilidade de reflexão, em que novas hipóteses podem ser levantadas, confrontadas e conceitos formados, repercutindo do interior para o exterior. Kolb (1984, apud Pimentel, 2007) afirma que “aprender é examinar as hipóteses, experimentando-as, incorporando-as ou modificando-as em função das novas situações de experiência.” Assim Kolb coloca que não basta apenas experimentar algo, o aprendiz deve ter noção que pode transformar tal experiência a partir de sua hipótese e análise concluída o que chama de experiência ativa. Kolb define: *Learning is the process whereby knowledge is created through the transformation of experience* (a aprendizagem é o processo pelo qual o conhecimento é criado através da transformação da experiência – tradução livre).

3.1.6 José Manuel Morán

Ao falar em novas tecnologias, o Professor José Manuel Morán deve ser citado, pois sua preocupação é em associar as Novas Tecnologias como recursos pedagógicos a fim de facilitar o aprendizado do conteúdo formal. Pois coloca que os “métodos tradicionais privilegiavam na transmissão de informação pelos professores quando a informação era de difícil acesso” (MORÁN, 2015). Assim justifica toda a necessidade de mudança de metodologias pois não basta apenas informar e que agora deve fazer diferente, baseado principalmente nos teóricos descritos abaixo que já pregavam mudanças.

Teóricos como Dewey (1950), Freire (2009), Rogers (1973), Novack (1999), entre outros, enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele (MORÁN, 2015).

Morán (2015) fala que os processos de organização curricular, de metodologias, dos tempos de aula e seus espaços precisam ser revistos, o que é complexo, mas necessário, porque já existem modelos bem sucedidos. Desta forma Morán propõe que a sala de aula deve ser um “espaço de trocas de experiência, de resultados e de pesquisas” e que se deve utilizar metodologias ativas no cotidiano escolar. “Nas metodologias ativas de aprendizagem, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais; os mesmos que os alunos vivenciarão depois na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso” (MÓRAN, 2015). Possibilita então que o “aluno aprenda a conhecer” e “aprenda a fazer”, pilares da Educação da Unesco, necessidades primordiais para a Educação do Século XXI, em que aluno se torna sujeito ativo de um processo de aprendizagem.

Móran nos seus estudos cita diversos softwares, aplicativos de celular, além de alguns hardwares que podem ser utilizados como ferramentas pedagógicas que auxiliam a aprendizagem. Também sugere a aplicação de aulas invertidas em que estudante recebe logo o conteúdo, através de textos físicos ou mídias digitais e posteriormente vai para o ambiente escolar onde discute as ideias com outros e o professor, e realiza outras tarefas. O aluno passar a praticar ações relacionadas a temática explorada em que a tecnologia possibilita uma integração entre ambiente reais e virtuais. Como exemplos métodos usados neste processo seriam a gamificação que usa um processo de metodologias semelhante a jogos em que o aprendiz tem retorno imediato, com mensagem de erro ou acerto lhe empolgando pois lhe imprime o espírito competidor ou inovador a cria seus próprios jogos. E outro consistena

cultura “*maker*” em que o aluno usa novos recursos para construção objetos a partir da Plataforma Arduíno, Respberry PI, impressora 3D, gráfica a laser e a plataforma CNC, possibilitando criação de objetos ou dispositivos afim de tornar o real o aprendido.

Morán (2015) afirma que a “que a tecnologia traz hoje é integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital”. Com a proposta de unir o mundo digital e físico para auxiliar o desenvolvimento dos conteúdos, habilidades e competências da BNCC espera-se chegar um aprendizado eficaz. Nota-se que as “escolas no mundo inteiro estão se reinventando; as nossas, também. Quanto mais nos empenharmos em aprender a ensinar em um mundo conectado, melhor será para os estudantes, educadores e para a sociedade” (MORAN, 2017).

Assim o processo de problematização e inovação para educação é o caminho a ser trilhado, desta forma será proposta a criação de dois produtos de aprendizagem, que possam contribuir para o ensino de ciências e suas tecnologias. Entretanto, para que fossem possíveis as tecnologias existentes hoje, foram necessárias as revoluções industriais.

3.2 AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Os modos de produção de alimentos, roupas, calçados, posição geográfica no globo e clima ditam todo o modo de vida de uma comunidade em seu respectivo ambiente, influenciando diretamente na cultura. Assim as mudanças nestes modos de produção causam impactos em todos os modos de vida de uma sociedade.

Assim foi na 1ª Revolução Industrial, quando aconteceu na Inglaterra, entre os séculos XVIII e XIX com a mecanização dos teares e o uso de máquinas a vapor promovendo mudanças revolucionárias naquele país. Pode-se observar que a oferta de empregos pelas fábricas e teares levou a população a buscar melhores condições de vida devido a oferta de trabalho, que por sua vez, influenciaram a migração para os centros urbanos onde as fábricas eram instaladas. Pequenas cidades começaram a crescer e se tornar grandes centros e causando também problemas, tais como: poluição, produção de esgotos, entre outros. A principal fonte energia consumida pela indústria era o carvão mineral.

Pochmann (2016) expõe que “o movimento da acumulação primitiva de capital derivado do sucesso do mercantilismo e das novas fronteiras de exploração colonialista entre os séculos XVI e XVIII favoreceu a Grã-Bretanha, enquanto berço do padrão de

industrialização originária”. Como já era uma grande potência nos mares a Inglaterra atinge os vários continentes, formando um grande mercado consumidor mundial e dar vazão a sua produção e passam a investir em novas tecnologias causando uma nova revolução industrial.

Novas descobertas na ciência promoveram o desenvolvimento das indústrias: elétrica, química, metalúrgica e farmacêutica a partir da metade do século XIX. Colaborando para uso em larga escala de polímeros e do aço. O petróleo, o gás e a eletricidade surgem como fontes de energia usadas em larga escala pela indústria pelos grandes centros. Surgem também os processos de linha de montagem e a população melhora sua qualidade de vida o que impacta no crescimento demográfico, provocando um crescimento exponencial dos centros urbanos. Assim aconteceu a 2ª Revolução Industrial começa 1870, com “a internalização de novos produtos e de grandiosa escala de produção nos setores da energia elétrica, química, petróleo, motor a combustão, aço, entre outros, exigiu maior impulso à concentração e centralização dos capitais.” (POCHMANN, 2016).

Após a Segunda Guerra Mundial e com o início da Guerra Fria os países reiniciam um processo de organização e reestruturação do mercado e suas indústrias. Com advento da microeletrônica, favorecendo o surgimento de computadores domésticos e os primeiros robôs nas indústrias, impactando diretamente no processo produtivo. Os japoneses criam até um novo formato de linha de montagem e produção, o que foi chamado de *toyotismo* (PORTO, 2016). Desta forma aconteceu a chamada 3ª Revolução Industrial, associada a automação do processo industrial e a globalização do mercado e também foi chamada de revolução digital (POCHMANN, 2016).

As matérias-primas neste processo passaram a ser de matrizes diversificadas, a exemplo da energia elétrica que pode ser de fontes como: hidrelétricas, usinas de energia nuclear e de termelétricas, aumentando o consumo do petróleo. Como impacto passa a existir a massificação de produtos eletrônicos, o que favorece os meios de comunicação. Com o fim da Guerra Fria na década de 40 começam a surgir os blocos econômicos e existir negociações multilaterais favorecendo o processo de Globalização.

Em 2016, o tema do Fórum Econômico Mundial, em Davos, teve como tema central a 4ª Revolução Industrial (SCHWAB, 2016 apud (SANSON, 2017). Estando presente autoridades das principais potências mundiais e os CEO's dos maiores grupos econômicos. Klaus Schwab, fundador e diretor deste fórum expõe sua teoria e previsões sobre a 4ª Revolução e como ele está acontecendo, com suas causas e consequências que provocará todo processo de mudança dos modos de produção. Suas previsões causam espanto pois cita que “as mudanças são profundas que, na perspectiva da história da humanidade nunca houve um

momento tão potencialmente promissor ou perigoso” (SCHWAB, 2016 apud (SANSON, 2017).

Nesta 4ª Revolução esperam-se impactos nas inovações tecnológicas já em curso, tais como: robótica, inteligência artificial, internet das coisas, veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, armazenamento de energia e computação quântica. Schwab (2016 apud SANSON, 2017) também sugere que o que distingue a 4ª revolução das outras é a velocidade, amplitude e profundidade, que acontecerá com fusão de domínios físicos, digitais e tecnológicos.

No fórum de Davos de 2016 foram realizadas pesquisas com 800 congressistas sobre mudanças profundas que poderiam ocorrer no processo produtivo até 2025, chamados pontos de inflexão. Por exemplo, 82% dos entrevistados acham que estará disponível em 2025 a venda e uso do telefone celular implantável no corpo humano. 79% dos entrevistados acham em 2025 que 10% dos carros serão autônomos. Outros dados preocupantes são sobre empregos, por exemplo as funções de operadores de telemarketing, secretários ou assistentes administrativos, entregadores ou mensageiros entre outros serão propensas a automação.

Assim as previsões feitas no Fórum de Davos em 2016 são preocupantes, principalmente no tocante a empregos que venham desaparecer, entretanto é possível de prevenir a sociedade e focando na formação de pessoas em profissões que porventura venham a surgir. Assim investimentos na capacitação de pessoas para desenvolverem habilidades e competências na área de robótica, programação de softwares, de inteligência artificial, pensamento computacional e aplicações tecno-científicas.

3.3 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Tendo em vista a popularização das mídias digitais e da internet, tem-se um acréscimo significativo no tráfego de dados pelo mundo e, conseqüentemente, novas habilidades e competências que crianças, jovens e adultos devem adquirir para um mercado volátil, surge, portanto, o conceito de pensamento computacional como habilidade do século XXI. Pois acredita que fundamentos usados na computação, com capacidade de programar softwares para resolução de problemas contribui no desenvolvimento de habilidades e competências como capacidade colaborativa, abstração para resolução de problemas entre outras. Geraldes (2017) coloca que o pensamento computacional é o “desenvolvimento do pensamento

sistêmico, algorítmico e abstrato para a resolução sistemática de problemas”. Brackmann (2019) expõe três conceitos de Jeannet Wing que cunhou o termo: pensamento computacional:

A combinação do pensamento crítico com os fundamentos da Computação define uma metodologia para resolver problemas, denominada Pensamento Computacional. É uma distinta forma de pensamentos com conceitos básicos da Ciência da Computação para resolver problemas, desenvolver sistemas e para entender o comportamento humano, habilidade fundamental para todos” (WING, 2006 apud Brackmann (2019).

Processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e as suas soluções de modo que as mesmas são representadas de uma forma que pode ser eficazmente executada por um agente de processamento de informações” (WING, 2010 apud Brackmann (2019).

São os processos de pensamento envolvidos na formulação de um problema e que expressam sua solução ou soluções eficazmente, de tal forma que uma máquina ou uma pessoa possam realizar. É a automação da abstração e o ato de pensar como um Cientista da Computação” (WING, 2014 apud Brackmann (2019).

Zapata-Ros (2015)–(tradução livre) sugere que o Pensamento Computacional pode ser decomposto em 15 componentes: “Análise ascendente; Análise descendente; Heurística; Pensamento divergente; Criatividade; Recursividade; Pensamento abstrato; Solução de problemas; Iteração; Métodos por aproximações sucessivas: Ensaio - erros Métodos colaborativos; Padrões; Cinestesia; Metacognição”. Em que a Heurística consiste em técnicas baseadas na experiência para resolverem um problema, para aprendizagem, para o descobrimento de propriedades ou regras.

Desta forma pode-se perceber que o pensamento computacional estimula o estudante a resolver problemas, a partir da abstração, em que pode usar alternativas de ir em busca de uma resolução de um problema menor para um maior, ou de fazer o caminho inverso. Pode usar a criatividade para desviar de barreiras e observar regularidades a fim de cumprir um desafio, otimizando estratégias possíveis, em que o processo colaborativo pode ser usado no intuito de ajudar os outros ou a coletividade.

Couto (2017) faz um estudo sobre pensamento computacional e faz referências a autores como Baumam, Chomsky e Paulo Freire. E sugere que o pensamento computacional também faz parte de uma educação libertadora, que deve evitar artifícios de colas, com apenas cópias de conteúdo ou de programas de outros, ou recursos apenas de memorização. Couto (2017) defende o uso da robótica e programação com finalidades e coloca que o:

Pensamento Computacional Educacional seja trabalhado de uma forma prática, por meio de projetos e não seja meramente teóricos, pois não desenvolve estas habilidades sem atividades práticas. Para isso a robótica, a programação,

especialmente destinadas a dispositivos móveis a atividades maker são as mais recomendáveis.

Assim podemos anotar que o Pensamento Computacional deve ser uma habilidade a ser desenvolvida pois estimula o raciocínio sistematizado e abstrato capaz de resolver problemas tangíveis ou propor soluções. Pois a prática do Pensamento Computacional pode deixar o homem hábil e preparado para soluções eficazes de problemas repentinos. Desta forma atrelado a robótica educacional como meio pode ser mais fácil para desenvolvimento de habilidades e competências do pensamento computacional.

3.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL

A robótica educacional surge com Seymour Papert, quando propõe criar e usar metodologias tecnológicas úteis no ensino de Matemática, tornando as aulas menos enfadonha, dando dinamicidade e clareza com objetivos concretos onde o aluno se propõe a chegar. Papert cria a linguagem de programação LOGO, que insere programação em um contexto virtual para que crianças possam manusear os elementos do programa a fazer atividades paralelas de matemática, inserindo o lúdico na proposta educativa.

A Robótica Educacional pode ser definida então como “um conjunto de recursos que visa o aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como design, construção e programação de robôs” (LOPES, 2008, p. 41 apud (CUCH e MEDEIROS, 2017)). Desta forma a robótica educacional pode ser integrada em vários conteúdos das mais variadas disciplinas contribuindo para uma aprendizagem significativa em que o estudante é levado a construir o modelo e a programação, lhe fazendo obrigado a refletir por todo um processo.

Campos (2017) fala que a robótica educacional pode ser inserida em três contextos no currículo, por temas em que usam para trabalhar conceitos de Física, Matemática ou Ciências. Trabalho no contexto de projetos que várias temáticas são exploradas interdisciplinarmente desenvolvendo saberes em áreas diferentes simultaneamente. No contexto de competição em que alunos desenvolvem e participam de eventos e competições de robótica, trabalhando habilidades relacionadas à participação nos desafios propostos.

O professor ao utilizar Robótica Educacional passa a ser mediador de um processo que possibilita o engajamento do aluno em uma tarefa de construção que contribui com poder de criação e reflexão para chegar ao objetivo proposto, explorando a temática paralelamente. E além de trabalhar conteúdo das disciplinas formais pode contribuir no desenvolvimento de

habilidades do pensamento computacional como metacognição, pensamento criativo, processo de tentativa e erro, e trabalho colaborativo.

Apesar de ser quase unanimidade o efeito positivo da robótica educacional nos ambientes escolares, algumas críticas são colocadas, como por exemplo que não se consegue inserir dentro do horário regular, geralmente são desenvolvidos em aulas extras, não contemplando todos os alunos. Assim Blikstein, (2013 apud (CAMPOS, 2017) tece algumas críticas e cita algumas dificuldades

Os obstáculos relacionados à implementação da robótica no currículo regular nos parece ser a natureza do tempo requerido para atividades de robótica, o custo do equipamento necessário e a formação teórico-prática do docente para o correto manuseio dos equipamentos, bem como da articulação teoria e prática do uso deste recurso tecnológico. Este problema parece ficar ainda pior quando levamos em conta a percepção de que a robótica, igualmente com outras áreas da ciência e tecnologia, é difícil, mais direcionada para um gênero (homens), e não convidativa para a maioria dos alunos.

Assim o contexto da inserção da robótica educacional no ensino regular deve ser analisado, pois é verificado seus benefícios, entretanto existem vários empecilhos que travam a aplicação da metodologia. Pois custos elevados para as compras de kits de robótica, falta de formação dos educadores dificulta a inserção da ferramenta pedagógica para a associação de teoria e prática. Os espaços de laboratórios de informática muitas vezes não são adequados e não colaboram com nenhum conforto, tornado um ambiente desagradável.

Algumas alternativas estão sendo propostas para combater a falta iniciativa do para uso da robótica educacional como adaptações aos espaços existentes. Existe um movimento denominado “*maker*”, popularmente traduzido como “faça você mesmo” que estão inserindo a robótica educacional atrelada a equipamentos de baixo custo adquiridos na internet ou importados em sites asiáticos. Este movimento tem ganhado força nos últimos anos afim “superar a dicotomia inerente nos sistemas educacionais e conectar o esforço intelectual dos alunos com suas experiências em “fazer” e construir coisas com seus amigos e parentes espaços não formais de educação” (CAMPOS, 2017). Então com o emprego de recursos de baixo custo é possível inserir robótica nos mais diversos ambientes escolares e possibilitar desenvolvimento de habilidades e competências, possibilitando trabalhar com programação, eletrônica, mecânica diretamente além de pode ser desenvolver projetos relacionados as mais variadas ciências.

3.5 ROBÓTICA EDUCACIONAL DE BAIXO CUSTO

Com propostas para introduzir a robótica educacional em todos os espaços, sejam de escolas públicas ou privadas e de promover o desenvolvimento habilidades e competências diversas, como as propostas pela Base Nacional Curricular Comum ou as dispostas pelo pensamento computacional sugere utilizar equipamentos facilmente adquiridos e de baixo custo. Uma vez que alunos de baixa renda e ou escolas poderiam montar seus próprios kits de robótica, com investimentos baixos tendo em vista sua facilidade de serem comprado em lojas virtuais e com preços acessíveis.

Nota-se que no mundo existe movimento de inclusão digital e desde 1998 existe um denominado “*open source*” (código aberto- tradução livre)que libera seus programas para a comunidade mundial usarem sem custo algum. Assim são plataformas com uma cultura colaborativa que usuários também contribuem com a melhoria da plataforma e podem doar seus projetos para o crescimento e divulgação do software. Uma das mais conhecidas é o sistema operacional Linux com seus respectivos aplicativos e no mundo da robótica têm algumas plataformas hardware livre como: Arduíno, RaspberryPi, Beagle Board e a EspressIF (COELHO, 2017).

Assim a possibilidade de integrar a robótica educacional de baixo custo é viável para quaisquer escola, pública ou privada, tendo em vista a viabilidade, pois geralmente os softwares não tem custo e são baixados livremente da internet, sem necessidade de pagamento de quaisquer direitos a empresas. O outro ponto é em relação as plataformas físicas, das quatro listadas anteriormente três dispõe de hardware livre e a EspressIF tem baixo custo. Assim a aquisição de equipamentos de plataformas eletrônicas para construção projetos de robótica educacional é viável e acessível com custos compensadores tendo em vista a relação custo benefício. Possibilitando atender escolas públicas, privadas e alunos das mais variadas camadas sociais, e a possibilidade de ensinar sobre programação e eletrônica na prática, além de possibilitar o desenvolvimento de outras habilidades e competências.

Alguns pesquisadores chegaram a conclusão sobre algumas vantagens do uso da robótica de baixo custo como a facilidade de encontrar e a escolha com “independência de fornecedores para aquisição de peças e componentes para reposição ou a manutenção” (FABRI JÚNIOR, 2014). E outra “vantagem do uso destes kits é que eles não exigem um conhecimento aprofundado de eletrônica nem de programação, sendo viável a sua manipulação por educadores e educandos em geral” (SANTOS, 2010). Outra vantagem é a

disponibilidade de protótipos em sítios eletrônicos, com tutoriais, vídeos, esquemas e mapas de todos os processos de montagem, programação, como por exemplo os projetos criados e disponibilizados na plataforma Arduino para consulta gratuita.

Como a plataforma Arduino dispõe de muitos recursos e tutoriais em seus sites eletrônicos e de outros canais, hardware mais barato e disponíveis nas lojas virtuais, facilidade na programação e operação de montagem de circuito eletrônicos e por ser mais conhecido e divulgado foi escolhido como recurso para o desenvolvimento da robótica educacional com alunos do ensino médio. Apesar de existirem outras plataformas de baixo custo que também possibilitam a inserção da Robótica no ensino como a BeagleBone, EspressIf e RaspBerry Pi, que ainda serve como computador.

1.1.1 Plataforma Arduino

A concepção da Plataforma Arduino surge de uma necessidade do professor Massimo Banzi, da Disciplina de Design de Interação, do Instituto de Design e Interação de Ivrea, no Norte da Itália. O Professor “precisava encontrar uma maneira fácil e barata para que os seus alunos, na maioria designers e artistas, pudessem criar dispositivos eletrônicos que reagissem fisicamente conforme fossem estimulados” (COSTA, 2019). Assim a ideia de concepção da Plataforma Arduino parte da premissa acessibilidade a qualquer público, em que dispositivos eletrônicos pudessem ser facilmente criados, programados e manipulados.

Massimo Banzi juntamente com David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, desenvolveram e projetaram o microcontrolador e o programa da Plataforma a partir de várias de linguagens de programação, entre elas o Processing. Por volta de 2005 lançaram a plataforma Arduino, que leva o nome de um bar da cidade Ivrea. O projeto Arduino é agora apoiado por uma empresa internacional, com escritórios e pessoas em todo o mundo (ARDUÍNO, 2019).

A empresa Arduino apresenta seu conceito como “Arduino is an open-source electronics platform based on easy-to-use hardware and software”(tradução livre - O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar) (ARDUÍNO, 2019). E coloca a plataforma como uma ferramenta de fácil para prototipagem, que não precise ter formação específica, destinada a qualquer estudante sem formação em programação ou eletrônica. Baseadas em códigos abertos pode ser usados e construídos para equipamentos de impressão em 3D, internet das coisas (Internet of Things - IoT), ou dispositivos vestíveis.

A proposta da Plataforma Arduino desde sua concepção é que seus produtos e programação sejam acessíveis e fácil manipulação, então são baratos comparados com outros microcontroladores, pode ser usado em qualquer sistema operacional de computadores como por exemplo Windows. E a Plataforma cobra apenas o direito apenas sobre a marca e o logotipo em que seus projetos do Hardware são publicados sobre licença dos Creative Commons e o software Arduino é publicado como uma ferramenta open source.

A Plataforma Arduino formou uma grande comunidade de professores, estudantes, inventores, profissionais, artistas, entre outros que criam projetos e executam com uma maior facilidade, dando grandes contribuições para educação no mundo inteiro. Como é exposto pela plataforma:

Professores e alunos o utilizam para construir instrumentos científicos de baixo custo, para provar os princípios de química e física, ou para começar a programação e a robótica. Designers e arquitetos constroem protótipos interativos, músicos e artistas para instalações e para experimentar novos instrumentos musicais (ARDUÍNO, 2019).

As aplicações são de fácil compreensão e basta apenas a compreender o funcionamento do equipamento para estimular a capacidade de inventiva das pessoas e de produção de projetos. Para o Ensino de Ciências torna tudo mais fácil podendo usar os produtos da plataforma nas experimentações e demonstrar fenômenos desenvolvendo habilidades e competências.

A plataforma Arduino consiste em um microcontrolador, uma placa com diversos componentes eletrônicos conectados a sensores e atuadores, sendo programado via computador e desempenha alguma função específica desejada de pelo criador do projeto. A placa Arduino Uno é a modelo de placa mais tradicional apesar de existir vários outros modelos.

O Arduino Uno é uma placa microcontroladora baseada no ATmega 328P, possui 14 pinos de entrada e saída digital, 6 entrada analógicas, cristal de quartzo de MHz, uma conexão USB, um conector de energia, um conector ICSP e um botão de reset, basta conectá-lo ao um computador via cabo USB ou ligá-lo a um adptador AC-DC ou uma bateria (SOUZA, 2013)

A possibilidade de uso desta plataforma depende da capacidade inventiva da pessoas disposta a construir um projeto, a comunidade colaborativa participante do site Arduino demonstra a existência de centenas de projeto nos mais variados ramos. Desta forma o criador pesquisador informado sobre a diversidade de sensores e atuadores poderá fazer uso desta plataforma e desenvolver robôs e produtos automatizados que pode possam responder quando

estimulados. Outras plataformas que operam automação também existem como a Raspberry Pi e EspressIF.

1.1.2 Projeto Raspberry Pi

A Fundação Raspberry Pi foi idealizada em 2006 por alguns membros de um laboratório de computação da Universidade de Cambridge, na Inglaterra. Sua fundação se tornou concreta em 2008 como instituição de caridade com o objetivo de promover a democratização da computação e “to create an ultra-small, cheap computer with the express aim of encouraging children to learn computer science. Founded amid concerns that the number of University applicants for the subject across Britain was falling” (UNIVERSITY OF CAMBRIDGE, 2019) (Tradução-livre computador ultra pequeno e barato com o objetivo expresso de encorajar as crianças a aprender ciência da computação. Fundada em meio a preocupações de que o número de candidatos à universidade para o assunto em toda a Grã-Bretanha estava caindo). Com foi idealizado para ser um computador de baixo custo, pensaram em criar algo que coubesse na palma de uma mão e pudesse ser conectado facilmente a qualquer monitor ou televisão, teclado e mouses. “O grande desafio era tornar esse pequeno computador atrativo aos olhos das crianças, já acostumadas, na época, com jogos eletrônicos sofisticados e iPads” (EBERMAM, PESENTE, *et al.*, 2017).

Além de ser usado como computador, o Raspberry pode ser usado como microcontrolador eletrônico e ser usado na Robótica Educacional, na automação residencial e industrial, além de ser possível desenvolver projetos de Iot (Internet das coisas) além da criação de jogos. Algumas linguagens de programação acompanham o Raspberry: Scratch, Python e Pygames.

O Scratch é uma ferramenta desenvolvida no MIT para o ensino inicial de lógica de programação de forma lúdica. Python é uma linguagem mais avançada, com a qual o estudante já pode desenvolver projetos mais ambiciosos, como robôs e clusters. Pygames é uma biblioteca de rotinas em Python que trabalha com orientação a objetos desenvolvida para facilitar a criação de jogos. Além dessas, podem ser ainda utilizadas outras linguagens (EBERMAM, PESENTE, *et al.*, 2017).

O Scratch possui uma linguagem gráfica para programação que facilita na montagem do programa que basta apenas arrastar e soltar, uma programação em blocos e o maior objetivo é introduzir a programação no cotidiano dos jovens. O Python usa recursos mais avançados que o Scratch, sendo uma linguagem de alto nível, podendo criar programas de

Inteligência Artificial e outro programa mais sofisticados. O Pygames segue é um linguagem de programação que trata de jogos, que o desenvolvedor deve observar todo o gráfico do jogo, como animações, jogos, sons colisões e toda a a a movimentação dos personagens. Assim a placa Raspberry Pi dispõe de diversos recursos e programas que podem contribuir significativamente no desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional.

1.1.3 Microcontroladores ESP (Espressif)

Os Microcontroladores ESP são produzidos pela empresa chinesa Espressif, também chamada de Lexin, localizada na Província de Shangai. A empresa existe desde 2008, e produz semicondutores com preocupação em baixo consumo de energia, a ampla conectividade com equipamentos com bluetooth, wi-fi. O maior diferencial para os outros microcontroladores é o baixo custo, wi-fi integrado e melhor desempenho de processamento.

Os microcontroladores ESP também podem usar a programação da plataforma Arduíno, basta algumas adaptações. Ao comparar com o Arduíno, Minatel (2017) coloca que “ESP8266 mudou completamente o cenário maker no mundo. Antes, o que era dominado pelo Arduino e suas variações, passou a dividir espaço com o ESP, que tem WiFi e custa menos”. Outro produto disponível no mercado é o Beagle Board.

1.1.4 Beagle Board ou BeagleBone

A BeagleBone é uma fundação sem fins lucrativos com sede no Michigan, Estados Unidos que oferece que oferece educação e colaboração em torno do projeto e uso de software e hardware de código aberto na computação embarcada ((BEAGLEBOARD, 2019). BeagleBoard ou BeagleBone dispõe de uma plataforma de design simples, de baixo custo e uma plataforma de software e hardware aberto, não possui memória flash e precisa de um cartão SD . A maior propaganda da organização é que seu minicomputador cabe palma da mão, ou no bolso, podendo trabalhar em mais de uma programação e possivelmente poderá fazer jogos.

A comunidade BeagleBoard.org colabora no desenvolvimento de soluções de computação física de código aberto, incluindo robótica, ferramentas de fabricação pessoal, como impressoras 3D e cortadores a laser, e outros tipos de controles industriais e de

máquinas (BEAGLEBOARD, 2019). Assim a plataforma também possibilita construir equipamentos para Robótica Educacional, afim de desenvolver habilidades e competências de Ciências e Pensamento Computacional.

Assim a possibilidade de integrar a robótica educacional de baixo custo é viável em quaisquer escolas, pública ou privada, tendo em vista a viabilidade, pois geralmente os software não tem custo e são baixados livremente da internet, sem necessidade de pagamento de quaisquer direitos a empresas. O outro ponto é com relação as plataformas físicas, das quatro listadas anteriormente três dispõe de hardware livre e a EspressIF tem baixo custo. Assim a aquisição de equipamentos de plataformas eletrônicas para construção projetos de robótica educacional é viável e acessível com custos compensadores tendo em vista a relação custo benefício. Possibilitando atender escolas públicas, privadas e alunos das mais variadas camadas sociais, e a possibilidade de ensinar sobre programação e eletrônica na prática, além de possibilitar o desenvolvimento de outras habilidades e competências do Ensino de Ciências.

3.6 ENSINO DE CIÊNCIAS NO MUNDO

Apesar das semelhanças das competências que são guias BNCC (BRASIL, 2018) com as que são avaliadas pelo OCDE/PISA, detectou em 2016 que os resultados brasileiros são insuficientes comparados com outros países, a exemplo Cingapura. Questiona-se quais as metodologias usadas no Ensino de Ciências que estão na dianteira das pesquisas do PISA/OCDE, como Cingapura, Japão e Estônia.

Cingapura criou e adotou uma política Educacional que atendesse as necessidades locais da indústria e do comércio a fim de promover sua seu crescimento econômico e desenvolvimento nos anos 70. Serra e Lopes (2014) cita que o modelo adotado foi a partir da “conexão política-economia-educação determinou a centralização do modelo educacional nas mãos do Estado e a criação de fortes elos entre as políticas industriais e comerciais, por um lado, e educacionais e de treinamento profissional”. Em que para atender o mercado de inovador, flexibilizou o currículo, concedeu gratificações aos professores e implantou disciplinas eletivas (artísticas, culturais e desportivas) afim do desenvolvimento habilidades criativas.

Dois alicerces foram buscados nas reformas do ensino em Cingapura, o “bilinguismo combinando inglesa e segunda língua, de acordo com a etnia do aluno” (SERRA e LOPES, 2014) e a “ênfase em Matemática, Ciências e outras matérias técnicas, a fim de preparar os futuros profissionais para o mercado de trabalho” (SERRA e LOPES, 2014). Tais perspectivas surgiram da necessidade de formar pessoas para atuarem em nascentes indústrias de refino de petróleo, eletroquímica, eletromecânica, engenharia de precisão e metalurgia. Cingapura promove o ranqueamento de escolas, não só determinando o cumprimento de metas quantitativas, mas estimulando a qualidade de ensino.

Em 1990, Cingapura entra no grupo de países de Economia a base de conhecimento, a fim de aumentar a competitividade, garantir produção de conhecimento e aumentar criação de mão de obra qualificada. Desta forma o país continua investindo maciçamente em educação, o modelo adotado em Cingapura também estimulou o processo de competição entre escolas, ranqueando as melhores, sempre focando no pensamento crítico e inovador.

De 1997 a 2005, cerca de US\$ 1,56 bilhão foram investidos na introdução de equipamentos de informática nas escolas e o Ministério da Educação estipulou que pelo menos 30% do currículo escolar deveria ser ensinado empregando-se ferramentas tecnológicas.

Ainda como parte da mesma tendência, foram feitas as seguintes modificações: a) maior ênfase no processo de ensino do que nos resultados, na avaliação das escolas; b) revisão dos modelos de avaliação adotados; c) ensino de pensamento crítico e criativo como parte do currículo; e d) redução do conteúdo transmitido ao aluno. (SERRA e LOPES, 2014).

Cingapura criou modelos de ensino a exemplo do SINGAPURA-MATH, que é o modelo de ensino de matemática que utiliza o método concreto-pictórico-abstrato, aonde chega a exportar este modelo para outros países. Enfim, as políticas educacionais neste país são um modelo baseado na inovação nas práticas pedagógicas em busca de qualidade. Outros dois países que estão na frente no ranking da OCDE/PISA também tem seus modelos e suas peculiaridades são o Japão e a Estônia.

O Japão em 1850 tinha 40% da população alfabetizada, que devido a tradição dos samurais tinham trocado as espadas por canetas, se tornando um país burocrata, e para que as virtudes confucionistas não fossem perdidas, de lealdade, respeito aos mais velhos entre outros o Império lançou em 1890, *Imperial Rescript of Education*. Após a Segunda Guerra Mundial o Japão precisou se reinventar devido aos prejuízos econômicos causados pela Guerra, instituindo a educação compulsória e a implantação de conselhos escolares. Um ponto forte que influenciou o modelo educacional foi a mudança no modo de produção industrial na

indústria de eletrônica, o *Toyotismo*, em que na indústria o sistema de produção se tornou é flexível e versátil, baseando na inovação.

“O *toyotismo* (originado no Japão), paradigma vinculado à base eletroeletrônica, tem como características a maleabilidade, a conjugação de tarefas e o conhecimento mais holístico com maior potencial de criatividade” ((SOBRAL, 2000)). Desta forma a tradição cultural e um novo modelo de produção japonês contribuiu para a formação pessoas com uma diversidade de habilidades e competências a fim de atender a demanda crescente principalmente da 3ª Revolução Industrial, como Kuezer (2002) coloca:

A mudança da base eletromecânica para a base microeletrônica, ou seja, dos procedimentos rígidos para os flexíveis, que atinge todos os setores da vida social e produtiva nas últimas décadas, passa a exigir o desenvolvimento de habilidades cognitivas e comportamentais, tais como análise, síntese, estabelecimento de relações, rapidez de respostas e criatividade em face de situações desconhecidas, comunicação clara e precisa, interpretação e uso de diferentes formas de linguagem, capacidade para trabalhar em grupo, gerenciar processos, eleger prioridades, criticar respostas, avaliar procedimentos, resistir a pressões, enfrentar mudanças permanentes, aliar raciocínio lógico-formal à intuição criadora, estudar continuamente, e assim por diante. (KUENZER, 2002).

Assim o modelo de formação japonês forma pessoas com desenvolvimento de competências cognitivas complexas em que tal modelo deu fortes contribuições para um modelo de pedagogia por competências. Em 2002, houve algumas reformas no ensino com redução de carga horária nas disciplinas tradicionais e aumento na quantidade de cursos opcionais. Todavia para manterem o interesse em Matemática e em Ciências as disciplinas passaram a ter ênfase à prática experimental, com resolução de problemas matemáticos nas experiências. Fizeram convênios com museus, universidades e institutos de pesquisas a fim de envolver os estudantes e tornaram as carreiras de cientistas e engenheiros mas atraente e visíveis aos olhos dos estudantes, como informa o relatório da OCDE/PISA (2012), sobre o Japão:

Zest for living was a reaction against the Japanese's previously strict insistence on uniformity, specificity and direction from the top. The so-called yutori-kyoiku, or "relaxed education", approach was announced as part of this agenda in 1998 and implemented four years later. Its aims were to reduce the intensity of the school curriculum; move away from rote memorisation and test preparation; expand elective offerings to cater to a broader range of student interests, career perspectives and levels of proficiency; and support innovative pedagogy. In order to maintain enthusiasm for mathematics and science, the reform also put more emphasis on experiential, problem-solving learning through observations, experiments and project studies; reached out to universities, research institutes and museums for help in engaging students' interest in science; and made the images of leading scientists and engineers more visible and appealing to students thinking about what careers they might pursue.

O entusiasmo pela vida foi uma reação contra a insistência anteriormente rígida do japonês em relação à uniformidade, especificidade e direção do topo. A chamada abordagem "yutori-kyoiku", ou "educação relaxada", foi anunciada como parte dessa agenda em 1998 e implementada quatro anos depois. Seus objetivos eram reduzir a intensidade do currículo escolar; afastar-se da memorização de rotação e preparação do teste; expandir ofertas eletivas para atender a uma gama mais ampla de interesses estudantis, perspectivas de carreira e níveis de proficiência; e apoiar a pedagogia inovadora. A fim de manter o entusiasmo pela matemática e pela ciência, a reforma também colocou mais ênfase na aprendizagem experiencial e na resolução de problemas por meio de observações, experimentos e estudos de projetos; estendeu a mão para universidades, institutos de pesquisa e museus para ajudar a envolver o interesse dos estudantes pela ciência; e tornou as imagens dos principais cientistas e engenheiros mais visíveis e atraentes para os estudantes que pensavam sobre quais carreiras poderiam seguir. (Tradução livre)

Outras novas medidas no programa são a avaliação de professores, com recompensas a professores excelentes e remoção daqueles que usam práticas questionáveis. Verificando também que prática de competição de escolas, com atividades dos alunos sempre são exploradas. Desta forma o Japão forma um capital científico e pessoal que atende as necessidades de grande importância e excelência para economia local.

Outro exemplo de eficiência é a Estônia, o país apesar de sua independência recente da Suécia e União Soviética, teve forte influência da Finlândia, que no ranking da OCDE está em 5º lugar, e para Ciências tem o Projeto LUMA. Que é um programa de excelência em educação científica e “esse projeto estimulou o aumento das matrículas nas áreas científicas e tecnológicas do Ensino Superior e foco no aprendizado experimental, com ênfase em Ciências e Matemática” (CASTRO, 2010). Outro fator que indica os resultados é o estímulo pela autonomia, valorização e forte apreço da população pela cultura letrada, em que a Ministra da Educação fala que são famintos pelo aprendizado.

O primeiro foco dos Estonianos foi o de inclusão digital, criando uma país de cultura digital, e o patrocínio foi de instituições financeiras e de empresas de comunicação, garantindo a 10% da população adulta acesso a curso de informática. As crianças a partir dos sete anos são iniciadas a aulas de programação, resultando em “julho de 2016, 91,4% dos estonianos usavam a internet, um grande salto em relação aos ano 2000, quando apenas 28,6% da população estavam conectadas” (ROONEMAA, 2017). Como exemplo de sucesso foi criada a Plataforma de Skype e Roonemaa (2017) afirma que “a robótica, os clubes de codificação e a programação são populares” patrocinados por órgãos sem fins lucrativos, gerando cultura digital nas famílias como explica uma especialista do Ministério das Comunicações.

Ave Lauringson, especialista chefe da Unidade da Sociedade da Informação do Ministério da Economia e das Comunicações, diz ser um sinal positivo que, além do governo, as pessoas em geral também se tornaram “famintas por TI”. Ao longo dos anos, a educação em TI se espalhou das escolas para as comunidades e para os

passatempos educativos. Recentemente, mais de 200 pessoas – a maioria pais – foram treinados a ensinar robótica como uma atividade extracurricular. “Um terço dos estudantes que tiveram contato prévio com passatempos relacionados à TI admitiram que isso teve um efeito em suas decisões posteriores relativas à carreira”, afirma Laurings. (ROONEMAA, 2017).

Desta forma a Estônia mostra como um país sem muitos recursos naturais consegue alto desempenho em ciências, matemática e leitura devido aos fortes investimentos em educação, tecnologia, inovação e a na criação de uma cultura digital. Verifica-se que para promover o desenvolvimento de habilidades e competências para a formação do cidadão na área de ciências que complete sua formação integral a fim de serem bem avaliados pelo sistema PISA/OCDE temos que usar parâmetros usados por estes países que estão na frente do ranking. Desta forma notamos que as principais ações são em práticas inovadoras de sala de aula, principalmente usando experimentos contextualizados com situações problemas reais, redução da carga horária das disciplinas regulares e implantação de disciplinas eletivas ligadas a cultura, esportes e inovação.

Outra verificação importante é a ranqueamento entre escolas, desta forma o espírito competitivo dos estudantes, os estimulam a estudarem para as competições temáticas sobre ciências e matemática e desenvolverem seus projetos. Outro ponto de sucesso é inserção de prática experimental seja por meio de projetos, seja por meio de práticas interdisciplinares em disciplinas em eletivas ou projetos. Os americanos também adotaram práticas para melhoria do ensino de Ciências e Matemática e criaram a metodologia *STEM Education*.

3.7 ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL

O Ensino de Ciências é fundamental para formação de crianças, jovens e adultos, pois é o primeiro contato com o universo tecnológico e científico, contribuindo para formação integral e profissional das pessoas. Em se tratando de Brasil a preocupação com este ensino aumenta, pois os dados supracitados apontam a necessidade formar um número maior de pessoas na área STEM. Também ao analisar os dados sobre as qualidades do ensino de Ciências no Brasil, verifica-se que se deixa muito a desejar comparando com resultados no de outros países na avaliação do PISA.

Dados da PISA/OCDE (BRASIL, 2016) cita que entre 72 países pesquisados, o Brasil ocupou a posição 66º em matemática, 63º em ciências e 59º em leitura. Quando colocado entre os países de nível socioeconômico semelhante, o Brasil ficou em penúltimo lugar. “No Brasil, 56,6% dos estudantes estão abaixo do nível 2 em ciências, patamar que a OCDE

estabelece como necessário para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania. Esse percentual é maior apenas que a República Dominicana (85,7%)” (BRASIL, 2016). Pode afirmar que a qualidade do ensino atual do ensino de Ciências e Matemática reflete diretamente na escolha dos jovens para graduações em cursos na área STEM.

Este estudo do PISA (BRASIL, 2016) reflete um problema local, a Paraíba se encontra com dados ainda piores que a média brasileira em Ciências. O Brasil apresenta média 401 e a Paraíba média 380 no estudo, ficando entre os Estados que estão na pior média nacional, verificando que a maior média é o Espírito Santo com 430 pontos e o pior Estado, Alagoas com 360 pontos. Faz necessários uma imediata intervenção no Ensino de Ciências e todo o Brasil, pois Cingapura, 1º lugar tem média 556 e a média de todos os países pesquisados é 493.

Este péssimo índice nos dados do PISA em Ciências do Brasil, com dados semelhantes em Matemática, indicam que a qualidade do Ensino no Brasil comparado com outros países é preocupante. Provavelmente a baixa qualidade do ensino de Ciências deixam os alunos desestimulados a procurarem por cursos pela área STEM. Isso indica que devemos melhorar na qualidade do ensino ou reinventar o ensino de Ciências e Matemática nas escolas do ensino fundamental e médio. Pois se continuarmos desta forma o interesse pela procura por cursos na área STEM continuará baixa, assim não atendendo as necessidades do país e tampouco efetivando a formação integral do cidadão.

PISA (OCDE/2016) justifica que a “compreensão de ciência e tecnologia é fundamental na formação de um jovem para a vida na sociedade moderna”. “A ciência e a tecnologia diferem em seus propósitos, processos e produtos: enquanto a tecnologia visa soluções ótimas para problemas humanos, a ciência busca a resposta para questões específicas sobre o mundo natural” (OCDE, 2016). Contudo, ambas estão intimamente relacionadas, podendo uma ser resultado da outra. Assim a necessidade de conhecimento científico e tecnológico, desenvolvendo suas habilidades e competências para formação do cidadão.

O ensino de Ciências no Brasil é tratado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) que é regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1997). No que trata através de competências e diretrizes a serem desenvolvidas nos currículos, que devem ser elaborados pelos estados e municípios, a partir da análise das peculiaridades locais ou regionais. No que trata de Ciências Naturais e suas Tecnologias espera que o cidadão em formação adquira no ensino:

(...) a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos,

tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias.

Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza.

...espera-se que eles aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis (BNCC, 2017).

Pode-se notar que o texto da proposta da BNCC para Ciências e suas Tecnologias, que se assemelha ao texto da OCDE /PISA no que concerne para Ciência. Pois no que trata da “compreensão” e “interpretação” dos conceitos e fenômenos naturais e processos tecnológicos. As competências dos alunos que foram avaliadas no teste PISA/OCDE (2016) são as seguintes:

Explicar fenômenos cientificamente: reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos;

Avaliar planejar investigações científicas: descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente;

Interpretar dados e evidências cientificamente: analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas.

DIAS (2010) expõe que “a noção de competência remete para situações nas quais é preciso tomar decisões e resolver problemas, associa-se à compreensão e avaliação de uma situação, uma mobilização de saberes, de modo a agir/reagir”. Desta forma é preciso delimitar uma série de conhecimentos e/ou conteúdos sistematizados necessários para que a formação do cidadão seja completa. Contribuindo para que aluno aprenda a conhecer, aprenda a fazer, aprenda a conviver e aprenda a ser, preparando-o para o Século XXI, como propõe a UNESCO (DELORS e ORG, 1998). Para atingir tais competências e habilidades as vezes é necessário sair do formato das disciplinas tradicionais e formais usar outras metodologias, como as usadas em projetos e disciplinas eletivas.

3.8 ELETIVAS

Vários países do mundo dispõem em seus currículos de disciplinas obrigatórias e eletivas e tem como exemplos os Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, Finlândia, Coreia do Sul e Japão (PECK, 2016). Parte currículo obrigatório ou compulsório geralmente compreende disciplinas de línguas nativas, história de seu povo e matemática e outra parte do currículo são de disciplinas diversificada e/ou cursos eletivos. Nos Estados Unidos e Canadá as disciplinas eletivas são ofertadas de acordo com as peculiaridades locais ou estaduais.

Há notícias que nos Estados Unidos, no século XIX, algumas escolas normais do Texas já possibilitavam que as pessoas escolhessem as disciplinas que pretendessem estudar, como música, negócios e outros cursos.

Em 1896, The Texas School Journal advertised for Central Texas Normal College in Temple (Advertisement, p. 156). Central Texas announced that students could “enter at any time and select” their own studies. The curriculum at such small schools was often paltry and lacking in academic rigor. For example, Central Texas offered courses that focused on business studies more than teacher preparation. Courses included elocution, music, typewriting, business and literary studies. (BOHAN e NULL, 2007)

Em 1896, por exemplo, *The Texas School Journal* fez uma propaganda para o *Normal College of Temple* em Central Texas. A região central do Texas anunciou que os estudantes poderiam “entrar a qualquer momento e selecionar” seus próprios estudos. O currículo escolar de pequenas escolas como essas eras frequentemente insignificantes e carentes de rigor acadêmico. Por exemplo, a *Central Texas* oferecia cursos que se concentravam nos estudos de negócios os cursos incluíam elocução, música, datilografia, negócios e estudos literários. (TRADUÇÃO-LIVRE).

Então acredita-se que devido a formação política do estado americano foram criadas várias metodologias e currículos de formas diferentes em seus estados e as que obtiveram êxito foram disseminadas. Por exemplo, em 1906, um relatório do Estado de Massachusetts recomendou que, nas escolas públicas, se introduzissem elementos relacionados à educação técnica e industrial (PONTES, 2015). Então o ensino de matérias diversificadas ao currículo básico já era usado por americanos desde final do século XIX e início do século XX.

Acredita-se que vários fatores possam ter colaborado para inserção da parte diversificada nos currículos dos países tornando mais flexível afim de não explorar apenas conteúdos de línguas nativas, história local e matemática. Como fatores locais e regionais, a formação para o trabalho ou temas ligados as artes, saúde pública entres outros deixando o currículo e as escolas mais atrativas para o público estudantil e promovendo o incentivo de novas metodologias.

A Finlândia sempre está na frente quando se trata de educação, estando sempre entre os primeiros lugares no teste do PISA/OCDE, resultados de valorização docente e mudanças na estrutura educacional. Nos anos 70 passou por uma grande organização em sua estrutura curricular e o ensino secundário foi organizado em três tipos de cursos: obrigatórios, especializados e aplicados. “Os estudantes que organizam seu programa de aprendizagem o qual deve incluir 75 cursos, cada um com 38 aulas de 45 minutos 10 créditos de estudos opcionais” (MONTEIRO, 2013). Nota-se que inclusão de disciplinas eletivas e opcionais promovendo a flexibilização do conteúdo pôde contribuir com a melhoria do ensino.

O Japão também inseriu em seu currículo o oferta de disciplinas eletivas como indica a OCDE / PISA de (2012) e busca expandir ofertas eletivas para atender a uma gama mais ampla de interesses estudantis, perspectivas de carreira e níveis de proficiência (tradução-livre-expand elective offerings to cater to a broader range of student interests, career perspectives and levels of proficiency). Assim é perceptível que disponibilidade de ofertas de disciplinas eletivas pode promover a permanência na escola e despertar descobertas vocacionais.

Cingapura criou e adotou uma política Educacional que atendesse as necessidades locais da indústria e do comércio a fim de promover seu crescimento econômico e desenvolvimento nos anos 70. Serra e Lopes (2014) cita que o modelo adotado foi a partir da “conexão política-economia-educação determinou a centralização do modelo educacional nas mãos do Estado e a criação de fortes elos entre as políticas industriais e comerciais, por um lado, e educacionais e de treinamento profissional”. Em que para atender o mercado de inovador, flexibilizou o currículo, concedeu gratificações aos professores e implantou disciplinas eletivas (artísticas, culturais e desportivas) a fim do desenvolvimento habilidades criativas.

Peck (2016) cita que a Finlândia oferta 34% de grade curricular de disciplinas eletivas no Ensino Médio, Inglaterra - 50%, Coreia do Sul – 31%, EUA – 30%, Chile - 25% e o Brasil apenas 5%. Peck (2016) coloca as eletivas como disciplinas opcionais ou especializadas diferenciando do currículo obrigatório e sugere que os países devem escolher que disciplinas devem ser estudada por todos os alunos e que nível de especialização pretende. Então a escolha da quantidade de oferta de disciplinas da parte diversificada no currículo depende do país avaliando as necessidades locais e regionais.

A oferta de disciplinas eletivas no Brasil é pequena com apenas 5% do total do currículo e é muito tímida comparada com países que chegam a ofertar 50% de seu currículo, mostrando que o currículo escolar brasileiro é muito inflexível. Apesar da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, prevê em seu Artigo 26:

Art. 26 - Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (grifo nosso) (BRASIL, 2019).

No Brasil, apesar da lei ter mais vinte anos a parte diversificada era explorada apenas em projetos interdisciplinares abordando os Temas Transversais, pois geralmente o currículo era composto por 13 disciplinas obrigatórias no Ensino Médio das escolas regulares. Verifica-

se então nos últimos anos, com a implementação do ensino integral, as disciplinas eletivas, projetos de vida, estudo orientado. Entretanto como implementação do ensino integral foi paulatina e tem por volta de 10 anos e é difícil analisar sua implementação no Brasil.

Na Paraíba o Ensino Integral foi implementado por volta do ano de 2014 com o modelo adotado pelo Instituto de Corresponsabilidade pela Educação – ICE, em sua o currículo dispõe de disciplinas do currículo obrigatório e parte diversificada, entre tais as disciplinas eletivas. Este modelo aplicado pelo ICE está presente em 19 estados brasileiros atingindo 1335 escolas, 40050 educadores e 747000 estudantes (ICE, 2019). A Secretaria de Educação do Estado de São Paulo define as eletivas com sendo:

Dentro do currículo do Ensino Integral as disciplinas eletivas ocupam um lugar central no que tange à diversificação das experiências escolares, oferecendo um espaço privilegiado para a experimentação, a interdisciplinaridade e o aprofundamento dos estudos. Por meio delas é possível propiciar o desenvolvimento das diferentes linguagens, plástica, verbal, matemática, gráfica e corporal, além de proporcionar a expressão e comunicação de ideias e a interpretação e a fruição de produções culturais. (SÃO PAULO, 2012).

Assim as eletivas devem propor temas relacionadas as propostas da Base Nacional Curricular que provoquem interesses nos alunos integradas e que sejam apresentadas em diferentes linguagens e práticas das tradicionalmente usadas em sala de aula. Em que o objetivo é aproximar as disciplinas formais ou obrigatórias a realidade dos alunos e seus interesses disciplinas eletivas afim que alunos possam sentir familiarizados escolher para estudarem temas afinados com sua personalidade ou de futura escolha da profissão

Outra proposta implantada em caráter experimental é o Ensino Médio Inovador (EMI). Lançado no ano passado, tem entre as suas principais ações o aumento da carga horária letiva anual de 800 para mil horas e a destinação de 20% dessa carga à oferta, pela escola ou por parceiros, de disciplinas eletivas (JAHN, 2013). Percebe-se então uma ampliação gradativa na oferta de disciplinas eletivas que não estejam expostas apenas através de conteúdos formais, mas que possam contribuir na no desenvolvimento de competências e habilidades.

Nota-se que os alunos escolhem as disciplinas eletivas a fim de atender seus anseios pessoais ou com relação escolha de uma profissão pretendida, como por exemplos produção de vídeos e fotos, artes plásticas, gastronomia, eletrônica, robótica, entre outras. Que é ofertada semestralmente nas escolas integrais da rede estadual de ensino e tem por objetivo “diversificar, aprofundar e/ou enriquecer os conteúdos e temas trabalhados na BNCC” (JULIANA ZIMMERMAN, 2016). Desta forma espera-se que as eletivas sejam um atrativo

para os alunos permanecerem na escola e sentirem que as atividades façam parte do cotidiano. E como existe interesse em atrair estudantes para áreas de Matemática, engenharias e Ciências seriam importantes a criação de eletivas e divulgação de eletivas com estas perspectivas. O Estado do Maranhão (2016) na sua estrutura curricular coloca as eletivas como:

Eletivas têm impacto positivo no fortalecimento da autoestima dos estudantes, contribuem para a definição de aptidões, permitem o desenvolvimento de técnicas específicas das áreas de conhecimento e contemplam diferentes formas de expressão e linguagens, além de oferecer aos alunos sólidas bases acadêmicas; cursos eletivos, predominantemente práticos; abrem espaço para o desenvolvimento de competências e habilidades a partir da vivência; e produção em áreas ricas e atrativas.

Assim percebe que a disciplina eletiva pode tratar de qualquer assunto formal previsto na BNCC utilizando de outras linguagens e aperfeiçoando as práticas podendo atrair os alunos e despertar neles algum interesse em determinada profissão relacionada com o tema. Tais disciplinas eletivas podem tratar e explorar diretamente habilidades e competências presentes em disciplinas da área STEM. Em que associadas as mídias digitais poderão explorar temas relacionadas a tecnologias e engenharia ou usar metodologias alternativas para facilitar a aprendizagem em disciplinas que apresentam dificuldades no aprendizado.

3.9 ÁREA STEM

Vários países do mundo demonstram preocupação para o desenvolvimento de formação de profissionais na área de Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática, que pode se chamar de área STEM, um acrônimo do inglês. Informações de um Relatório de 2018 do Fórum Econômico Mundial que acontece em Davos já informa aos países sobre a necessidade de investimentos na formação de profissionais na área STEM.

For governments, firstly, there is an urgent need to address the impact of new technologies on labour markets through upgraded education policies aimed at rapidly raising education and skills levels of individuals of all ages, particularly with regard to both STEM (science, technology, engineering and mathematics) and non-cognitive soft skills, enabling people to leverage their uniquely human capabilities. Relevant intervention points include school curricula, teacher training and a reinvention of vocational training for the age of the Fourth Industrial Revolution, broadening its appeal beyond traditional low- and medium skilled occupations. (WORLD ECONOMIC FORUM, 2018).

Para os governos, em primeiro lugar, há uma necessidade urgente de abordar o impacto das novas tecnologias nos mercados de trabalho através de políticas educacionais atualizadas que visam elevando os níveis de educação e de habilidades de indivíduos de todas as idades, particularmente com relação a ambos a área STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) e não-cognitivo habilidades, permitindo que as pessoas aproveitem seus capacidades. Pontos de intervenção relevantes incluem escola currículos, formação de professores e uma reinvenção da

formação treinamento para a era da Quarta Revolução Industrial, ampliando seu apelo além das ocupações tradicionais de baixa e média qualificação. (Tradução-livre).

O relatório também que aponta que os profissionais devem permanecer em processo de contínuo de qualificação e aprimoramento com relação as novas tecnologias e que geram necessidades da existência de financiamento deste processo de qualificação. Assim todo o sistema educacional deve se adequar e está preparado para formar e capacitar os profissionais antigos e modernos, impactando também na conscientização dos educadores para estarem preparados para este processo.

Os educadores devem tornar a escola um ambiente adequado para a construção do conhecimento e formação do cidadão. Com capacidades para compreender, intervir e participar como agente transformador da comunidade, verificando os avanços tecnológicos, as mídias sociais e o surgimento de novas profissões. Faz necessário que a o sistema de ensino faça valer o artigo 205 da Constituição de Federal de 1988 (CF/88).

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

O Relatório Fórum Econômico Mundial (2016), faz previsões preocupantes no que trata sobre o emprego e trabalho para o presente e o futuro. Pois as mudanças nos modelos de negócios e na indústria serão profundas tendo em vista o surgimento de novos empregos e o seu deslocamento, anotando que algumas profissões das mais procuradas hoje não existiam a cinco ou dez anos atrás. Outra observação do relatório que aponta para este ponto de inflexão é que 65% das crianças de que estão entrando no ensino primário trabalhará em um emprego que ainda nem surgiu, como cita o texto abaixo.

Disruptive changes to business models will have a profound impact on the employment landscape over the coming years. Many of the major drivers of transformation currently affecting global industries are expected to have a significant impact on jobs, ranging from significant job creation to job displacement, and from heightened labour productivity to widening skills gaps. In many industries and countries, the most in-demand occupations or specialties did not exist 10 or even five years ago, and the pace of change is set to accelerate. By one popular estimate, 65% of children entering primary school today will ultimately end up working in completely new job types that don't yet exist. (FORUM ECONOMIC, 2016).

Mudanças disruptivas nos modelos de negócios terão um impacto profundo no cenário do emprego nos próximos anos. Muitos dos principais impulsionadores da transformação que atualmente afetam as indústrias globais devem ter um impacto significativo sobre os empregos, que vão

desde a criação significativa de empregos até o deslocamento de empregos, e da maior produtividade da mão-de-obra até a ampliação das lacunas de habilidades. Em muitos setores e países, as ocupações ou especialidades mais procuradas não existiam 10 ou até cinco anos atrás, e o ritmo da mudança deve acelerar. Segundo uma estimativa popular, 65% das crianças que entram na escola primária hoje acabarão por trabalhar em tipos de trabalho completamente novos que ainda não existem. (Tradução livre).

A indústria brasileira também segue este caminho, dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI), indica que entre 2016 e 2018 o percentual de grandes empresas que utilizam tecnologias digitais em seus processos passou de 63% para 73%. Em especial a automação digital com sensores para controle de processos onde 48% pretendem fazer novos investimentos nessas tecnologias em 2018. A CNI afirma que a implantação das tecnologias melhora a gestão dos negócios e torna eficiente o processo de produção.

Todavia o Brasil segue na contramão das necessidades para o mercado de trabalho e a sociedade, dados da OCDE (2018), indicam que o Brasil insere apenas 17% dos graduados nas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Já para os cursos de Administração e Direito o ingresso chega a 36% e nas licenciaturas chega a 24%. Na Alemanha o ingresso de graduados na área STEM é de 36% e a média dos países que participaram da pesquisa da OCDE é de 24% nesta modalidade.

Outro ponto preocupante é indicado no Relatório do Fórum Econômico Mundial (2016) que cita algo preocupante: *“Most existing education systems at all levels provide highly siloed training and continue a number of 20th century practices that are hindering progress on today’s talent and labour market issues.”* (A maioria dos sistemas educacionais existentes em todos os níveis oferece treinamento altamente emoldurado e mantém uma série de práticas do século XX que estão impedindo o progresso dos talentos atuais e das questões do mercado de trabalho - tradução livre). As práticas educacionais em todos os níveis existentes ainda continuam no século XX estão impedindo progresso nas questões atuais de talentos para mercado de trabalho. Desta forma obriga todo o sistema educacional mundial a repensar suas práticas e imergir neste ambiente tecnológico de tecnologia 4.0.

3.10 METODOLOGIA STEM

Por volta dos anos de 1950, períodos de Guerra Fria e de necessidades de produção de conhecimento bélico e científico, tornaram os americanos uns dos principais patrocinadores da ciência do mundo. A Universidade de Stanford, Califórnia, foi um dos maiores incentivadores da época, onde sugeriu que professores e graduados criassem suas próprias empresas, chegando arrendar suas terras para criação dos escritórios para instalação de novas empresas de tecnologias. Um dos resultados deste incentivo foi o surgimento de empresas como Hewlett-Packard, Apple Inc entre outras conhecidas mundialmente e depois esta região da Califórnia chegou a ser conhecida como Vale do Silício, gerando uma necessidade crescente de profissionais.

Talvez isso tenha contribuído para que na mesma região da Califórnia, professores UC *Berkeley College of Engineering* notarem que muito poucos alunos afro-americanos, latinos e índios eram matriculados em cursos de engenharia e ciência nos anos 60. Então, em 1970, na mesma universidade de criaram o Programa MESA (Mathematics, Engineering, Science Achievement) com o objetivo de criar habilidades acadêmicas e de lideranças nos jovens de classe sempre discriminadas como descreve abaixo.

MESA's goal is to develop academic and leadership skills, raise educational expectations, and instill confidence in California's students historically underrepresented in engineering, physical science, or other math-based fields, in order to increase the number of African American, Latino American and American Indian graduates from a four-year university. (MESA, 2018)

O objetivo do MESA é desenvolver habilidades acadêmicas e de liderança, aumentar as expectativas educacionais e instilar confiança nos estudantes da Califórnia, historicamente sub-representados em engenharia, ciências físicas ou outros campos baseados em matemática, a fim de aumentar o número de afro-americanos, latinos e americanos. Graduados de uma universidade de quatro anos. (MESA, 2018) (tradução livre)

Com o sucesso do programa, a Fundação Hewlett and Sloane doaram 1 milhão de dólares em 1977, em 1979 o poder legislativo da Califórnia aloca 250.000 dólares, em forma de incentivar a indústria a fazer o mesmo, em que cada dólar doado pela indústria o estado doaria outro. Com o passar do tempo várias empresas e estados americanos adotaram e patrocinaram o modelo pedagógico do MESA, além da Califórnia adotaram o modelo os Estados do Arizona, Utah, Colorado, Havaí, Washington, Maryland, Novo México, Oregon, Illinois e Pensilvânia. Que consiste em um projeto de assessoria de acompanhamento de jovens de grupos minoritários desde o ensino médio americano até a faculdade de curso na área STEM, além de promover competições entre escolas.

A Metodologia adotada pelo MESA consiste no “hands-on learning and project-based learning” (MESA, 2018) que significa “aprendizado prático e o aprendizado baseado em projetos” em que os alunos do MESA têm usado os conceitos de matemática e ciências que aprendem em sala de aula para criar projetos de engenharia. Tais projetos vão para o “MESA Days — *yearly hands-on engineering competitions*” em que os “alunos passam boa parte do ano letivo projetando, testando e competindo em competições preliminares, regionais e estaduais” (MESA, 2018).

Outro programa similar também surgiu em Washington, nos Estados Unidos nos anos 90, afim de inovar na metodologia do Ensino de Ciências e Matemática e atrair jovens e latinos para o mercado de alta tecnologia, pois já sentiam a carência. Charles Vela, fundador e diretor do Centro para o Avanço dos Hispânicos na Educação em Ciências e Engenharia (CAHSEE) iniciou, em 1992, um programa de cursos de verão de formação de jovens latinos em Washington, DC. O programa teve sucesso e Charles Vela foi convidado para Congressos da Fundação Nacional de Ciências (NSF) dos EUA. E Rita Colwell, diretora da NSF sugeriu a mudança do acrônimo para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), anteriormente chamado Ciência, Matemática, Engenharia e Tecnologia (SMET).

O objetivo do programa era de preparar jovens pré-universitários latinos de Washington, DC para ingressarem nas áreas de Engenharia e Ciências da Natureza e em Matemática, bem como identificar alunos superdotados que se destacam nas atividades. Além do programa SAT/SOAR que consiste em workshops e seminários para os alunos, e o programa foi desenvolvido em quatro etapas, chamadas de verões. As quatro etapas seguem nesta ordem: abstração matemática, lógica e sintaxe, e conceituação geométrica e visualização; construção de modelos de fenômenos físicos; intuição matemática e engenharia; simplificar a complexidade concentrando-se na análise e síntese matemática e científica.

In 1992, CAHSEE initiated the Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Institute at the Catholic University of America, and the SAT/SOAR program at Montgomery Blair High School in Silver Spring, Maryland. These two programs sought to prepare metropolitan Washington D.C. Latino pre-college students to enter science and engineering schools, and also Hispanic college students to excel in their academic pursuits.

During the first summer, students concentrate in learning mathematical abstraction, logic and syntax, and geometrical conceptualization and visualization. The second year, students learn model building of physical phenomena and/or economic systems. The third summer, students focus in developing mathematical and engineering intuition. Finally, the fourth summer, students learn to simplify complexity by focusing in mathematical and scientific analysis and synthesis. These four areas of concentration: mathematical abstraction, logic and syntax visualization, conceptualization, model building, intuition analysis, and synthesis

constitute the fundamental basis for outstanding success in science and engineering. (CAHSEE, 2003).

Em 1992, o CAHSEE Ciência Iniciada Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) Institute na Universidade Católica da América, eo SAT / SOAR programa em Montgomery Blair High School, em Silver Spring, Maryland. Esses dois programas procuraram preparar a região metropolitana de Washington D.C. Os estudantes pré-universitários latinos ingressam em escolas de ciências e engenharia e também em universitários hispânicos para se destacarem em suas atividades acadêmicas.

Durante o primeiro verão, os alunos concentram-se em aprender abstração matemática, lógica e sintaxe e conceituação geométrica e visualização. No segundo ano, os alunos aprendem o modelo de fenômenos físicos e / ou sistemas econômicos. No terceiro verão, os alunos se concentram no desenvolvimento da intuição matemática e da engenharia. Finalmente, no quarto verão, os alunos aprendem a simplificar a complexidade concentrando-se na análise e síntese matemática e científica. Essas quatro áreas de concentração: abstração matemática, visualização de lógica e sintaxe, conceituação, construção de modelos, análise da intuição e síntese constituem a base fundamental para um sucesso extraordinário em ciência e engenharia. (CAHSEE, 2003) (tradução livre).

Ao aplicar esta metodologia e analisar seu desempenho foi verificado que obtiveram desempenho de 82% no rendimento na faculdade, sendo considerado alto. O programa do CASHEE ainda desenvolveu o Programa Junior e Jovens Engenheiros e Cientistas, Workshops da Academia de Sábado para Pais e Alunos e o Programa Jovens Educadores.

A Metodologia STEM se mostrou interessante e a Agência Espacial Americana (NASA) foi o primeiro patrocinador oficial da (CAHSEE) reconhecendo na preparação de latinos e outras minorias sub-representadas na ciência e engenharia, com reconhecimento pela Casa Branca e pelo Congresso. Em 1994 a Universidade de Washington oferece estrutura física para o desenvolvimento da metodologia STEM, e até 1998 as Universidades de Nova York, Los Angeles e Chicago. No ano de 2000 tornou uma prioridade para os americanos, um exemplo foi o Governador do Arizona, Janet Napolitano, que em 2001 criou uma agenda STEM e vários estados copiaram.

Apesar da pesquisa mostrar que a metodologia STEM possa ter surgido em locais diferentes, estudos indicam que esta é uma necessidade americana pois fatores preocuparam as autoridades como, escassez da mão de obra especializada, transformações técnicas científicas, baixo desempenho escolar, noção de crise escolar, desinteresse dos alunos pelas áreas STEM, modelo de ensino defasado. Em 2005 um relatório da Academia Nacional de Ciências e Medicina Engenharia indicou que as proficiências dos americanos estavam ficando para trás comparados com diversos países. Outros fatores diagnosticados também alertaram e preocuparam as autoridades a exemplo que os americanos estão apenas próximos da média mundial no exame da PISA/OCDE e em 37º posição no ranking. Indicam assim a maior necessidade de investimentos nesta área e desenvolvimentos de novas técnicas.

Pugliese (2017) verificou que outros países também começaram a usar metodologias semelhantes com nomes diversificados a exemplo “STEM Brasil (Brasil), *Engineeringis Elementary* (Estados Unidos), STEM Learning (Reino Unido) e The NEED Project (Global)”. Pois foi analisada a semelhança das características verificadas em documentos, artigos relacionados com a missão institucional dos programas, mas coloca que não há unanimidade em uma definição de um Programa STEM. Em que expõe que há entre os programas há “uma proposta inovadora no ensino de ciências” com uma ideia de um currículo multidisciplinar, que integra as quatro áreas atenção voltada para as demandas do século XXI.

O programa STEM no Brasil adotado em 2009 denominado programa STEM Brasil, atualmente já se encontra em 14 estados brasileiros, sendo uma realização de uma ONG Americana *World Education & Development Fund – WorldFund*, fundada em 2002. O programa consiste no treinamento de professores Física, Química, Biologia e Matemática com encontros bimestrais em um período de dois anos, totalizando 180 horas, que durante a formação os professores treinados tornam-se multiplicadores da metodologia. No curso é explorado a ênfase na incorporação das “habilidades do século XXI necessárias ao mundo do trabalho; resolução de problemas, trabalho em equipe, pensamento crítico e comunicação” (WORLDFOUND, 2016).

Dados do programa STEM Brasil (WORLDFOUND, 2016) indicam que desde 2009 foram treinados 4.690 professores atingindo 670 escolas e influenciando 574.771 alunos. Desta forma verifica-se que o modelo STEM *learning* adotado em várias partes do mundo trilha um caminho no Brasil e em que se espera que tal modelo influencie outras escolas e estados brasileiros. Já existem vários artigos em revistas temáticas educacionais que já abordam este programa de ensino, sendo assim aplicado e replicados com outros nomes, a exemplo de um programa semelhante denominado de “*Maker education*”.

O programa STEM tem se mostrado eficiente, principalmente devido sua crescente aplicação no mundo, pois existe uma necessidade de empolgar jovens a seguirem estas carreiras na área STEM em todo o mundo. Também existe a necessidade mundial de inserir cada vez mais mulheres neste segmento, pois ainda a maioria é composta por homens como indica várias pesquisas da UNESCO.

4 MUNDO 4.0 – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Com o intuito de mostrar aos estudantes as mudanças no mundo provocadas pelo uso de novas tecnologias na indústria, nos modos de produção agrícolas, nas residências e no modo de vida em geral e introduzi-los neste mundo como protagonistas foi proposta uma disciplina eletiva denominada Mundo 4.0¹. A partir desta disciplina esperava-se criar e ampliar uma cultura digital entre os alunos com a criação de clubes e espaços virtuais para discussão de ideias e criação de produtos tecnológicos úteis para eles e para a comunidade, além de enriquecer os conteúdos de Física. A disciplina foi desenvolvida como eletiva em uma Escola Estadual Integral, localizada no Bairro de Mangabeira, João Pessoa/PB, no segundo semestre letivo de 2018.

A disciplina eletiva é ofertada semestralmente nas escolas integrais da rede estadual de ensino e tem por objetivo “diversificar, aprofundar e/ou enriquecer os conteúdos e temas trabalhados na BNCC” (JULIANA ZIMMERMAN, 2016). Assim a disciplina Mundo 4.0, foi ofertada afim de diversificar e enriquecer os conteúdos de Física, Matemática, História e Geografia. A disciplina eletiva é ofertada no início de cada semestre em um momento denominado de “feirão das eletivas” a todos os alunos da escola e os que se identificam com a temática fazem a inscrição na respectiva disciplina de interesse. A eletiva é desenvolvida no semestre, com duas aulas semanais e no final os alunos devem apresentar uma atividade, o que foi produzido, durante o semestre, chama-se este momento de culminância.

A eletiva “Mundo 4.0” foi ofertada no feirão com o apelo de explorar o que estudiosos chamam de Tecnologias 4.0, que são temas ligados a robótica, Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Biofísica, Nanotecnologia entre outras. Foi informado que estes temas seriam explorados e que seria usada a Plataforma Arduíno como recurso para trabalhar programação, eletrônica e o uso de sensores. Os termos robótica” e “robôs” foram usados para contextualizar os estudantes sobre a proposta da disciplina. Passado o período de divulgação ocorreram as inscrições e os alunos proponentes foram escolhidos para dar início ao período de aulas, sendo um total de 25 alunos participantes oriundos de todas as turmas da escola, sendo compostos por 15 meninos e 10 meninas de turmas variadas do 1º, 2º e 3º do ensino médio.

¹ Ementa: 4ª Revolução Industrial; Novas Tecnologias; Plataforma Arduíno: Programação e Eletrônica Básica; Robótica

Os recursos pedagógicos disponíveis pela escola eram 17 computadores de mesa AMD 2,7 ghz, 8gb, HD 500 GB, monitor led 18" e placa de vídeo integrada no processador Amd e internet, com sistema operacional Windows 10, em uma sala com ar-condicionado, painel para exposição de imagens de data-show e internet de 4MB/s. O professor desenvolvedor do projeto tinha como recursos próprios e disponíveis um data-show, internet 4G do seu celular, 5 placas de Arduíno ATmega, 5 protoboard (matriz de contato), led's, jumpers (fios de ligação), 10 potenciômetro de 10 K Ω e sensores diversos. Tais recursos pedagógicos foram necessários para iniciar o desenvolvimento de curso.

4.1 DINÂMICA DE ENCONTROS E TRABALHOS COM ALUNOS

No primeiro encontro foi realizada uma atividade diagnóstica sobre quais interesses levaram os alunos a procurar sobre a disciplina e o que esperavam dela. As respostas foram as mais diversas como o tema é “interessante”, “despertou curiosidade em tecnologias”, “aumentar o conhecimento” e “o que um robô faz?”. Talvez por serem de turmas diversas e os vínculos afetivos serem frágeis as respostas foram curtas, pois estavam tímidos. Outro questionamento foi a respeito de já se conheceria programação de linguagens de softwares. Apenas um falou que tinha trabalhado com Robótica no ensino Fundamental e outro falou que fazia um curso sobre programação de jogos. Apesar de poucos terem conhecimento prévio sobre programação, a maioria mostrava-se interessado em descobrir o processo de automação.

Após o diagnóstico foi mostrado um vídeo sobre a 4ª Revolução Industrial², disponível com duração de 08 minutos. O vídeo contém uma apresentação de forma dinâmica e empolgante sobre Robótica, carros autônomos, Inteligência Artificial, empresas novas e conhecidas pelos alunos (ex. UBER). Após o vídeo foi iniciada uma discussão sobre tecnologias e seus impactos na sociedade moderna, em que até os mais tímidos ficaram impressionados com as possibilidades de mudanças da sociedade.

No segundo e terceiro encontros foram mostrados aos alunos a plataforma Arduíno, o dispositivo Microcontrolador, suas funções e o programa de desenvolvimento do software. Foi mostrado que toda plataforma é “*open source*” (aberta), com software e hardware abertos, possibilitando qualquer empresa copiar e produzir seus produtos equipamentos e usar seu software sem pagar nenhum direito. Então os produtos são de baixo custo e o programa é grátis sendo possível adquirir por preços acessíveis além da plataforma disponibilizar uma

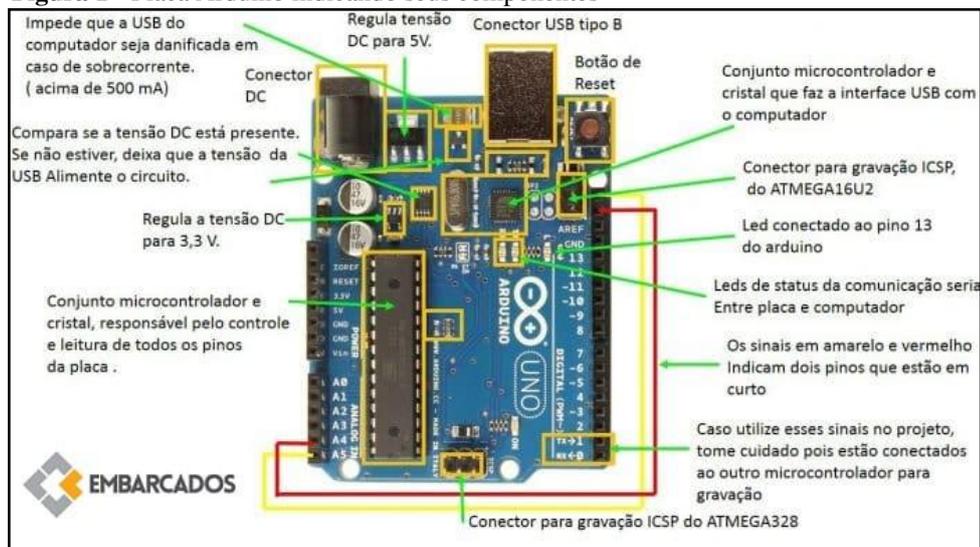
²<https://www.youtube.com/watch?v=rbXJMAFRM7I>

comunidade ativa que pode colaborar com a variedade de projetos imagináveis, razões estas guiaram escolha do material. Espera-se que os alunos no futuro adquiram seu próprio equipamento e continuem o processo de aprendizado em outro local e época. Para guiar esta aula foi usada uma aula introdutória sobre Arduino³, do canal Brincando com ideias, do Professor Flávio Guimarães (GUIMARÃES, 2016).

O canal do Brincando com ideias foi escolhido, por conta da didática de apresentação da Plataforma Arduino, da montagem do equipamento e da programação. Durante a aula os alunos pegaram na placa de Arduino e puderam fazer suas leituras e análises do equipamento. Existem vários modelos de placa de microcontroladores Arduino, mas o utilizado durante o curso foi o tradicional denominado Arduino Uno.

O Arduino Uno é uma placa microcontroladora baseada no ATmega 328P, possui 14 pinos de entrada e saída digital, 6 entradas analógicas, cristal de quartzo de MHz, uma conexão USB, um conector de energia, um conector ICSP e um botão de reset, basta conectá-lo a um computador via cabo USB ou ligá-lo a um adaptador AC-DC ou uma bateria (SOUZA, 2013).

Figura 1 - Placa Arduino indicando seus componentes



Fonte: (SOUZA, 2013).

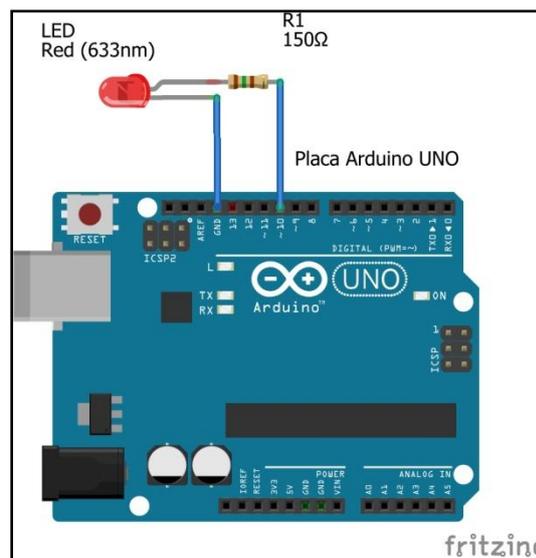
A aula foi guiada pelo vídeo e a cada atividade mostrada pelo professor, o vídeo era pausado e todas as equipes tentavam cumprir a atividade. Foi seguido todo o roteiro do vídeo, em que foi ensinando sobre a placa de Arduino, sobre a instalação do software de programação nos computadores e a montagem de um pequeno circuito. Foi verificado que alguns alunos tinham uma maior habilidade de instalação dos programas nos computadores e

³<https://www.youtube.com/watch?v=rCILKZPG0Kg&list=PL7CjOZ3q8fMc3OmT7gD7N6sLLFFxSxGZi>

proativamente começaram a ajudar os colegas na instalação dos programas nos outros computadores. Esta aula deu-se em dois encontros, devido a quantidade de informação e tarefas a cumprirem. Foi solicitado os números de contato telefônico para que possibilitasse a criação de grupo virtual no aplicativo WhatsApp afim de produzir uma maior interação entre os alunos sobre a temática. Foi observado que tamanho da bancada onde fica o computador cabe apenas o teclado, o CPU e a tela, dificultando os alunos programarem com o circuito de Arduino montado ao computador.

No quarto encontro alguns alunos terminaram o processo de instalação dos softwares de Arduino e deram continuidade na aula introdutória sobre Arduino do professor Flávio Guimarães que ensinou a ligar e desligar um LED, com programação, podendo variar o tempo de intermitência. O dispositivo que foi montado precisou de 01 LED, um resistor de 150Ω , a placa de Arduino e um computador de mesa. A Figura 2 e representa o esquema de montagem do LED piscante.

Figura 2 - Montagem esquemática do circuito de LED piscante.



Fonte:Do autor, (2019)

Após a montagem do experimento foi iniciado a aula sobre programação básica em Arduino, lembrando sua similaridade com a linguagem de programação C/C++. Desta forma foi explicado que a linguagem de programação de qualquer software são códigos que determinam uma instrução específica dada ao hardware que analisa e envia comando elétrico provocando algum sinal, podendo ser, luminoso, virtual, sonoro ou outro desejado. E que os programas são uma cadeia de comandos que se pretende chegar a um objetivo previsto. O

Quadro 01 contém o programa do LED piscante e serviu como base para explicar as principais funções.

Quadro 1: Programa do LED piscante

```
// Projeto 1 - LED
piscante

int ledPin = 10;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(ledPin,
HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(1000);
}
```

Fonte: (GUIMARÃES, 2016).

Então foi explicado pelo vídeo e pelo professor mediador em uma linguagem mais compreensível para o aluno, cada comando aos alunos referente a atender o objetivo do projeto. Iniciou explicando sobre uma variável ledPin e determinando um valor de 10. Depois, avançou para a função setup (), em que define o valor 10 como saída. No loop principal do programa, colocou o pino digital 10 como HIGH, enviando a ele 5 V. Então, espera por um tempo desejado de desligar os 5 V. O loop então reinicia desde o princípio, o LED acende e apaga enquanto o Arduino com uma fonte de alimentação.

Assim o programa foi compilado a partir do computador pelos alunos, conectado a uma placa pela conexão USB e verificado que apenas dois equipamentos funcionaram como pretendido. Então começaram a verificar onde o programa falhou ou onde as conexões teriam sido conectadas erradas. Após os reparos, todas as placas funcionaram como desejado e alunos começaram a mudar o tempo de intermitência de acendimento do LED. Foi percebida uma enorme satisfação dos jovens com a conclusão e realização do experimento, pois eram os construtores e executores do projeto. Foi mostrada uma página do site Arduino⁴ de postagem de projetos afim de criar um ambiente colaborativo de ideias. No quinto encontro foi executado novamente o experimento e realizado uma problematização referente aos conceitos de Ciências da Natureza, que aparecem no experimento, como a natureza da matéria e

⁴<https://create.arduino.cc/projecthub>

condução elétrica. Então foi necessário explicar o que é um resistor, um LED, corrente elétrica e como funcionam, além de explicar vários conceitos de eletricidade e da constituição molecular das substâncias, pois os alunos eram de turmas de 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio, já que apenas alunos do 3º ano conheciam determinados assuntos. Tratou sobre a temática de semicondutores através de uma aula expositiva explorando os conceitos físicos, que serviram para problematizar a 3ª Revolução Industrial, nesta aula os recursos utilizados foram datashow, vídeos⁵ e slides sobre os temas. Devido a simulação fenômenos atômicos e outros serem didáticas, claras e curtas os alunos os ficavam atentos durante a exposição.

No sexto encontro foi explorado a exposição feita pelo fundador e diretor executivo do Fórum Econômico Mundial em 2016, Klaus Schwab. O tema explorado foi a 4ª Revolução Industrial, que trata da volatilidade do mercado de trabalho e tipos de trabalho que estão surgindo e os que porventura virão a surgir devido as inovações da tecnologia. Então, assuntos com inteligência artificial, robótica, biotecnologia, nanotecnologia entre outros foram abordados afim de impactar os jovens e convencê-los que profissões tradicionais poderão não ser mais necessárias em um futuro próximo. O exemplo que “2/3 das profissões administrativas e ligadas a escritórios poderão sumir até 2020” e que “poderão surgir grande demanda para o mercado de aproximadamente 2 milhões na área STEM” (SANSON, 2017). O tema provocou uma ampla discussão com quase todos os alunos e os recursos utilizados foram o Datashow e um notebook para exposição do slide.

No sétimo, oitavo e nono encontros explorou-se a linguagem e programação com a plataforma Arduino a fim de montar um equipamento que pudesse mostrar dados no computador a partir de giro feitos em potenciômetro conectados a uma placa. Foi dado apenas o equipamento necessário para montagem e sugerido aos alunos que usassem a plataforma YouTube assistido para pesquisarem. Formaram duplas começaram os trabalhos usando os computadores e compartilhando as cinco placas disponíveis; nesta aula 05 computadores estavam com senha e ficam inutilizados. Foi notado que na primeira aula deste encontro, houve uma maior dispersão dos membros das equipes, pois vários foram navegar da internet e buscar sites fora do contexto do tema para passar o tempo. Apenas de 20% realmente se concentraram e iniciaram o processo de pesquisa como pedido e no final do encontro o professor mediador chamou atenção dos alunos de todos informando que isto foi proposital,

⁵https://www.youtube.com/watch?v=7ukDKVHnac4&list=PLuUdFsbOK_8o1BzPcXHwILC7UN0MmTo5-&index=4&t=30s

pois que precisavam ter disciplina e foco, alguns alunos se sentiram surpreendidos, pois acreditavam não estarem sendo observados.

Neste oitavo encontro foi sugerido por alunos que fizessem as atividades sugeridas no encontro anterior a página⁶do professor Bernardi (2018), como caminho para programação e montagem do circuito. Foi feita uma maior fiscalização afim de não perderem o foco então a maioria se concentrou no projeto. O material disponibilizado foi a placa de Arduíno UNO, um potenciômetro, jumpers (fios com conectores) e LED. Neste caso houve duas programações, uma com medição da variação de medida do potenciômetro e outra variação de luminosidade do LED a partir do giro do potenciômetro. Seguem abaixo os programas e circuitos montados.

Quadro 1: programa leitor do potenciômetro

```
const int potenciometro = 0;

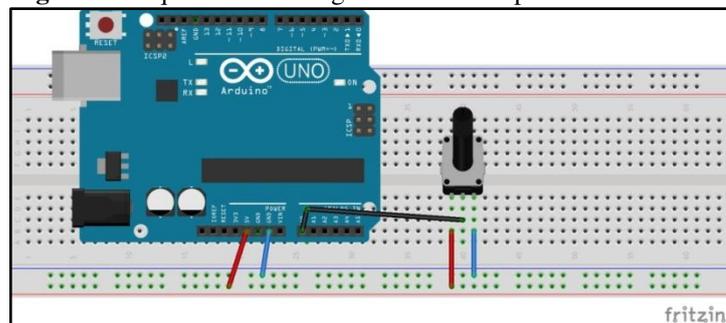
int valor = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  valor = analogRead(potenciometro);
  Serial.println(valor);
  delay(100);
}
```

Fonte: (BERNADI, 2018)

Figura 3 - esquema de montagem do leitor do potenciômetro



Fonte: (BERNADI, 2018).

⁶<http://hardware.rbtech.info/arduino-iniciantes-download-curso/>

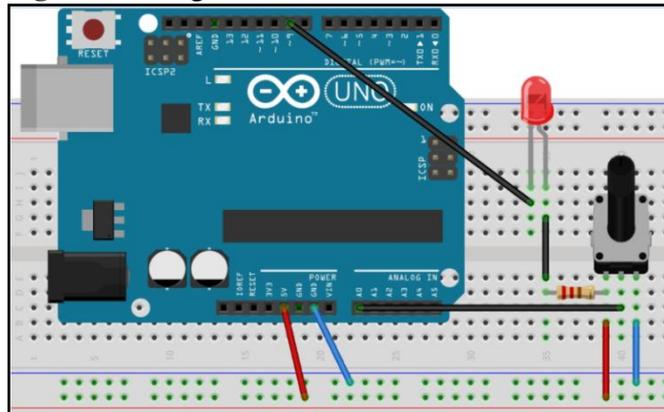
Quadro 2: programa de variação de intensidade de luminosidade de LED

```

#define potPin 0  //
#define ledPin 9
int valPot = 0;
void setup() {
  pinMode(ledPin,OUTPUT);
}
void loop() {
  valPot = analogRead(potPin);
  valPot = map(valPot,0,1023,0,255);
  analogWrite(ledPin,valPot );
}

```

Fonte: (BERNADI, 2018).

Figura 4- Imagem do circuito de intensidade de luminosidade de LED.

Fonte:Do autor, (2019)

As conclusões dos projetos se deram apenas no nono encontro, onde foi percebida grande satisfação quando concluíram a montagem e compilaram o programa. Houve necessidade de explicar o funcionamento de um potenciômetro e sua utilidade, mas já ficou claro e foi bem intuitivo a todos os alunos que quando girava aumentava ou diminuía a intensidade luminosa. Também houve a necessidade explicar sobre a utilidade para eletrônica e o funcionamento de uma *protoboard*, que é este suporte onde ligaram todos os fios ao LED e ao potenciômetro a placa Arduino. Neste momento foi observado a necessidade de uma bancada maior, pois a mesa cabe apenas o Desktop e jovens tiveram que se adaptarem ao ambiente, dificultando um pouco o processo.

A conclusão dos projetos e êxito com o funcionamento de acordo com o planejado demonstrou vários alunos entusiasmados com a plataforma e termos como “foi legal”, “muito bom”, “eu sou o cara” eram falados pelos jovens.

No décimo encontro foi determinado que os alunos pesquisassem na internet projetos diversos que possuíssem a plataforma Arduíno, como base foi sugerido o próprio site do Arduíno, pois dispõe de uma grande comunidade de colaboradores. Os alunos pesquisaram na comunidade de Arduíno o que provocou grande estímulo tendo em vista a grande possibilidade de trabalhos existentes. O professor sugeriu pesquisarem sobre batalhas de robôs, residências inteligentes e temas relacionados e assim o fizeram.

No décimo primeiro encontro o professor de Geografia foi convidado para ministrar aulas sobre um assunto, tendo em vista a disciplina eletiva ser interdisciplinar. O professor abordou a 1ª, 2ª, 3ª e 4ª Revolução Industrial no contexto da Geografia Política e Econômica. Os assuntos tratados foram as mudanças nos meios de produção, o crescimento dos centros urbanos e os impactos sociais e ambientais provocados.

No décimo segundo encontro a atividade dos alunos foi fazer uma pesquisa em projetos que incluíam as placas de Arduíno ou algo relativo à automação de algum produto que pudessem ser feitos e financiados por eles. Foi notado neste momento que as pesquisas foram as mais diversas possíveis e os alunos encontraram projetos surpreendentes. Assim foi lembrado que os alunos financiariam seus projetos, sendo emprestado apenas a placa de Arduíno, que tal medida tomada para se imporem um custo a cada projeto desejado. E sugerido que as equipes se dividissem em equipes e planejassem como fariam a execução de seus projetos. Foi falado os pontos básicos de desenvolvimentos dos projetos, como escolha do objeto desejado, material para aquisição e desenvolvimento, financiamento e cronograma.

No décimo terceiro encontro foi questionado sobre o projeto e a grande parte das equipes mostraram o que pretendiam fazer, com a lista de material e como seria o processo de execução. Também foi informado que seria desejado que os alunos documentassem através de vídeos e fotos o processo de execução dos projetos para apresentassem junto com os kits na culminância. Após estas discussões o professor da disciplina de História iniciou uma aula explorando o ponto de vista de um historiador sobre as revoluções industriais, analisando suas causas e consequências.

No décimo quarto, décimo quinto e décimo sexto encontros foram iniciadas as execuções dos projetos pretendidos pelos alunos, após muitas discussões cinco projetos foram escolhidos pelos alunos. Cinco experimentos foram escolhidos: o sensor de presença PIR, Cubo de LED 8x8, sensor de som para acender a luz batendo palmas, veículo com sensor e

um carro seguidor de linha. Tendo em vista a dificuldade financeira de alguns alunos e a demora em adquirir o material para desenvolvimento dos kits experimentais, o professor patrocinou os kits no decorrer das aulas e fez algumas adaptações para redução dos custos.

Iniciou-se a execução dos projetos pela programação, foi solicitado a todas as equipes que registrassem todo o processo de execução para poderem criar um vídeo e um possível tutorial para servir de documentação para contribuir trabalhos futuros. A lista de todo o material para construção dos equipamentos foi pedida pelo site de eletrônicos da internet.

No décimo quinto foi entregue todo material para a execução dos equipamentos projetados, todas as equipes se dividiram e iniciaram as montagens. Foi sugerido que indicassem líderes de equipes e dividissem as tarefas, para criarem vídeos e fotos, afim de publicarem e documentarem a confecção de seus respectivos projetos. Entretanto neste encontro foi notado que apenas partes de cada equipe tiveram proatividade de participar, apesar da exigência do professor na participação geral. Alguns alunos se afastaram dos seus grupos e foram fazer outras atividades como conversar, ver sites das web, talvez tenha acontecido isso porque os mais habilidosos e interessados estavam mais atentos e manuseavam diretamente os equipamentos, não sobrando atividades naquele momento na parte de montagem, entretanto foi sugerido que realizassem outras atividades que complementariam o projeto, como pesquisas para apresentação da culminância. E com o atendimento do professor mediador diretamente na montagem de alguns equipamentos ou no auxílio da programação de projetos mais sofisticados não foi possível cobrar atenção constante de parte dos alunos, ficando alunos dispersos na aula.

Ao término deste encontro foi sugerido que se encontrassem antes da próxima aula para adiantarem os projetos. Foi informado que os projetos após ficarem prontos seriam expostos na culminância da eletivas, que no espaço de apresentação fariam uma relação do seu projeto com os fenômenos ligado a Ciências da Natureza, podendo ser expostos vídeos ou cartazes. Também foi pedido que voluntários criassem e apresentassem um slide com as grandes invenções da humanidade e a história das revoluções nos meios de produção.

No décimo sexto encontro foi retomado os trabalhos e verificado que três trabalhos tiveram problemas na sua execução, por conta do nível de dificuldade no processo de construção. Um projeto que envolvia um Cubo de Led's 8 x 8, que seriam necessários 64 LEDs soldados com vários resistores, aluno que se prontificou a fazer a tarefa informou deter habilidades com o equipamento de ferro de solda, entretanto os LEDS são pequenos e exigem muita atenção, habilidade e tempo do soldador. Assim após muita dificuldade em ligar alguns resistores e notar que entrava em curto-circuito o projeto foi abandonado. Em outro projeto,

robô controlado por Bluetooth, os alunos faltaram pedir dois equipamentos essenciais, motor shield L298P e faltavam dois motores, para o desenvolvimento e execução, assim escolheram outro projeto similar, um carro seguidor de linha, mas com funções limitadas, apenas usavam sensores de fotoelétricos. E a equipe que desenvolveria um terceiro projeto, um carrinho montado com sensor de distância ultrassônico, desistiu pela complexidade de montagem do projeto.

Neste encontro foi cobrado que documentassem o processo de execução com fotos ou vídeos, mas poucos fizeram, existiu uma grande preocupação dos que estavam trabalhando em colocar para funcionar. Mas as dificuldades surgiram, como programação sem compilar, portas seriais do computador para alimentar o Arduíno com problemas, erros de conexão na placa de protoboard e/ou com saídas ou entradas analógicas e digitais da placa Arduíno. Além de três novos projetos serem incluídos, pois outros apresentaram alguma dificuldade como descrito acima. Assim foram incluídos: uma garra mecânica, um carro seguidor linha e um modelo de radar.

No décimo sétimo encontro os alunos foram informados da necessidade de concluir seus projetos e o professor mediador convidou um ex-aluno e estudante universitário de automação para lhe dar suporte nas diversas demandas dos projetos. Tendo em vista este ser o último encontro até a culminância e apresentação dos trabalhos, todo o empenho foi dado para execução dos projetos, em que já era impossível fazer vídeos para montagem de tutoriais sobre as montagens dos equipamentos. Dos cinco projetos, três estavam concluídos e dois restavam finalizar. Cinco voluntários mostraram slides em construção e imagens para montarem uma sala para apresentação da temática de invenções e sobre as revoluções industriais. Foi solicitado a todos a confecção de cartazes para conduzir o processo de apresentação dos kits elaborados para a comunidade escolar.

4.2 KITS PESQUISADOS E MONTADOS PELOS ALUNOS

Cinco kits foram montados e pesquisados por cinco equipes de números variados, não foi possível fazer observações precisas dos grupos, a falta de tempo cobrava que no mínimo os projetos funcionassem até a culminância.

4.2.1 SENSOR DE PRESENÇA PIR CONECTADO COM ARDUÍNO

O sensor de presença PIR conectado com Arduino, é um equipamento que tem o objetivo de detectar presença ou movimento de pessoas ou objetos, usados em sistemas de segurança ou de economia de energia elétrica. Este tipo de equipamento pode fazer parte de um sistema de automação residencial conectado ao arduino pode fazer parte de um sistema mais complexo ou de qualquer outro ambiente. O sensor é capaz de identificar variação de luz infravermelho a sete metros de distância. Os alunos usaram o projeto de Lima (2016) como fonte de pesquisa e lá tinha todo o roteiro utilizado. Foi sugerido que os estudantes incluíssem na apresentação do projeto na culminância falas e cartazes sobre temática de Ciências sobre infravermelhos e sobre automação residencial.

O material utilizado para a construção deste equipamento foi:

- Sensor de presença PIR HC-SR501;
- Placa Arduino UNO;
- Protoboard;
- LED'S;
- Resistores 220 Ω
- Jumpers.

Quadro 3: Trechos do código no sensor de presença PIR

```

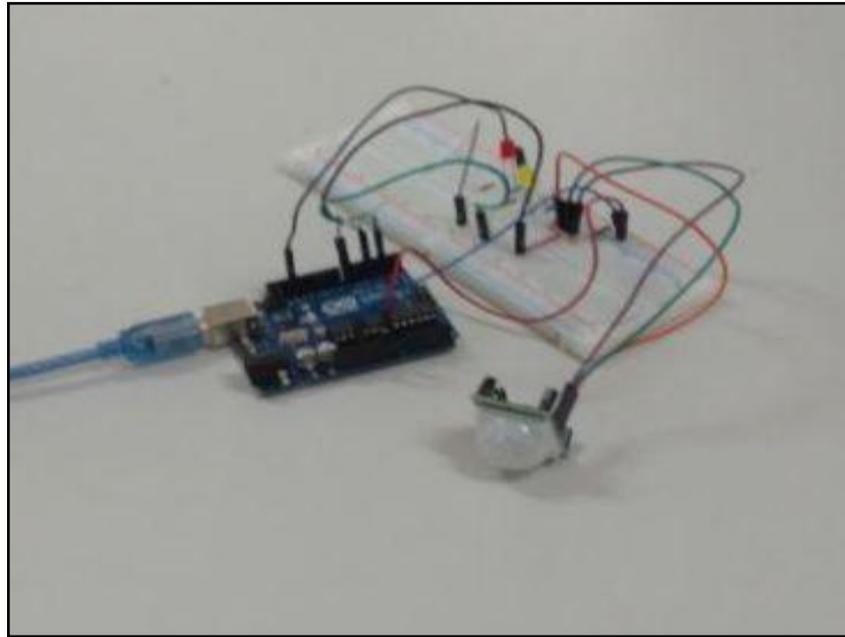
/*Autocore Robótica - Código Desenvolvido por: Iago A.Pereira
*/
//Declaração de portas digitais aos quais os led e a entrada digital
do sensor vão estar conectados.
intledverde = 6;
intledvermelho = 7;
intpinoSensor = 4;
//Inicia o sensor em estado 0, ou seja desligado.
intiniciaSensor = 0;
//Variável para calibração do sensor
int calibracao = 45;
void setup() {
Serial.begin(9600);
//Declaração de que os LED's serão usados como saída.
pinMode(ledvermelho,OUTPUT);
pinMode(ledverde,OUTPUT)
voidloop() {
//A cada ciclo, ele faz uma nova leitura do estado do sensor de
presença
iniciaSensor = digitalRead(pinoSensor);

Serial.print("Valor do Sensor PIR: ");
Serial.println(iniciaSensor);
////Verificando se ocorreu detecção de movimentos
if (iniciaSensor == 1) {
alarme_on();
} else {
alarme_off();
}
}
voidalarme_on() { //Função que ativa o alarme - Detectou presença,
o LED Vermelho fica acende
//E o LED VERDE apaga.
digitalWrite(ledvermelho, HIGH);
digitalWrite(ledverde, LOW);
}
voidalarme_off() { //Função que desativa o alarme - N foi detectado
presença, o LED Vermelho apaga
//E o LED VERDE acende.
digitalWrite(ledvermelho, LOW);
digitalWrite(ledverde, HIGH);
}
}

```

Fonte: (LIMA, 2016).

Figura 6: sensor de presença PIR conectado com Arduíno



Fonte:Do autor, (2019)

4.2.1 Sensor de Som que funciona ao Bater Palmas

O segundo equipamento construído foi um sensor de som que funciona com bater de palmas, para ligar e desligar uma lâmpada de um ambiente após uma batida de palmas. É instrumento é formado por uma placa de Arduíno UNO ligado ao um sensor de que detecta a intensidadesonora e atrelado a um relé sólido possibilita acender ou apagar uma lâmpada. Tal sensor é usado em projetos necessários para controlar e alertar sobre o nível de intensidade sonora, a exemplo em fábricas e ambientes com riscos de poluição sonora.

O projeto foi pesquisado e copiado da página de internet⁷que compartilham projetos do autor Rocha (2018).Foi sugerido que os alunos nas suas apresentações falassem sobre temas sobre automação residencial, sobre as características do sensor e como o fenômeno sonoro acontece.

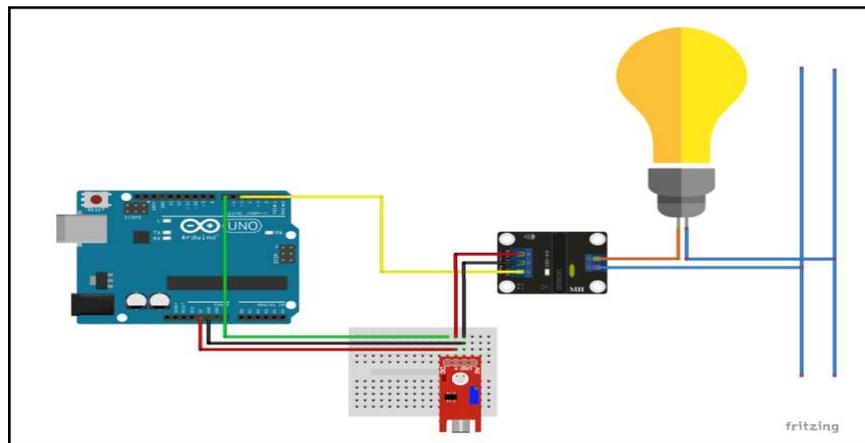
O material utilizado para a construção deste equipamento foi:

- Sensor de som KY-038;
- PlacaArduíno UNO;

⁷ <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-som-acender-luz-palmas>

- Protoboard;
- Lâmpada de LED de 12 W;
- Relé de estado Sólido;
- Jumpers;

Figura 7: Desenho esquemático de montagem do sensor de som que funciona ao bater palmas.



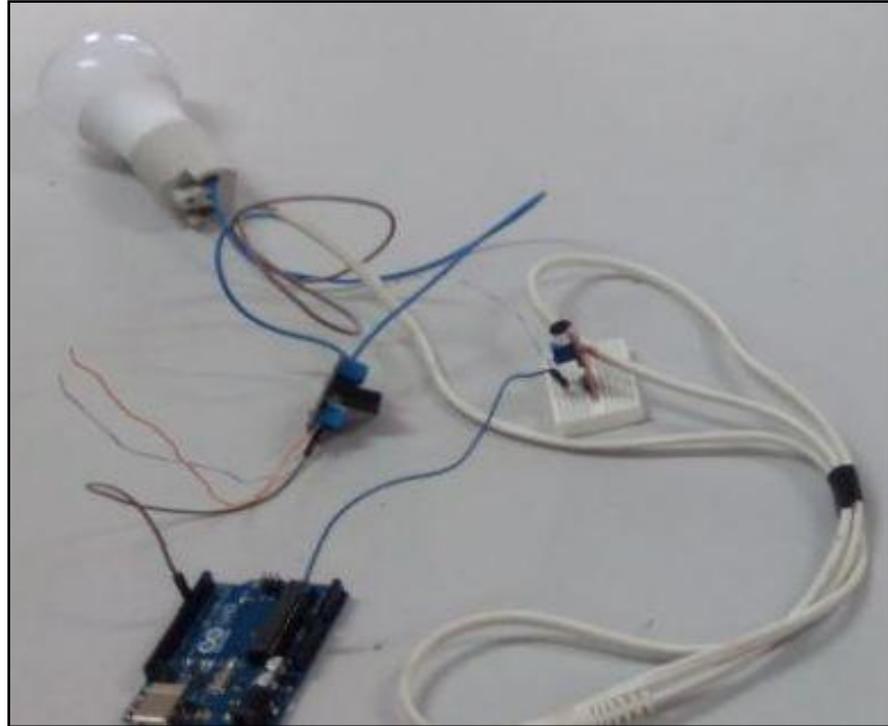
Fonte:Do autor, (2019)

Quadro 4: programação do sensor de som que funciona ao bater palmas

```
//Programa para acender as luzes com palmas
intpino_som = 7; //Define o pino que será utilizado para o
sensor de som
intpino_rele = 5; //E o que será utilizado para o rele
boolean rele = HIGH; // Define um booleano para poder usar a
operacao NAO
voidsetup() {
    pinMode(pino_som, INPUT); //Coloca o pino do sensor de som
como entrada
    pinMode(pino_rele, OUTPUT); // E o do rele como saida
}
voidloop() {
    intsom = digitalRead(pino_som); //Verifica se a saida do
sensor esta ativa
    if(som){ // Se o som estiver alto
        rele = !rele; //Operacao NAO: Se estiver LOW, passa pra
HIGH. Se estiver HIGH passa para LOW
        digitalWrite(pino_rele, rele); // Manda o valor da variavel
para o rele
        delay(1000); // Aguarda 1 segundo para não ficar ligando e
desligando sem parar
    }
}
```

Fonte: (ROCHA, 2018).

Figura 8: sensor de som que funciona ao bater palmas montado pelos alunos



Fonte:Do autor, (2019)

4.2.2 Radar

O terceiro equipamento construído foi um modelo de radar, que montado e conectado a um computador exibe na tela um instrumento similar a um radar, muito vistos em filmes que envolvem temas bélicos. Para a programação foi usada a plataforma Arduino e um Software de programação de gráficos, *opensource*, o *Processing*. Como equipamento de coleta de informações foi utilizado um sensor ultrassônico, que capaz de enviar e captar ondas sonoras.

O instrumento é capaz de funcionar como um radar que detecta objetos distantes 40 centímetros do sensor e gira de noventa graus (90°), e tal informação é reproduzida na tela do computador. Aos alunos foi sugerido que falassem explicassem ao público sobre Ondas Sonoras e mostrassem ao público sua importância para aviação e outros sistemas de transportes, bem explorassem seu uso bélico. Na Figura 09 podemos ver o esquema de montagem, nos quadros 06, 07, 08, 09, 10 e 11 está partes do software Arduino e do

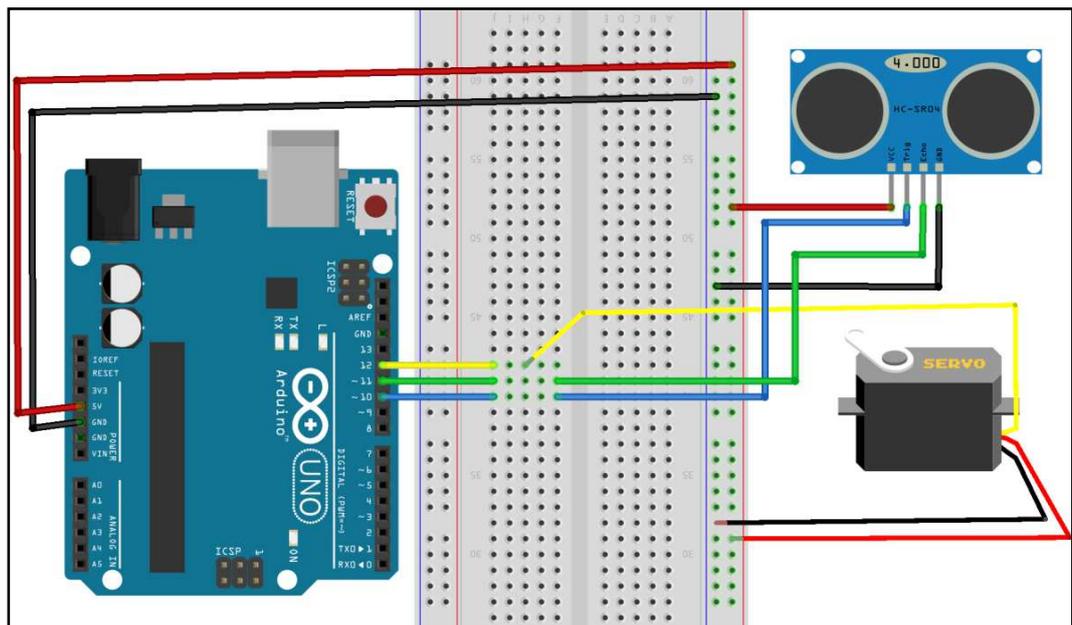
Processing, e na figura 10 temos o resultado do produto. Todo o projeto é de autoria de Dejan (2015).

Foi o projeto executado que mais atraiu a atenção dos alunos, talvez por esta imagem ser vista constantemente em filmes de ação ou em jogos eletrônicos.

Material utilizado:

- 01 Placa Arduino UNO;
- 01 Sensor ultrasônico;
- 01 Servo motor;
- 01 Cabo USB;
- Jumpers (fios para conexão)
- 01 computador

Figura 9: Diagrama esquemático da montagem do radar.



Fonte:Do autor, (2019)

Quadro 5: Parte de programação do Ardúino para radar.

```

1. // Inclui a biblioteca Servo
2. #include <Servo.h>.
3.
4. // Define os pinos Trig e Echo do sensor ultrassônico
5. const trigPin = 10 ;
6. const echoPin = 11 ;
7. // Variáveis para a duração e a distância
8. long duração;
9. distância int;
10.
11. Servo myServo; // Cria um objeto servo para controlar o
    servomotor
12.
13. void setup ( ) {
14. pinMode( trigPin, OUTPUT ) ; // Define o trigPin como uma saída
15. pinMode( echoPin, INPUT ) ; // Define o echoPin como uma
    entrada
16. Serial. começar ( 9600 ) ;
17. myServo. anexar ( 12 ) ; // Define em qual pino o servomotor
    está conectado
18. }
void loop ( ) {
19. // gira o servo motor de 15 para 165 graus
20. para ( int i = 15 ; i <= 165 ; i ++ ) {
    zmyServo. escrever ( i ) ;
21. atraso ( 30 ) ;
    distância = calculateDistance( ) // Chama uma função para calcular
    a distância medida pelo sensor ultrassônico para cada grau
    delay(30);

```

Fonte: (DEJAN, 2015).

Quadro 6– Trecho de programação que calcula a distância

```

    // Função para calcular a distância medida pelo sensor
    ultrassônico
    int calculateDistance( ) {

    digitalWrite( trigPin, LOW ) ;
    atrasoMicrosegundos( 2 ) ;
    // Define o trigPin no estado HIGH por 10 micro segundos
    digitalWrite( trigPin, HIGH ) ;
    atrasoMicrosegundos( 10 ) ;
    digitalWrite( trigPin, LOW ) ;
    duração = pulseIn( echoPin, HIGH ) ; // Lê o echoPin, retorna o
    tempo de viagem da onda sonora em microssegundos
    distância = duração * 0,034 / 2 ;
    distância de retorno ;
    }

```

Fonte: (DEJAN, 2015).

Quadro 8: Trecho da programação do Processing- Radar

```

1. voiddrawRadar( ) {
2. pushMatrix( ) ;
3. translate( 960 , 1000 ) ; // move as coordenadas iniciais para o
   novo local
4. noFill( ) ;
5. cursoPeso( 2 ) ;
6. acidente vascular cerebral ( 98 , 245 , 31 ) ;
7. // desenha as linhas do arco
8. arco ( 0 , 0 , 1800 , 1800 , PI, TWO_PI ) ;
9. arco ( 0 , 0 , 1400 , 1400 , PI, TWO_PI ) ;
10. arco ( 0 , 0 , 1000 , 1000 , PI, TWO_PI ) ;
11. arco ( 0 , 0 , 600 , 600 , PI, TWO_PI ) ;
12. // desenha as linhas angulares
13. linha ( - 960 , 0 , 960 , 0 ) ;
14. linha ( 0 , 0 , - 960 * cos ( radianos ( 30 ) ) , - 960 * sin (
   radianos ( 30 ) ) ) ;
15. linha ( 0 , 0 , - 960 * cos ( radianos ( 60 ) ) , - 960 * sin (
   radianos ( 60 ) ) ) ;
16. linha ( 0 , 0 , - 960 * cos ( radianos ( 90 ) ) , - 960 * sin (
   radianos ( 90 ) ) ) ;
17. linha ( 0 , 0 , - 960 * cos ( radianos ( 120 ) ) , - 960 * sin (
   radianos ( 120 ) ) ) ;
18. linha ( 0 , 0 , - 960 * cos ( radianos ( 150 ) ) , - 960 * sin (
   radianos ( 150 ) ) ) ;
19. linha ( - 960 * cos ( radianos ( 30 ) ) , 0 , 960 , 0 ) ;
20. popMatrix( ) ;
21. }

```

Fonte: (DEJAN, 2015).

Quadro 9: Trecho do programa Processing para radar detecta o objeto.

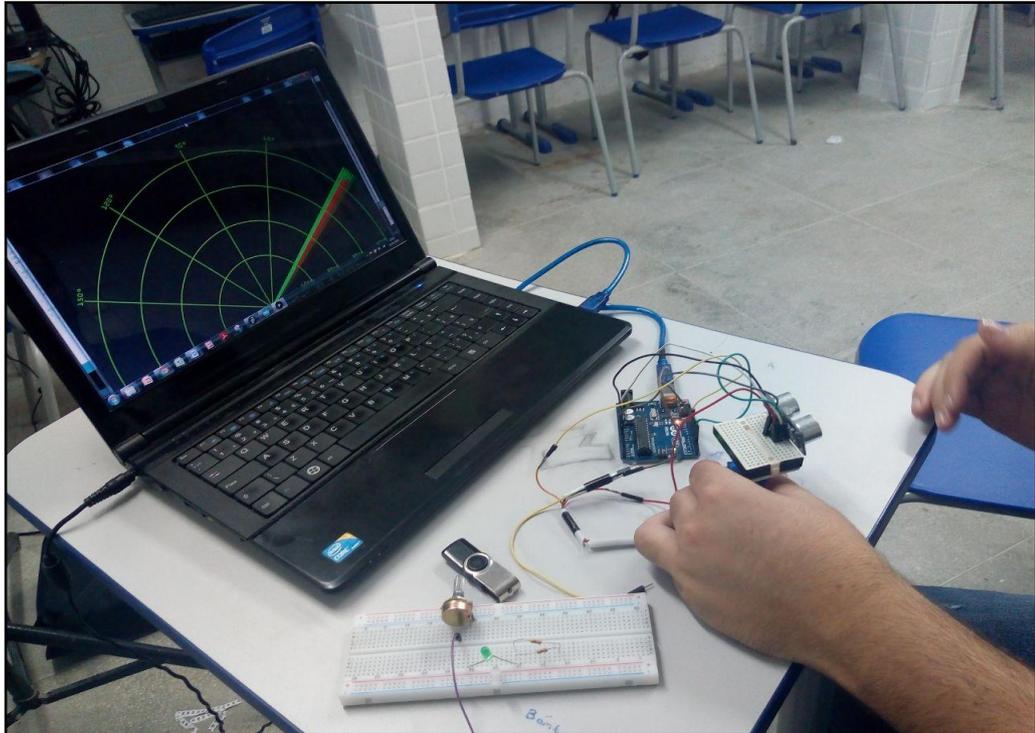
```

1. voiddrawObject( ) {
2. pushMatrix( ) ;
3. translate( 960, 1000 ) ; // move as coordenadas iniciais para o
   novo local
4. cursoPeso( 9 ) ;
5. acidente vascular cerebral ( 255, 10 , 10 ) ; // cor vermelha
6. pixsDistance = iDistance * 22,5 ;// cobre a distância do sensor de
   cm para pixels
7. // limitando o alcance a 40 cms
8. if( iDistance<40 ) {
9. // desenha o objeto de acordo com o ângulo e a distância
10. linha ( pixsDistance * cos ( radianos ( iAngle) ) , -pixsDistance
   * sin ( radianos ( iAngle) ) , 950 * cos ( radianos ( iAngle) ) ,
   - 950 * sin ( radianos ( iAngle) ) ) ;
11. }

```

Fonte: (DEJAN, 2015).

Figura 10: Imagem do radar montado



Fonte: Do autor, (2019)

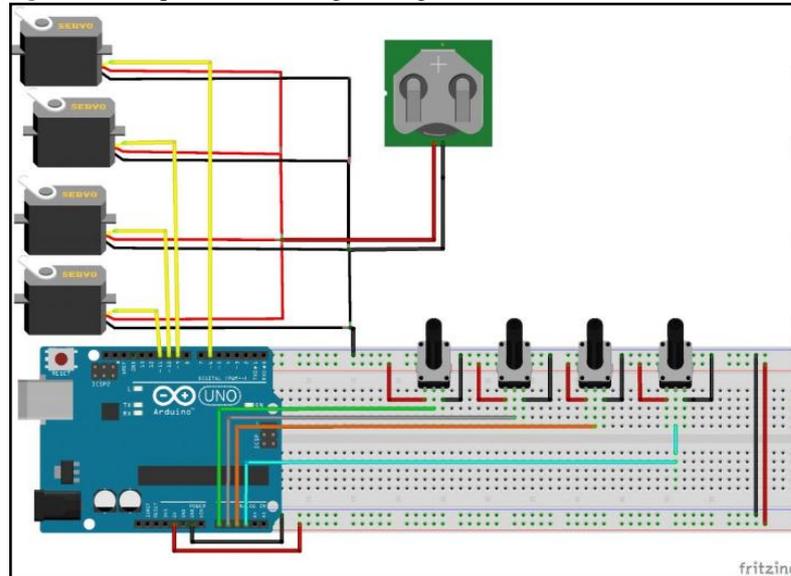
4.2.4 Garra Robótica

O quarto equipamento montado foi uma garra robótica, equipamento mais sofisticado e trabalhoso que os demais, pois era necessário montar todo braço, em material de MDF (Madeira) atrelado aos servos motores, com vários parafusos e peça pequenas. Após a montagem era necessário fazer a conexões com a protoboard, potenciômetros, fontes de energia e servo-motores e jumpers(fios) e por fim fazer as conexões com as portas analógicas e digitais da placa de Arduíno na Figura 11 está o esquema de montagem e no Quadro 10 está o programa. Para montagem da garra mecânica foi necessário o seguinte equipamento:

- 01 Protoboard;
- 02 fontes de energia, um de 12V outra de 5 V,
- 01 placa de Arduíno;
- 4 microservos-motores 9g Tower pro;

- 4 potenciômetros de 10K;
- 01 kit braço robótico em MDF para Arduino;

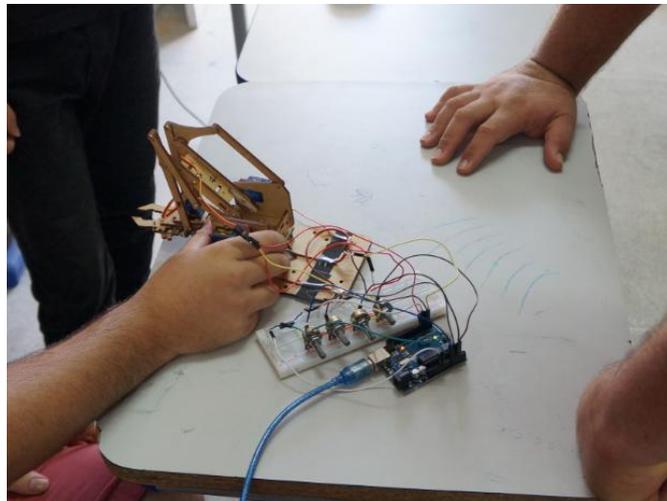
Figura 11: Esquema de montagem da garra robótica



Fonte:Do autor, (2019)

Este braço robótico foi o equipamento que foi mais trabalhoso para o professor mediador e alunos passaram muito tempo em sua montagem, entretanto o resultado esperado era estimulante para continuidade da montagem e programação. O que contribuiu para a falta de monitoramento de outros projetos. A programação feita para compilar no dispositivo envolvido no braço mecânico está no anexo devido ao tamanho do programa. A Figura 12 mostra o resultado da montagem feita pelos alunos.

Figura 12:Braço robótico em funcionamento.

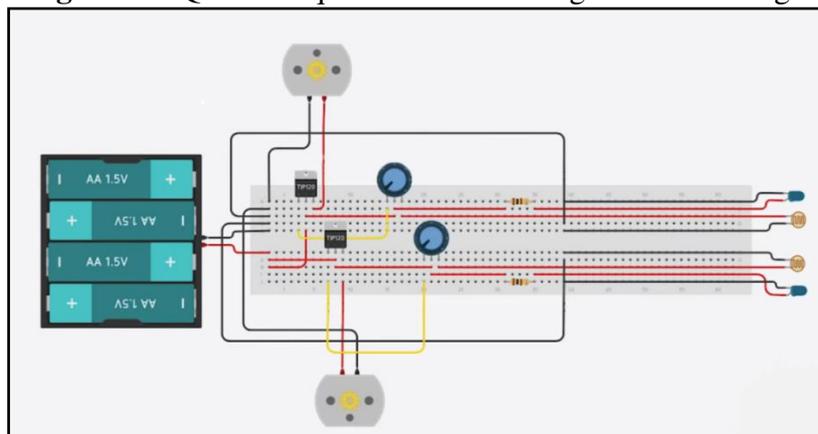


Fonte: Do autor, (2019)

4.2.6 CARRO SEGUIDOR DE LINHA

O quinto equipamento montado foi um carro seguidor de linha, inicialmente projeto teria na sua montagem uma placa de Arduino e uma shield para controlar os motores do carrinho. Entretanto ao tentar adquirir a comprar a shield foi verificado que custaria quase o valor de outros componentes. Desta forma sugeriu que os alunos procurassem outro projeto, entretanto como queriam desenvolver um carrinho, os alunos pesquisaram na internet e encontraram um modelo que não usariam a placa Arduino nem tampouco programação. Funcionou apenas com 02 transistors, 02 motores, 02 pontenciômetros de 10k, resistores, fontes de energia, protoboard, chassi do carrinho e fotosensores, tal projeto foi copiado de um canal do youtube bastante popular entre jovens e adolescentes da internet, chamado Manual do Mundo. A figura 13 é o esquema de montagem na protoboard.

Figura 13: Quadro esquemático de montagem do carro seguidor de linha



Fonte:Do autor, (2019)

Figura 14: Carro seguidor de linha em funcionamento



Fonte:Do autor, (2019)

O décimo oitavo encontro foi a culminância de todos os projetos desenvolvidos na escola. Para a apresentação deste projeto para a escola e a comunidade foram utilizadas duas salas de aula. Uma sala foi tematizada com várias imagens coladas na sala com o tema de 4ª Revolução Industrial e várias invenções descobertas pela humanidade com o respectivo ano. A sala estava disposta com um datashow projetando imagens na lousa para um público sentado à frente em cadeiras e quatro alunos fizeram a apresentação.

Nesta sala os alunos criaram um slide do programa PowerPoint e apresentaram para visitantes em palestras de 15 minutos o tema 1ª, 2ª, 3ª e 4ª Revolução Industrial e abordaram várias invenções da humanidade para contextualizar a apresentação dos projetos que estavam na segunda sala. Na Figura 15 mostra os alunos apresentando temática das 1ª, 2ª, 3 e 4ª Revoluções Industriais e para a comunidade escolar.

Figura 15: Alunos expondo a temática as Revoluções industriais



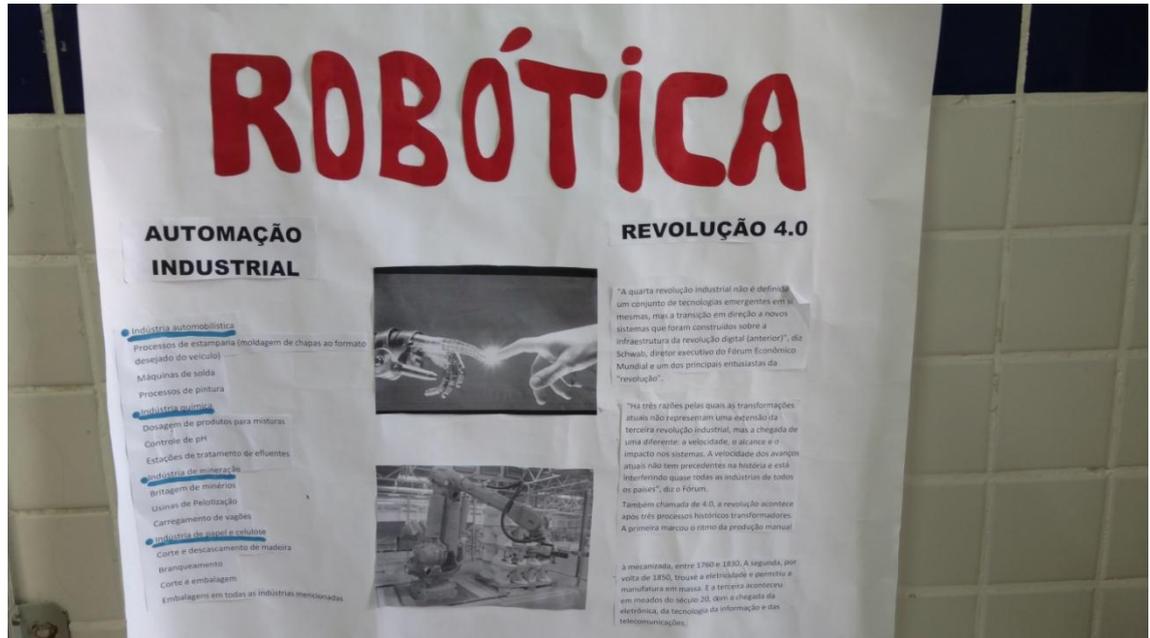
Fonte:Do autor, (2019)

Na segunda sala os alunos expuseram seus equipamentos nas mesas de estudantes dispostas em formato de U, no final ficou o traçado para explicação do carro seguidor de linha. De forma que o visitante fosse passado o equipamento sendo apresentado. Que estavam montados como descritos anteriormente e em funcionamento. O visitante passar, a equipe apresentava equipamento, mostrava a programação, os componentes e relacionavam com o tipo de automação residencial ou industrial, explicando como poderiam ser aplicados.

Assim logo na entrada da segunda sala tinha uma equipe que reprisava a temática da 4ª Revolução Industrial, explorando conceitos de automação industrial e as mudanças nos processos produtivos dos vários tipos de indústria, bem como explicando sinteticamente o que foi o Fórum de Davos de 2016. A Figura 16 pode mostrar como os alunos seguiam o roteiro

de apresentação. Sempre enfatizavam o termo “robótica” para atrair os visitantes, mas explicavam termos “automação industrial” e “Revolução 4.0”. A figura 16 mostra um cartaz que ajudou os alunos a apresentarem seus equipamentos.

Figura 16: Imagem para seguir o roteiro da apresentação.



Fonte: Do autor, (2019)

Na mesma bancada era exposto uma garra mecânica em funcionamento, mostrando que tarefas repetidas poderiam ser feitas por máquinas a partir da associação da mecânica, eletrônica e programação, comparando com processos industriais. Na mesma bancada estava exposto o radar de som, com um sensor conectado a placa de Arduíno e um computador, em que mostrava na tela do computador obstáculos refletidos pelo sensor. As Figuras 17 e 18 expõe a exposição do início da apresentação com os dois equipamentos citados.

Figura 17:Exposição da equipe de entrada com braço robótico



Fonte:Do autor, (2019)

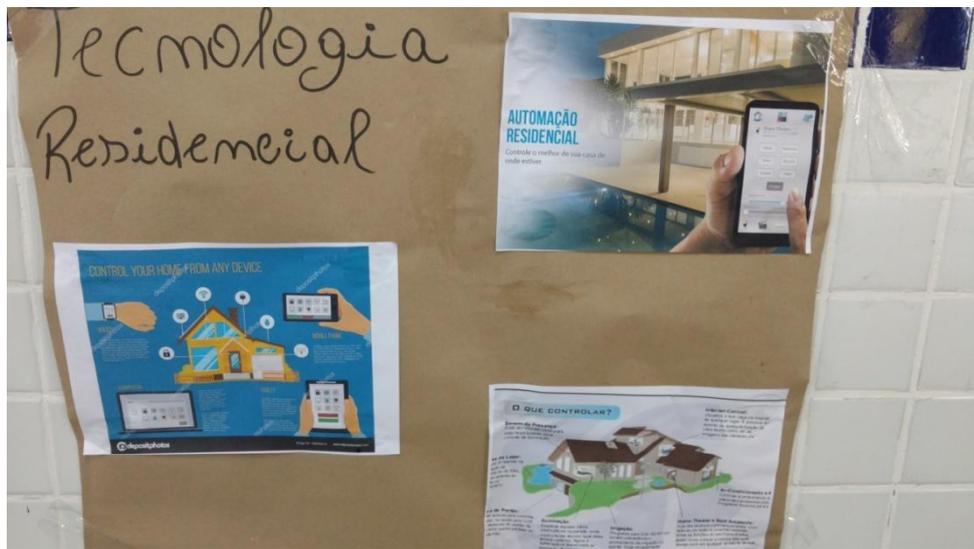
Figura 18: Formato da apresentação da primeira bancada



Fonte:Do autor, (2019)

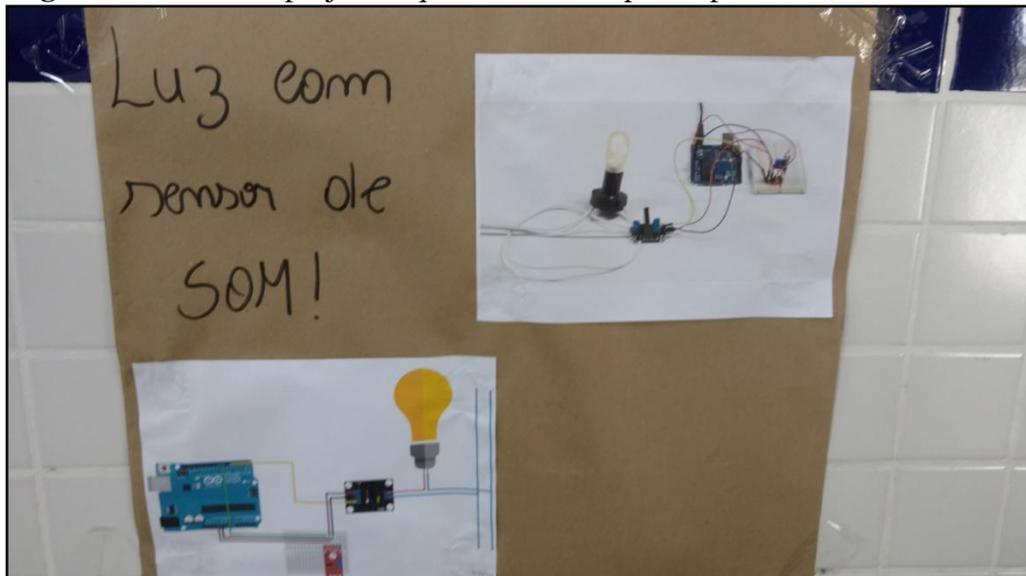
Na segunda bancada foram expostos os sensores de som e de infravermelho, conectados a placa de Arduíno, e alunos mostrarão uma nova linha de produtos que surgiram no mercado. Os alunos exploraram o um novo serviço que é agregado na construção civil e promove conforto dos moradores, é a automação residencial. Os equipamentos por eles construídos são possíveis de ligar e desligar qualquer equipamento com o som de palmas ou detectar pessoas ou objetos através da radiação infravermelha. As figuras 20,21 e 22 mostram como expuseram sua criatividade para exporem seus projetos através de cartolinas.

Figura 19: Explica sobre a automação Residencial



Fonte: Do autor, (2019)

Figura 20: Mostra o projeto esquemático e um protótipo



Fonte: Do autor, (2019)

Figura 21: Disposição para apresentação de sensores.



Fonte:Do autor, (2019)

O carrinho seguidor de linha não foi exposto em uma bancada, mas no chão tendo em vista a segurança do equipamento a maior espaço para construir uma pista. A pista consistiu em uma fita adesiva preta (isolante elétrico) em que o carrinho com LED's e fotosensores regulavam a rotação dos motores, favorecendo a mudança de direção. A Figura 22 expõe a exposição do projeto para comunidade.

Figura 22: Aluno expondo o funcionamento do carrinho seguidor de linha



Fonte:Do autor, (2019)

Foi observado que os projetos atraíam os olhares do público, em que para muitos parecia era algo inédito, que não poderia ser feito por qualquer um, então houve uma sensibilização muito positiva por parte dos espectadores com relação ao funcionamento. Entretanto os apresentadores pouco relacionaram a Física com a aplicação dos sensores diretamente apesar de ter sido solicitado a todos.

Foi solicitado a todos os alunos um próximo encontro a fim de comemorar todo o período de atividades juntos a fim realizar uma confraternização. Encontro este que todos fariam suas avaliações, e foi refeito o convite no grupo virtual a fim que confirmassem a presença para planejamento. Mas como já se tratava de fim de ano letivo e grande parte já havia sido dispensado apenas um aluno confirmou presença impossibilitando a realização. Que foi enviado para um grupo virtual quatro questionamentos a serem respondidos: “o que aprendeu?”; “pontos positivos da eletiva”; “pontos negativos”; “o que poderia melhorar?”. Mas ninguém enviou qualquer *feedback* e aparentemente o grupo virtual não funcionou como desejado.

4.2.6 ROTEIRO DE EXECUÇÃO DO CURSO

| |
|--|
| <p>Aula 01 - Conteúdos: Invenções do Século XXI, 4ª Revolução Industrial e robótica. Recursos: Notebook, datashow, caixa de som Atividade desenvolvida: Atividade diagnóstica sobre o interesse do aluno pela temática, apresentação de vídeo sobre a 4.0 Revolução Industrial.</p> |
| <p>Aula 02 e 03 Conteúdos;plataforma Arduíno: software de programação e a placaArduíno; Condutores, LED e resistores Recursos: Datashow, notebook, computadores de mesa, 5 placas arduínos, jumpers (fios), 5 LED's Atividade desenvolvida: Aula expositiva guiada pelo vídeo, pesquisa na web, montagem do equipamento</p> |
| <p>Aula 04 Conteúdos: programação de software, comunidade Arduíno como comunidade colaborativa Recursos: 5 placas Arduíno, jumpers, LED's computadores. Atividade desenvolvida: instalação do software na placa, conclusão de montagem do equipamento</p> |
| <p>Aula 05</p> |

| |
|--|
| <p>Conteúdos: conceitos de eletricidade e eletrônica, programação</p> <p>Recursos: 5 placas Arduino, jumpers, LED's computadores e datashow</p> <p>Atividade desenvolvida: Aula expositiva guiada pelo vídeo, pesquisa na web, funcionamento do equipamento</p> |
| <p>Aula 06</p> <p>Conteúdos: 4ª Revolução Industrial (SANSON, 2017)</p> <p>Recursos: notebook e datashow</p> <p>Atividade desenvolvida: Aula expositiva e dialogada; discussão</p> |
| <p>Aulas 07, 08 e 09</p> <p>Conteúdos : Programação, Potenciômetro</p> <p>Recursos: 5 placas Arduino, jumpers, LED's computadores e datashow</p> <p>Atividade desenvolvida: Aula expositiva guiada pelo vídeo, pesquisa na web, funcionamento do equipamento</p> |

| |
|---|
| <p>Aula 10</p> <p>Conteúdos: Plataforma Arduino</p> <p>Recursos: computadores;</p> <p>Atividade desenvolvida: Pesquisa na web sobre projetos Arduino para desenvolvimento de ideias para apresentação de projetos na culminância</p> |
| <p>Aula 11</p> <p>Conteúdos: 1ª, 2ª, 3ª, 4ª Revolução Industrial (Professor de Geografia)</p> <p>Recursos: notebook e datashow</p> <p>Atividade desenvolvida: Aula expositiva e dialogada; discussão</p> |
| <p>Aula 12</p> <p>Conteúdos: Plataforma Arduino,</p> <p>Recursos: notebook e datashow;</p> <p>Atividade desenvolvida: divisão em 5 equipes de 5 alunos, para escolherem o projeto e desenvolverem,</p> |
| <p>Aula 13</p> <p>Conteúdos: 1ª, 2ª, 3ª, 4ª Revolução Industrial (Professor de História)</p> <p>Recursos: computadores;</p> <p>Atividade desenvolvida: Pesquisa na web sobre projetos Arduino para desenvolvimento de ideias para apresentação de projetos na culminância</p> |
| <p>Aulas 14, 15, 16</p> <p>Conteúdos: Robótica e plataforma Arduino</p> <p>Recursos: 5 placas Arduino, jumpers, LED's computadores, datashow, diversos</p> |

| |
|--|
| sensores Atividade desenvolvida: Montagem dos projetos e construção dos programas, execução dos projetos |
| Aulas17 Conteúdos: Robótica e plataforma Arduino Recursos: 5 placas Arduino, jumpers, LED's computadores, datashow, diversos sensores Atividade desenvolvida: Montagem dos projetos e construção dos programas, execução dos projetos |
| Aulas18 Conteúdos: Robótica e plataforma Arduino Recursos: 5 placas Arduino, jumpers, LED's computadores, datashow, diversos sensores, servos-motores Atividade desenvolvida: Culminância e apresentação a comunidade dos projetos |

4.3 DISCUSSÃO SOBRE A EXECUÇÃO DO PROJETO

O projeto da disciplina Eletiva Mundo 4.0, foi executado em um período de 4 meses e meio e atendeu parte de seus objetivos. Tendo em vista que foi explorado o assunto sobre as Revoluções Industriais por professores de Física, Geografia e História, abordando esta temática com perspectivas diferentes.

Em relação a Plataforma Arduino observou que todos podem ao menos identificá-la, bem como a maioria pode fazer pequenos projetos compreendendo o uso das saídas e entradas analógicas e digitais. Com relação à programação foi notado que a maioria consegue identificar os comandos básicos do software podendo relacionar com as entradas e saída das portas da placa tendo em vista que foi muito explorado e todos fizeram operações que envolveram esta parte. Então todos os alunos mostraram satisfação quando executaram os projetos mais simples, pois foi percebido o *feedback* imediato com o funcionamento do projeto que montaram.

A execução do curso foi muito satisfatória até o momento que as aulas de Arduino e programação eram ministradas a partir de projetos pré-estabelecidos e os equipamentos estavam disponíveis. Mas a partir do momento em que foi sugerido que alunos pesquisassem um projeto na internet e o executassem a fim de se transformar o aluno no protagonista do seu invento e ser tornar um *maker* as dificuldades surgiram. Pois os projetos foram os mais

diversos e os alunos eram atraídos por projetos mais difíceis de serem adquiridos e construídos.

Na pesquisa, muitos mudaram seus projetos por conta do custo, pois foi sugerido que eram os alunos que arcaiam com os custos, apesar do professor ter se programado em arcar com os custos. Outro ponto que nem foi suscitado e já foi retirado do projeto era compra com verba pública, pois o processo é longo e não existem lojas físicas na capital que trabalhem com placas de Arduíno tendo em vista que nenhuma casa do ramo foi encontrada. E para evitar qualquer trauma e agilizar o projeto todo material foi custeado pelo professor mediador que adquiriu em lojas virtuais em entregas de no prazo de 5 dias.

Assim nos projetos escolhidos pelos alunos, era notado que eram mais complexos comparados com os já tinham sido desenvolvidos anteriormente, devido ao processo de ser programação mais extensa e a montagem dos circuitos ser mais detalhada, entretanto os alunos que desenvolveram habilidades mais rápido se interessaram imediatamente na execução, tomaram para si o projeto. Eles cuidavam e guardavam o material e eram os que mais manuseavam. Demonstravam serem mais curiosos e procuravam entender a estrutura física dos sensores, dos componentes para a conclusão do projeto. Então o nível de aprendizado e apropriação da temática foi diferenciado entre alunos de uma mesma equipe e entre as equipes. Era notada a desenvoltura dos mais habilidosos nas aulas execução. O professor mediador tentava intervir para a execução do projeto fosse executado por todos, mas o tempo para apresentação estava expirando e tinha que acelerar as montagens para culminância e o professor mediador teve que se integrar como colaborador afim de adiantar no processo de finalização. Neste processo final ainda foi convidado um aluno de automação e ex-aluno da escola para colaborar na finalização dos projetos. Então é notado que cada projeto deve ser desenvolvido por no máximo dois ou três estudantes para que o prejuízo seja mínimo e todos tenham participação efetiva e desenvolvam a habilidade colaborativa. E cobrar que antes da escolha de um projeto façam um plano de ação com todas limitações, orçamentárias, de tempo e de habilidades de execução.

Então aos alunos escolherem seus projetos pode desenvolver o protagonismo no ato de escolher e estimular sua capacidade criativa e desafios, entretanto vão se deparar uma competência a ser desenvolvida que é o ato de planejar, executar em tempo hábil de acordo com o cronograma previsto. Desta forma pode vir a gerar frustrações com o não cumprimento da montagem e execução por falta de tempo grupo ou por faltas de habilidades técnicas para desenvolverem um projeto complexo. Entretanto ao intervir para que seja mudada a proposta original de escolha do aluno pode tolher sua capacidade criativa e estimular uma insegurança

destes alunos. Assim gera um paradoxo pedagógico de como intervir em um processo que por sua natureza espera que seja estímulo para criatividade. Sugere que antes de escolhas de projetos mais complexos sejam desenvolvidas habilidades sobre planejamento com estudantes

Com a chegada do equipamento e entrega aos alunos, as equipes iniciaram os trabalhos em que os alunos mais habilidosos tomaram para si o projeto e iniciaram a execução de montagem do equipamento e do software. Como os projetos eram mais complexos o professor mediador teve que participar ativamente na construção dos projetos, em que os custos financeiros eram mínimos comparados com a dedicação que se tinha que dar neste processo. Na escola apenas o professor conhecia o tema, teve a necessidade de ajuda externa para assessorar os alunos no término dos projetos, no qual um ex-aluno da escola e aluno de automação colaborou na finalização.

Com esta dedicação para conseguir a execução dos projetos a tempo, não foi possível cobrar e monitorar com a intensidade necessária para que alunos estudassem sobre os sensores de cada projeto e relacionassem com a Física. Também não foi possível cobrar por equipes para que documentassem através de vídeos todo o processo de construção de seus equipamentos. Mas todos os projetos ficaram prontos a tempo para culminância.

Com relação a culminância todos se empenharam e os que estavam mais afastados na execução foram dadas tarefas como a de preparar o material para apresentarem os equipamentos, a fim de relacionar o equipamento com possíveis usos no dia a dia, na automação residencial ou industrial. Tinha-se o objetivo de diminuir impactos de uma não participação integral e também de tentar relacionar o experimento com os fenômenos físicos. Entretanto todas as equipes fizeram suas apresentações, mas nenhuma explorou diretamente os fenômenos da Física diretamente.

Assim como pontos positivos os jovens demonstravam satisfação pessoal quando apresentavam seus projetos, pesquisados e feitos por eles. Souberam ponderar na escolha de um projeto a relação custo, benefício e possibilidade de construção do equipamento.

Supõe que no momento de pesquisas de projetos pelos alunos tenha sido um dos momentos altos do curso, pois encontraram projetos incríveis na internet que podem incentivá-los em projetos de vida pessoal. A exemplo de gerar estímulos futuros que possam vir a criar desejos e sonhos a fim de efetivarem projetos encontrados, mas impossíveis de serem realizados no momento.

No processo de programação e montagem foram explorados conceitos de Lógica Computacional, de eletrônica e de Física desta forma esperasse que tivesse gerado aprendizagem nestas áreas do conhecimento. Pois neste processo aparecem muitos erros o

que estimula alunos a terem atenção e foco na programação, nas portas de saída e entrada de circuito, e é necessário conhecimento do equipamento e de seus periféricos.

4.3.1 Resumo das dificuldades percebidas

No desenvolvimento deste projeto foram percebidas algumas dificuldades que poderiam ser melhoradas a exemplo ambiente que fica o computador de mesa, geralmente é feito para apenas para seu uso. Assim falta espaço para usar a placa de Arduíno, com o protoboard e o equipamento montado, dificultando muito o processo de montagem. O ideal seria uso de notebook em mesas grandes e largas, pois as peças não cairiam no chão, os jumpers não soltariam e ao fazer os testes com o computador conectado a placa não teria que ficar segurando o equipamento montado enquanto opera o computador.

Outra dificuldade encontrada é que na Capital não foi encontrada nenhuma loja física que vendesse placa de qualquer Arduíno e outros periféricos do ramo, dificultando para o desenvolvimento de projeto maior em que uma escola tivesse de fazer uma licitação. Que o processo licitatório é complicado e qualquer professor sentiria muitas dificuldades em tentar participar de um processo destes tendo em vista as outras atribuições que já lhe são incumbidas. Assim para desenvolver algo do tipo e não querendo enfrentar um processo licitatório é sugerido comprar em lojas virtuais. Existem sites chineses que dispõe de produtos mais baratos, mas o tempo de recebimento é longo. Assim nos sites brasileiros é mais rápido, mas o custo é mais elevado.

Acredita-se que impossibilidade de produção de vídeos para posterior avaliação, foi pela demora de montagem dos equipamentos planejados pelos alunos, tendo em vista o esgotamento do prazo para apresentação dos projetos para culminância e toda equipe estava focada na execução. O que também possa a ter prejudicado pesquisas a fim de relacionar os sensores nos dispositivos montados com conteúdo formais de Ciências e Física. Tendo em vista que a falta tempo impossibilitou esta as produções de vídeos e avaliação do processo foram a execução dos projetos mais sofisticados, surge um paradoxo, se o aluno deve escolher o projeto e ser o protagonista do processo ou o professor deve sugerir um projeto mais acessível e o aluno ser apenas executor do plano. Sinalizando para inclusão nestes cursos de temas ligados a planejamentos e execução de projetos

Outro ponto que não favoreceu a análise do desenvolvimento de habilidades foi a própria natureza da disciplina eletiva, que não tem em seu plano a avaliação formal e todo

processo é verificado apenas na culminância. Acredita-se então que um processo avaliativo sistemático com questionários é necessário para fazer uma avaliação mais precisa de aplicação de tal metodologia. Pois a metodologia de observação generaliza todo o processo de identificação de desenvolvimento de habilidades e competências, não individualizando a real percepção dos estudantes com relação ao tema.

Com relação a criação grupo de WhatsApp, como meio de interação e geração de um ambiente de cultura digital ativa não teve o efeito desejado, se tornou apenas um grupo informativo com poucas interações, onde o professor postava alguns vídeos com regularidade quinzenal para de gerar debates, ou postava outros projetos, mas os alunos pouco interagiam. Esperava-se que os participantes fossem mais atuantes e pesquisassem temas afins e postassem no grupo com regularidade, colaborando no protagonismo. Entretanto nota-se que deve existir uma maior sistematização deste processo, determinado que pesquisas sejam feitas nas redes sociais ou internet e repostadas no grupo pois acabou servindo apenas como um canal de comunicação e avisos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pôde verificar a aplicação e desenvolvimento do uso da plataforma Arduíno em sala de aula como ferramenta pedagógica no intuito de ensinar sobre robótica e programação e relacionar com a temática de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Em que o objetivo era criar um ambiente virtual e físico de cultura digital e *maker* com os alunos envolvidos a partir da robótica educacional, tendo como base o uso da Plataforma Arduíno relacionando com desenvolvimento de habilidades e competências da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Espera-se que a pesquisa contribua para o meio acadêmico e pedagógico, pois é notado que já existem várias pesquisas sobre a o uso da plataforma Arduíno, entretanto poucas dificuldades são diagnosticadas como aplicação desta ferramenta como metodologia pedagógica.

Através de pesquisas bibliográficas notou que a sociedade está passando por mudanças no seu modo de produção e no mercado de trabalho, o que vem a ser chamado de 4ª Revolução Industrial. Provocando o meio acadêmico e instituições educacionais a refletirem sobre suas práticas educacionais no tocante as revoluções tecnológicas no meio de formação de crianças, adolescentes e jovens, principalmente referente área de Ciências Linguagens e suas Tecnologias. Assim é provocante e faz necessário a procura de novas metodologias para melhorar situação dos índices educacionais no país e identificar que práticas são exitosas usadas pelos países despontam nos índices.

Dados da prova do PISA/OCDE (BRASIL, 2016) indicam que a média do Brasil no ensino de Ciências está em penúltimo lugar no ranking comparado com todos os outros países que fazem parte da OCDE. E analisando os resultados da prova da Paraíba mostra que estamos abaixo da média nacional ficando apenas a frente de dois estados brasileiros. Desta forma com índices comparativos tão baixos há de pesquisar por métodos mais eficazes e pensadores que contribuíram suas teorias para melhorias e reflexão sobre o ensino.

Alguns Pensadores defendem em suas teorias atividades práticas com elemento essencial para aprendizagem, em se tratando do Ensino de Ciências o que sugere ser imprescindível é a prática experimental. Dewey propôs que “o ensino se dar pela ação” e “através de experiências formaria o conhecimento, uma aprendizagem mais ativa participativa” (CARON, SOUZA e SOUZA, 2016); Vygostik diz que a “aprendizagem é uma experiência social, de interação pela linguagem e ação” (GALINDO, 2016); Papert diz “conhecimento só acontece quando o sujeito constrói um objeto de seu interesse”

(SCHELLER, 2014); Taha (TAHA, LOPES e SOARES, 2016) cita que Paulo Freire propõe que “a experimentação problematizadora tem o objetivo de ir além da investigação, desperta uma criticidade em relação ao conhecimento”; Kolbe - a aprendizagem é o processo pelo qual o conhecimento é criado através da transformação da experiência (CHERRY, 2019). Desta forma os grandes pensadores da educação corroboram para a necessidade do desenvolvimento de atividades práticas, experimentais, no ensino de Ciências.

Assim em procura de aplicar metodologias eficazes no ensino de Ciências, em que o estudante fosse construtor dos objetos e pudesse interferir nos resultados do experimento foi pensado aplicar a robótica através da plataforma Arduíno, e o resultado de seus projetos fossem expostos através de vídeos. Pois seria possível desenvolver algumas habilidades e competências nos alunos de Ciências e suas Tecnologias, do Pensamento Computacional, além de mostrar as inovações tecnológicas e divulgar carreiras STEM, como necessárias para um mercado promissor.

Então foi desenvolvido e aplicado um curso denominado Mundo 4.0 em uma disciplina eletiva do segundo semestre na Escola Cidadã Integral Compositor Luis Ramalho, com 25 alunos interessados. Foram desenvolvidas aulas teóricas que abordavam os Temas das Revoluções Industriais por professores de áreas diversas e aulas práticas de programação para robótica com a plataforma Arduíno. No final do curso alunos escolheram e executaram a construção de projetos de robótica e apresentaram para a comunidade escolar. Um grupo virtual de *whatsapp* foi criado para ser um canal interativo entre os alunos e o professor.

Através do método observacional como professor mediador foi constatado com no processo o alcance de alguns objetivos foram alcançados e para uma melhor eficiência. Com relação as aulas teóricas foram observadas que maioria dos alunos conseguiam discutir sobre as Revoluções Industriais expondo suas ideias. A respeito da plataforma Arduíno todos os alunos montaram seus equipamentos, compilaram o programa e executaram os projetos mais simples dá aulas iniciais. Estes objetivos foram alcançados com satisfação, pois o tema de inovação tecnológica era familiar aos alunos e operavam o programa e a placa facilidade notado do curso até a culminância.

Entretanto outros objetivos não foram alcançados ou não puderam ser observados, na culminância por exemplo os alunos não expuseram a relação dos experimentos com os fenômenos das naturezas, como um objeto pudesse demonstrar algum fenômeno. O grupo virtual não foi efetivo em formar um ambiente de cultura digital permanente, pois houve pouca interação apesar do professor mediador postar regularidade vídeos temáticos, notando certa passividade. Por último, os alunos não produziram os vídeos de seus projetos, execuções

e apresentação dos objetos por eles montados, impossibilitando uma avaliação mais precisa sobre o domínio da temática.

Enfim pode-se verificar que o uso da plataforma Arduino é eficiente e talvez eficaz como meio de trabalhar robótica e programação, no entanto seu uso como recurso metodológico para desenvolvimento de habilidades e competências deve ser sistematizado, indicando ao estudante o fenômeno a ser percebido naquele projeto.

Sugere-se que trabalhos futuros com o objetivo de verificar a plataforma Arduino como metodologia de ensino sistematize o processo avaliativo, com questionário diagnóstico e outros meios avaliativos sistematizados. A fim de poder individualizar a avaliação dos alunos e permitir que correções na execução do curso. Caso o curso a ser ministrado pretenda a trabalhar com cultura *maker* usando a plataforma, com o desenvolvimento de projetos pelos alunos, deve ser incluído neste curso a temática de gestão e execução de projetos para que o estudante analise a viabilidade e o cronograma.

6 REFERÊNCIAS

- ALI, T. F. **CRESCIMENTO: John Dewey e sua contribuição à noção de formação no pensamento pedagógico moderno**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129502/331195.pdf?sequence=1>. Acesso em: 2 fev. 2019.
- ALVES, V. **Escola do futuro já existe. Saiba onde é**. 2016. Disponível em: <https://www.dinheirovivo.pt/buzz/galeria/pensamento-computacional-desde-os-3-anos/>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- BERNADI, R. **Arduino para iniciantes**. 2018. Disponível em <http://hardware.rbtech.info/http://hardware.rbtech.info/arduino-iniciantes-download-curso/>. Acesso em: 16 jan. 2019.
- BIEHL, R. **Robótica Educacional: Um Recurso para Introduzir o Estudo da Física no Ensino Fundamental**. 2018. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2158/1/2018RodrigoBiehl.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2018.
- BOHAN, C. H., & NULL, J. W. **Gender and the Evolution of Normal School Education: A Historical Analysis of Teacher Education Institutions**. 2017. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ831197.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- BRACKMANN, C. P. **Pensamento Computacional Brasil**. 2019. Disponível em: <http://www.computacional.com.br/>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- BRASIL. **Brasil no PISA 2015**. 2016. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf. Acesso em: 18 set. 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_sit_e.pdf. Acesso em: 05 maio. 2019.
- BRASIL. **LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996**. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 05 maio. 2019.
- CAHSEE. **The Center for the Advancement of Hispanics in Science and Engineering Education**. 2003. Disponível em: <http://www.cahsee.org/>. Acesso em: 2018 out. 2018.
- CAMPOS, F. R. (2017). **Robótica educacional no brasil: questões em aberto**. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/viewFile/8778/6944>. Acesso em: 11 fev. 2019.
- CARON, D., SOUZA, F. V., & SOUZA, C. R. **John Dewey e Paulo freire: uma análise sobre a educação e democracia**. 2016. Disponível

em:<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/viewFile/640/492>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CASTRO, M. H. **Sociedade Brasileira de Educação Comparada**. 2010. Disponível em:https://www.sbec.fe.unicamp.br/pf-sbec/destino_educacao_livro_metodologia.pdf. Acesso em: 10 out. 2018.

CHERRY, K. **Experiential Learning Theory of David Kolb**. 2019. Disponível em:<https://www.verywellmind.com/experiential-learning-2795154>. Acesso em: 25 jan. 2019.

COELHO, M. **Microcontroladores Acessíveis – A geração “Faça você mesmo”**. 2017. Disponível em:<http://infotecnews.com.br/microcontroladores-acessiveis/>. Acesso em: 16 de fev. 2019.

COUTO, G. M. **Pensamento computacional Educacional: Ensaio sobre um perspectiva libertadora**. 2017. Disponível em:<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/20378/2/Gabriel%20Militello%20Couto.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2019.

COUTO, G. M., & SILVA, M. d. **Educação e Pensamento Computacional: estudo de caso**. 2016. Disponível em:<http://www.abed.org.br/congresso2016/trabalhos/263.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2019.

CRUZ, P. A., RODRIGUES, A. C., & FILHO, C. A. **As teorias da aprendizagem e a educação física: uma breve análise**. 2017. Disponível em:<http://revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=1450>. Acesso em: 26 dez. 2018.

CUCH, L. R., & MEDEIROS, L. F. **Robótica Educacional como Recurso Pedagógico para Alunos de Baixo Rendimento: Relato de Experiência**. 2017. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/320065284_Robotica_Educacional_como_Recurso_Pedagogico_para_Alunos_de_Baixo_Rendimento_Relato_de_Experiencia. Acesso em: 03 fev. 2019.

DEJAN. **Projeto Radar Arduino**. 2015. Disponível em:<https://howtomechatronics.com/projects/arduino-radar-project/>. Acesso em: 11 out. 2018.

DELORS, J., & org. **Educação um tesouro a descobrir**. 1998. Disponível em: http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a_pdf/r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf. Acesso em: 02 nov. 2018.

FABRI JÚNIOR, L. A. **Usando a plataforma arduino para criação de kit pedagógico baseado em oficinas de robótica para introdução à engenharia no ensino médio**. 2014. Disponível em:<http://www.fatece.edu.br/arquivos/arquivos%20revistas/perspectiva/volume3/4.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2018.

FREIRE, G. F. **O conceito de “Continuum Experimental” na filosofia de John Dewey.** 2017. disponível em: http://www.faculdadedesaobento.com.br/files/pesquisas_52018314-03076712-5978-152018.pdf. Acesso em: 24 dez. 2018.

GALINDO, R. M. **A interação no processo de educação a distância.** 2016. disponível em <http://docplayer.com.br/18506663-A-interacao-no-processo-de-educacao-a-distancia.html>. Acesso em 24 dez. 2018.

GERALDES, w. b. **O pensamento computacional no ensino profissional e tecnológico**
Disponível
em:<http://www.computacional.com.br/files/Dissertacoes%20e%20Teses/GERALDES%20-%20O%20pensamento%20computacional%20no%20ensino%20profissional%20e%20tecnol%C3%B3gico.pdf>. Acesso em 3 fev. 2019.

GUIMARÃES, F. **Curso de Arduino - Aula 01 – Introdução.** 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rCILKZPG0Kg>. Acesso em: 15 jan. 2019

GUIMARÃES, F. **Brincando com ideias - curso de arduino - aula 01 - Introdução.** 2016.
Disponível
em:<https://www.youtube.com/watch?v=rCILKZPG0Kg&list=PL7CjOZ3q8fMc3OmT7gD7N6sLLfXsXGZi>. Acesso em: 12 Ago. 2018.

GUIMARÃES, F. **Curso de Arduino - Aula 01 - Introdução.** 2016. Disponível em:
Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=rCILKZPG0Kg>. Acesso em: 15 jan. 2019.

ICE. **Atuação.** 2019. Disponível em:<http://icebrasil.org.br/atuacao/>. Acesso em: 10 abr. 2019.

JAHN, F. **O ensino médio e seus caminhos.** 2013. Disponível
em:<https://www.cps.fgv.br/cps/bd/clippings/nc0721.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

KUENZER, A. Z. **Exclusão includente e inclusão excludente: a nova forma de dualidade estrutural que objetiva as novas relações entre educação e trabalho.** 2002. Disponível em: http://forumeja.org.br/go/files/13%20Exclusao%20Includente%20Acacia%20Kuenzer_1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2018.

MARANHÃO. **Estrutura curricular da rede estadual de ensino.** 2016. Disponível
em:<http://www.educacao.ma.gov.br/files/2016/12/ESTRUTURA-CURRICULAR-COM-ELETIVAS-APROVADA-PELO-CEE-10.16.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MARIM, T. E. (2016). **Projetos - Braço Robótico.** Disponível
em:<http://www.mecatronizando.com.br/2016/08/projetos-braco-robotico.html>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MESA. **Hands-on STEM success.** 2018. Disponível em:<http://mesa.ucop.edu/hands-on-stem-success/>. Acesso em 12 out. 2018.

MONTEIRO, A. d. (2013). **Finlândia: um sistema de educação admirável.** Disponível
em:<http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Poiesis/inde>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MORÁN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 20 jan. 2019.

MORAN, J. (2017). **Como transformar nossas escolas: Novas formas de ensinar alunos sempre conectados**. 2017. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/08/transformar_escolas.pdf. Acesso em: 20 jan. 2019.

MOURÃO, O. D. **Uso da Plataforma Arduino como uma Ferramenta Motivacional para a Aprendizagem de Física**. 2018. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_oseias.pdf. Acesso em: 26 de dez. 2018.

OCDE. *Policy Lessons from and for Japan*. 2012. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264118539-9-en.pdf?expires=1550641838&id=id&accname=guest&checksum=68AAE4075DA6D309EF527C848E9C30B4>. Acesso em: 11 nov. 2018.

PECK, D. (2016). **O Futuro do Ensino Médio no Brasil**. Disponível em: http://www.seminariocurriculo.org.br/site/seminariocurriculo/files/materiais/P17A_DavePeck.pdf http://www.seminariocurriculo.org.br/site/seminariocurriculo/files/materiais/P17A_DavePeck.pdf. Acesso em: 03 abr. 2019.

PEREIRA, W. R. (2016). **Altas habilidades/superdotação e robótica: relato de uma experiência de aprendizagem a partir de vygotsky**. Disponível em: <https://C/bitstream/handle/1/79/WILSON-ROBERTO-FRANCISCO-PEREIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 dez. 2018.

PIMENTEL, A. **A teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional**. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epsic/v12n2/a08v12n2.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

POCHMANN, M. **Capitalismo e desenvolvimento**. 2016. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/yjzmz/pdf/pochmann-9788577982165-02.pdf>. Acesso em: 10 jan. de 2019.

PONTES, L. F. **O movimento norte-americano de reforma educacional**. 2015. Disponível em: www.revistappgp.caedufjf.net/index.php/revista1/article/download/90/60. Acesso em: 10 abr. 2019.

PORTO, A. C. **O toyotismo e a precarização dos direitos trabalhistas**. 2016. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_boletim/bibli_bol_2006/RDTrab_n.170.09.PDF. Acesso em: 10 fev. 2019.

PUGLIESE, G. O. (2017). **Os modelos pedagógicos de ensino de ciência**. 2017. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese_GustavoOliveira_M.pdf. Acesso em: 28 nov. 2018.

ROCHA, F. (2018). **Usando um sensor de som para acender a luz batendo palmas**. 2018. Disponível em <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-som-acender-luz-palmas/>. Acesso em: 03 fev. 2019.

ROONEMAA, M. (2017). **Mari Roonemaa**. Disponível em: <https://pt.unesco.org/courier/abril-junho-2017/licoes-globais-do-governo-da-estonia-com-experiencia-em-tecnologia>. Acesso em: 18 out. 2018.

SANSON, C. (2017). **Quarta Revolução Industrial - Revolução 4.0**. Em J. Camargo (Ed.), Edição e Debate do livro a 4a Revolução Industrial. Edição 506, p. 55. São Leopoldo: Revista IHU.

SANTOS, M. P. **Robótica Educacional: desenvolvimento de um robô móvel de baixo custo**. 2010. Disponível em: <http://www2.uesb.br/computacao/wp-content/uploads/2014/09/ROBÓTICA-EDUCACIONAL-DESENVOLVIMENTO-DE-UM-ROBÔ-MÓVEL-DE-BAIXO-CUSTO-marcos-pereira-dos-santos.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2019.

SÃO PAULO. **Diretrizes do Ensino do Programa de Ensino Integral**. 2012. Disponível em: <http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/342.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

SHELLER, M.A **Aprendizagem no contexto das tecnologias: uma reflexão para os dias atuais**. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/53513/33029>. Acesso em: 24 dez. 2018.

SERRA, L. F., & LOPES, O. **Educação em Cingapura: sucessos e desafios**. 2014. Disponível em: <http://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-antonello/wp-content/uploads/sites/8/2016/11/itamarati.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

SOBRAL, F. A. **Educação para a competitividade ou para a cidadania social?** 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100002. Acesso em: 18 out. 2018.

SOUZA, F. (2013). **Arduíno Uno**. 2013. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 02 fev. 2019.

STAGER, G. S. **Seymour Papert (1928–2016): Father of educational computing**. NATURE, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/537308a>. Acesso em: 28 dez. 2018.

TAHA, M. S., LOPES, C. S., & SOARES, E. d. (2016). **Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências**. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID305/v11_n1_a2016.pdf. Acesso em: 25 dez. 2018.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs**. 2018. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf. Acesso em: 20 abr. 2019.

WORLDFOUND. **STEM Brasil**. 2016. Disponível em: <https://worldfund.org/site/br/stem-brazil/>. Acesso em: 10 out. 2018.

ZAPATA-ROS, M. (2015). **Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital**. Disponível em: www.um.es: <https://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2019.

ZIMMERMAN, Juliana. **Modelo pedagógico - parte diversificada**. 1ª ed., Vol. 1º. L. nomura, ed. recife: ice Brasil.

GLOSSÁRIO

| | |
|------------------|---|
| Atuadores | É um elemento que produz movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais, elétricos ou mecânicos. |
| Bluetooth | É uma especificação industrial para áreas de redes pessoais sem fio (Wireless personal area networks - PANs). Provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos como telefones celulares, notebooks, computadores, impressoras, câmeras digitais e consoles de videogames digitais através de uma frequência de rádio de curto alcance globalmente não licenciada e segura. |
| Cartão SD | Ou cartão de memória flash é um dispositivo de armazenamento de dados com memória flash utilizado em consoles de videogames, câmera digitais, telefones celulares, palms/PDAs, MP3 players, computadores e outros aparelhos eletrônicos. Podem ser regravados várias vezes, não necessitam de eletricidade para manter os dados armazenados, são portáteis e suportam condições de uso e armazenamento mais rigorosas que outros dispositivos baseados em peças móveis. |
| Creative Commons | É uma organização não-governamental que tem como foco a elaboração e manutenção de licenças livres que auxiliem na cultura de criação e compartilhamento, que tomou força com a expansão mundial da Internet. |
| Feedback | Processo em que a mensagem emitida obtém uma reação de quem a recebe, sendo usada para avaliar os efeitos desse processo: feedback positivo ou feedback negativo. |

| | |
|--------------|---|
| Infográficos | é uma forma visual de apresentar informações e dados – geralmente complexos –, auxiliando na compreensão do leitor. É elaborado por meio de imagens (ilustrações, gráficos, ícones) e textos. |
| IOT | Internet das coisas (em inglês: Internet of Things, abreviadamente, IoT, sendo IdC o acrónimo equivalente em português) é um conceito que se refere à interconexão digital de objetos cotidianos com a internet. É a conexão dos objetos, mais do que das pessoas, à internet. |
| LOGO | é uma linguagem de programação voltada para o ambiente educacional. Ela se fundamenta na filosofia construtivista e em pesquisas na área de Inteligência Artificial. A linguagem é usada para comandar um cursor, normalmente representado por uma tartaruga, com o propósito de ensinar ao cursor novos procedimentos além dos que ele já conhece, a fim de criar desenhos ou programas. O nome LOGO foi uma referência a um termo grego que significa: pensamento, ciência, raciocínio, cálculo, ou ainda, razão, linguagem, discurso, palavra. |
| <i>Maker</i> | O movimento ou cultura maker é uma evolução do Faça Você Mesmo (ou Do-It-Yourself, em inglês), que se apropriou de ferramentas tecnológicas como a placa Arduino, impressoras 3D, cortadoras a laser e kits de robótica, prototipação e fabricação de produtos, soluções e projetos. |
| Mundo 4.0 | Espaços marcados por desenvolvimentos tecnológicos do início do Século XXI, como robótica, Inteligência Artificial, Impressão 3D, Biologia Sintética, Sistemas Ciber- Físicos. |

- Open source código fonte ou projeto disponibilizado e licenciado com uma licença de código ou projeto aberto no qual o direito autoral fornece o direito de estudar, modificar e distribuir o software de graça para qualquer um e para qualquer finalidade.
- Podcasts è uma forma de transmissão de arquivos de áudio multimídia na Internet criados pelos próprios usuários.
- Shield placa de circuito impresso com conectores que se encaixam na parte superior de uma placa em a função de aumentar a funcionalidade de uma outra placa com uma facilidade de conexão
- Skype conecta as pessoas a qualquer momento e em qualquer lugar, com os recursos de texto e chamadas com voz e vídeo usando um celular, computador.

APÊNDICE



GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA



PROPOSTA PARA DISCIPLINAS ELETIVAS 2018

ECI - ESCOLA ESTADUAL CIDADÃ INTEGRAL COMPOSITOR LUIZ RAMALHO

1. Título: ROBÓTICA E MUNDO 4.0

2. 4ª Revolução Industrial; Novas Tecnologias; Plataforma Arduíno: Programação e Eletrônica Básica; Robótica

3. Disciplinas:

A. FÍSICA

B. GEOGRAFIA

C. HISTÓRIA

4. Professores

A. ARMANDO DA SILVA SANTIAGO.

B. FÁTIMA SULA

C. JOÃO BATISTA NOBERTO SALES

5. Justificativa:

O Século XXI é pautado em mudanças tecnológicas que afetarão a sociedade diretamente os modos de produção de riquezas e sustento. Tal mudança inovadora que acontece nesta década, surgindo aplicações efetivas de robótica, Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Biofísica, Nanotecnologia entre outras. Desta forma, esta eletiva surge da necessidade de discussão deste tema neste espaço educativo, abordando as mais variadas nuances do tema, com aulas de professores de Física, Matemática, Geografia, Biologia e História.

6. Objetivo:

Apresentar aos jovens estudantes a temática de robótica, Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Biofísica, Nanotecnologia como tecnologias atuais, que impactará nos modos de produção, necessitando de profissionais aptos a trabalharem com estes novos processos. Tornando possível o convívio destes jovens com estas tecnologias e tornando prático com kits de robótica de Fisher Tecnke e de Arduíno.

7. Habilidades e Competências a serem desenvolvidas:

- Apresentar a robótica, programação e outros processos de inovação tecnológica como temas ligados ao cotidiano na sociedade;

- Discutir a inovação tecnológica e seus impactos nas várias áreas do conhecimento;
- Montar kits de robóticas do kit Fisher Tecnce e Arduíno;
- Possibilitar a montagem de kits de Arduíno a partir de pesquisas na internet;
- Desenvolver o autodidatismo nos estudantes com ajuda de tutorias da web;
- Verificar o processo histórico com o desenvolvimento de Tecnologias.
- Aguçar a criatividade nos jovens, possibilitando a criação de seus próprios projetos.

8. Conteúdo Programático:

- 1) Mecânica;
- 2) Eletricidade;
- 3) Magnetismo;
- 4) Revolução Industrial;
- 5) Modos de Produção Econômica;

9. Metodologia:

O processo metodológico se dará por aulas expositiva e dialogadas, discussões de vídeos, anotações nos cadernos e montagem de kits de robótica.

10. Recursos Didáticos:

- Lápis de quadro branco e apagador;
- Vídeos;
- Laboratório de física;
- Laboratorio de Robótica e Computação
- Kits de robótica e de Arduíno.
- Celulares.

10. Proposta para a Culminância:

- Exposição de Cartolinas e kits de robótica pelos alunos.

11. Avaliação:

- Criação de seus equipamentos
- Criação de vídeos, infográficos, podcasts e ebooks;
- Exposição dos quites.

12. Referências Bibliográficas:

BIEHL, R. **ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA INTRODUIR O ESTUDO DA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**. **https://www.univates.br/**, 2018. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2158/1/2018RodrigoBiehl.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

GUIMARÃES, F. **Curso de Arduino - Aula 01 - Introdução**, 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=rCILKZPG0Kg>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

GUIMARÃES, F. **BRINCANDO COM IDEIAS - Curso de Arduino - Aula 01 - Introdução**. **www.youtube.com**, 2016. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=rCILKZPG0Kg&list=PL7CjOZ3q8fMc3OmT7gD7N6sLLFfXsXGZi>>.
Acesso em: 12 ago. 2018.

SANSON, C. **Quarta Revolução Industrial - Revolução 4.0**. Edição e Debate do livro a 4a Revolução Industrial. São Leopoldo: Revista IHU. 2017. p. 55.

ANEXOS

Quadro 7- programação do Braço robótico

```

/** Controle de 4 servo motores via potenciômetro ou aplicativo celular */
#include <Servo.h> //biblioteca do servo motor

//constantes ao quais se referem os pinos digitais de sinalização.
const int led = 10;
const int botao = 8;

//variável de estado inicial do botão.
intestadoBotao = 0;

//portas digitais dos servos e suas ações.
//no potenciômetro.
int port_servo_canal_1 = 3;//servobase
int port_servo_canal_2 = 5;//servobraco
int port_servo_canal_3 = 6;//servoaltura
int port_servo_canal_4 = 9;//servogarra
intport_serial;

//portas analógicas dos potenciômetros e suas funções.
int potbase = 0;
int potbraco = 1;
int potaltura = 2;
intpotgarra = 3;

//valores de início para os ângulos
intangulobase = 0;
intangulobraco = 0;
intanguloaltura = 0;
intangulogarra = 0;

//variáveis dos servos.
//no potenciômetro.
Servo servo_canal_1;//base
Servo servo_canal_2;//braco
Servo servo_canal_3;//altura
Servo servo_canal_4;//garra

voidsetup()
{
    //Faixa de transmissão do módulo Bluetooth
    Serial.begin(9600);
    Serial.setTimeout(4);

    //definindo pinos de entrada e saída.
    pinMode(led,OUTPUT);
    pinMode(botao,INPUT);

```

```

//Setup de carregamento das variáveis dos servos.
servo_canal_1.attach(3); //(servobase)
servo_canal_2.attach(5); //(servoaltura)
servo_canal_3.attach(6); //(servogarra)
servo_canal_4.attach(9); //(servobraco)
servo_canal_1.write(port_servo_canal_1);
servo_canal_2.write(port_servo_canal_2);
servo_canal_3.write(port_servo_canal_3);
servo_canal_4.write(port_servo_canal_4);
}

void loop() {

estadoBotao = digitalRead(botao);
//Condição executada enquanto botão acionado e Led verde aceso
if(estadoBotao == HIGH){

digitalWrite(led,HIGH);
angulobase=analogRead(potbase);
angulobase=map(angulobase,0,1024,0,180);
servo_canal_1.write(angulobase); //leitura do angulo no
potênciometro, mapeamento, e registro no servo referente a base.

angulobraco=analogRead(potbraco);
angulobraco=map(angulobraco,0,1024,0,180);
servo_canal_2.write(angulobraco); //leitura do angulo no
potênciometro, mapeamento, e registro no servo referente ao braço.

anguloaltura=analogRead(potaltura);
anguloaltura=map(anguloaltura,0,1024,0,180);
servo_canal_3.write(anguloaltura); //leitura do angulo no
potênciometro, mapeamento, e registro no servo referente a altura do braço.

angulogarra=analogRead(potgarra);
angulogarra=map(angulogarra,0,1024,0,40);
servo_canal_4.write(angulogarra); //leitura do angulo no
potênciometro, mapeamento, e registro no servo referente a abertura da
garra.

}else{
digitalWrite(led,LOW); //Condição com Led verde apagada assumida pelo
bluetooth
}
if (Serial.available()>0) {
port_serial = Serial.parseInt();
if (port_serial>0 &&port_serial<180)
{
port_servo_canal_1 = port_serial;
port_servo_canal_2 = map(port_serial, 0, 180, 0, 180);
servo_canal_1.write(port_servo_canal_1);
}
if (port_serial>180 &&port_serial<360)

```

```
{
  port_servo_canal_2 = port_serial;
  port_servo_canal_2 = map(port_serial, 180, 360, 0, 180);
  servo_canal_2.write(port_servo_canal_2);
}
if (port_serial>360 &&port_serial<540)
{
  port_servo_canal_3 = port_serial;
  port_servo_canal_3 = map(port_serial, 360, 540, 0, 180);
  servo_canal_3.write(port_servo_canal_3);
}
if (port_serial>540 &&port_serial<720)
{
  port_servo_canal_4 = port_serial;
  port_servo_canal_4 = map(port_serial, 540, 720, 0, 180);
  servo_canal_4.write(port_servo_canal_4);
}
}
```

Fonte: (MARIM, 2016)