

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

DIRETORIA ACADÊMICA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ARDUINO
AOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

ANDRÉ LUVISA



Canoas, 2022

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

DIRETORIA ACADÊMICA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



ANDRÉ LUVISA

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O
ENSINO DE ARDUINO AOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para à obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Agostinho Iaquan Ryokiti Homa

Canoas, 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L976d

Luvisa, André

Desenvolvimento e validação de uma sequência didática para o ensino de Arduino aos professores de ciências e matemática. / André Luvisa. – Canoas, 2022.

105 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Diretoria Acadêmica, Universidade Luterana do Brasil.

Orientador: Prof. Dr. Agostinho Iaquan Ryokiti Homa

1. Educação. 2. Professores – Formação profissional. 3. Sequência didática. 4. Tecnologia educacional. 5. Arduino. I. Homa, Agostinho Iaquan Ryokiti. II. Título.

CDD 23. ed. 370.71

André Luvisa

**Desenvolvimento e Validação de uma Sequência Didática para o Ensino de
Arduino aos Professores de Ciências e Matemática**

**Linha de Pesquisa: Tecnologias de
Informação e Comunicação para o
Ensino de Ciências e Matemática (TIC)**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para à obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Data da aprovação: ___ / ___ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr. Delair Bavaresco
Instituto Federal do RS

Prof^a. Dr^a. Clarissa de Assis Olgin
Universidade Luterana do Brasil

Prof^a. Dr^a. Marlise Geller
Universidade Luterana do Brasil

Prof. Dr. Agostinho Iaquan Ryokiti Homa (Orientador)
Universidade Luterana do Brasil

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada com total apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - 19778619.4.0000.5349. Agradeço à instituição pela bolsa concedida e pelo apoio financeiro, os quais foram essenciais para o desenvolvimento deste estudo.

Agradeço a minha família por ter estado sempre ao meu lado me apoiando e me ajudando a seguir em frente com dedicação, sem permitir que eu desanimasse. Agradeço, também, ao meu orientador por sempre me cobrar e por me ajudar a manter o foco para que este trabalho fosse concretizado.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e os resultados de uma pesquisa com o objetivo de investigar uma sequência didática para a formação na tecnologia digital Arduino, com foco na capacitação de professores de Ciências e Matemática, no uso e aplicação da tecnologia Arduino na sala de aula, integrando de modo interdisciplinar, como preconiza a Educação STEM. A metodologia adotada foi a abordagem qualitativa, estando enquadrado dentro do estudo de caso, por se tratar de um experimento com um contexto específico. A capacitação foi ofertada a professores de Física e Matemática. Nesta pesquisa foi desenvolvida uma sequência didática organizada em três partes, sendo o primeiro a apresentação do Arduino, seguido da ambientação com plataforma de programação e interface de comunicação com Arduino, bem como programas apresentados como módulos funcionais, finalizando apresenta-se projetos com a programação no Arduino. Ao término da sequência de didática foi proposta a construção de projetos envolvendo os assuntos abordados nos três módulos. A validação da sequência didática foi realizada mediante análise dos participantes quanto do grau de compreensão sobre o Arduino e seus componentes, sua programação, a implementação em um projeto STEM e percepções dos participantes sobre as atividades. As análises apontam que, ao término da capacitação, os participantes demonstraram uma evolução no pensamento computacional aplicado à tecnologia Arduino, e que a experiência com a tecnologia Arduino deu segurança para darem continuidade dos seus estudos para uso nas suas práticas escolares. Segundo os participantes a organização e sequenciamento das atividades possibilitaram a compreensão dos temas estudados e permitiu a execução a contento do projeto proposto como última atividade. Também foram apontados alguns pontos de melhorias em relação à apresentação dos enunciados de algumas das atividades, assim como a inclusão de mais exemplos de programação em linha de comando.

Palavras chave: Arduino; Formação de Professores; Sequência Didática.

ABSTRACT

This work presents the development and results of a research with the objective of investigating a didactic sequence for training in Arduino digital technology, focusing on the training of Science and Mathematics teachers, in the use and application of Arduino technology in the classroom, integrating in an interdisciplinary way, as recommended by STEM Education. The methodology adopted was the qualitative approach, being framed within the case study, as it is an experiment with a specific context. The training was offered to Physics and Mathematics teachers. In this research, a didactic sequence was developed, organized in three parts, the first being the presentation of Arduino, followed by the setting with a programming platform and communication interface with Arduino, as well as programs presented as functional modules, ending with projects with the programming on Arduino.. At the end of the didactic sequence, the construction of projects involving the subjects covered in the three modules was proposed. The validation of the didactic sequence was performed through analysis of the participants and the degree of understanding about The Arduino and its components, its programming, the implementation in a STEM project and perceptions' of the participants about the activities. The analyzes show that, at the end of the training, the participants showed an evolution in computational thinking applied to Arduino technology, and that the experience with Arduino technology gave them confidence to continue their studies for use in their school practices. According to the participants, the organization and sequencing of activities made it possible to understand the topics studied and allowed the successful execution of the proposed project as the last activity. Some points of improvement were also pointed out in relation to the presentation of the statements of some of the activities, as well as the inclusion of more examples of programming in the command line.

Keywords: Arduino; Teacher Training; Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Página inicial da capacitação	41
Figura 2: Recorte da página Módulo I: Conhecendo o Arduino	42
Figura 3: Recorte da página Tipos de Arduino	42
Figura 4: Recorte da página Partes da Placa	43
Figura 5: Recorte da página Componentes	44
Figura 6: Recorte da seção Conexões	45
Figura 7: Recorte da página Atividade 1	46
Figura 8: Recorte da página <i>WEB</i> Módulo II	46
Figura 9: Recorte da página Sketch do Arduino	47
Figura 10: Recorte da seção Simulador Tinkercad	48
Figura 11: Recorte da página Comandos	49
Figura 12: Recorte da página Atividade 2	50
Figura 13: Recorte da página Módulo III: Programando	50
Figura 14: Recorte da seção Primeiros: ligando um led	51
Figura 15: Recorte da página Programação de sensores	52
Figura 16: Recorte da página Programação de motores	52
Figura 17: Recorte da página da Atividade 3	53
Figura 18: Recorte da página Produção final	55
Figura 19: Recorte da página Programas extras	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Informações das participantes que concluíram a capacitação	57
Quadro 2: Relato de P14 e P5	58
Quadro 3: Atividade 1 da P13	59
Quadro 4: Atividade 1 da P12	60
Quadro 5: Atividade 3 da P13	63
Quadro 6: Atividade 3 da P12	63
Quadro 7: Competências da BNCC elencadas por P3, P13 e P14	65
Quadro 8: Algoritmo do Projeto de P3, P13 e P14	66
Quadro 9: Algoritmo Corrigido	67
Quadro 10: Habilidades da BNCC elencadas pelo grupo de P5 e P12	68
Quadro 11: Algoritmo do Projeto de P5 e P12	69
Quadro 12: Algoritmo Corrigido	70
Quadro 13: Relato da P14	71
Quadro 14: Relatos da P14 e P13	72
Quadro 15: Relatos da P14, P13, P12 e P5	72
Quadro 16: Relatos da P14, P13, P3 e P12	72

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 A PESQUISA	12
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 STEM	22
3.2 TECNOLOGIAS NA SALA DE AULA	28
3.3 ARDUINO	34
4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	39
5 ANÁLISE DOS DADOS	58
5.1 MÓDULO I.....	59
5.2 MÓDULO II	61
5.3 MÓDULO III	62
5.4 ANÁLISE DOS TRABALHOS FINAIS	64
5.5 QUESTIONÁRIO FINAL	71
5.6 ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS PARTICIPANTES	73
5.7 SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E O EXPERIMENTO	76
CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	84
APÊNDICE B - ATIVIDADE	87
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DOS MÓDULOS	88
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO FINAL	90
ANEXO I – PROJETO DE P5 E P12	93
ANEXO II – PROJETO DE P3, P13 E P14	98
ANEXO III – TCLE	102
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	102

INTRODUÇÃO

Os alunos que estão nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio nasceram após 2005, estando afeitos às tecnologias. Dentro deste contexto, é adequado que a educação utilize das tecnologias que potencializem o processo de ensino e aprendizagem. Com esse intuito, este trabalho apresenta uma introdução à prototipagem para o desenvolvimento de dispositivos tecnológicos que utilizam de programação, sensores e atuadores para interação com o mundo concreto pois, entende-se que esta é uma forma de integração da tecnologia ao ensino interdisciplinar na sala de aula.

Criado na Itália por Gianluca Martino, David Mellis, David Cuartielles, Tom Igoe e Massimo Banzi, o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica que pode ser usado na sala de aula pois é relativamente barato, de fácil manuseio, utiliza de programação na linguagem C++, possui interfaces de entrada e saída de informação, sendo utilizado como plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre. Há vários modelos da placa Arduino: Uno, Mega, Leonardo, Due, Nano, Micro, Ethernet, entre outras, e cada tipo de placa tem suas peculiaridades, cabe ao usuário a escolha adequada, conforme sua necessidade. As plataformas de prototipagem têm por objetivo a criação de ferramentas e projetos implementados com sensores, atuadores e diversos componentes, com baixo custo, que viabiliza o uso por pessoas não especializadas em robótica, sendo adequado para uso na educação (OLIVEIRA; PEREIRA, 2020).

A educação STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics* - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) norteia esta pesquisa, que no ambiente de ensino e aprendizagem, busca a interdisciplinaridade, integrando suas áreas de abrangência (PUGLIESE, 2017). A educação STEM tem como objetivo a contextualização dos conteúdos, pondo em prática o que é aprendido, com projetos que envolvam esses conhecimentos integrados. Silva (2017, p. 3) relata que “por meio da metodologia ativa em disciplinas STEM o docente consegue trabalhar também as inteligências múltiplas de maneira mais dinâmica e motivar os alunos para a construção do conhecimento”.

A educação STEM está integrada com a cultura *Maker* que, segundo Silva (2018, p. 3), proporciona a “aplicação dos conhecimentos trabalhados em sala, utilizando a prática, partindo de uma situação ou desafio, de uma pergunta, levando o

aluno a solucionar, criar, testar, desenvolvendo assim a criatividade e o senso crítico”. Embasando-se nisso, a avaliação do trabalho se dará por meio da construção de projetos pelos alunos.

Como fio delineador do projeto está a Educação STEM que é um movimento que tem o objetivo de atrair os jovens para seguirem carreiras nas áreas que compõem o acrônimo, são elas: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Pela forma como aborda o ensino, a educação STEM enquadra-se perfeitamente nas demandas metodológicas atuais, pois busca o interesse dos alunos nas áreas que à integram, buscando desenvolver a autonomia, a interação com o objeto de estudo, a solução de problemas, desafios e a construção de protótipos (PUGLIESE, 2017). Todo o contexto de educação STEM está relacionado “com a proposta de uma abordagem mais baseada na construção de projetos (o aprender fazendo)” (AGUSTINI, 2014, p. 194). Esta proposta é conhecida como *Cultura Maker*.

Segundo Neto (2014, p. 87) é de extrema importância trabalhar projetos com viés interdisciplinar na formação de professores, pois

[...] o trabalho com projetos, enquanto procedimento teórico e metodológico que liga a interdisciplinaridade com a investigação e a teoria com a prática, poderá realçar o entendimento dos contextos escolares, ao colocar o futuro docente em contato direto com a realidade do cotidiano escolar e ao minimizar a compartimentação das disciplinas [...].

Conforme Neto (2014), a tecnologia pode ser usada como ferramenta na construção de projetos, logo são vantajosas as possibilidades do uso da prototipagem com Arduino na educação.

O trabalho conta com 5 capítulos: o primeiro é intitulado “Encaminhamentos Metodológicos”, onde é apresentada a justificativa da pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e a metodologia de pesquisa; o segundo capítulo apresenta a “Revisão de Literatura” com trabalhos que embasaram e serviram de suporte para a construção da sequência didática; o terceiro capítulo é o “Referencial Teórico”, onde são apresentados referenciais sobre STEM, Tecnologias na sala de aula e o Arduino utilizados para dar o suporte teórico a pesquisa; o quinto capítulo intitulado “Análise de Dados”, traz as análises dos três módulos da sequência didática, dos trabalhos finais e do questionário final dos participantes, e por último a “Conclusão” da pesquisa.

1 A PESQUISA

Este capítulo apresenta a Justificativa ao tema da pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos delineados para o trabalho, a metodologia e os procedimentos metodológicos utilizados para realizar a pesquisa.

1.1 JUSTIFICATIVA

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trata em um de seus sub tópicos, a importância de habilitar os estudantes a utilizarem as tecnologias digitais, pois entende-se que isto é uma necessidade atual. Visando isto, a BNCC traz: “[...] o foco passa a estar no reconhecimento das potencialidades das tecnologias digitais para a realização de uma série de atividades relacionadas a todas as áreas do conhecimento” (BRASIL, 2018, p. 474). Está destacado no documento também que:

Cabe ainda destacar que o uso de tecnologias possibilita aos estudantes alternativas de experiências variadas e facilitadoras de aprendizagens que reforçam a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações (BRASIL, 2018, p. 536).

Nessas circunstâncias, cabe ao professor ser capaz de trazer para suas aulas tecnologias que possam auxiliar na aprendizagem dos alunos. O Arduino é uma tecnologia possível de inserção no ambiente escolar por ser de fácil aquisição pela sua disponibilidade no mercado com valores acessíveis e ser de fácil manipulação.

A BNCC também discorre sobre a importância da contextualização e de um processo integrado entre ciência e tecnologia, como relata: “garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura” (BRASIL, 2018, p. 466) sendo a educação STEM uma maneira de realizar essa integração com interdisciplinaridade.

O matemático sul-africano Papert (1994, p. 6), um dos primeiros pesquisadores a destacar a importância da tecnologia no ensino, menciona que as crianças nascem emergidas em um mundo de tecnologias. Ele destaca que:

A mesma revolução tecnológica responsável pela forte necessidade de aprender melhor também oferece os meios para adotar ações efetivas. As tecnologias da informação, da televisão aos computadores e suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem, entendido como todo o conjunto de condições que contribuem para moldar a aprendizagem no trabalho, na escola e no lazer.

Desta forma cabe aos professores buscarem adequar suas aulas ao contexto da vida social dos alunos para facilitar a aprendizagem. Dentro desse contexto a Educação STEM recomenda a integração das tecnologias às áreas STEM e, para que esta chegue à sala de aula, é necessário que os professores estejam dispostos e capacitados no uso dessas tecnologias.

Visando a qualificação de professores, surge a seguinte questão: Como capacitar os docentes no uso das tecnologias para uso interdisciplinar em abordagens STEM?

Diante desse problema que se apresenta, entende-se que deve ser desenvolvida uma sequência didática para que os professores saibam os fundamentos da programação, aprendendo a programar utilizando de sensores e atuadores, para posteriormente poderem integrar em sua prática didática o Arduino com STEM.

Neste sentido buscou-se com este trabalho, desenvolver uma formação complementar capacitando os professores no uso da plataforma de prototipagem Arduino para que eles estejam aptos a utilizá-la em abordagens STEM.

A escolha dessa tecnologia digital se justifica: pela sua diversidade de aplicações em projetos; por ambientar o aluno com a linguagem de programação em linha, que é a mais utilizada no mundo, de uma forma didática; além de ser uma tecnologia de fácil acesso comercial, *hardware* livre e baixo custo. A educação STEM visa despertar o interesse pelas suas áreas de abrangência de forma integrada, estimula a autonomia dos alunos e é uma ótima forma de pôr em prática o conhecimento teórico, aplicando-o em projetos interdisciplinares que vão ao encontro do dia a dia do aluno.

1.2 OBJETIVOS

São apresentados o objetivo geral desta pesquisa e os objetivos específicos necessários para o atingir as metas.

1.2.1 Objetivo Geral

Para o problema apresentado, estabeleceu-se como objetivo geral: Desenvolver uma sequência didática para a aprendizagem dos fundamentos do Arduino para uso em atividades interdisciplinares de Ciências e Matemática.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de chegar ao objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Investigar as tecnologias Tinkercad, Arduino IDE e Arduino, para dar suporte a sequência didática;
- Implementar¹ a sequência didática.

1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho teve por finalidade investigar uma sequência didática desenvolvida para a formação de professores na tecnologia digital Arduino, que para Rojo (2000, p. 113) “[...] é entendida como um conjunto de atividades de leitura, produção e análise linguística, em torno de algum dos gêneros do discurso”. O próximo passo é o desenvolvimento de atividades ou exercícios sistemáticos e em progressão, conhecida como módulos, onde o docente acompanha o desenvolvimento da turma. Para finalizar, é necessário que os alunos ponham em prática o que aprenderam durante a implementação da sequência didática, onde o professor avalia a efetividade de suas ações (ARAÚJO, 2013).

A capacitação foi ofertada aos alunos da Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Física e Licenciatura em Química, e aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), assim como aos professores que atuam nesta instituição, que está localizada no município de Canoas no Rio Grande do Sul, em um curso de extensão. O projeto que possibilitou esta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Q-CEP), com o protocolo 43552621.8.0000.5349.

A sequência didática foi desenvolvida, implementada e aplicada com uma turma de docentes atuantes e em formação inicial. Para implementar esta pesquisa foram elaborados projetos para dar suporte à aprendizagem de programação em C++, sendo os mesmos organizados em conjunto com conteúdo sobre a prototipagem Arduino em forma de uma sequência didática para a capacitação dos docentes e futuros docentes para que eles estejam aptos a utilizar das potencialidades da prototipagem para ministrarem suas aulas na perspectiva da Educação STEM.

¹ Implementar é usado no sentido de desenvolver, aplicar e avaliar.

Para avaliar o aprendizado dos participantes foi analisado o desempenho de cada um, assim como foi aplicado questionários buscando investigar seus históricos com o tema e a satisfação com a proposta desenvolvida. Ao final foi proposto o desenvolvimento de projetos interdisciplinares em grupo, pois a construção do conhecimento de forma colaborativa possibilita a troca de informações, onde cada participante colabora para a aprendizagem de seu colega de forma concomitante, o qual foi avaliado quanto à montagem dos componentes, a programação e a proposta de integração com o STEM.

A pesquisa escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi a qualitativa. Segundo Godoy (1995, p. 23) “[...] a abordagem qualitativa, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques”, desta forma, permitindo que o pesquisador tenha liberdade para ir além dos resultados iniciais.

O método de pesquisa qualitativa que foi utilizado é o estudo de caso. Para Yin (2010, p. 39), “[...] o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes”, possibilitando investigar com profundidade a evolução de um fenômeno, se utilizando de diversas evidências.

Por se tratar de uma pesquisa que envolve um experimento com pessoas onde há coleta de dados através de questionários, observações e documentos, de forma subjetiva, pode-se enquadrar esta pesquisa como qualitativa. Como a aplicação do experimento apresenta resultados particulares ao público que participou da pesquisa, sendo que os resultados poderiam ser diferentes com outro público, havendo uma especificidade, a pesquisa, além de ser qualitativa, é um estudo de caso.

A pesquisa foi apresentada aos alunos da graduação dos cursos de Licenciatura em Matemática e em Física e professores estão fazendo sua pós graduação na Universidade Luterana do Brasil. Somente quinze pessoas se inscreveram para a capacitação. Os participantes foram denominados de P1 a P15, mas apenas cinco realizaram todas as atividades propostas, P3, P5, P12, P13 e P14.

As participantes alegaram que, por estarem trabalhando remotamente, não dispunham de agenda com um horário livre comum a todos para que se conseguisse programar encontros síncronos *online*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Apresenta-se a revisão de literatura com o intuito de identificar trabalhos que permitiram realizar a contextualização perante o tema da pesquisa, ou seja, trabalhos onde os autores se propuseram a utilizar do Arduino de forma integrada a formação de professores, buscando um viés norteador a pesquisa realizada. O termo de busca utilizado nos mecanismos de pesquisa para trabalhos científicos, Google Acadêmico, portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e portal Lume, foi “Formação AND professores AND Arduino”.

A pesquisa foi realizada buscando publicações dos últimos 10 anos, período escolhido por delimitar a trabalhos mais recentes e atualizados sobre o tema. Foram destacados os trabalhos que evidenciam o uso do Arduino no contexto da formação de professores, se aproximando e ajudando a moldar a presente pesquisa, a partir dessas experiências já realizadas.

No Google Acadêmico foram encontrados 3730 resultados, sendo destacados cinco trabalhos que trazem algum aspecto semelhante a esta pesquisa. O primeiro artigo é intitulado “*Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores*”, publicado no ano de 2018, dos autores Marcio Vinicius Corrallo, Astrogildo de Carvalho Junqueira e Tunísia Eufrausino Schuler. O objetivo do trabalho é discutir a implementação do ciclo de Modelagem de Hestenes, juntamente com a automatização de experimentos utilizando-se do Arduino. O artigo trata de um relato de experiência com uma turma de licenciandos em Física onde foi utilizado o Arduino como ferramenta auxiliadora para a aprendizagem de todas as etapas do ciclo de Modelagem, a atividade foi realizada como curso de extensão. Os autores chegam as conclusões que os participantes do curso reconheceram a importância de fazer com que o aluno seja o centro das etapas do ciclo da Modelagem, como também entenderam a importância do uso das tecnologias auxiliando nesse processo. As contribuições desse trabalho a esta pesquisa se deram pela forma de ensinar os professores, e como a isso foi acoplado o uso do Arduino.

O segundo artigo é intitulado “*A Arte de Aprender para Ensinar: discutindo a capacitação de robótica com Arduino para professores de Ciências e Matemática do município de Paracambi/RJ*”, publicado no ano de 2017, da autora Patricia Carlos Torres de Almeida. O objetivo do trabalho é investigar a contribuição de um curso

semipresencial e oficinas de robótica educacional que visa capacitar docentes utilizando-se do Arduino. O artigo trata de uma formação continuada em forma de curso semipresencial e oficinas de robótica educacional que utilizava a plataforma Arduino para professores de Ciências e Matemática, buscando que esses docentes utilizassem a ferramenta concomitantemente com a robótica, em suas aulas. As conclusões do trabalho são de que a capacitação de docentes no conhecimento de robótica desperta o interesse para aplicação em sala de aula. As contribuições que esse trabalho propiciou a esta pesquisa se deu pela forma que realizada a capacitação de docentes no uso do Arduino, com a diferença de nesse caso ser direcionado a robótica.

O terceiro artigo é intitulado *“Robótica Educacional: Um Relato de Experiência Sobre a Utilização da Plataforma Arduino na Formação de Alunos da Licenciatura em Computação”*, publicado no ano de 2019, dos autores Lucas Teixeira Nascimento e Almir de Oliveira Costa Junior. O trabalho apresenta um relato de experiência de uma oficina de robótica educacional com Arduino, os participantes da oficina eram graduandos do curso em Licenciatura em Computação. O objetivo da oficina era de que os futuros professores pudessem utilizar a robótica educacional para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Física. As conclusões dos autores dizem que após a oficina os participantes conseguiram adquirir conhecimento sobre programação, Arduino e eletricidade. As contribuições deste trabalho a esta pesquisa se deram pela forma de capacitar licenciandos no uso do Arduino, para que eles pudessem usufruí-lo quando fossem ministrar suas aulas.

O quarto artigo é intitulado *“Modelagem 3D, Impressão em 3d, Scratch e Arduino na Formação Inicial de Professores de Música”*, publicado no ano de 2019, do autor Glauber Lúcio Alves Santiago. O objetivo do trabalho é entender a aceitação e a assimilação de conteúdos de programação computacional, eletrônica, robótica e modelagem 3D de estudante de licenciatura em música. O trabalho apresenta um estudo de caso em que é utilizado tecnologias, entre elas o Arduino, como auxiliares no processo de ensino e aprendizagem em uma determinada disciplina de um curso de Licenciatura em Música. A conclusão do trabalho mostra que os estudantes assimilaram e se interessaram pelas tecnologias propostas e se mostraram interessados em realizar estudos futuros. As contribuições deste trabalho a presente pesquisa se deram pelos resultados do uso, em especial, do Arduino para ensinar.

O quinto trabalho, uma dissertação de mestrado, é intitulado *“Experimentos de Física Moderna Para a Determinação da Constante de Planck Utilizando o Arduino e Visual Basic: Uma Alternativa na Formação e na Prática Docente”*, publicado no ano de 2018, do autor Ibson José Maciel Leite. O objetivo do trabalho é desenvolver novas tecnologias para o ensino de física voltado para a formação de professores. O trabalho retrata o desenvolvimento de duas ferramentas tecnológicas, que utilizam o Arduino, que são usadas no estudo de física moderna. Essas ferramentas, com material de apoio, estão disponíveis para professores utilizarem em suas aulas. O trabalho apresenta a conclusão de que as novas tecnologias desenvolvidas apresentam resultados e podem ser levadas para a sala de aula como ferramentas auxiliaadoras. Como contribuições a pesquisa foi levado em consideração o método de formação de professores aliado ao uso do Arduino.

No Portal de Periódicos da CAPES foram encontrados 22 resultados, sendo destacado apenas um que possui uma temática que vai ao encontro da presente pesquisa. O artigo é intitulado *“Visões de Ciência e Tecnologia Entre Licenciandos em Física Quando Utilizam a Robótica Educacional: Um Estudo de Caso”*, publicado no ano de 2018, dos autores João Paulo da Silva Santos, Alexandro Cardoso Tenório, Michael Lee Sundheimer. O objetivo desse trabalho é analisar a perspectiva de licenciandos em Física quando utilizam a robótica educacional. O trabalho apresenta uma intervenção com atividades de robótica educacional, com Arduino e outras ferramentas tecnológicas, para alunos de Licenciatura em Física, com o intuito de identificar diferentes visões dos participantes em relação a ciência e tecnologia. A conclusão do trabalho relata que os alunos apresentaram visões menos tradicionais e mais atualizadas de ciência e tecnologia. As contribuições desse trabalho a pesquisa se deram pela abordagem do uso do Arduino à licenciandos, levando em consideração suas opiniões.

No portal Lume foram encontrados 153 trabalhos, entre artigos, dissertações e teses, onde foram destacados os três trabalhos que mais se aproximam da presente pesquisa. O primeiro trabalho, uma dissertação de mestrado, é intitulado *“Um Estudo Sobre a Transposição de Atividades Centradas na Modelagem Didático-Científica em Um Contexto de Formação de Professores de Física”*, publicado no ano de 2019, do autor Charles Xavier Rabelo. O objetivo do trabalho é investigar a transposição didática de uma metodologia para atividades experimentais na Educação Básica. O trabalho trata de um estudo realizado com estudantes de licenciatura em Física sobre

a transposição didática pensada por esses alunos, buscando agregar para que o ensino experimental de conteúdos de Física seja mais explorado, inclusive com o Arduino. O autor chega à conclusão de que o esperado de resultados pelo referencial teórico não foi alcançado, mas que pôde-se notar nos participantes a problematização das atividades, a legitimação das ações e a consonância entre as atividades realizadas e o que preconizava a teoria aplicada. As contribuições desse trabalho para a pesquisa se deram por como utilizar do Arduino nas aulas para ensinar.

O segundo trabalho, também uma dissertação de mestrado, é intitulado “*O Uso da Pesquisa Para o Ensino das Ondas Eletromagnéticas*”, publicado no ano de 2017, do autor Luciano Mentz. O objetivo do trabalho é desenvolver uma sequência didática para professores do ensino médio que ensinam o conteúdo de física ondulatória utilizarem-na. A sequência didática contou com o Arduino como ferramenta auxiliadora do processo de ensino e aprendizagem. As conclusões chegadas relatam que os alunos gostam de estudar episódios da história da ciência, como também, de ter liberdade para escolher o que pesquisar. O trabalho possibilita contribuições a esta pesquisa no âmbito da forma como foi utilizado o Arduino no ensino.

O terceiro trabalho, novamente uma dissertação de mestrado, é intitulado “*Aprendizagem de conceitos físicos relacionados com circuitos elétricos em regime de corrente alternada com uso da placa Arduino*”, publicado no ano de 2013, do autor Breno Dröse Neto. O objetivo deste trabalho é investigar quais são as dificuldades dos alunos em aprenderem o conteúdo de circuitos elétricos em regime de corrente alternada. O trabalho trata de uma investigação realizada com alunos de Licenciatura em Física, que buscava entender as dificuldades que eles encontravam no conteúdo de circuitos elétricos. Para essa investigação foi utilizado o Arduino como ferramenta auxiliadora do processo. As conclusões apontam que a utilização do Arduino colaborou para o entendimento do conteúdo investigado, como também, a compreensão de capacitor/indutor possibilitou a aprendizagem de processos físicos estudados. Este trabalho traz contribuições a pesquisa quanto a maneira que é utilizado o Arduino para ensinar.

A seleção desses trabalhos se deu pela proximidade de seus temas com a presente pesquisa, sendo possível ter embasamento para a construção da sequência didática. É importante destacar as diferentes formas de se utilizar o Arduino na

formação inicial e continuada de professores. Esta pesquisa é mais uma dessas possibilidades de uso da ferramenta tecnológica.

As pesquisas destacadas contribuíram para a construção da sequência didática, na elaboração das atividades e a forma na qual é apresentado o conteúdo. Busca-se, com esta pesquisa, contribuir para o incentivo e o avanço de estudos relacionados a formação de professores na tecnologia Arduino, para que os mesmos possam usufruir desse conhecimento quando forem ministrar suas aulas, em projetos interdisciplinares, unindo a Matemática às Ciências, que utilizem da tecnologia como auxiliadora no processo de ensino e aprendizagem, seguindo as premissas da Educação STEM.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para alcançar os objetivos propostos as temáticas STEM, Arduino e Tecnologias na Sala de Aula foram referenciadas neste capítulo.

3.1 STEM

A sigla STEM significa *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, que traduzindo para o português quer dizer Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

O movimento STEM surgiu nos Estados Unidos na década de 1990, com viés político e econômico, buscando incentivar e promover profissionais que atuassem nessas áreas do conhecimento, devido ao grande crescimento tecnológico e científico que se deu nesta época, e, por consequência, a escassez de mão de obra qualificada. Inclusive o movimento foi levando para dentro das escolas no início dos anos 2000, para despertar o interesse dos alunos nessas áreas e formá-los, com o intuito de atuarem no mercado de trabalho, onde passou a ser conhecido como *STEM Education*, ou em português, Educação STEM (LOPES et al., 2020).

O precursor do movimento STEM foi o programa SMET (Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia), criado oficialmente em 1983 pela instituição norte americana *National Science Foundation*, em resposta ao relatório “Uma Nação em Risco”, da Comissão Nacional em Excelência na Educação, onde foi constatado que a hegemonia do mercado comercial, científico e tecnológico dos Estados Unidos, estava sendo superado por outras nações (PRADO; SILVA, 2020). Em 2001, uma das diretoras do *National Science Foundation*, trocou o nome do termo de SMET para STEM (PUGLIESE, 2017).

Foi somente em 2005, após investimentos massivos no movimento STEM, que, por consequência, fez ele se espalhar pelo mundo. Logo houve uma grande preocupação para o país (EUA) em preparar os alunos para carreiras nestas áreas do conhecimento. Esta preocupação se disseminou para outros países mundo a fora, com maior ênfase nos europeus, o que trouxe como consequência a proposta educacional *STEM Education* se tornar pauta de discussões em ambientes políticos, econômicos e educacionais do mundo inteiro (PRADO; SILVA, 2020).

Há uma discussão sobre a composição do acrônimo STEM, pois existem defensores que a sigla deveria ser chamada de STEAM, acrescentando as artes.

Esses pensadores defendem a ideia de que STEM, puramente, se torna algo simplesmente com foco econômico, não voltado a educação. O sistema educacional vai muito além dos aspectos econômicos, busca formar cidadãos acima de tudo, logo a inclusão das artes nesse contexto daria mais significado às experiências vivenciadas no ambiente de aprendizagem. Entretanto ressaltam que a ideia das artes, não deve ser simplista a ponto de somente ser considerada um acessório lúdico, mas sim um campo do conhecimento que desenvolve a sensibilidade, a crítica, a criatividade, entre outros aspectos (PUGLIESE, 2017).

Freitas (2019), fala que o intuito da proposta STEM é estimular o ensino de áreas do conhecimento como “ciências físicas, ciências da vida e ciências da terra”, com uma premissa de engenharia, dentro do contexto de dia a dia do estudante, onde ele mesmo possa solucionar um problema. O autor comenta que a ideia central é introduzir STEM desde os primeiros anos de aulas dos estudantes, instigando-os, desde cedo, a se interessarem por essas áreas do conhecimento.

Pugliese (2017, p. 41-42), elenca os três principais fatores que explicam a disseminação do movimento *STEM Education* pelo mundo com tamanho arrebatamento.

- O espaço que a inovação adquiriu nas sociedades, associado às transformações tecno-científicas;
- Uma escassez de profissionais capacitados nas áreas STEM e que perderiam competitividade econômica por isso;
- Baixo desempenho e interesse dos estudantes norte-americanos em várias áreas, incluindo ciências.

Quanto as inovações tecno-científicas, o autor relata que é inevitável não trazer para o contexto de sala de aula e para o currículo escolar, tudo o que acontece no âmbito das revoluções tecnológicas e científicas nas sociedades atualmente (PUGLIESE, 2017).

Ao tratar da escassez de profissionais qualificados nas áreas STEM, Pugliese (2017) retrata que houve a divulgação de diversos relatórios que trazem essa informação a respeito dos Estados Unidos, o que causou grandes debates internos no país, sendo este o principal motivo para o surgimento do movimento STEM, pois é entendido que estas áreas do conhecimento são vitais para o desenvolvimento dos países.

Oliveira *et al.* (2019), da mesma forma, enfatiza o grande investimento realizado pelos Estados Unidos em STEM pela falta de profissionais qualificados e

pelo baixo rendimento que os alunos em formação possuíam nestas áreas do conhecimento, fazendo o país perder competitividade no cenário mundial nessa esfera econômica.

O último fator é encontrado em estudos não como sendo somente a falta de interesse dos alunos nas disciplinas STEM, mas também a falta de professores capacitados no que diz respeito a *STEM Education*, de certa forma, barrando nos alunos o entusiasmo de se aproximarem dessas áreas do conhecimento, que são de suma importância para o desenvolvimento político e econômico (PUGLIESE, 2017).

Conforme Oliveira *et al.* (2019, p. 153), um dos principais motivos que levaram o governo norte-americano a desembolsar grandes quantias em *STEM Education* foi:

[...] a constatação da existência de uma carência de profissionais nessas áreas e a previsão de que essa insuficiência deve se aprofundar nos próximos anos levaram o governo norte-americano a elaborar políticas específicas e investir na melhoria do desempenho e do interesse dos estudantes por essas áreas. Trata-se de uma estratégia política que se situa no limiar entre uma educação focada na equidade (ou que reconhece desigualdades) e os interesses do mercado de trabalho.

Prado e Silva (2020) também concordam com a falta de docentes qualificados em utilizar *STEM Education*, pois é a partir dos professores que se pode haver a quebra do ensino tradicional, buscando integrar as disciplinas, motivar os alunos a seguir carreira nessas áreas do conhecimento e torná-los mais autônomos na sua aprendizagem.

O papel dos professores, ao que se refere STEM na educação, é pôr em prática o que lhe foi ensinado, definindo, antecipadamente, abordagens que levem ao entendimento da proposta e que possam ser bem executadas. Pugliese e Santos (2021, p. 9) confirmam essa ideia ao dissertar que

[...] o bom professor é aquele que consegue transmitir literalmente os discursos emanados pelos agentes externos. Esse é o caso de programas STEM que formam o professor para que seja executor de estratégias de sucesso definidas a priori e aquele que alcança metas tais quais as definidas no ambiente corporativo.

Segundo Oliveira *et al.* (2019, p. 135), há um grande investimento dos Estados Unidos em *STEM Education* em todos os níveis educacionais do país, onde houve cinco áreas de prioritárias:

[...] formação de professoras nas áreas STEM; estímulo para que jovens acessem as disciplinas STEM durante a educação básica; acesso a cursos de graduação nas áreas STEM; e ampliação do número de estudantes pertencentes a grupos sub-representados nos cursos de graduação nas áreas STEM.

Conforme Pugliese (2017), *STEM Education* ou Educação STEM, se difunde como “uma proposta inovadora no ensino de ciências”, que visa sustar com a concepção do modelo tradicional de ensino e tornar o processo de ensino e aprendizagem dessas disciplinas mais interessantes. O autor também define o movimento como currículo multidisciplinar, que busca integrar as quatro áreas de abrangência, pois fica bastante claro que uma das intenções é integrar as quatro áreas do conhecimento que o acrônimo engloba. E por último o autor enfatiza que o movimento é “contemporâneo”, pois possui como foco necessidades do século XXI, deslocando para dentro da sala de aula a tecnologia e o *design*, identificado no termo como engenharia, que são tendências e afirmações do presente e do futuro das nações.

No Brasil, e na América Latina como um todo, o movimento *STEM Education* ainda é bastante tímido. Tratando mais do cenário nacional, são poucos trabalhos que falam do assunto e são poucas as ações de instituições ou organizações que apostem e investem no movimento como delineador de um caminho a ser seguido (PUGLIESE, 2017).

Pugliese (2017, p. 48) levanta uma questão, pela falta de abordagem e principalmente investimento no assunto no contexto nacional, referente ao quanto o Brasil irá integrar o movimento nas suas esferas educacionais, ele relata:

O Brasil tende a seguir essa tendência, e da mesma maneira com que ocorre nos EUA, em algum momento? Essa questão exige uma intensa análise de no mínimo quatro tópicos:

- As políticas públicas educacionais recentes e atuais;
- O tipo de mão-de-obra e conhecimento técnico-científico demandado pela indústria e setores econômicos brasileiros;
- O grau de atualização e alinhamento do sistema educacional brasileiro com os sistemas educacionais de outros países;
- Os fatores culturais e sociais, além da influência da mídia, que fazem com que a sociedade brasileira não tenha sido STEMizada.

O autor desenvolve uma justificativa da falta de investimento em STEM e a pouca disseminação do movimento no Brasil e em países subdesenvolvidos, na questão de que esses países ainda são consumidores de tecnologia e não produtores da mesma. O movimento STEM não vai se alastrar por todos os países da mesma forma, pois aqueles que possuem investimento maciço em ciências e tecnologias, são nações economicamente mais desenvolvidas, e por consequência, tem um olhar diferenciado para a questão (PUGLIESE, 2017).

De acordo com Freitas (2019), a proposta de STEM vai se alastrar pelo Brasil também, mas de forma mais lenta, como já aconteceu com a importação de outras inovações educacionais. O autor supõe que um dos principais motivos dessa demora seria, a falta de professores qualificados que sejam capazes de introduzir e coordenar esta proposta nas aulas, principalmente no que tange ao conhecimento de engenharia e na integração das áreas de forma adequada.

No Brasil, apesar de não existir um investimento específico em STEM, tanto no Educação Básica como no Ensino Superior, há uma priorização e valorização das disciplinas STEM, que acaba por deixar as áreas humanas e ciências sociais desvalorizadas, pois o foco acaba sendo as demandas econômicas do país (PUGLIESE, 2017).

STEM *Education* foi trazido ao Brasil moldado ao estilo norte-americano, que tem como principal objetivo, ao investir em educação, o resultado econômico. Neste cenário a importância do lado social e humano, que é um dos pilares da educação, é deixado de lado, buscando sempre atingir como meta final a formação de pessoas para as demandas do mercado de trabalho, deixando de lado a grande missão das escolas que é formar cidadãos. Pugliese e Santos (2021, p. 7), vão ao encontro disso quando falam que:

[...] o STEM *Education* no Brasil, por ser uma herança do modelo estadunidense, copia também os vícios e problemas desse sistema educacional no sentido de se desenvolver a partir de uma racionalidade que vê a escola como responsável pelo sucesso econômico do país.

O movimento STEM tem como grande objetivo formar estudantes que se interessem e venha ocupar cargos em empregos de tecnologia, que surgem mais e mais a cada dia que passa e precisam de profissionais especializados para exercer essas funções. Entretanto, isso acaba por desviar o foco de outras áreas de extrema importância que STEM não aborda de forma cabida, por exemplo, a questão da sociologia e da sustentabilidade (PUGLIESE, 2017). Pugliese e Santos (2021, p. 16) discorrem que:

O movimento STEM *Education* estadunidense dedica forte atenção às demandas da indústria tecnológica digital, porque é desenvolvido para projetar os estudantes a ela. No entanto, ele não aborda a necessidade de uma contextualização sociológica do conhecimento e dos conteúdos, não está comprometido com uma visão crítica e aprofundada de sustentabilidade. Além disso, a capacidade de entender e reconhecer problemas nesse modelo é aplicada estritamente aos problemas de "engenharia e design".

Freitas (2019), discorre que ensinar STEM, tanto no Brasil como no mundo, é justificado pelo avanço tecnológico vivido a alguns anos e que só tende a aumentar, necessitando de pessoal qualificado para lidar com as carreiras que já existem e ainda estão por vir e, também, pelo simples fato de viver nesta sociedade tecnológica.

Pugliese (2017), demonstra as possibilidades de direção que *STEM Education* pode assumir. São elas: Abordagem/metodologia; Currículo de Ciências; Política Pública; Modelo pedagógico de ensino de ciências/Modelo educacional.

Quando discorre de *STEM Education* como abordagem/metodologia, está se referindo a forma de ensinar, onde as disciplinas caminham juntas, integradas, de forma interdisciplinar, baseado em solução de problemas (PUGLIESE, 2017). Prado e Silva (2020), discorrem de STEM como uma metodologia inovadora espalhada por diversas escolas do mundo, que integra as 4 áreas do conhecimento envolvidas e busca levar os alunos a solução de problemas.

Ao apontar *STEM Education* como currículo de ciências, está a expressar a incorporação de tudo que engloba o termo no currículo escolar. Desta forma, buscando incrementar o currículo de ciências adicionando conhecimentos como programação, engenharia e design. Essa direção, não trata de mudar políticas educacionais gerais, mas sim de envolver apenas o ambiente escolar que se dispõe a utilizá-la (PUGLIESE, 2017).

Definindo *STEM Education* como política pública, visa um investimento para formar professores e profissionais no assunto com o objetivo de motivar e encaminhar alunos para esse viés. Podendo influenciar o currículo escolar ou apenas servir para a capacitação de professores. Tratando como política pública, acaba por englobar as outras duas possibilidades supracitadas, sendo possível superar o âmbito educacional, se tornando uma política educacional-econômica (PUGLIESE, 2017).

E por fim, a última direção elencada como modelo educacional, se refere a todo o contexto educacional da escola desde o projeto político pedagógico, o currículo, até a metodologia de ensino, pois possui todas as características de modelos já existentes. (PUGLIESE, 2017).

Pugliese e Santos (2021, p. 14) enfatizam a importância do movimento *STEM Education*, pois afirmam que ele atua em vários âmbitos e níveis escolares, promovendo uma mudança documental e nas pessoas. Segundo eles: “[...]STEM é uma solução universal para problemas que vão do currículo, passam pela didática,

pela qualidade da formação dos professores, até o projeto pessoal de vida dos estudantes”.

Uma grande questão entorno do movimento STEM e a escassez de profissionais qualificados, é a desigualdade de gênero no que diz respeito as áreas de abrangência. Oliveira *et al.* (2019, p. 136) fala que:

A disparidade salarial de gênero entre homens e mulheres é menor nas profissões STEM do que em outras carreiras. No entanto, menos mulheres se formam em carreiras STEM no ensino superior, especialmente em engenharia.

Neto e Batista (2020, p. 11), falam da necessidade das mulheres serem protagonistas ao que diz respeito ao movimento STEM,

Parece que a única resposta que não esvazia a sustentabilidade do significado da inclusão feminina na educação e nas profissões STEM, seria como a mulher pode contribuir de forma diferente para mudar uma economia reconhecidamente não sustentável.

Os resultados identificados pelo PISA (*Programme for International Student Assessment*), que é um programa da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), com origem no ano de 1997 e até os dias de hoje possui sete edições, têm levado a mudanças nas metodologias e abordagens didático pedagógicas das áreas das exatas. Segundo Pugliese e Santos (2021, p. 8) o STEM:

[...] nasce concomitantemente à criação do PISA. Muito além de uma mera coincidência temporal, observamos que o movimento *STEM Education* é um produto das práticas globalizantes, bem como um resultado indireto de políticas voltadas para que sistemas educacionais sejam responsáveis por garantir a competitividade econômica, tal como a OCDE preconiza em sua agenda.

Conforme os autores, o surgimento do PISA e de *STEM Education* estão relacionados, pois ocorreram na mesma época, evidenciando o quanto o movimento e o programa se disseminaram e são influentes mundo a fora. Os dois são levados muito em consideração, em diversos países, na hora de elaborar reformas educacionais, mudar currículos, formar profissionais (professores) especializados (PUGLIESE; SANTOS, 2021).

3.2 TECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

Atualmente o uso de diversas tecnologias em sala de aula está aumentando consideravelmente, pois os professores estão lidando com alunos conhecidos como “nativos digitais”. Uma geração imersa nas tecnologias, com seus integrantes velozes,

simultâneos, competentes e de grande criatividade (FILHO; LEMOS, 2008). Muitas vezes essa facilidade de acesso as tecnologias acabam por interferir nas aulas, pois os alunos deslocam sua atenção, facilmente, com seus celulares e aparelhos tecnológicos.

Para lidar com esse público os docentes precisam tornar o ensino mais atrativo, elaborando atividades mais desafiadoras e diversificadas, com o uso da tecnologia (SILVA, 2017).

A BNCC deixa claro que se deve utilizar das tecnologias na sala de aula, quando das dez competências gerais que ela traz, duas enfatizam que a tecnologia é uma habilidade no aprendizado. Uma dessas competências frisa o uso das linguagens tecnológicas digitais, e a outra discorre sobre utilizar das tecnologias de maneira ética, reflexiva e significativa (BRASIL, 2018).

A BNCC, indo ao encontro do contexto tecnológico em que estão imersos os jovens atualmente e levando em conta que grande parte das profissões futuras utilizarão computação e tecnologias digitais, traz três competências gerais para a Educação Básica:

- pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;
- mundo digital: envolve as aprendizagens relativas às formas de processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura e confiável em diferentes artefatos digitais – tanto físicos (computadores, celulares, tablets etc.) como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros) – , compreendendo a importância contemporânea de codificar, armazenar e proteger a informação;
- cultura digital: envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (BRASIL, 2018, p. 474).

As escolas possuem recursos tecnológicos como os laboratórios de informática que podem ser utilizados para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, mas a falta de conhecimento e insegurança de alguns professores, faz com que esses recursos acabem sendo deixados de lado e esquecidos (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016). O docente precisa entender que as tecnologias são

aliadas no processo de ensino e aprendizagem, pois elas aproximam os alunos do seu contexto de dia a dia (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016).

Um grande problema que se deparam os professores é o que discorre Andrade (2013, p. 23, *apud* BEIRA; NAKAMOTO, 2016, p. 829):

[...] essa habilidade [...] de saber usar a tecnologia em seu conteúdo curricular não foi contemplada na formação inicial da maioria dos professores, já que o uso pedagógico dela ainda não faz parte dos currículos de grande parte dos cursos de licenciatura”, por isso é importante [...] uma educação que incorpore as TIC exige mudanças na forma de pensar a organização curricular, de forma que os professores possam ir além do simples domínio de ferramentas e consigam utilizá-las como recursos que possibilitem aos alunos a construção do seu próprio conhecimento.

Essa afirmação traz a realidade da educação brasileira, pois é fato que muitos dos professores atuantes não receberam capacitação em tecnologias na sua formação, pois as tecnologias ainda não fazem parte de boa parte dos currículos dos cursos de tecnologias. Isso acaba por fazer com que o docente tenha receio de se aventurar em algo que ele não domina e desconhece as possibilidades.

Silva (2016) fala que o processo dos recursos tecnológicos serem utilizados como ferramenta para auxiliar no ensino, é chamado de tecnologia educacional, que visa pôr a tecnologia como aliada da educação proporcionando desenvolvimento da aprendizagem. É de suma importância a formação de professores no uso de tecnologias, pois somente assim poderão estar à frente da realidade tecnológica que está presente nas escolas. Cabe aos professores desenvolverem metodologias de ensino que empreguem as tecnologias, para atrair os alunos e facilitar a aprendizagem.

Silva *et al.* (2016) afirmam que está ocorrendo uma grande evolução tecnológica e que é de extrema importância que o professor acompanhe essa evolução, pois, caso contrário sua metodologia se torna defasada, em um cenário onde os jovens estão sempre conectados a tecnologia, fazendo com que os alunos percam o interesse e a motivação para construir o conhecimento.

Como o processo de ensino e aprendizagem ocorre com a interação entre professor e aluno, é importante que o professor insira nessa relação recursos que façam esse processo efetivo, no qual os alunos realmente aprendam e desenvolvam seu conhecimento. As tecnologias são um ótimo recurso para consolidar o processo de ensino e aprendizagem, quando contextualizado a elas (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016).

Beira e Nakamoto (2016, p. 828) falam que

[...] acerca das TICs na Educação, estudos mostram que essas tecnologias podem ser definidas como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizado de forma integrada, com um objetivo comum, ou seja, elas constituem a área que utilizam ferramentas com o objetivo de facilitar a comunicação, o repasse de informações e o alcance de um alvo comum, colocando a educação como uma das áreas que mais se beneficia com sua implementação.

As autoras citam que as tecnologias, quando utilizadas para um objetivo em comum, são ferramentas de grande importância, que facilitam a comunicação que liga o ensino a aprendizagem. Isso mostra que a educação se beneficia, e muito, no uso das tecnologias.

Almeida (2017, p. 6) também traz que:

[...] é visível o interesse e a constante utilização de TD pelos jovens-nativos (alunos), porém não é tão perceptível esta postura nos adultos-imigrantes (professores), pelo que será pertinente questionar o que ocorre em sala de aula, em momentos de ensino e aprendizagem.

A mesma autora identifica um grande problema que impede a inserção definitiva das tecnologias digitais nas salas de aulas: os adultos-imigrantes, professores que não possuem afinidade com a tecnologia, acabam por barrar o uso em suas aulas pela falta de domínio, deixando os jovens-nativos, alunos que já nascem dominando as tecnologias, impossibilitados de aprenderem usando algo que dominam e que faz parte do seu contexto de vida, e que poderia facilitar a sua aprendizagem.

Almeida (2017, p. 8) salienta que é de suma importância a formação de professores em tecnologias digitais, fazendo com que essa barreira que existe entre o docente e a tecnologia seja superada e quebrada aos poucos possibilitando o uso e potencializando o ensino e a aprendizagem dos alunos. Segundo ela,

A formação de professores em TD esbate a ausência de experiências de aprendizagem, reduz as diferenças de linguagem e, muito provavelmente, modificará convicções, o que se traduzirá na diminuição da distância entre as casas do professor-imigrante e do aluno-nativo.

Indo ao encontro de Almeida, Moran (2005, p. 3) destaca a dificuldade dos professores em utilizar as tecnologias digitais, tornando um impedimento em inseri-las em suas aulas.

Os alunos estão prontos para a multimídia, os professores, em geral, não. Os professores sentem cada vez mais claro o descompasso no domínio das tecnologias e, em geral, tentam segurar o máximo que podem, fazendo pequenas concessões, sem mudar o essencial. Creio que muitos professores têm medo de revelar sua dificuldade diante do aluno. Por isso e pelo hábito

mantêm uma estrutura repressiva, controladora, repetidora. Os professores percebem que precisam mudar, mas não sabem bem como fazê-lo e não estão preparados para experimentar com segurança.

Dando continuidade ao que Moran (2005) traz, Santos (2003, p. 35) fala da importância da tecnologia afirmando ser:

[...] fundamental discutir e refletir criticamente o uso das diferentes funções da tecnologia na educação, remetendo à necessidade de tematizar e questionar os meios tecnológicos de informação e comunicação não como meros recursos técnicos que veiculam conteúdos pedagógicos através de atraentes e coloridos desenhos, sons e animações, mas como meios que podem ser concebidos como um instrumento de mediação e de expressão no qual é possível provocar novos modos de produzir conhecimentos.

Logo a formação de professores no uso das tecnologias é importante para o crescimento profissional e para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem como um todo. Rocha e Nogueira (2019, p. 3) salientam que “sabe-se que a formação docente é necessária para aquisição de saberes pedagógicos, competências e habilidades com relação a tarefa de ensinar”.

As tecnologias digitais (TD), atualmente, são efetivamente parte da sociedade, sendo assim, o ambiente escolar também está imerso neste contexto. Para Rodrigues (2014, p. 2), como “a tecnologia digital é a sociedade, a tecnologia é também a escola, como pilar fundamental da sociedade, devendo fazer desta parte integrante”. Para integrar a escola as tecnologias digitais, é necessário formar professores capazes de coordenar essa integração, como afirma Rodrigues (2014, p. 1) que:

A importância da integração das tecnologias digitais (TD) no ensino e a relevância da formação de professores como meio privilegiado para que esta integração em meio educativo seja uma possibilidade de forma generalizada, são aspectos observados e discutidos largamente face ao novo paradigma tecnológico da sociedade do conhecimento globalizada.

Atualmente, os professores devem se capacitar para estarem aptos a utilizarem tecnologias digitais (TD) em suas aulas como uma ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, pois no contexto social em que vivemos, isto aproxima os alunos da sua realidade do dia a dia. Conforme Modelski, Giraffa e Casartelli (2019, p. 6):

[...] o papel de um professor, pensado como transmissor de informação, no contexto atual, deixa de fazer sentido, porque as necessidades são outras. Dessa forma, a formação docente, seja ela inicial ou continuada, necessita da articulação das necessidades do contexto social às práticas pedagógicas. Trata-se de uma articulação que envolve competências relacionadas ao uso das TD.

Há muitas possibilidades para a utilização das tecnologias dentro da sala de aula com um vasto campo que pode ser explorado pelos professores capacitados. Rodrigues (2014, p. 3) afirma que:

[...] além do reconhecimento da utilidade dos computadores pelos professores e da expectativa positiva que possam ter do impacto da sua utilização e incorporação nos resultados escolares dos alunos, é também essencial o conhecimento do que pode ser feito com as tecnologias disponíveis para poder articular com os objetivos curriculares.

Mas ainda existe uma certa insegurança dos professores na utilização das tecnologias digitais em sala de aula, mesmo com o grande número de tecnologias disponíveis nas escolas. Neste contexto cabe, além da capacitação de professores, uma reflexão, entre os professores, a respeito do quanto vem a somar no processo de ensino e aprendizagem a integração das tecnologias na sala de aula (CASTRO, 2016).

Além das escolas possuírem um aparato digital disponível para uso dos professores, são necessários cursos de formação para que esses professores possam usufruir das ferramentas da maneira mais produtiva possível. Sendo fundamental contextualizar o uso dessas ferramentas para que sejam inseridas em diversos campos metodológicos (TELES *et al.*, 2020).

A capacitação de professores, tanto de forma continuada, como ao longo das graduações em licenciatura, em diferentes tipos de tecnologias digitais, é de suma importância nos tempos atuais, tamanha a integração de tecnologias no dia a dia da sociedade, conseqüentemente, no dia a dia dos alunos. Há uma longa jornada a ser trilhada até que exista uma quantidade suficiente de professores capacitados em trazer a tecnologia para dentro da sala de aula, como nos fala Rodrigues (2014, p. 8):

Sem dúvida que qualquer inovação e mudança requerem tempo, espaço e investimento, no entanto, apesar das dificuldades e constrangimentos que estas implicam, sem os primeiros passos não poderão ocorrer os seguintes, pelo que é olhando e compreendendo as dificuldades e constrangimentos que os podemos tomar como desafios para alcançar o objetivo de formar “professores digitais”.

É necessário, além do letramento digital, formar professores capazes de pensar criticamente a utilização de determinada ferramenta, para que haja significância em todo contexto metodológico no qual será inserida a tecnologia para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Silva (2012, p. 9) enfatiza que,

O professor não deve ser um mero aplicador de novas tecnologias, pois “está na moda”, é diferente ou parece algo interessante e que todos estão fazendo,

menos ele. É necessário que em sua formação, ele seja levado a refletir sobre o que, como e por que ensinar.

Neste contexto a capacitação desenvolvida buscou superar a barreira inicial no uso das tecnologias Arduino promovendo a apresentação de conceitos iniciais de programação aplicados em projetos simples para que o professor sinta segurança suficiente para avançar em seus estudos.

3.3 ARDUINO

O Arduino é uma placa eletrônica de *hardware* e *software* livre, que possui um microcontrolador desenvolvida para a prototipagem de projetos eletrônicos, com a programação de ações realizadas através de suas portas de entrada e saída, pelas quais pode-se ler diversos sensores e comandar atuadores para que executem algo pré-determinado de acordo com a programação (CURY; HIRSCHMANN, 2014).

A plataforma Arduino pode ser utilizada como ferramenta na educação, por sua potencialidade e funcionalidade, sendo acessível e didática. Como afirma Peroba *et al.* (2018, p. 2): “O Arduino é uma plataforma para desenvolvimento com inúmeras possibilidades que permite o uso da criatividade, na hora de aprender ou ensinar, desperta o interesse e a curiosidade”.

Segundo Cavalcante *et al.* (2014, p. 1688) o uso da plataforma Arduino na educação possui diversos benefícios, “uma vez que é muito aplicada na área de computação e eletrônica, além de instigar a curiosidade do aluno”.

O Arduino possui muitas valências quando trazido para o âmbito educacional, por isso capacitar professores em formação nessa tecnologia digital é uma forma de possibilitar que o ensino de Ciências e Matemática seja mais interessante e relevante para os alunos.

O código no Arduino é desenvolvido em sua IDE (*Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), também denominada *Sketch*, que é o *software* da placa.

O *site* oficial do Arduino, descreve todas suas características principais, está disponível no seguinte *link*: <https://www.arduino.cc/>. A origem do Arduino se deu na Itália no ano de 2005, no *Interaction Design Institute Ivrea*, por Massimo Banzi. O objetivo da sua criação foi ser uma ferramenta tecnológica de fácil manuseio, inclusive para quem não tem nenhum conhecimento sobre eletrônica, pois foi utilizado para que alunos de design pudessem fazer seus projetos (OLIVEIRA, 2015).

Juntamente com Massimo, David Cuartielles, os idealizadores da criação, e o aluno de Massimo, David Mellis (o responsável por criar a linguagem de programação, baseada em C++) o Arduino foi desenvolvido tendo em vista que no mercado não havia nenhuma placa de programação para prototipagem, de baixo custo e fácil utilização (OLIVEIRA, 2015).

Há uma variedade de modelos de placas Arduino, sendo as mais conhecidas: Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Ethernet, Arduino Pro, Arduino Due, Arduino Mega, Arduino Micro, Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Mini, Arduino LilyPad, Arduino Esplora. Cada placa possui suas próprias características que variam a quantidade de entradas e saídas, o armazenamento, o tamanho físico e algumas funções mais específicas, direcionando tipos diferentes de placas para determinadas ações e projetos que podem ser construídos.

A placa de programação Arduino, como é de *hardware* e *software* livres, possui baixo custo, o que torna sua utilização muito mais acessível a todos que desejam aprender programação ou construir um projeto, também porque é de fácil entendimento para manuseio até mesmo para pessoas leigas (LUCIANO, 2014). Conforme explica Luciano (2014, p.33), no Arduino

O principal componente [...] é o microcontrolador ATMEGA 328, produzido pela empresa ATMEL. Um microcontrolador é um dispositivo eletrônico, constituído por uma única pastilha de silício que contém todos os elementos necessários para a realização de processamento como um computador convencional. Estão presentes, portanto, nesse microcontrolador, uma unidade lógica aritmética, unidade de memória de longo prazo e unidade de memória de acesso aleatório. Ainda na estrutura de um microcontrolador se inclui um sistema de controle de periféricos com a finalidade de permitir o controle de sinais elétricos de entrada e saída para comunicação com o mundo físico.

Segundo o *site* oficial do Arduino, ele é uma placa com entradas e saídas de dados, sendo definidas como entradas quando sensores leem informações e saídas quando atuadores e leds executam uma determinada ação. Possui um regulador de tensão de 5V que é a mesma tensão de saída da placa, aceitando alimentação externa de 7V a 12V ou de 5V pela porta USB; um botão de reset que reinicia o que está em andamento; uma porta USB para alimentação e recebimento da programação; um plugue de alimentação externa para quando não estiver conectado ao USB; possui também portas de entrada e saída para conexão com sensores e atuadores; e dois leds integrados na placa usado para sinalização quando necessário.

Como a plataforma Arduino teve origem dentro da academia, existe uma grande movimentação para trazer o Arduino para o contexto escolar, sendo uma ferramenta tecnológica auxiliadora e facilitadora no processo de ensino e aprendizagem (LUCIANO, 2014).

A ideia principal dos desenvolvedores era seu uso em projetos que controlassem sensores e atuadores de forma automática permitindo a interação com o mundo real. No âmbito da sala de aula, os alunos terem a possibilidade de interagir com o mundo real através de comandos, desenvolve seu eu “pesquisador”, o que possibilita o aprimoramento da sua criatividade e da imaginação, o que proporciona a construção e reconstrução da atividade para a busca do resultado final desejado (LUCIANO, 2014).

Sendo assim, o Arduino torna-se uma ferramenta tecnológica de grande valia para ser utilizada em sala de aula, pois possibilita aos alunos visualizarem e construir diversos projetos que inserem os conteúdos aprendidos em um contexto de vida real. Cury e Hirschmann (2014, p. 3), trazem os benefícios de se inserir o Arduino na sala de aula:

O Arduino auxiliará a construção do conhecimento e aprendizagem do aluno, como por exemplo: i) inteligência interpessoal: trabalhando em grupo com o Arduino para construir alguma aplicação; ii) inteligência lógico matemática: trabalhando com a linguagem de programação do Arduino; iii) inteligência musical: criando aplicações que emitem sons através de frações de tempo.

Por ser de *software* livre, é possível encontrar na internet diversos exemplos de programas prontos para determinadas ações e utilizá-los em seu próprio projeto. Isto possibilita ao aluno testar hipóteses para resolver seu problema, caso não resolva, ele pode iniciar novamente de qualquer etapa, possibilitando a construção do conhecimento para resolver o problema (SILVA, 2017).

A ferramenta tecnológica Arduino, quando inserida em sala de aula, possibilita aos alunos construir seu conhecimento através de experimento, construindo hipóteses e testando quantas vezes forem necessárias, até chegar ao resultado que lhe interessa para solucionar um problema (ALMEIDA, 2017).

Cury e Hirschmann (2014), falam que existem duas maneiras de se introduzir o Arduino em sala de aula. A primeira seria onde o professor traz para exemplificar determinado conteúdo ou matéria por via de um projeto desenvolvido com a ferramenta ou através de possibilidades que são vistas dentro do próprio *software*. A segunda forma seria onde o professor ensina o que é a ferramenta e como utilizá-la,

dessa forma, proporcionando aos alunos a possibilidade de eles mesmos construírem um projeto ou um programa que efetive determinado saber, e com isso, também, construírem seu próprio conhecimento, colocando a mão na massa.

Como o Arduino é uma ferramenta eletrônica que necessita de programação para funcionar, é importante destacar a importância do algoritmo dentro deste contexto. Barbosa (2011), fala que não existe ao certo uma definição do surgimento do termo algoritmo, havendo duas explicações a respeito da origem da palavra. A primeira versão diz que o termo é do século IX, sendo batizado por um matemático persa, a outra versão fala que o vocábulo algoritmo deriva da palavra *Al-goreten*, que significa um conceito matemático.

Segundo Kretzer (2020, p. 2), “Algoritmos são sequências de passos em uma ordem definida para resolver problemas ou completar uma tarefa”, sendo descrito por uma linguagem de programação que automatiza tarefas, executando comandos. Atividades que exploram algoritmos de programação possibilitam o desenvolvimento do pensamento computacional.

Pode definir algoritmo como uma sequência de passos que tem por objetivo solucionar um problema. Para a solução de um problema, existem vários caminhos diferentes, com passos e procedimentos diferentes que levam ao mesmo objetivo, desde que todos os caminhos estejam corretos, ou seja, há diferentes algoritmos que executam uma mesma ação (IEPSEN, 2013).

Conforme Iepsen (2013, p. 28), quando é escrito um algoritmo, se “informa um conjunto de comandos seguindo uma sintaxe própria para solucionar um problema computacional”. Cada linguagem de programação possui suas regras e definições particulares, então dependendo da linguagem utilizada (Java, JavaScript, Python, Linguagem C, PHP, SQL, Ruby, etc), a estruturação do algoritmo será diferente, havendo variações em seu corpo.

O primeiro contato que um leigo possui com um algoritmo, geralmente é remetido ao cotidiano, onde é feita a comparação, informalmente, a uma receita de bolo, que possui uma sequência de passos para chegar a um objetivo final, que é o bolo pronto. Esta definição de algoritmo é comumente usada para exemplificar o pensamento algorítmico, pois ele faz parte do cotidiano do aprendiz, havendo outros exemplos de algoritmos que estão no dia a dia que facilitam sua compreensão e aprendizado (BARBOSA, 2011).

Para um professor utilizar ferramentas tecnológicas que fazem uso da programação para o funcionamento, ele deve ter o conhecimento básico do conteúdo algoritmos e programação e o conhecimento tecnológico da ferramenta que está utilizando (KRETZER *et al.*, 2020). Sendo estas são as prerrogativas utilizadas no desenvolvimento da sequência didática proposta.

A seguir apresenta-se a sequência didática, detalhando a construção e o desenvolvimento do seu conteúdo, sendo apresentado os três módulos e a produção final. Ao final do capítulo são explanados os perfis dos participantes e a forma e período que ocorreu a capacitação resultante da sequência didática.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para a construção da sequência didática foi realizada uma revisão de literatura no que diz respeito ao Arduino e a Educação STEM. A conseguinte ação metodológica foi a implementação da sequência didática. Zabala (1998, p. 20), define a sequência didática como “uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade temática”, nesse caso a unidade temática foi o Arduino em abordagens STEM.

A sequência didática ocorreu no formato de capacitação remota em razão da pandemia do SARS-CoV-2 que não permitiu a realização da capacitação de forma presencial. Com o intuito de ampliar o número de participantes inscritos, foi alterada a organização das atividades para o formato *online* para que a capacitação ocorresse remotamente, sendo proposto aos participantes que a realizassem de forma individual cada um ao seu tempo, dentro do prazo previamente estipulado para a conclusão, podendo solicitar ajuda por vídeo conferência ao pesquisador, caso tivessem dúvidas ou questionamentos. Considerando as dificuldades previstas com a capacitação, o pesquisador se colocou à disposição em vários horários diários durante o período estipulado para a conclusão de todas as atividades propostas.

Os conteúdos foram organizados na forma de um *site* para o qual foi utilizado a ferramenta de autoria do *Google Sites*. A pesquisa coletou os dados das atividades por meio do *Google Forms*, que facilitou o envio das atividades para correção, com controle das atividades entregues de forma rápida e segura. Os dados também foram coletados na interação do pesquisador com os participantes da pesquisa via plataformas digitais.

A opção pelo *Google Sites* se deu pela fácil navegabilidade, onde os participantes poderiam acessar os conteúdos de forma prática e rápida quando lhes fosse conveniente. O conteúdo foi organizado para facilitar a navegação, para tal utilizou-se de um menu lateral permitia ao aluno acesso a qualquer parte da capacitação; também foi levado em consideração a autonomia do participante, respeitando sua individualidade e priorizando o protagonismo do seu aprender sem restrições de horários de estudo.

A capacitação (*link* de acesso: <https://sites.google.com/view/capacitacao-em-arduino>) foi organizada em três módulos de conteúdo e uma atividade aplicada de conhecimentos na forma de um projeto. A divisão em módulos permite que o aluno

fosse estudando o passo a passo do conteúdo de forma gradativa, havendo o fechamento em cada módulo com uma atividade que buscou identificar o progresso individual.

O primeiro módulo buscava familiarizar os participantes com o Arduino, apresentando seu funcionamento, os tipos de placa, os componentes, as conexões, em um âmbito geral, assim como apresentar a ideia inicial da estrutura de um algoritmo. O segundo módulo foi idealizado para ambientar os participantes ao Arduino, apresentando seu ambiente de programação e o simulador utilizado para a construção dos projetos. O terceiro módulo abordava a programação propriamente dita, proporcionando o primeiro contato dos participantes com as programações do Arduino e trabalhando o pensamento algoritmo.

A última atividade consistia da realização de um projeto pois entende-se que a aprendizagem nesta abordagem vai ao encontro das teorias construtivistas, na qual o aluno constrói seu conhecimento por meio do que já sabe e entende do assunto (MASSON *et al.*, 2012). Também conforme Mendinhos (2015), o aluno, ao que se refere a aprendizagem baseada em projetos, assume o papel de protagonista no desenvolvimento das ações, e na busca pela conclusão do projeto.

Neste tipo de abordagem o aluno é responsável por desenvolver suas próprias habilidades para resolver o problema que lhe é proposto através do projeto, podendo, desta forma, construir seu conhecimento (UZUN; PUGLIESI; ROLAND, 2018), sendo adequado a atividade final da sequência didática proposta.

As atividades dos módulos I, II e III foram idealizadas para realização individual. Para a atividade final considera-se adequada a sua realização em grupo, pois em projetos se desenvolve nos estudantes o espírito de liderança, torna a turma mais colaborativa e cooperativa, possibilitando maior autonomia para criações, aumenta a habilidade de comunicação e potencializa nos alunos o domínio de novas tecnologias (PRADO, 2003; SANTOS *et al.*, 2019; TELES *et al.*, 2020).

Nesta proposta o papel do professor é de facilitador e mediador, servindo de auxiliador no processo de construção do conhecimento dos alunos. O docente, sendo especialista em determinado conhecimento, motiva e articula o processo de ensino e aprendizagem, deixando de ser o centro e passando para o aluno o papel de protagonista da sua aprendizagem (FILHO, 2021).

Para introduzir esses módulos, apresentou-se uma explicação geral do que era o Arduino, a Educação STEM e como foi organizada a capacitação. A figura 1 traz um recorte da página inicial da capacitação.

Figura 1: Página inicial da capacitação



Fonte: a pesquisa.

No módulo I, também denominado “Conhecendo o Arduino”, se encontrava a apresentação do Arduino, com a descrição de funcionamento da placa, de alguns de seus componentes, sua estrutura e possibilidades de uso. O objetivo deste módulo é o primeiro contato com o Arduino, conhecendo as principais características da plataforma de prototipagem. A figura 2 traz um recorte da seção Módulo I: Conhecendo o Arduino.

Figura 2: Recorte da página Módulo I: Conhecendo o Arduino



O módulo I possuía a intenção de apresentar o Arduino e seus componentes aos participantes, assim como investigar como é seu pensamento algorítmico, sendo composto pelas seguintes seções:

- Tipos de Arduino: apresentando os principais tipos de placas Arduino, o funcionamento de cada uma, indicações para o melhor uso de cada placa, explicando a quantidade de portas digitais e analógicas que possui cada placa, sua memória de armazenamento e tipos de conexões pré-definidas. A figura 3 traz um recorte da seção Tipos de Arduino.

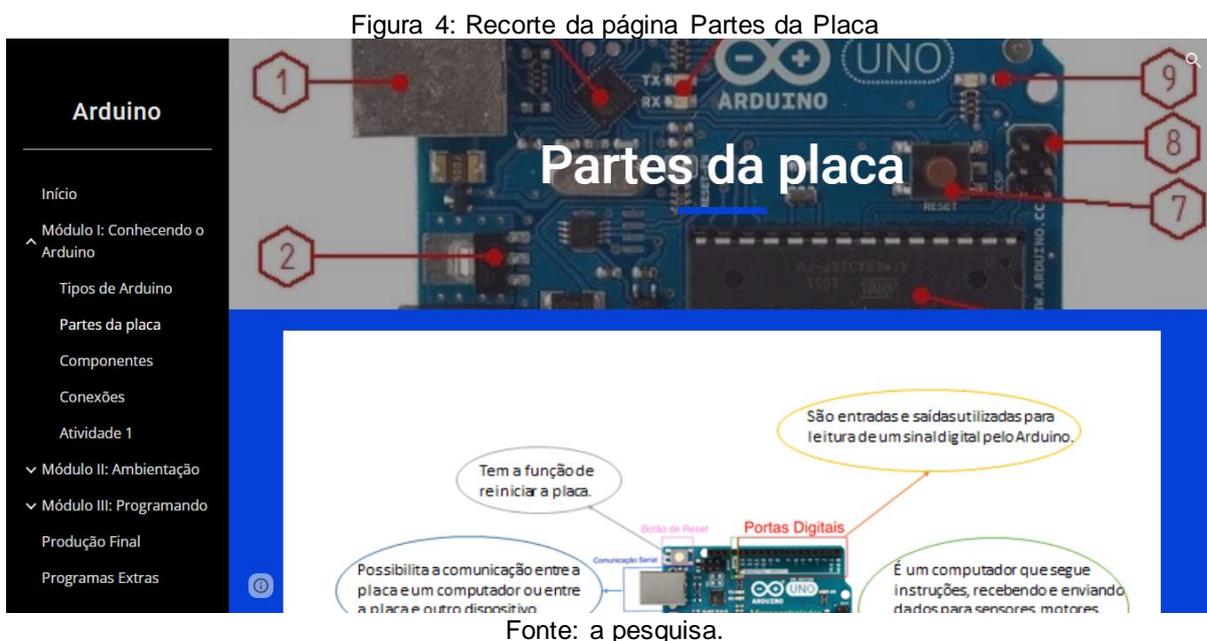
Figura 3: Recorte da página Tipos de Arduino



- Partes da placa: explica em detalhe as partes da placa Arduino Uno:

- Botão *reset*, que tem a função de reiniciar a placa;
- Portas digitais, que são entradas e saídas utilizadas para a leitura de um sinal digital, que se caracteriza por ser entradas booleanas, do tipo ligado ou desligado (0 ou 1);
- Portas analógicas, que são entradas e saídas utilizadas para a leitura de um sinal analógico, pois há componentes que funcionam com sinal analógico, ou seja, um valor de tensão entre 0V e 5V para leitura e com saída modulada em frequência (PWM);
- Microcontrolador, a parte que processa os comandos dados pelas instruções dos programas, recebendo e enviando dados para as portas digitais e analógicas;
- Pinos de energia, que são específicas para alimentar componentes do Arduino e sensores externos;
- Alimentação externa, que é o local de entrada de alimentação para quando houver a necessidade de tensão maior do que 5V;
- Comunicação serial, possibilita a comunicação entre a placa e um computador ou outro dispositivo externo.

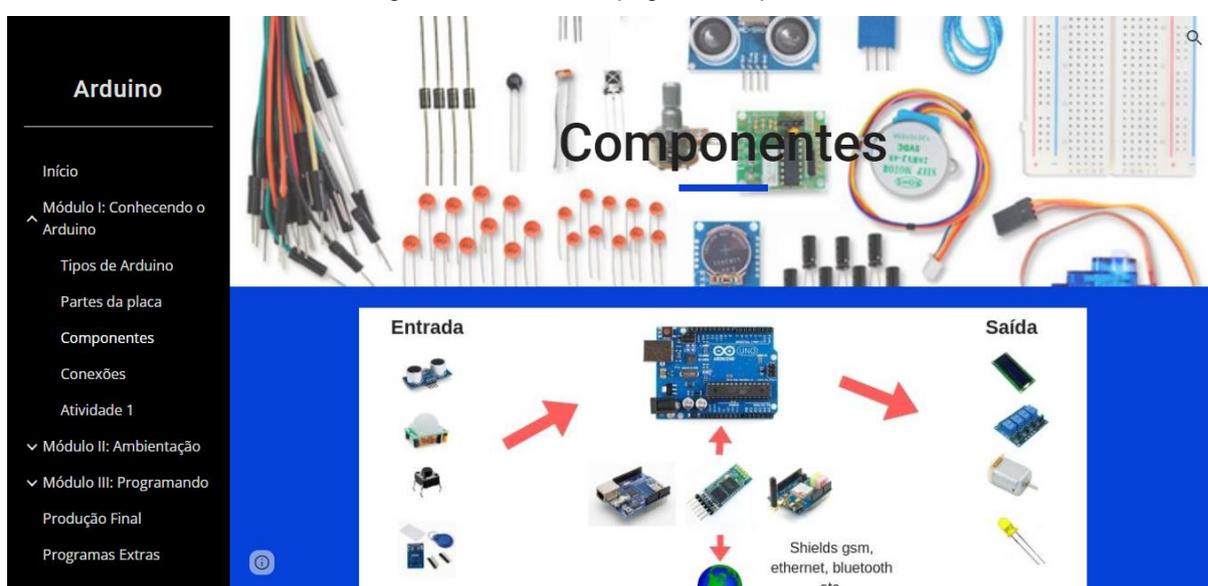
A figura 4 traz um recorte da seção Partes da placa.



- Componentes: são listados alguns dos principais componentes que podem ser utilizados com o Arduino, como sensores e atuadores. Foram apresentados os componentes mais usuais que funcionam para entradas de informação, como

sensores, teclados e botões, e componentes que funcionam com saídas de informação como motores, leds, *displays* e relés. Também foram apresentados componentes que fazem a comunicação entre os dispositivos externos com o Arduino, como o módulo *bluetooth*, módulo *Wi-fi* e módulo *ethernet*. Por fim foram apresentados reguladores de energia, que ajustam a tensão para determinados projetos conforme a necessidade dos componentes, como resistores e a ponte H, sendo explicado cada componente, suas funções e características, como e onde pode ser utilizado. A figura 5 traz um recorte da seção Componentes.

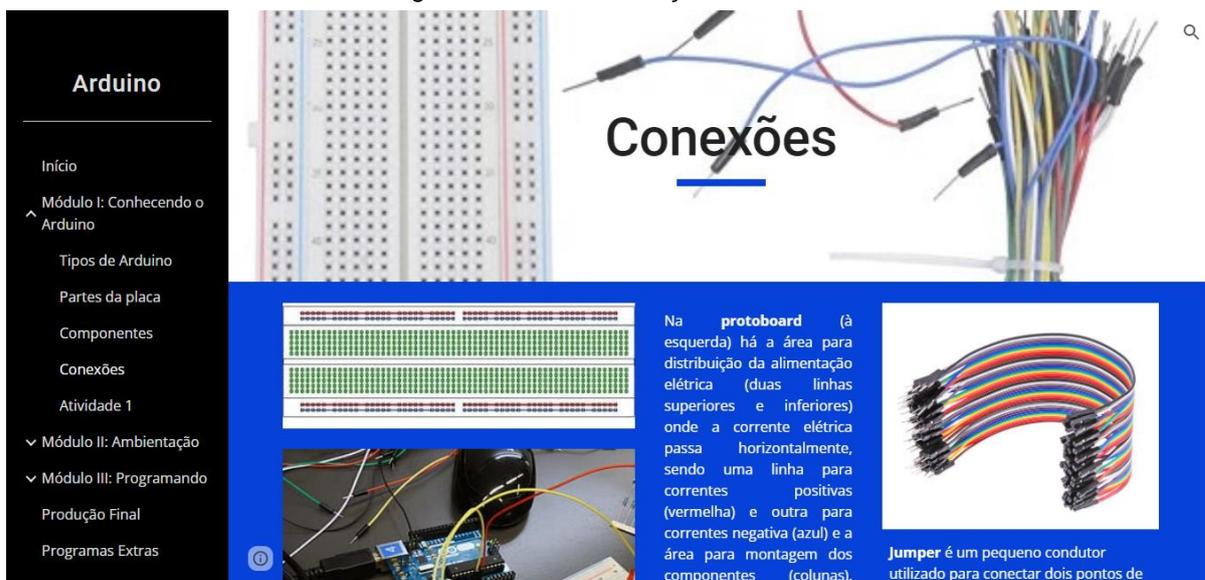
Figura 5: Recorte da página Componentes



Fonte: a pesquisa.

- Conexões: são apresentados os diferentes tipos de conectores que fazem a ligação da placa com os componentes dentre eles os *jumpers* e a *protoboard*, sendo de fundamental importância na prototipagem de um projeto, pois na *protoboard* são dispostos os componentes, sensores com os *jumpers* realizando a interconexão entre eles, assim como a conexão com a placa Arduino. A figura 6 traz a imagem da seção Conexões.

Figura 6: Recorte da seção Conexões



Fonte: a pesquisa.

- Atividade 1: atividade de finalização do módulo, que após uma explicação genérica do que é um algoritmo, propõe a construção de algoritmos baseado em cinco projetos pré-definidos, que trazem ações possíveis de serem automatizadas com o uso do Arduino integrando sensores, motores e atuadores. O participante deveria selecionar uma placa, componentes certos e as conexões para que esse projeto funcionasse.

O objetivo dessa atividade é identificar o conhecimento dos participantes quanto as definições, os componentes e como é o seu pensamento algorítmico (observando principalmente o sequenciamento e a separação de ações), sendo esses itens necessários para o funcionamento de um projeto Arduino. A figura 7 traz um recorte da Atividade 1.

Figura 7: Recorte da página Atividade 1

Atividade 1

Para desenvolver esta atividade é necessário conhecer o que é um algoritmo. Abaixo encontra-se uma explicação do que é um algoritmo e também um exemplo de como deve ser desenvolvida a atividade 1.

ALGORITMO é uma sequência de atividades desenvolvidas até chegar ao objetivo final. Tudo o que fazemos em nosso cotidiano pode ser transformado em um algoritmo a partir de uma ação de entrada e um resultado de saída. Quando você fala com alguém, você espera uma ação de entrada da pessoa com quem está conversando (o que ela falará para você). A partir do que for dito, você pensa e transforma essa entrada em uma saída (a resposta dada para a pessoa). O algoritmo nada mais é do que uma receita, um passo a passo dos procedimentos que levam até a resolução de uma tarefa. Em termos técnicos, é uma sequência lógica, finita e definida de instruções que devem ser seguidas para resolver um problema ou executar uma tarefa.

Fonte: a pesquisa.

O segundo módulo (figura 8), intitulado “Ambientação”, trata do uso do Arduino, o *software* de programação, suas funções, o simulador utilizado na capacitação e alguns dos principais comandos de programação mais utilizados na plataforma.

Figura 8: Recorte da página WEB Módulo II

Módulo II: Ambientação

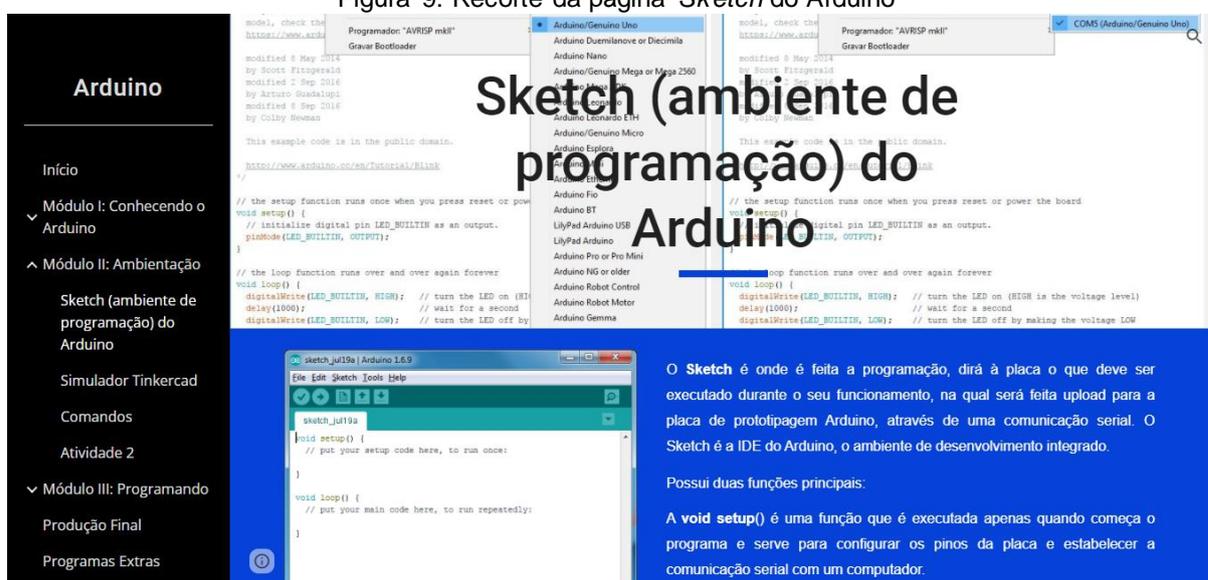
Nesta seção estão presentes informações necessárias para começar a programar no Arduino (clique na flecha ao lado da página).

Fonte: a pesquisa.

O módulo II tem por objetivo ambientar o participante com os recursos da plataforma e também treinar a montagem de projetos. Este módulo apresenta as seguintes seções:

- *Sketch* (ambiente de programação) do Arduino: nesta seção está apresentado a IDE do Arduino, que é o *software* de programação, como instalar e interagir com a interface. Neste módulo é explicado como selecionar a placa do Arduino com a qual se trabalhará; como se carrega um programa; como escolher a entrada USB que ela está conectada; como testar o programa; como são identificados os erros; como é disposto os programas; onde se encontra a biblioteca e como acessar a comunicação serial. É essencial o domínio do ambiente de programação dedicado ao Arduino para utilizá-los corretamente em sala de aula pois são muitos os problemas que podem ocorrer decorrentes de configurações inadequadas da IDE. A figura 9 traz um recorte da seção *Sketch* (ambiente de programação) do Arduino.

Figura 9: Recorte da página *Sketch* do Arduino



Fonte: a pesquisa.

- Simulador Tinkercad: nesta seção está apresentado o simulador *online* utilizado na capacitação, como criar uma conta no simulador e sua interface. O simulador apresenta muitas vantagens no uso como: didático e intuitivo sendo de fácil manuseio; gratuito com suporte a salas de aula; por ser um simulador o projeto não necessita da placa do Arduino ou componentes físicos para verificar o funcionamento dos projetos; não há o risco da queima de componentes caso haja alguma conexão equivocada. A figura 10 traz um recorte da seção Simulador Tinkercad.

Figura 10: Recorte da seção Simulador Tinkercad



Fonte: a pesquisa.

- Comandos: nesta seção é apresentado alguns dos principais comandos utilizados para programação do Arduino. São descritos os comandos principais das Funções de Tempo, Entradas Analógicas, Saídas/Entradas Digitais e PWM, Variáveis, Comunicação Serial, Funções, Operadores de Comparação, Operadores Lógicos, Símbolos e Símbolos Compostos, entendidos pelo pesquisador como sendo os mais usuais e os mais básicos para iniciantes terem um primeiro contato. A figura 11 traz um recorte da seção Comandos.

Figura 11: Recorte da página Comandos

The screenshot shows the Arduino IDE interface. On the left is a dark sidebar with the 'Arduíno' logo and a navigation menu. The main area displays the 'Comandos' page, which includes a code editor with the following code:

```
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

A blue callout box contains the following text:

Abaixo encontra-se uma tabela com uma lista dos principais comandos utilizados para a programação do Arduino. **ATENÇÃO:** o conteúdo desta tabela é de extrema importância para o decorrer da capacitação, pois nela contém a função dos principais comandos e símbolos utilizados na programação do Arduino. **ANALISE-A DETALHADAMENTE** e sempre recorra a ela.

Below the callout is a table with two columns:

COMANDOS	O QUE FAZ
----------	-----------

Fonte: a pesquisa.

Ressalta-se que há mais comandos além dos apresentados, mas para evitar uma sobrecarga de informação a capacitação limitou-se aos comandos que atendam às requisições definidas nos projetos solicitados ao término de cada módulo

- Atividade 2: nesta seção está a atividade final do módulo que solicita a montagem replicada de cinco projetos no Tinkercad, exigindo que os alunos reproduzam de forma fiel. O objetivo desta atividade é identificar o entendimento dos participantes sobre a construção de um projeto com Arduino as conexões e portas para conexão no simulador. Como se trata de uma capacitação que busca aproximar o Arduino dos docentes, é de fundamental importância que eles entendam como construir um projeto, visto que é primordial que a parte eletrônica esteja correta para que a programação possa funcionar. A figura 12 traz um recorte da Atividade 2.

Figura 12: Recorte da página Atividade 2

The screenshot shows the Arduino website interface. On the left is a navigation menu with 'Atividade 2' selected. The main content area has a dark background with the title 'Atividade 2' in white. Below the title is a blue banner with white text: 'A atividade 2 consiste em baixar a IDE do Arduino, criar uma conta no Tinkercad e montar os projetos no Tinkercad, demonstrados nas figuras abaixo (enviar os links ou prints dos projetos montados no e-mail andreluvisa@yahoo.com.br)'. Below the banner, there is a list of components: '1- O projeto abaixo possui como componentes: 1 led; 1 resistor.' and a definition: 'Definições: O pino positivo do led está ligado ao resistor;'. At the bottom of the page, there are small images of an LED, a resistor, and an Arduino board.

Fonte: a pesquisa.

No terceiro módulo, nomeado de “Programando”, apresenta-se cinco programações, como acionar um led, alguns sensores e motores. O objetivo dessa seção é trazer os comandos aplicados de acordo com uma lógica para atender as definições dos projetos exemplo.

A figura 13 traz um recorte da seção Módulo III: Programando.

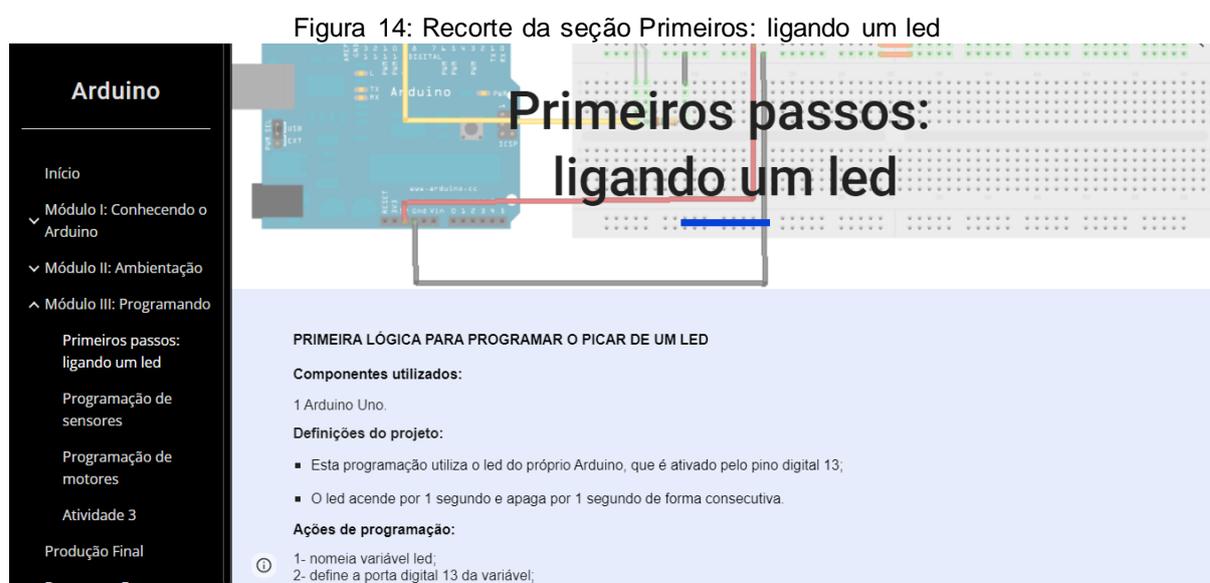
Figura 13: Recorte da página Módulo III: Programando

The screenshot shows the Arduino website interface for 'Módulo III: Programando'. The left navigation menu has 'Módulo III: Programando' selected. The main content area features a large title 'Módulo III: Programando' in white on a dark background. Below the title is a blue banner with white text: 'Nesta seção encontra-se informações para iniciar a programar no Arduino, contendo a programação completa, detalhada a função de cada linha, de dois sensores com leds e dois motores, sendo um com acionamento através de botões, como também o ascender de um led com temporizador.' Below the banner, there is a code editor showing C++ code for a Blink sketch. At the bottom of the page, there are small images of an LED, a resistor, and an Arduino board.

Fonte: a pesquisa.

Ele tem o objetivo que os participantes tenham contato primeiramente com programações prontas, conhecendo sua estrutura e as adequações de alguns comandos. As seções presentes no módulo III são as seguintes:

- Primeiros passos: ligando um led: onde está presente a programação para fazer um led piscar. Busca demonstrar aos participantes o tratamento de entradas e saídas digitais, a identificação de variáveis e exemplificar a esquematização para o funcionamento de um temporizador. A figura 14 traz um recorte da seção Primeiros passos: ligando um led.



Fonte: a Pesquisa.

- Programação de sensores: onde está presente a programação de dois sensores, o de Temperatura e o de Distância Ultrassônico, de forma individual e concomitante com outros componentes. Busca demonstrar além da configuração de variáveis e o funcionamento de sensores, o acionamento do monitor serial e a utilização da função condicional “if”, muito utilizada nas programações do Arduino. A figura 15 traz um recorte da seção Programação de sensores.

Figura 15: Recorte da página Programação de sensores



Arduino

- Início
- ▼ Módulo I: Conhecendo o Arduino
- ▼ Módulo II: Ambientação
- ▲ Módulo III: Programando
 - Primeiros passos: ligando um led
 - Programação de sensores
 - Programação de motores
 - Atividade 3
 - Produção Final

Programação de sensores

Sensor_Ultrassonico_HC-SR04

Componentes utilizados:

- 1 sensor ultrassônico HC-SR04;
- 3 resistor de 220 Ohms;
- 3 leds;
- 12 jumpers macho;
- 1 protoboard;
- 1 Arduino Uno;

Definições do projeto:

- O código abaixo é utilizado para visualizar no "serial monitor" a distância entre o sensor e um objeto em frente ao mesmo;

Fonte: a pesquisa.

- Programação de motores: apresenta a programação usando de comandos específicos para o acionamento de motores. A figura 16 traz um recorte da seção Programação de motores.

Figura 16: Recorte da página Programação de motores



Arduino

- Início
- ▼ Módulo I: Conhecendo o Arduino
- ▼ Módulo II: Ambientação
- ▲ Módulo III: Programando
 - Primeiros passos: ligando um led
 - Programação de sensores
 - Programação de motores
 - Atividade 3
 - Produção Final
 - Programas Extras

Programação de motores

Micro servo motor 9g

Componentes utilizados:

- 1 Micro servo Motor 9g;
- 2 Resistor de 220 Ohms;
- 2 Botão;
- 9 Jumpers macho;
- 1 Protoboard;
- 1 Arduino Uno.

Definições do projeto:

- Na programação abaixo, o servo motor, que está conectado na porta digital 13;

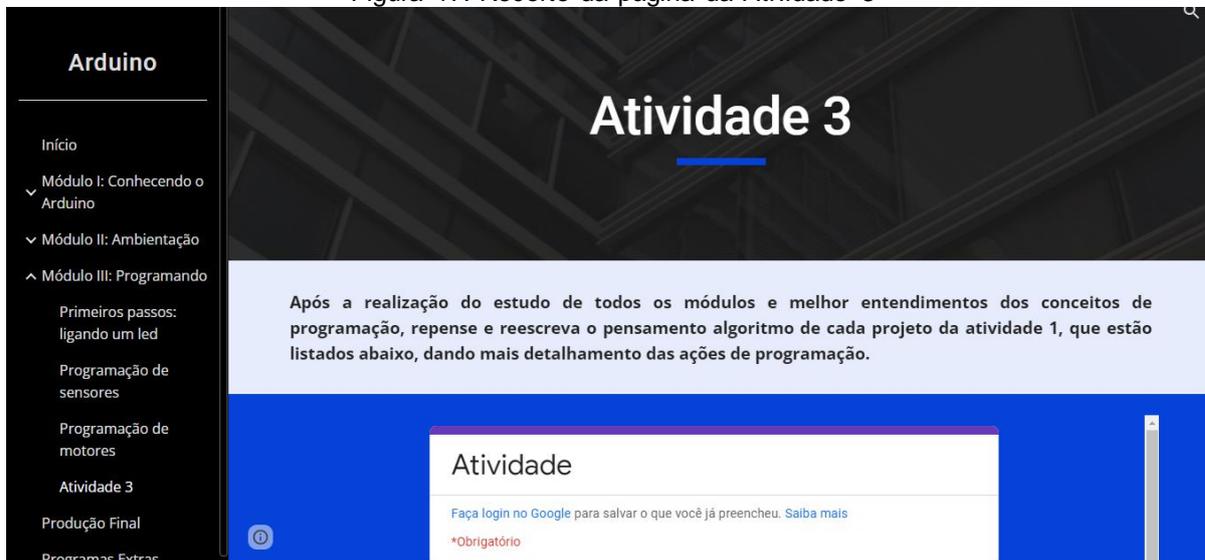
Fonte: a pesquisa.

A seção busca exemplificar além do funcionamento de motores, a configuração de variáveis, a definição de porta de saídas e entradas e a utilização do comando "if", condicionando o acionamento a alguma condição dada pela leitura dos sensores, o emprego dos comandos de saídas e entradas digitais.

- Atividade 3: pede ao participante que, após ter passado por todas as etapas da capacitação, refaça a atividade 1. Deste modo é possível identificar o grau de compreensão, após os estudos, das definições dos componentes e ao pensamento algorítmico (observando principalmente o sequenciamento de ações e a separação

de ações comparando as atividades 1 e 3), sendo esses itens necessários para o funcionamento adequado de um projeto. A figura 17 traz um recorte da Atividade 3.

Figura 17: Recorte da página da Atividade 3



Fonte: a pesquisa.

Para finalizar a capacitação, na “Produção Final” os participantes são organizados em grupos, escolhem um dos projetos para a construção, devendo desenvolver um relatório especificando os objetivos, componentes e o raciocínio do funcionamento e o pseudocódigo usado para a programação do projeto. Além do projeto escolhido deve ser incluído no relatório um projeto STEM, com Arduino, que possa utilizar essa programação. As definições para os projetos a serem escolhidos são apresentados a seguir.

- a) Faça o sensor de temperatura acender o led verde quando a temperatura for maior que 50° , o led azul quando a temperatura estiver entre 0° e 50° , e o led vermelho quando a temperatura for menor que 0° . Após, faça um relatório de um projeto STEM *Education* com Arduino que possa utilizar essa programação.

A proposta do projeto “a” é de que o professor realize a programação dos sensores de temperatura, sendo possível abordar em sala de aula o conhecimento matemático da grandeza de medida temperatura, podendo trabalhar programações condicionais definidos em intervalos contínuos, sendo relacionado com os conceitos de intervalos na reta Real. Além disso nas Ciências podem ser abordados os conteúdos de a medição absoluta e variações da grandeza calor, equilíbrio térmicos, escalas termométricas.

- b) Faça o led verde acender quando o micro servo motor rodar para frente e o led vermelho acender quando o micro servo motor rodar para trás, delimitando o intervalo de movimento em graus. Após, faça um relatório de um projeto *STEM Education* com Arduino que possa utilizar essa programação.

O intuito do projeto “b” é de que o professor, após realizar a programação do servo motor, possa abordar o conhecimento matemático de ângulos e intervalos contidos nos Reais e o conhecimento das Ciências, em especial da Física, que envolvam cinemática, trabalhando diferentes condicionais de movimento angular dentro da programação.

- c) Faça o micro servo motor deslocar-se para posições variadas entre 0° e 180° automaticamente em intervalos diferentes de tempo. Após, faça um relatório de um projeto *STEM Education* com Arduino que possa utilizar essa programação.

Assim como no projeto “b”, no projeto “c” é possível trabalhar o conhecimento matemático de ângulos e intervalos contidos nos Reais e o conhecimento das Ciências como cinemática, conhecimento trabalhado na Física, também havendo a possibilidade da manipulação de condicionais temporais dentro da programação.

- d) Faça o sensor de distância ultrassônico parar ou deslocar o motor DC dependendo da distância. Após, faça um relatório de um projeto *STEM Education* com Arduino que possa utilizar essa programação.

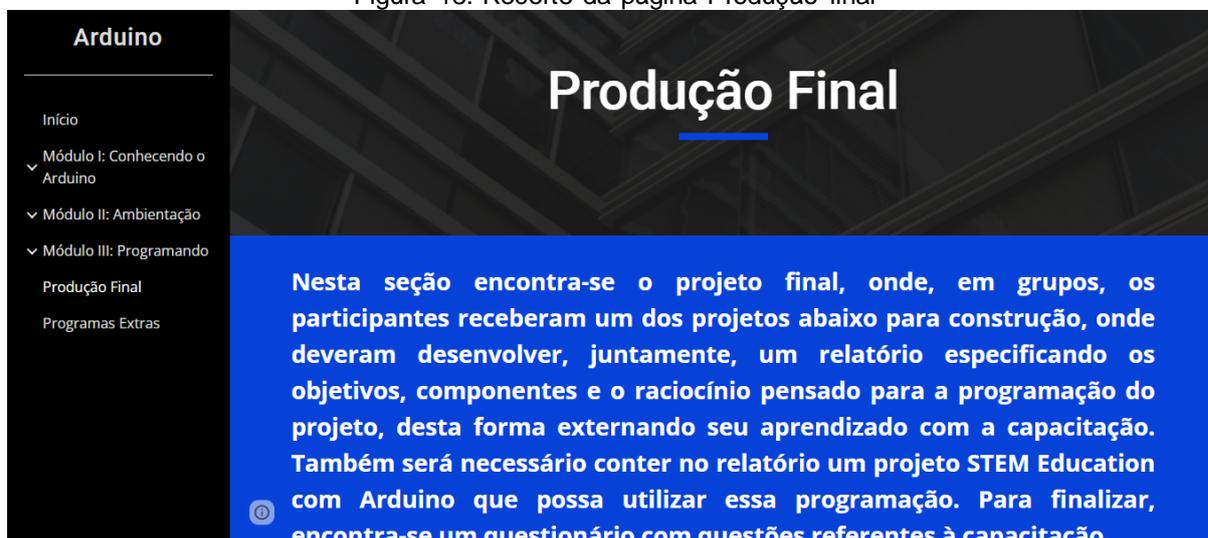
No projeto “d” é possível abordar os conhecimentos matemáticos de Medidas de Comprimento e Distância entre Pontos, possibilitando que o docente, ao entender a programação do motor DC e do sensor de distância ultrassônico, trazendo o conceito de intervalos contínuos na reta Real, bem como física mecânica.

Esses projetos, pré-definidos, contemplam conhecimentos matemáticos comumente utilizados em programação, que podem ser integrados com conhecimentos da área de Ciências ou Engenharia. Foram consideradas as situações de leitura de sensor, uso de temporizadores, comandos de atuação digital tipo ligado desligado e atuação analógica como é o caso dos servos motores.

O objetivo da “Produção Final” é avaliar se os participantes adquirem, durante a capacitação, conhecimentos necessários para idealizar em um projeto interdisciplinar com Arduino, como a Educação STEM preconiza. Realizando a montagem do projeto como praticado na atividade 2, utilizando componentes adequados, exercitado nas atividades 1 e 3, e estruturar um algoritmo, mesmo que

utilizando cortes dos exemplos presentes no módulo III. A figura 18 traz o recorte da seção Produção Final.

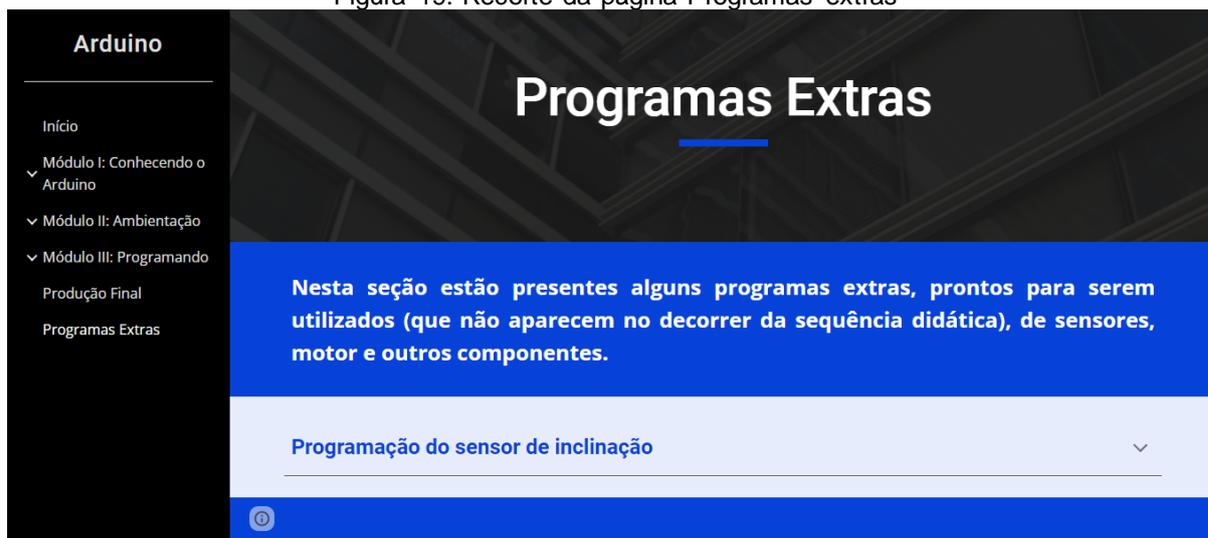
Figura 18: Recorte da página Produção final



Fonte: a pesquisa.

Após a produção final há um item denominado “Programas Extras” que contém alguns programas prontos com componentes que podem ser utilizados no Arduino, mas que não aparecem na capacitação, com o objetivo de dar subsídios aos participantes caso eles se interessem e que aprofundem seus estudos no tema abordado. A figura 19 traz um recorte da seção Programas Extras.

Figura 19: Recorte da página Programas extras



Fonte: a pesquisa.

Ao final de cada módulo há uma atividade para ser realizada e ao final da capacitação há uma avaliação final geral. Além dessas avaliações de aprendizagem,

há questionários dispostos ao longo da capacitação com o objetivo de colher informações relevantes dos participantes em relação a capacitação.

A sequência didática é validada em pontos no decorrer da sua execução. O primeiro é o questionário diagnóstico, que busca identificar a relação dos participantes com as tecnologias e com o tema da capacitação, como também, procura entender quais eram as expectativas dos participantes em relação a capacitação. Ao final de cada módulo há uma atividade para avaliar a aprendizagem do participante, como também identificar problemas no conteúdo e na forma como é abordado este conteúdo no referido módulo.

Ao final de cada módulo há também um formulário com cinco perguntas referentes ao módulo. São questionadas a organização e a coerência do conteúdo e das atividades, e as dificuldades encontradas tanto nas atividades como no entendimento do conteúdo de cada módulo. Cada participante deve responder este formulário ao final de cada módulo, buscando externar sua experiência.

Outro critério de validação da sequência didática é a produção final, que foi realizada por cada participante concluinte, em grupos, ao final da capacitação. Nela são abordados conjuntamente, parte de todos os módulos, para identificar os problemas gerais da sequência, como também a aprendizagem dos participantes.

A construção do projeto, juntamente com o desempenho e o preenchimento dos questionários, pelos participantes da capacitação, foi a forma pela qual ocorreu a avaliação da efetividade da pesquisa. Os licenciandos tiveram que pôr em prática o que aprenderam durante o processo, também terão que registrar o desenvolvimento da atividade proposta, por relatório de projeto.

Ao final de toda a capacitação, há um questionário final que objetiva identificar a opinião dos participantes sobre a capacitação como um todo, sendo possível apontar erros, falhas, acertos e aprendizagens, relatando sua experiência.

Além de todas as atividades e dos questionários, também é usado como critério de validação os momentos de intervenção, onde os participantes vinham até o ministrante para tirar dúvidas, questionar sobre suas indagações referentes ao conteúdo e as atividades da capacitação.

A capacitação estava programada para dez dias de duração, devido ao andamento das entregas das atividades propostas e dos questionários, decidiu-se postergar o período de duração para trinta dias.

Ressalta-se que as cinco participantes que concluíram a capacitação são mulheres e todas alegaram que o motivo para participarem do experimento era a vontade de aprender a utilizar o Arduino e agregar a educação STEM as suas aulas. Isto pode ser um sinal de que está ocorrendo uma mudança que pode alterar o cenário trazido por Oliveira *et al.* (2019), Neto e Batista (2020), que afirmam haver uma escassez de mulheres interessadas pelas áreas STEM, pois diferentemente do afirmam os autores supracitados, a presente pesquisa traz como concluintes apenas mulheres. Ressalta-se porém que na educação a maioria dos licenciandos são mulheres, que tendo um interesse pelas áreas STEM, podem vir a contribuir para um maior interesse das mulheres. A equidade de gênero nas áreas STEM resultará em crescimento para a humanidade, pois dentro deste contexto se terá maior equilíbrio, inovação e criatividade.

O Quadro 1 apresenta o perfil das participantes que concluíram todas as atividades, sendo denominadas por “P” de participantes, seguido pelo número da ordem de sua inscrição.

Quadro 1: Informações das participantes que concluíram a capacitação

INFORMAÇÕES DOS PARTICIPANTES QUE CONCLUÍRAM A CAPACITAÇÃO		
Participante	Idade	Sobre
P14	28 anos	Professora não atuante formado em Licenciatura em Matemática, com mestrado em andamento
P13	25 anos	Professora atuante do ensino básico formado em Licenciatura em Física, com doutorado em andamento
P3	43 anos	Professora atuante do ensino básico formado em Licenciatura em Matemática, com mestrado em andamento
P12	23 anos	Professora atuante do ensino básico formado em Licenciatura em Matemática, com mestrado em andamento
P5	50 anos	Professora atuante do ensino superior formado em Licenciatura em Matemática, com mestrado

Fonte: a pesquisa.

A seguir apresenta-se as análises da sequência didática desenvolvida dando um olhar sobre como ocorreu a aprendizagem dos tópicos abordados, bem como a percepção dos participantes quanto as dificuldades epistemológicas da aprendizagem da tecnologia Arduino e as contribuições da sequência didática proposta.

5 ANÁLISE DOS DADOS

No formato *online* em que ocorreu a capacitação, mesmo havendo disponibilidade do pesquisador para tirar dúvidas e dar explicações, foi difícil manter os participantes motivados a concluírem as atividades. Outro fator, por não ser presencial, é a complexidade no assunto, sendo que foi mais difícil a troca de ideias entre os próprios participantes, como foi relatado por P13.

O tempo previsto para a capacitação foi considerado curto para a realização das atividades nesse formato *online*, sendo prorrogado várias vezes buscando manter os participantes na capacitação. A época em que foi proposta a capacitação também pode não ter sido a mais adequada, acredita-se que se realizada no início do ano letivo, com os professores teriam menos atividades e mais disponibilidade.

Para validar a sequência didática foram analisados as atividades realizadas e os questionários. O intuito do questionário diagnóstico era identificar o perfil dos participantes perante as tecnologias, tanto seu uso nas aulas como em seu dia a dia, o posicionamento sobre o ensino interdisciplinar e contextualizado, como também quais eram suas expectativas com a capacitação.

Nas respostas ao questionário diagnóstico, todas as participantes são a favor do uso de tecnologias em sala de aula, como celulares e computadores, e que a formação como professor deve capacitar os licenciandos no uso dos diferentes tipos de tecnologias para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, como se observa na resposta de P14 e P5 (Quadro 2) sobre o tema:

Quadro 2: Relato de P14 e P5

P14: “Sim! Estamos em um contexto cada vez mais permeado por tecnologias, portanto é compulsória a necessidade de formarmos docentes para esta realidade. Penso que é interessante abordarmos diferentes tecnologias, tanto as digitais, como as mais “simples”. Poderíamos pensar em Realidade Aumentada, o Ensino Híbrido em perspectiva, explorando a Rotação por Estações, por exemplo, ferramentas para o desenvolvimento de infográficos, Podcast, Storytelling, aplicativos, sites e plataformas, enfim, mas sempre relacionando as tecnologias a intencionalidade pedagógica, considerando contextos, objetivos e etc”.
P5: “Sim. Acredito que devem ser capacitados em relação ao uso de diversas tecnologias, desde o uso de calculadoras científicas e gráficas a aplicativos que potencializem o ensino das ciências exatas”.

Fonte: a pesquisa.

P3, P5, P13 e P14 afirmaram saber o que é a educação STEM, P5, P12, P13 e P14 conhecem o Arduino, porém nenhuma das participantes teve contato com a tecnologia Arduino ou sabia como programar em C++, com somente uma participante afirmando saber trabalhar com blocos de função, como os usados no Scratch.

Quando perguntado às participantes a importância que a educação STEM preconiza no que diz respeito a contextualizar os conhecimentos e utilizar de atividades práticas para ensinar, elas relataram que é necessário aplicar a teoria na prática, pois dessa forma, estará se inserindo o conteúdo no contexto de dia a dia do estudante. Afirmaram também, que desta forma o aluno pode estar experimentando o processo, relacionando os conceitos teóricos com a vivência.

Todas as participantes relataram no questionário inicial que seus objetivos eram compreender sobre o Arduino, para futuramente utilizarem esse recurso nas aulas em atividades consoantes com Educação STEM.

5.1 MÓDULO I

O Módulo I tem por objetivo familiarizar o aluno com a plataforma Arduino, apresentando seus principais componentes, as partes da placa, as conexões para conectar os componentes e identificar o pensamento computacional dos participantes, que são formados em Licenciatura em Física e Licenciatura em Matemática, os quais trabalharam o pensamento algorítmico de alguma forma em suas formações.

Para a identificação do pensamento computacional dos participantes, foi solicitado que descrevessem em linguagem natural, ou pseudocódigo, o algoritmo para controle de uma hortalça. Verificou-se que a P13 descreveu o algoritmo com riqueza de detalhes (Quadro 3). P13 também não solicitou ajuda durante a atividade mostrando ter um pensamento computacional suficiente para realizar os trabalhos com Arduino. Por possuir formação acadêmica em Licenciatura em Física, a aluna se mostrou mais atuante na compreensão dos problemas propostos, pois os mesmos trazem situações da Física Mecânica e da Termologia, apresentando soluções coerentes e uma boa organização do sequenciamento de ações.

Quadro 3: Atividade 1 da P13

<p><i>P13: “Definição: detectar e informar umidade e luminosidade de estufa. Componentes: sensor de umidade do solo; sensor de luminosidade; placa Arduino UNO; display; protoboard; jumpers. Módulos/Ações: ler sensor de umidade; ler sensor de luminosidade; mostrar umidade no display; mostrar luminosidade no display. Algoritmo: aciona sensor de umidade; identifica nível de umidade; informa umidade no display; pausa 5s; apaga display; aciona sensor de luminosidade; identifica luminosidade; informa luminosidade no display; pausa 5 s; apaga display”.</i></p>

Fonte: a pesquisa.

É importante que a sequência didática de programação tenha uma atividade para identificar o pensamento computacional dos participantes, pois permite, quando

necessário, a organização da intervenção para que haja o desenvolvimento desta habilidade. Neste caso a participante demonstrou seu pensamento algorítmico no qual nota-se a coerência nas ações apresentando um raciocínio lógico, que é defendido por Barbosa (2011) como sendo primordial quando se trata da resolução desse tipo de atividade.

Percebe-se que há uma separação e um sequenciamento das ações, com certos detalhes de passos que, para alguém inexperiente, seriam facilmente ignorados, como informar a coleta do sensor no *display* e após apagá-lo, adicionar tempo de pausa entre ações, acionar sensor e após coletar a informação. Todos esses passos corretamente sequenciados e separados, ainda mais para uma desconhecadora do assunto.

A P12 não solicitou ajuda na atividade e apresentou um algoritmo simples, com ações sem vínculo com as definições. O Quadro 4 apresenta uma parte da atividade entregue pela P12:

Quadro 4: Atividade 1 da P12

<p><i>P12: "Definições: leds acendem com temperatura acima de 36°C; leds acendem com temperatura abaixo de 15°C; leds acendem com luminosidade da estufa baixa. Componentes: placa Arduino; sensor de temperatura; sensor de luminosidade; leds. Algoritmo: 1- aciona o led; 2- desliga o led".</i></p>

Fonte: a pesquisa.

Mesmo que, conforme relata lepsen (2013), existem diferentes algoritmos que podem levar a uma mesma solução de um problema, sendo todas essas soluções corretas, o algoritmo arbitrário elaborado pela participante não seria uma versão suficientemente correta, pois não soube diferenciar as definições das ações no algoritmo, apresentando somente as ações de saída, acender e apagar os leds, sem apresentar as ações de entrada, como ler os sensores, deixando nas entrelinhas muitas possibilidades não exploradas, deixando o sequenciamento de ações inadequados mostrando que seu pensamento computacional precisava ser organizado.

A análise do Módulo I verificou a opinião das participantes sobre a organização e coerência do conteúdo do módulo e da estruturação da atividade. Em relação ao conteúdo apresentado não houve considerações positivas ou negativas e observou-se a apropriação deles quando utilizaram deste conhecimento nas atividades.

Considera-se entretanto, que a atividade não foi elaborada e organizada de forma apropriada, pois todos as participantes afirmaram que a atividade poderia ter mais exemplos, bem como explicações textuais mais detalhadas para sua resolução. Atribuiu-se as considerações de falta de exemplos e necessidade de explicações detalhadas devido a adaptação feita do presencial para o *online*, e sendo essa modalidade de ensino geralmente utilizada em aprendizagens EAD, as participantes sentiram a necessidade de maiores explicações para acesso à informação de forma autônoma, ignorando as orientações para buscarem maiores informações com o pesquisador, que aqui atuou como professor. Isso pôde ser identificado com as declarações de P3 que buscou maiores esclarecimentos com o pesquisador e relatou que as dificuldades estavam mais vinculadas ao assunto novo com um vocabulário próprio e específico da computação e eletrônica.

As participantes no desenvolvimento da atividade se apropriaram de como ocorre o funcionamento do Arduino, pois escolheram as placas adequadas para os projetos, como também os componentes certos para fazer os projetos a serem executados. Pela atividade proposta pôde-se identificar as participantes com o pensamento computacional com consistência suficiente para as atividades seguintes, assim como os deficitários, permitindo a correta intervenção do pesquisador nas atividades para o desenvolvimento do participante na tecnologia Arduino, pois como Cury e Hirschmann (2014) trazem, é necessário aos professores dominarem a ferramenta tecnológica, utilizando-a de forma correta, se há o intuito de trazê-la para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem.

5.2 MÓDULO II

O objetivo do Módulo II é aproximar os professores do Arduino através do simulador construindo projetos e ambientá-los com os comandos e com o ambiente de programação. Apresenta o simulador de Arduino Tinkercad, seu ambiente e programação e os principais comandos utilizados nas programações.

Para identificar se as participantes seriam capazes de manusear o simulador replicando projetos prontos, foi desenvolvida a atividade do módulo II. Para entender o impacto da atividade nos participantes são apresentadas as ocorrências de algumas das participantes.

P12 e P13 não solicitaram ajuda para a resolução da atividade e resolveram a tarefa corretamente, o que mostra que não tiveram dificuldades com o simulador,

nem com a resolução da atividade em si, pois organizaram-na de forma clara e coerente. Foi possível identificar nas participantes seu entendimento da construção do projeto com Arduino no Tinkercad as conexões e portas para conexão, no qual se verificou a integração do *software* e *hardware* sendo crucial para o funcionamento de um projeto a sua montagem correta, conforme afirma Oliveira (2015), e indo ao encontro de Viegas e Santos (2017), quando vincula o Arduino a projetos, relatando que a ferramenta é para prototipagem eletrônica, possibilitando a criação de inúmeros projetos independentes.

A análise do Módulo II verificou a opinião das participantes no quesito organização e coerência do conteúdo do módulo e da estruturação da atividade, sendo que não houve relatos de problemas tanto no módulo quanto na atividade. A maioria das ressalvas feitas pelas participantes concluintes esteve na montagem de um ou outro projeto, devido a quantidade de componentes ou de conexões. Além disso, a atividade foi realizada corretamente pelas participantes, que atingiram o objetivo. Os resultados sugerem que as participantes entenderam o quanto é fundamental a montagem correta de um projeto para seu funcionamento esperado, pois replicaram os projetos escolhendo os componentes certos e realizando as conexões também de forma assertiva.

5.3 MÓDULO III

O objetivo do Módulo III consistia em apresentar programações do Arduino para acionar motores, sensores e o piscar de um led. Ao final, apresentou-se a atividade do módulo I para ser refeita, buscando identificar a evolução do pensamento algoritmo dos participantes quando comparada as duas atividades.

Após a realização da atividade 1 e de ter estudado toda a capacitação, a P13 refez a atividade aumentando significativamente os detalhes de passos e utilizando comandos da linguagem de programação do Arduino. Percebeu-se a evolução tanto na separação como no sequenciamento das ações, no seu conhecimento sobre os componentes, pois trocou de display para leds simplificando a montagem e sendo coerente com os seus conhecimentos. No Quadro 5 encontra-se a atividade realizada na qual identifica-se a evolução da participante na atividade 3 quando comparada com a atividade 1:

Quadro 5: Atividade 3 da P13

*P13: “Definições: dependendo da temperatura detectada pelo sensor, um led diferente é aceso; temperatura maior que 50 °C acende led vermelho; temperatura entre 0 e 50 °C acende led verde; temperatura menor que 0 °C acende led azul; dependendo da luminosidade detectada pelo sensor um led diferente é aceso; luminosidade maior que x lm acende led amarelo; luminosidade ente y e x lm acende led branco; luminosidade menor que y acende led violeta.
Componentes: placa Arduíno UNO; sensor de temperatura; sensor de luminosidade; 6 led; protoboard; jumpers.
Algoritmo: define porta de entrada (INPUT) do sensor de temperatura; define porta de entrada (INPUT) do sensor de luminosidade; define portas de saída (OUTPUT) de cada led (vermelho, verde, azul, amarelo, branco e violeta); ativa sensor de temperatura; cálculo para conversão do valor detectado pelo sensor em °C; ativa sensor de luminosidade; cálculo para conversão do valor detectado pelo sensor em lm; inicia o loop; se (if) detectada temperatura maior que 50 °C ativa (HIGH) o led vermelho; se não (else) led vermelho segue desativado; se (if) detectada temperatura maior que 0 °C e menor que 50 °C ativa (HIGH) o led verde; se não (else) led verde segue desativado; se (if) detectada temperatura menor que 0 °C ativa (HIGH) led azul; se não (else) led azul segue desativado; delay; se (if) detectada luminosidade maior que x ativa (HIGH) led amarelo; se não (else) led amarelo segue desativado; se (if) detectada luminosidade entre y e x ativa (HIGH) led branco; se não (else) led branco segue desativado; se (if) detectada luminosidade menor que y ativa (HIGH) led violeta; se não (else) led violeta segue desativado; delay; reinicia o loop”.*

Fonte: a pesquisa.

A participante descreveu as definições detalhadamente, dando condições para diferentes acionamentos dos componentes e utiliza de forma correta as configurações de saídas e entradas dependendo do componente. A aplicação das condições nos comandos “if” e “else” são definidas corretamente para delimitar o acionamento de determinados componentes. Pode ser notado um aumento do sequenciamento de ações como também o acerto na separação de ações.

A P12 refez a atividade (Quadro 6) aumentando significativamente os detalhes de passos, o sequenciamento, e a separação de ações, esboçando uma estrutura de programação de forma coerente, evidenciando evolução no seu conhecimento. Pode-se notar o sequenciamento adequado das ações, estando o algoritmo organizado e as ações separadas, chegando inclusive a utilizar ações mais detalhadas como a definição das portas digitais como saídas dos leds.

Quadro 6: Atividade 3 da P12

P12: “DEFINIÇÕES:

- *O led vermelho liga quando temperatura da estufa está acima de 36°C*
- *O led azul liga quando temperatura da estufa está abaixo de 15°C*
- *O led verde liga quando estufa está com a luminosidade baixa.*

COMPONENTES

- *Placa Arduino Uno*
- *Leds (vermelho, azul, verde)*
- *Sensor de Temperatura*
- *Sensor de Luminosidade*
- *Resistor*
- *Protoboard*

ALGORITMO

- *Inicia a placa*
- *Ativa o sensor de temperatura*
- *Ativa o sensor de luminosidade*

- *Define a porta digital do led vermelho como saída*
- *Define a porta digital do led azul como saída*
- *Define a porta digital do led verde como saída*
- *Inicia a comunicação serial*
- *Inicia o loop*
- *Cálculo para conversão do valor captado pelo sensor para Celsius*
- *Se temperatura acima de 36°C, liga led vermelho*
- *Se temperatura abaixo de 36° led vermelho desligado*
- *Se temperatura abaixo de 15°C liga led azul*
- *Se temperatura acima de 15° led azul desligado*
- *Se luminosidade baixa liga led verde*
- *Se luminosidade alta led verde desligado*
- *Reinicializa loop”.*

Fonte: a pesquisa.

As diferenças na comparação das atividades 1 e 3 das participantes foram expressivos, pois nota-se nitidamente a evolução de cada participante de uma atividade a outra. Um ponto que pode ter levado aos bons resultados, é que as participantes são formadas em matemática ou em física, cuja graduação contribuiu para a construção do pensamento algorítmico. Verifica-se que a organização das atividades propostas levou as participantes a aprimorarem o seu pensamento computacional ao organizarem os seus algoritmos com ações que podem ser traduzidas em comandos para o Arduino executar. Desse modo considera-se adequada a organização das atividades atendendo o objetivo, conforme Peroba (2018) de que o professor se aproprie do conhecimento do conteúdo de programação para utilizar o Arduino. Ressalta-se que os participantes fizeram observações sobre as instruções da atividade e falta e exemplos para uma compreensão do que deveria ser entregue. Isso mostra que, para a proposta *online* são necessárias adequações dando melhor detalhamento das atividades e colocando à disposição mais de um exemplo.

5.4 ANÁLISE DOS TRABALHOS FINAIS

Como foram pouco os participantes concluintes, apenas foi possível formar dois grupos para os trabalhos finais. Um grupo foi composto por P3, P13 e P14, que elaborou o projeto “b”: *Faça o led verde acender quando o micro servo motor rodar para frente e o led vermelho ascender quando o micro servo motor rodar para trás. Após, faça um relatório de um projeto STEM Education com Arduino que possa utilizar essa programação.*

O outro grupo foi composto por P5 e P12, que ficou responsável pelo projeto “a”: *Faça o sensor de temperatura acender o led verde quando a temperatura for maior*

que 50°, o led azul quando a temperatura estiver entre 0° e 50°, e o led vermelho quando a temperatura for menor que 0°. Após, faça um relatório de um projeto *STEM Education com Arduino* que possa utilizar essa programação.

O grupo que estavam P3, P13 e P14 realizou o projeto (ANEXO II) *STEM Education* de forma elaborada, no qual se identifica os conteúdos abordados na sequência didática. A atividade desenvolvida pelo grupo foi realizada com detalhes especificando que seu objetivo geral é trabalhar as competências específicas 1 e 2 da BNCC. No Quadro 7 encontra-se as competências da BNCC elencadas pelo grupo para o desenvolvimento do projeto STEM.

Quadro 7: Competências da BNCC elencadas por P3, P13 e P14

Trabalhar a competência específica 1 da BNCC para a área de Matemática: Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências, da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas e tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral, utilizando como estratégia o pensamento computacional.

Trabalhar a competência específica 2 da BNCC para a área de Ciências da Natureza: Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

Fonte: a pesquisa.

O projeto propunha que os alunos buscassem soluções para problemas de sustentabilidade e automação na construção civil, como o acionar de uma lâmpada com sensor de movimento e o desenvolvimento de uma porta automática para a escola acrescido do acender de leds dependendo do status em que se encontrar a porta, aberta ou fechada.

O intuito da atividade foi utilizar o Arduino e buscar trazer os conhecimentos aprendidos em aula, tanto Matemáticos (que pode envolver ângulos e intervalos contidos nos Reais), quanto das Ciências (com foco nos conteúdos de Física, como movimento angular em graus), dentro do contexto de realidade no qual o aluno está inserido. Desta forma o grupo idealizou um projeto de atividade que traz as premissas da educação STEM, pois aborda os conteúdos de Ciências e Matemáticas estudados em sala de aula, juntamente com o auxílio da tecnologia, para resolver uma situação problema presente no contexto do dia a dia do estudante.

Neste projeto STEM, fica nítido a intenção de desenvolver o ensino interdisciplinar, que junte as ciências e a matemática, pois as integrantes do grupo são formadas em Licenciatura em Matemática e em Licenciatura em Física.

Para a parte do projeto que envolvia o Arduino foi solicitada ajuda, mas a montagem dos componentes e as interligações com a placa foi feita corretamente, que sugere que a organização das atividades anteriores atendeu o objetivo da sequência didática.

As maiores dificuldades estavam associadas à programação, principalmente com o início do algoritmo, sendo necessária ajuda do professor para indicar como organizar a construção da programação. As integrantes do grupo indagaram bastante, tirando suas dúvidas e construíram um programa que apenas precisou de pequenos ajustes para funcionar, que estão destacados em negrito no Quadro 9, trocando a ordem de algumas linhas na programação. Isso mostra que as participantes entenderam a essência da programação que passa pelo sequenciamento e separação de ações, organizados de modo que pudessem ser convertidos para os comandos do Arduino, conforme apresentado nos módulos I e III.

Foi identificado na interação que as participantes que, à medida que se esboçava a construção do programa, interagiam e questionavam de forma constante e bastante produtiva em um trabalho conjunto na construção do saber. No Quadro 8 apresenta-se o algoritmo do projeto realizado pelo grupo, contento os problemas destacados em negrito, pela ordem de sequência das linhas.

Quadro 8: Algoritmo do Projeto de P3, P13 e P14

```

“Algoritmo:
#include // Inicializa a biblioteca do servo motor
Servo SERVO; // Nomeia o servo motor
int pos; // Armazena números inteiros para a posição
int Green = 4; // Define a variável led conectada a porta digital 4
int Red = 2; // Define a variável led conectada a porta digital 2
void setup()
{ pinMode(Green, OUTPUT);
  pinMode(Red, OUTPUT);
  SERVO.attach(13); // Porta que está ligado o servo motor
  SERVO.write(0); // Posição inicial do servo motor
}
void loop()
{ if(Green, HIGH) {
  pos += 10; // Gire mais dez graus
  SERVO.write(pos); // Servo motor executa
}
if(Red, HIGH){
  pos -= 20; // Gire menos dez graus
  SERVO.write(pos); // Servo motor executa
}
digitalWrite(Green, HIGH);
delay(1000); // Espera 1 segundo
digitalWrite(Green, LOW); // Apaga o led
delay(1000); // Espera 1 segundo
digitalWrite(Red, HIGH);

```

```

delay(1000); // Espera 1 segundo
digitalWrite(Red, LOW); // Apaga o led
delay(1000); // Espera 1 segundo
}

```

Fonte: a pesquisa.

No Quadro 9, encontra-se a versão corrigida da programação. Pode-se notar que não houve alterações significativas (destacadas em negrito) para que executasse sua função, apenas a mudança de sequenciamento de algumas linhas, realizando uma adequação, mantendo a estrutura da versão original feita pelo grupo:

Quadro 9: Algoritmo Corrigido

```

#include <Servo.h> // Inicializa a biblioteca do servo motor

Servo SERVO; // Nomeia o servo motor
int pos; // Armazena números inteiros para a posição
int Green = 4; // Define a variável led conectada a porta digital 4
int Red = 2; // Define a variável led conectada a porta digital 2

void setup()
{
  pinMode(Green,OUTPUT); // Configura como porta de saída
  pinMode(Red,OUTPUT); // Configura como porta de saída
  SERVO.attach(13); // Porta que está ligado o servo motor
  SERVO.write(0); // Posição inicial do servo motor
}

void loop()
{
  digitalWrite(Green,HIGH); // Liga o led Green
  if(digitalRead (Green) == HIGH) // Se, lida a porta Green como ligada, faça as duas linhas abaixo
  {
    pos += 180; // Gire mais 180 graus
    SERVO.write(pos); // Servo motor executa
  }
  delay(1000); // Espera 1 segundo
  digitalWrite(Green, LOW); // Apaga o led Green
  delay(1000); // Espera 1 segundo

  digitalWrite(Red,HIGH); // Liga o led Red
  if(digitalRead (Red) == HIGH) // Se, lida a porta Red como ligada, faça as duas linhas abaixo
  {
    pos -= 180; // Gire menos 180 graus
    SERVO.write(pos); // Servo motor executa
  }
  delay(1000); // Espera 1 segundo
  digitalWrite(Red, LOW); // Apaga o led Red
  delay(1000); // Espera 1 segundo
}
}

```

Fonte: a pesquisa.

O grupo com P5 e P12 realizou o projeto (ANEXO I) *STEM Education* que envolvia uma atividade que busca integrar conhecimentos matemáticos, como investigar o entendimento sobre temperatura e trabalhar com grandezas de

temperatura, buscar integrar as ciências da natureza propondo o controle de temperatura de caixas térmicas para simular o ambiente de criação animais de estimação de pequeno porte, como cães, chinchilas e outros para uso na maternidade.

O grupo propôs no projeto, que os alunos programassem o Arduino para que sensores de temperatura controlassem o calor da estufa, indicando com leds de cores diferentes quando a temperatura está excessivamente quente, agradável ou fria.

Buscaram aplicação de conhecimentos que se enquadram em habilidades da BNCC. Desta forma, o grupo buscou a junção da tecnologia, trazendo a abordagem da educação STEM com o ensino da Matemática, com as Ciências, juntamente a tecnologia, com conhecimentos teóricos aplicados ao dia a dia do estudante. O Quadro 10 apresenta as habilidades da BNCC, elencados pelas participantes no projeto.

Quadro 10: Habilidades da BNCC elencadas pelo grupo de P5 e P12

Habilidades:

(EM13LP16) Utilizar softwares de edição de textos, fotos, vídeos e áudio, além de ferramentas e ambientes colaborativos para criar textos e produções multissemióticas com finalidades diversas, explorando os recursos e efeitos disponíveis e apropriando-se de práticas colaborativas de escrita, de construção coletiva do conhecimento e de desenvolvimento de projetos.

(EM13LP33) Produzir textos para a divulgação do conhecimento e de resultados de levantamentos e pesquisas – texto monográfico, ensaio, artigo de divulgação científica, verbete de enciclopédia (colaborativa ou não), infográfico (estático ou animado), relato de experimento, relatório, relatório multimidiático de campo, reportagem científica, podcast ou vlog científico, apresentações orais, seminários, comunicações em mesas redondas, mapas dinâmicos etc. –, considerando o contexto de produção e utilizando os conhecimentos sobre os gêneros de divulgação científica, de forma a engajar-se em processos significativos de socialização e divulgação do conhecimento.

(EM13MAT406) Utilizar os conceitos básicos de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática.

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.

Fonte: a pesquisa.

O projeto STEM proposto pelo grupo possibilita uma abordagem que envolva os conhecimentos matemáticos e das ciências da natureza dentro de um contexto de realidade. Cabendo ao professor integrar os conhecimentos específicos das áreas STEM usando da programação de leitura de sensores e comandos de atuadores para interagir com o mundo real, dando concretude ao pensamento computacional do aluno. Desse modo criando uma atividade como preconiza a Educação STEM, apresentando o ensino interdisciplinar concomitante a tecnologia.

Na montagem dos componentes para o projeto com o Arduino o grupo mostrou domínio do simulador, indicando a importância da atividade 2 e dos módulos I e II, apenas houve um erro por distração na programação (destacado em negrito no Quadro 11), o que evidencia um entendimento significativo do sequenciamento e da separação das ações que são a base para a construção de um algoritmo.

Ressalta-se que o grupo não solicitou ajuda, mostrando o empenho e a compreensão esperada após a realização da sequência didática. No Quadro 11 encontra-se a programação feita pela dupla, apenas com um pequeno erro destacado em negrito, mas que altera o funcionamento esperado do programa:

Quadro 11: Algoritmo do Projeto de P5 e P12

```

“Programação

const int sensorPin = A2; // Define o pino analógico utilizado pelo sensor
float temperatura; // Variável que armazena valores em grande escala
int ledVermelho = 8; // Define a porta 8 como sendo a do led vermelho
int ledVerde = 9; // Define a porta 9 como sendo a do led verde
int ledAzul = 10; // Define a porta 10 como sendo a do led azul

void setup(){

  pinMode(ledVermelho, OUTPUT); // Configura o led vermelho como saída
  pinMode(ledVerde, OUTPUT); // Configura o led verde como saída
  pinMode(ledAzul, OUTPUT); // Configura o led azul como saída
  Serial.begin(9600); // Inicia a comunicação com o monitor serial
}

void loop(){

  temperatura = ((float(analogRead(sensorPin))*5/(1023))/0.01)-49.78; // Processo onde a variável
    calcula e transforma o valor na medida de temperatura
  Serial.print("Temperatura = "); // Imprime o texto no monitor serial
  Serial.print(temperatura); // Imprime no monitor serial a temperatura
  Serial.println(" °C"); // Imprime o texto no monitor serial
  if(temperatura > 50) // Condição: se a temperatura for maior que 50
  {
    digitalWrite(ledVerde, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende o led verde
  }
  else{ // Se não
    digitalWrite(ledVermelho, LOW); // Verificada como negativa a condição, apaga o led vermelho
  }
  delay(100); // Espera 100 milissegundos
  if (temperatura <= 50 && temperatura >= 0) // Condição: se a temperatura for menor ou igual a 50
    e maior ou igual a 0
  {
    digitalWrite(ledAzul, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende o led azul
  }
  else{ digitalWrite(ledVerde, LOW); // Verificada como negativa a condição apaga o lede azul
  }
  delay(100); // Espera 100 milissegundos
  if (temperatura < 0) // Condição: se a temperatura for menor que 0
  {
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende o led vermelho
  }
}

```

```

else{ // Se não
  digitalWrite(ledVermelho, LOW); // Verificada como negativa a condição, apaga o led vermelho
}
delay(100); // Espera 100 milissegundos
}

```

Fonte: a pesquisa.

No Quadro 12 encontra-se a programação corrigida, na qual pode ser notado que foi preciso alterar apenas a referência dos leds a serem apagados, evidenciando um bom domínio da programação, pela organização da sequência de ações e aplicação correta das condições para apagar e acender os leds.

Quadro 12: Algoritmo Corrigido

“Programação

```

const int sensorPin = A2; // Define o pino analógico utilizado pelo sensor
float temperatura; // Variável que armazena valores em grande escala
int ledVermelho = 8; // Define a porta 8 como sendo a do led vermelho
int ledVerde = 9; // Define a porta 9 como sendo a do led verde
int ledAzul = 10; // Define a porta 10 como sendo a do led azul

void setup(){

  pinMode(ledVermelho, OUTPUT); // Configura o led vermelho como saída
  pinMode(ledVerde, OUTPUT); // Configura o led verde como saída
  pinMode(ledAzul, OUTPUT); // Configura o led azul como saída
  Serial.begin(9600); // Inicia a comunicação com o monitor serial
}

void loop(){

  temperatura = ((float(analogRead(sensorPin))*5/(1023))/0.01)-49.78; // Processo onde a variável
calcula e transforma o valor na medida de temperatura
  Serial.print("Temperatura = "); // Imprime o texto no monitor serial
  Serial.print(temperatura); // Imprime no monitor serial a temperatura
  Serial.println(" °C"); // Imprime o texto no monitor serial
  if(temperatura > 50) // Condição: se a temperatura for maior que 50
  {
    digitalWrite(ledVerde, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende o led verde
  }
  else{ // Se não
    digitalWrite(ledVerde, LOW); // Verificada como negativa a condição, apaga o led vermelho
  }
  delay(100); // Espera 100 milissegundos
  if (temperatura <= 50 && temperatura >= 0) // Condição: se a temperatura for menor ou igual a 50
e maior ou igual a 0
  {
    digitalWrite(ledAzul, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende o led azul
  }
  else{ // Se não
    digitalWrite(ledAzul, LOW); // Verificada como negativa a condição apaga o led azul
  }
  delay(100); // Espera 100 milissegundos
  if (temperatura < 0) // Condição: se a temperatura for menor que 0
  {
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende o led vermelho
  }
  else{ // Se não
    digitalWrite(ledVermelho, LOW); // Verificada como negativa a condição, apaga o led vermelho
  }
}

```

```
}
delay(100); // Espera 100 milissegundos
}"
```

Fonte: a pesquisa.

A atividade final permitiu a análise do pensamento computacional das participantes. Pelo trabalho realizado verifica-se a mudança nos algoritmos quando comparados com as produções iniciais dos participantes.

Quanto a compreensão e desenvolvimento de projetos Arduino, identifica-se que nas montagens no simulador as participantes utilizaram dos componentes apresentados na sequência didática, ligando e correlacionando corretamente de acordo com as definições de cada projeto. As programações realizadas nos projetos finais continham erros, mas erros fazem parte do processo de aprendizagem, no qual o simulador é de grande valia, pois evita que os componentes ou o Arduino sejam danificados. Considera-se assim que a sequência didática está organizada de forma adequada ao objetivo proposto de apresentar a tecnologia Arduino e introduzir a lógica de programação para que os professores a utilizem em sua prática na sala de aula.

5.5 QUESTIONÁRIO FINAL

Ao responder o questionário final (Apêndice D), as participantes veem virtudes em se utilizar o Arduino na sala de aula como a contemporaneidade, a qualidade e a equidade. Fazem ressalvas todas dos desafios de se utilizar o Arduino, como: ter a ferramenta disponível para uso; a falta de interesse do professor; o aluno se adaptar; a falta de interesse do aluno e a falta de formação dos professores, reforçando a importância da capacitação para os professores trazerem o Arduino para a sala de aula.

Foram relatados como pontos positivos da capacitação a abordagem do tema e a organização das atividades. Também é relevante destacar o relato da P14 (Quadro 13) do que achou de pontos positivos:

Quadro 13: Relato da P14

P14: "A capacitação teve muitos aspectos positivos. Não apenas a atenção do ministrante que se mostrou sempre solícito e atento às dúvidas, como também a qualidade do material disponibilizado e ferramentas propostas".

Fonte: A pesquisa.

A linguagem de programação foi relada como sendo a principal dificuldade na capacitação que se depararam as participantes. No Quadro 14 estão retratados os pontos negativos da capacitação mencionados pelas participantes:

Quadro 14: Relatos da P14 e P13

P14: “Não interpreto como negativo, contudo, penso que poderia ser previsto inicialmente mais tempo para a capacitação, bem como alguns encontros síncronos com o grande grupo”.
P13: “Ser remoto, presencialmente teríamos mais trocas. Mas nas circunstâncias atuais, entende que era a única alternativa”.

Fonte: a pesquisa.

Pode ser observado no relato da P14 um certo desconforto com a falta de tempo, mas que foi corrigido posteriormente conforme a necessidade. Já os encontros síncronos não foram realizados justamente por causa da disponibilidade de um tempo em comum dos participantes. A P13 expressou um certo desconforto com o ensino remoto, mas demonstrando entender os motivos em decorrência do contexto pandêmico.

As participantes avaliam que precisam aprofundar mais seus estudos para poder utilizar o Arduino para ensinar, deixando a intenção de fazê-lo, com os seguintes relatos (Quadro 15):

Quadro 15: Relatos da P14, P13, P12 e P5

P14: “Realmente considero que o Arduino é uma excelente ferramenta/estratégia para introduzir a aprendizagem criativa e colaborativa em sala de aula, além de possibilitar integração entre todas as áreas do conhecimento. Se eu tiver e fizer a oportunidade para incluí-lo em minhas aulas certamente utilizaria”.
P13: “A ferramenta permite muitas possibilidades de projetos para serem desenvolvidos. Mesmo não tendo acesso ao arduino fisicamente, a utilização da simulação pelo TinkerCad permite muitas atividades para serem desenvolvidas, e torna mais acessível”.
P12: “Se houver a possibilidade de trabalhar com o arduino em sala de aula com certeza iria agregar as aulas”.
P5: “A inscrição na capacitação foi realizada devido a pretensão de utilizar o Arduino na prática docente no próximo ano”.

Fonte: a pesquisa.

A capacitação foi avaliada como um todo pelas participantes como sendo de dificuldade média. Ao descrever sua experiência na capacitação, P14, P13 e P12 destacaram o seguinte (Quadro 16):

Quadro 16: Relatos da P14, P13, P3 e P12

P14: “Pude aprender muito acerca de Arduino e experimentar na prática o TinkerCad como simulador, pois apesar de o conhecer, nunca o havia explorado. Concluo a capacitação com noções acerca desta ferramenta e almejo aprender ainda mais, aprimorar conhecimentos, para que no futuro possa colaborar com meus alunos. Parabenizo ao André pela iniciativa e pela exitosa condução da formação. Sugiro fortemente novas versões da capacitação, sendo divulgadas, sobretudo, para professores da educação básica. Sucesso!”.
P13: “Foi bastante desafiadora, principalmente a parte de programação com a linguagem lógica. Mas foi uma experiência muito boa pois me sinto mais confortável em utilizar esses recursos em sala de aula, “quebrou um pouco o gelo””.
P12: “Foi boa, em minha opinião deveria ter mais explicações e exemplos pois algumas atividades foram complicadas de interpretar. Acho que seria interessante apresentar as possibilidades do uso do arduino em sala de aula com exemplos de atividades”.

Fonte: a pesquisa.

Analisando as respostas aos questionários finais, pode-se notar que as participantes passaram a perder o receio de utilizar uma ferramenta tecnológica que desconheciam seu funcionamento, sendo possível identificar a possibilidade de uso em sala de aula futuramente, perante a busca por aprofundamento no estudo do Arduino.

5.6 ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS PARTICIPANTES

Para identificar as contribuições da sequência didática nos conhecimentos das participantes, foi realizada uma análise individual para verificar os conhecimentos e as percepções sobre a sequência didática.

- **Participante 14**

Após as análises dos questionários respondidos e as atividades realizadas pela P14, chega-se à conclusão de que ela iniciou a capacitação conhecendo o Arduino, mas não sabendo programar. Sua afinidade com as tecnologias possibilitou um entendimento maior na hora de lidar com o simulador na atividade 2, realizada pelo participante de forma impecável.

A participante pouco solicitou ajuda nas atividades individuais. Suas maiores dificuldades estavam relacionadas com os algoritmos, sendo compreensível por nunca ter programado. Iepsen (2013) relata que é compreensível a dificuldade de se entender a construção de um algoritmo por quem está iniciando, pois poucas vezes o aluno é instigado a pensar detalhadamente quais são os passos para resolver um problema. P14 relatou a falta de exemplos para realizar as atividades, entretanto notou-se evolução na entrega das suas atividades, podendo ser destacado a melhoria na estrutura do algoritmo da atividade 1 para a atividade 3. Outro fator a ser destacado, foi sua interação com o professor e seus colegas de grupo com indagações coerentes referente ao projeto final, as quais mostraram a evolução do seu pensamento lógico algorítmico.

Nas respostas ao questionário, a P14 relata a importância da capacitação, sugerindo que mais sejam feitas, pois somente assim os professores podem aprender e se sentirem motivados a trazer uma alternativa tecnológica que auxilia o processo de ensino e aprendizagem para os alunos. P14 também afirmou que após esse

contato mais efetivo com o Arduino, irá aprofundar seus estudos e buscará levá-lo para a sala de aula.

- **Participante 13**

Pelos questionários respondidos e as atividades realizadas, nota-se que P13 não sabia programar. Segundo P13 suas dificuldades poderiam ser resolvidas se tivessem mais exemplos e explicações mais claras para realizar algumas atividades. Entretanto suas atividades foram entregues de forma correta, podendo ser destacado sua evolução na estruturação ao comparar o algoritmo da atividade 1 com a atividade 3, na qual é notório o incremento, o sequenciamento e a separação das ações.

P13 considerou complexa a parte dos “comandos”, mas foi a participante que mais os utilizou, mostrando que sua dificuldade estava associada com seu esforço em aplicar os comandos de maneira adequada. Iepsen (2013) relata que é importante haver um treinamento com comandos para a construção do algoritmo, buscando a interação do computador com o aluno. Outro ponto importante notado na participante foram as suas intervenções na interação com o ministrante referente ao projeto final, dando a entender que a participante desenvolveu um pensamento lógico algorítmico bastante estruturado.

P13 relata a importância da capacitação em suas respostas ao questionário final, trazendo sua opinião de que o principal motivo do Arduino não ser levado mais frequentemente para a sala de aula é a falta de preparo dos professores, pois somente havendo o conhecimento no assunto, eles podem aprender e se sentirem motivados a trazer uma alternativa tecnológica que auxilia o processo de ensino e aprendizagem. Também descreve que, pelo contato com o Arduino na capacitação, irá aprofundar seus estudos e buscará levá-lo para a sala de aula.

- **Participante 3**

P3 iniciou a capacitação desconhecendo o Arduino e um pensamento algorítmico deficitário quanto ao sequenciamento e separação de ações, mas afirmou que tinha afinidade com a tecnologia e é a favor de seu uso como ferramenta auxiliadora no processo de ensino e aprendizagem, que se considera um forte motivador na continuidade dos estudos com a sequência didática.

As dificuldades de P3 foram em relação a entender a lógica de programação, que segundo Barbosa (2011) é necessária para poder resolver um problema na construção de um algoritmo, mas notou-se uma evolução significativa da primeira proposta de esboçar um algoritmo para o momento final de refazer essa mesma proposta após estudar toda a capacitação.

A participante solicitou ajuda várias vezes, sendo identificado nesses momentos um problema na interpretação das atividades e uma falta de estudo dentro da própria capacitação por parte dela. Verificou-se que tanto nas atividades entregues, quanto na ajuda solicitada, que nos módulos I e II a participante estudava o conteúdo de forma mais superficial, mas na atividade do módulo III seu estudo se aprofundou, não solicitando ajuda e apresentando um algoritmo com uma estrutura com detalhes que evidenciam o aprofundamento no estudo do módulo em questão. Pela organização da sequência os módulos I e II são mais teóricos e com poucos exemplos, isto talvez justifique a desmotivação da P3, que se mostra diferente na realização da atividade 3 e no trabalho final que são de caráter mais prático.

Entende-se que a capacitação contribuiu para a aproximação da participante com o Arduino devido à sua evolução, relativo ao seu conhecimento em programação, e que ao término da sequência didática se mostra adequado para realizar as atividades com êxito. Sua própria percepção de evolução, P3 afirma que futuramente pode aprofundar seus estudos e vir a trazer essa tecnologia para sua prática em sala de aula.

- **Participante 12**

A participante P12, iniciou a capacitação conhecendo o Arduino, mas não sabendo programar com a linguagem em linha. As maiores dificuldades relatadas pela participante, já que pouco solicitou ajuda nas atividades individuais, se deram pela falta de exemplos e de explicações mais claras para realizar as atividades dos módulos I e III, entretanto suas atividades foram entregues de forma correta, podendo ser destacado sua evolução na estruturação de um algoritmo da atividade 1 para a atividade , pois apresentou uma estrutura de um algoritmo com uma sequência linear e organizada de ações que, conforme Perreira (2017), considera-se adequado. No projeto final, a dupla P12 e P5 desenvolveu a atividade sem realizarem consultas ao

professor, excetuando ao término quando, pelo não funcionamento, solicitaram ajuda na identificação do problema.

P12 afirma que essa capacitação foi seu primeiro contato com o Arduino e que aprofundará seus estudos e buscará levá-lo para a sala de aula. Um ponto importante referente a esta participante foi que ela solicitou ajuda para escolher um kit com a placa Arduino e alguns componentes para comprar, evidenciando seu interesse pela tecnologia estudada e sua vontade em aprimorar seus conhecimentos.

• Participante 5

A participante P5 também iniciou a capacitação conhecendo o Arduino sendo afeita às tecnologias e seu uso como auxiliadora no processo de ensino e aprendizagem. As maiores dificuldades de P5, já que pouco solicitou ajuda nas atividades individuais, estavam no estudo autônomo. Assim como P5, as demais participantes externaram a falta de exemplos e explicações mais claras para realizar a atividade 1, deixando dúvidas do quão detalhado deve ser um algoritmo computacional, entretanto considerou-se adequadas as atividades entregues.

No projeto final com a participante P12, estava bem estruturado e com um erro associado a falta de atenção. Atribui-se o desempenho plenamente satisfatório no projeto final devido a ela e sua dupla terem bastante interesse no uso do Arduino em sala de aula, que se entende como um fator de motivação relevante para os estudos realizados. P12 também afirmou que dará continuidade aos estudos com Arduino para levá-lo à sala de aula permitindo que ocorra a aprendizagem por experimentação, conforme indicado por Almeida (2017) como uma boa prática.

5.7 SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E O EXPERIMENTO

Apenas um terço dos participantes efetivamente concluíram o experimento, mas com as desistências sendo todas atribuídas a problemas de ordem pessoal dos desistentes, estando mais relacionadas a uma sobrecarga de tarefas e, devido ao experimento requerer estudo e dedicação, estes acabaram por desistir na continuidade dos estudos, não atribuindo dificuldades relacionadas à sequência didática ou à condução das atividades.

Apesar do que afirma Oliveira (2015), de que há uma grande dificuldade encontrada no ensino e aprendizagem de algoritmos e lógica de programação, na

assimilação de aspectos básicos, os dados da pesquisa apontam para uma organização adequada das atividades para o objetivo de introduzir a tecnologia Arduino e o pensamento algorítmico computacional, tendo como fato marcante as entregas da atividade 1 e 3 nas quais todos os participantes demonstraram significativa evolução na organização das ações para atender as definições requeridas.

Todas as participantes não apresentaram dificuldades inerentes ao uso do simulador montando todos os projetos da atividade 2 no Tinkercad. Isso mostra que o uso de vídeos curtos é importante para o entendimento da plataforma de simulação utilizada e crucial para o desenvolvimento de projetos com o Arduino.

No que tange a integração do Arduino à Educação STEM, os dois projetos finais apresentam as possibilidades de combinação de ações de coleta de informação do mundo real, assim como de interação com o concreto através de comandos de ações dados aos atuadores, estando de acordo com Lopes (2020) que afirma que o intuito da Educação STEM é compreender e explicar fenômenos do mundo real, utilizando-se das suas quatro áreas de abrangência.

As ressalvas feitas pelas participantes concluintes foram todas associadas a falta de informações detalhadas e exemplos das atividades a serem realizadas. Atribui-se esse fato à adaptação feita do formato presencial para uma capacitação *online* que mudou completamente a abordagem idealizada no início da pesquisa. Não foram feitas observações sobre os conteúdos apresentados que se mostraram adequados na medida que os projetos foram realizados a contento.

Outro problema identificado que impactou o experimento foi a indisponibilidade de um horário livre e comum aos participantes, considerando também os que abandonaram a capacitação, para a realização de encontros síncronos via *Google Meet*, previstos para substituírem os encontros presenciais.

O fato da capacitação não ter sido presencial e não ser possível realizar encontros remotos colaborou para uma dificuldade maior no entendimento das atividades e uma propensão menor dos participantes em pedir ajuda.

Os problemas apontados pelas participantes serão corrigidos buscando aperfeiçoar o material para o formato *online* e estudo autônomo. A seguir apresenta-se a conclusão da pesquisa.

CONCLUSÃO

O objetivo geral desse trabalho foi desenvolver uma sequência didática para o uso do Arduino para a construção de uma atividade STEM. Para verificar se o objetivo foi alcançado, foi analisado os dados provenientes do experimento realizado.

A primeira consideração é de que o quadro pandêmico e as medidas de isolamento social impactaram na realização do experimento no que tange ao número de participantes. Todas as participantes concluintes, ao responderem o questionário diagnóstico, se mostram adeptos das tecnologias, tanto na sua vida privada quanto no âmbito educacional, se posicionando a favor da sua utilização como ferramenta auxiliadora no processo de ensino e aprendizagem. Isso pode ser considerado um fator que levou as participantes a não terem dificuldades no manuseio do simulador Tinkercad, e na navegação no *site* da capacitação.

Apesar do formato *online*, algumas participantes solicitaram ajuda de forma mais constante, principalmente no início, estando suas dúvidas mais relacionadas à compreensão das atividades propostas. Isso foi associado a falta de clareza e objetividade na definição das atividades e pelo uso de terminologia não conhecida sobre programação, assim como pela falta de exemplos, sendo um sinalizador da necessidade de adequação da linguagem e recursos extras para adaptação da sequência didática ao formato *online* para uma aprendizagem autônoma. Mesmo perante essas características apontadas, as participantes finalizaram suas atividades com resultados satisfatórios.

Na produção final, as participantes demonstraram as bases para uma integração entre conhecimentos da matemática e da física em aplicações no mundo real através dos sensores para a leitura de grandezas e os motores como atuadores que permitem a manipulação de objetos concretos. Entende-se que são necessárias mais atividades para que os professores entendam e coloquem os conhecimentos da matemática e da física em seus projetos, mas que os projetos desenvolvidos na capacitação são o princípio da Educação STEM com o Arduino.

Estuda-se a melhoria da sequência didática incluindo vídeos explicativos sobre as atividades e tarefas, assim como mais exemplos para a nortear a resolução das atividades. Também é considerado apresentar o conteúdo teórico de forma mais dinâmica e aplicada.

A capacitação teve, também, por objetivo aproximar os professores da tecnologia Arduino, para que busquem especializar-se nas tecnologias para utilizá-las na sala de aula no suporte ao processo de ensino e aprendizagem dos alunos. A capacitação proporcionou o conhecimento mínimo necessário sobre o Arduino e sua programação, pois todas as participantes afirmaram que continuarão seus estudos sobre a tecnologia Arduino, as possibilidades de uso em atividades interdisciplinares, como preconiza o STEM, e seu uso na sua prática escolar.

Face aos resultados obtidos será dada continuidade com trabalhos futuros, nos quais serão realizadas as alterações sugeridas e inclusão de propostas com diferentes níveis de complexidade, permitindo uma adequação às habilidades e competências do aluno, possibilitando que ele desenvolva a destreza necessária e suficiente para a realização das atividades de forma autônoma, e desta maneira melhorando a capacitação.

REFERÊNCIAS

- AGUSTINI, G. **O Momento dos Laboratórios como Espaços de Criatividade, Inovação e Invenção**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2014.
- ALMEIDA, P. C. T. de. A Arte de Aprender para Ensinar: Discutindo a Capacitação de Robótica com Arduino para Professores de Ciências e Matemática do Município de Paracambi / RJ. *In:* , 2017, Florianópolis. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2017. p. 1–10.
- ARAÚJO, D. L. de. O Que é (e Como Faz) Sequência Didática?. **Entrepalavras**, Fortaleza, p. 322–334, 2013.
- BARBOSA, L. da S. **Aprendizado Significativo Aplicado ao Ensino de Algoritmos**. 2011. 57 f. - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
- BEIRA, D.; NAKAMOTO, P. A Formação Docente Inicial e Continuada Prepara os Professores para o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em Sala de Aula?. *In:* , 2016, Uberlândia. **V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016), XXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2016)**. Uberlândia, 2016. p. 825–834.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**, Brasília, 2018.
- CASTRO, A. L. De. Desafios e Possibilidades para a Formação de Professores de Matemática com Tecnologias Digitais. *In:* , 2016, São Paulo. **XII Encontro Nacional de Educação Matemática**. São Paulo, 2016. p. 1–12.
- CAVALCANTE, M. M. *et al.* A Plataforma Arduino para Fins Didáticos: Estudo de caso com Recolhimento de Dados a Partir do PLX-DAQ. *In:* , 2014, Brasília. **XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - CSBC**. Brasília, 2014. p. 1687–1696.
- CURY, T. E.; HIRSCHMANN, D. R. Ensino de Matemática Através do Arduino. **Unoeste**, Porto Alegre, p. 1–29, 2014.
- FILHO, S. M. C. **Metodologias Ativas no Programa de Residência Pedagógica: uma abordagem da Aprendizagem Baseada em Projetos para o Ensino de Matemática**. 2021. 204 f. - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.
- FILHO, J. F.; LEMOS, J. F. Imperativos de Conduta Juvenil no Século XXI: A “Geração Digital” na Mídia Impressa Brasileira. **Comunicação, Mídia e Consumo**, São Paulo, v. 5, p. 11–25, 2008.
- FREITAS, D. Indústria 4.0 e Educação em Ciências no Brasil: Perspectivas STEM e Freire-PLACTS no Horizonte de Disputas Por Suas Afirmações. *In:* , 2019, Natal. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. p. 1–7.
- IEPSEN, E. F. **Ensino de Algoritmos: Detecção do Estado Afetivo de Frustração Para Apoio ao Processo de Aprendizagem**. 2013. 157 f. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

- KRETZER, F. M. *et al.* Formação Continuada de Professores para o Ensino de Algoritmos e Programação na Educação Básica: Um Estudo de Mapeamento Sistemático. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, v. 28, p. 389–419, 2020.
- LUCIANO, A. P. G. **A Utilização da Robótica Educacional com a Plataforma Arduino: Uma Contribuição para o Ensino de Física**. 2014. 150 f. - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.
- MASSON, T. J. *et al.* Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos. *In:* , 2012, Belém. **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**. Belém, 2012. p. 1–10.
- MENDINHOS, M. M. N. **A Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) no Ensino da Programação**. 2015. 171 f. - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.
- MODELSKI, D.; GIRAFFA, L. M. M.; CASARTELLI, A. de O. Tecnologias Digitais, Formação Docente e Práticas Pedagógicas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 45, p. 1–17, 2019.
- MORAN, J. M. A Integração das Tecnologias na Educação. **ResearGate**, São Paulo, p. 3, 2015.
- NETO, E. Os Projetos de Trabalho : Uma Experiência Integradora na Formação Inicial de Professores. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 27, n. 2, p. 83–107, 2014.
- NETO, V.; BATISTA, R. Problematizando a Agenda da Educação 2030: Relatório da UNESCO, Relações de Gênero, Educação STEM e Direitos Humanos. **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, São Paulo, p. 1–14, 2020.
- OLIVEIRA, A. L. de. **Modelo Híbrido de Aprendizagem Utilizando a Plataforma Arduino Aplicado ao Ensino Tecnológico de Informática**. 2015. 121 f. - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2015.
- OLIVEIRA, E. R. B. de; UNBEHAUM, S.; GAVA, T. A Educação Stem E Gênero: Uma Contribuição Para O Debate Brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 49, n. 171, p. 130–159, 2019.
- OLIVEIRA, E. S. de; PEREIRA, P. S.; O Uso de Microcontroladores na Formação de Futuros Professores de Matemática: Reflexões Entre Elos Criativos. **Revista de Educação Matemática**, Dourados, v. 3, n. 4, p 57-73, 2020.
- PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PEROBA, V. N. *et al.* Tecnologia Assistiva, o Uso de Arduino na Aprendizagem. *In:* 2018, São José dos Campos. **XXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VIII Encontro de Iniciação à Docência**. São José dos Campos, 2018. p. 1–5.
- PRADO, M. E. B. B. Pedagogia de Projetos. **Programa Salto para o Futuro**, [s. l.], p. 17–37, 2003.
- PRADO, J. L. do; SILVA, R. R. da. STEM: Uma Inovação no Ensino Superior. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 6, 2020.

- PUGLIESE, G. O. **Os Modelos Pedagógicos de Ensino de Ciências em Dois Programas Educacionais Baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. 2017. 135 f. - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2017.
- PUGLIESE, G.; SANTOS, V. D. M. As Relações Entre o PISA e o Movimento STEM *Education* no Brasil. **SciELO**, São Paulo, v. 01, p. 24, 2021.
- ROCHA, J. D. T.; NOGUEIRA, C. da R. M. Formação Docente: Uso das Tecnologias como Ferramentas de Interatividade no Processo de Ensino. **Revista Observatório**, Palmas, v. 5, n. 6, p. 578–596, 2019.
- RODRIGUES, A. L. Dificuldades, Constrangimentos e Desafios na Integração das Tecnologias Digitais no Processo de Formação de Professores Difficulties, Constraints and Challenges in Integration of Digital Technologies in Teacher Training Process. *In*: 2014, Lisboa. **Atas do III Congresso Internacional das TIC na Educação (ticEDUCA2014)**. Lisboa, 2014. p. 838–846.
- ROJO, R. H. R. **Os PCNs, as Práticas de Linguagem (Dentro e Fora da Sala de Aula) e a Formação de Professores – Uma Apresentação**. São Paulo, 2000.
- SANTOS, G. L. *et al.* **Tecnologias na Educação e Formação de Professores**. Brasília: Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, 2003.
- SANTOS, A. P. S. *et al.* Uso de Projetos em Salas de Aula dos Institutos Federais: Uma Análise Sob a Ótica da Aprendizagem Baseada em Projetos e das Competências do Século 21. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 1, n. 44, p. 113, 2019.
- SILVA, M. A. F. da. Cultura Maker e Educação para o Século XXI: Relato da Aprendizagem Mão na Massa no 6º Ano do Ensino Fundamental/Integral do SEC Ler Goiana. *In*: 2018, Recife. **XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**. Recife, 2018.
- SILVA, S. P. Letramento Digital e Formação de Professores na Era Web da 2. 0: O Que, Como e Por Que Ensinar?. **Hipertextus Revista Digital**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 1–13, 2012.
- SILVA, P. Uso do Programa STEM Como Alternativa de Aprendizagem para Alunos de 9º Ano em Escola Pública e Privada da Rede de Ensino no Município de Joinville - Santa Catarina. **Repositório Institucional da UFSC**, Joinville, p. 1–21, 2017.
- SILVA, F. A. de A. **Utilizando o Arduino como Atividade Aberta de Investigação e Experimentação Matemática para o Ensino de Conceitos de Matrizes Ciências e Matemática , Como Parte dos Requisitos Para Obtenção do Título de Mestre**. 2017. 161 f. - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, [s. l.], 2017.
- SILVA, I. de C. S. da; PRATES, T. da S.; RIBEIRO, L. F. S. As Novas Tecnologias e Aprendizagem: Desafios Enfrentados Pelo Professor na Sala de Aula. **Revista Em Debate**, Florianópolis, v. 16, n. 15, p. 107–123, 2016.
- TELES, G. *et al.* Docência e Tecnologias Digitais na Formação de Professores: Planejamento e Execução de Aulas por Licenciandos. **Brazilian Journal of Technology**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 73–84, 2020.

UZUN, M. L. C.; PUGLIESI, J. B.; ROLAND, C. E. D. F. Aprendizagem Baseada em Projetos na Perspectiva dos Alunos. **Revista Profissão Docente**, Uberaba, v. 18, n. 39, p. 403–414, 2018.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Este formulário tem por objetivo identificar os conhecimentos prévios e a afinidade que o participante possui com o assunto da capacitação. Peço encarecidamente que o respondam.

*Obrigatório

Nome: *

1- Você se considera adepto das tecnologias? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não

2- Indique a quantidade de equipamentos eletrônicos (televisores smart, celulares, computadores, outros) que você tem? *

Marcar apenas uma.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

3- Com que frequência (vezes por dia) você acessa a internet? *

Marcar apenas uma.

- 1 a 5
- 6 a 10
- 10 a 15
- 15 a 20
- Mais de 20

4- Você acha que o celular deve ser usado em aula como auxiliador no processo de ensino e aprendizagem? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não
- Talvez

5- O uso de computador em aula é válido? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não
- Talvez

6- Na sua opinião os cursos de licenciatura deveriam capacitar os futuros professores a utilizarem diferentes tecnologias como ferramentas de ensino? Se sim, quais seriam essas tecnologias? *

7- Você já programou? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não

8- Se sim, em qual linguagem?

Marcar apenas uma.

- Java
- JavaScript
- Python
- Linguagem C
- PHP
- SQL
- Ruby
-
- Outro:
-

9- Considerando pegar uma condução pública da sua casa até o mercado, escreva um algoritmo (sequências de todas as ações desenvolvidas para a finalização

do objetivo) do que você faz para esse trajeto. Coloque cada ação escrevendo frases curtas e objetivas. *

10- Qual é seu grau de conhecimento de Arduino? *

Marcar apenas uma.

- Conhece e usa
- Conhece e nunca usou
- Desconhece

11- Você considera a interdisciplinaridade importante para o processo de ensino-aprendizagem? * *Marcar apenas uma.*

- Sim
- Não

12- Qual a importância, para a aprendizagem dos alunos, de contextualizar os conteúdos? *

13- Atividades práticas facilitam, aos alunos, a aprendizagem dos conteúdos? Por quê? *

14- Você conhece STEM? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não

15) Qual sua intenção participando desta capacitação? *

APÊNDICE B - ATIVIDADE

*Obrigatório

Nome: *

1- Descreva as definições, os componentes e o algoritmo necessários para a ativação de um led conforme a presença ou não de algum movimento. Obs: escolha os componentes presentes na seção "Componentes". *

2- Descreva as definições, os componentes e o algoritmo necessários para a ativação de um alerta de incêndio. Obs: escolha os componentes presentes na seção "Componentes". *

3- Descreva as definições, os componentes e o algoritmo necessários para o controle de temperatura e luminosidade de uma estufa de hortaliças. Obs: escolha os componentes presentes na seção "Componentes". *

4- Descreva as definições, os componentes e o algoritmo necessários para o controle de humidade do solo apresentado em um display, em uma horta automatizada. Obs: escolha os componentes presentes na seção "Componentes". *

5- Descreva as definições, os componentes e o algoritmo necessários para o acionamento de uma porta automática. Obs: escolha os componentes presentes na seção "Componentes". *

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DOS MÓDULOS

Este formulário tem por objetivo identificar os pontos positivos e negativos dos módulos. Peço encarecidamente que o respondam, pois servirá para avaliar a elaboração da capacitação.

*Obrigatório

Nome: *

1- O módulo apresenta de forma coerente e clara o assunto abordado? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não

2- Qual parte do módulo apresenta problemas? OBS: Caso tenha se deparado com mais de uma parte citada abaixo, selecione a opção OUTRO e cite-as. * *Marcar apenas uma.*

- Tipos de Arduino
- Partes da Placa
- Componentes
- Conexões
- Nenhuma
- Outro:

3- Quais são os problemas com que você se deparou na alternativa escolhida na questão anterior? OBS: Caso tenha se deparado com mais de uma dificuldade citada abaixo, ou outra, selecione a opção OUTRO e cite. Se marcou na opção NENHUMA, marque-a novamente. *

Marcar apenas uma.

- Falta de informações
 Falta de imagens demonstrativas
 Falta de explicações
 Falta de exemplos
 Nenhum
-
- Muito fácil Muito difícil

Outro:

4- Quais as dificuldades que você se deparou na atividade 1? OBS: Caso tenha se deparado com mais de uma dificuldade citada abaixo, ou outra, selecione a

opção OUTRO e cite. *

- Marcar apenas uma.*
 Falta de exemplos
 Pouca explicação para desenvolver as DEFINIÇÕES
 Pouca explicação para escolher os COMPONENTES
 Pouca explicação para elaborar o ALGORITMO
 Pouca explicação de forma geral
 Nenhuma

Outro:

5- Qual foi a dificuldade encontrada em entender o módulo e fazer a atividade?

*

Marcar apenas uma.

1 2 3 4 5

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO FINAL

Este formulário tem por objetivo identificar os pontos positivos e negativos da capacitação. Peço encarecidamente que o respondam, pois servirá para avaliar a elaboração da capacitação.

*Obrigatório

Nome: *

1- Quais são as virtudes de se utilizar o Arduino como ferramenta metodológica? *

Marcar apenas uma.

equidade: ampliação do acesso a recursos de qualidade, buscando a personalização do ensino

qualidade: oferta de recursos diversificados, interativos e dinâmicos que auxiliem o professor na criação de novas estratégias pedagógicas e o aluno a entender e aplicar o conhecimento

contemporaneidade: aproximação da educação ao universo dos alunos do século XXI, preparando-os para a vida cada vez mais mediada pelos recursos tecnológicos

Outro:

2- Quais são os desafios de se usar o Arduino para ensinar? *

Marcar apenas uma.

ter a ferramenta disponível para uso

a falta de interesse do professor

o aluno se adaptar a

falta de interesse do aluno

Outro:

3- Quais foram suas dificuldades no conteúdo da capacitação? *

Marcar apenas uma.

- linguagem técnica
- uso do computador
- uso do Arduino
- programação
- Outro:

4- Quais foram suas facilidades no conteúdo da capacitação? *

Marcar apenas uma.

- linguagem técnica
- uso do computador
- uso do Arduino
- programação
- Outro:

5- Quais foram os pontos positivos da capacitação? *

Marcar apenas uma.

- a abordagem ao tema
- a estruturação da capacitação
- a orientação do ministrante
- Outro:

6- Quais foram os pontos negativos da capacitação? *

Marcar apenas uma.

- a abordagem ao tema
- a estruturação da capacitação
- tempo para execução das atividades
- Outro:

7- A presente capacitação trouxe a você a possibilidade de utilizar o Arduino em abordagens STEM para ensinar? *

Marcar apenas uma.

ANEXO I – PROJETO DE P5 E P12

Capacitação Arduino – Projeto STEM com Arduino

- a) Faça o sensor de temperatura acender o led verde quando a temperatura for maior que 50°, o led azul quando a temperatura estiver entre 0° e 50°, e o led vermelho quando a temperatura for menor que 0°. Após, faça um relatório de um projeto STEM *Education* com Arduino que possa utilizar essa programação.

Tinkercad:

https://www.tinkercad.com/things/ISo51XL7aUw-exquisite-juttulifulffy/editel?sharecode=gEOKXDW9rkcSnsGeHZY4g_oGr_V6_jlQ9XH6FA0acBA

Definições

O led verde acende quando a temperatura for maior que 50°C

O led azul acende quando a temperatura estiver entre 0°C e 50°C

O led vermelho acende quando a temperatura for menor que 0°C

Componentes

Placa Arduino Uno

Protoboard

Jumpers

Leds (vermelho, azul, verde)

Sensor de temperatura

Resistor

Algoritmo

Placa liga

Ativa sensor de temperatura

Define porta digital do led verde como saída

Define porta digital do led azul como saída

Define porta digital do led vermelho como saída

Inicia comunicação

Inicia loop

Cálculo para conversão do valor captado pelo sensor em graus Celsius

Se a temperatura maior que 50°C led verde liga

Se não obedece a especificação led desligado

Espera 100 milissegundos

Se a temperatura entre 50°C e 0°C led vermelho liga

Se não obedece a especificação led desligado

Espera 100 milissegundos

Se a temperatura for menor que 0° led azul liga

Se não obedece a especificação led desligado

Espera 100 milissegundos

Reinicializa loop

Programação

```
const int sensorPin = A2; // Define o pino analógico utilizado pelo sensor
```

```
float temperatura; // Variável que armazena valores em grande escala
```

```
int ledVermelho = 8; // Define a porta 8 como sendo a do led vermelho
```

```
int ledVerde = 9; // Define a porta 9 como sendo a do led verde
```

```
int ledAzul = 10; // Define a porta 10 como sendo a do led azul
```

```
void setup(){
```

```
    pinMode(ledVermelho, OUTPUT); // Configura o led vermelho como saída
```

```
    pinMode(ledVerde, OUTPUT); // Configura o led verde como saída
```

```
    pinMode(ledAzul, OUTPUT); // Configura o led azul como saída
```

```
    Serial.begin(9600); // Inicia a comunicação com o monitor serial
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
    temperatura = ((float(analogRead(sensorPin))*5/(1023))/0.01)-49.78; //
```

Processo onde a variável calcula e transforma o valor na medida de temperatura

```
    Serial.print("Temperatura = "); // Imprime o texto no monitor serial
```

```
    Serial.print(temperatura); // Imprime no monitor serial a temperatura
```

```
    Serial.println(" °C"); // Imprime o texto no monitor serial
```

```
    if(temperatura > 50) // Condição: se a temperatura for maior que 50
```

```
    {
```

```
        digitalWrite(ledVerde, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende
```

o led verde

```
    }
```

```
    else{ // Se não
```

```
        digitalWrite(ledVermelho, LOW); // Verificada como negativa a condição,
```

apaga o led vermelho

```

    }
    delay(100); // Espera 100 milissegundos
    if (temperatura <= 50 && temperatura >= 0) // Condição: se a temperatura
for menor ou igual a 50 e maior ou igual a 0
    {
        digitalWrite(ledAzul, HIGH); // Verificada como positiva a condição acende
o led azul
    }
    else{ // Se não
        digitalWrite(ledVerde, LOW); // Verificada como negativa a condição apaga
o lede azul
    }
    delay(100); // Espera 100 milissegundos
    if (temperatura < 0) // Condição: se a temperatura for menor que 0
    {
        digitalWrite(ledVermelho, HIGH); // Verificada como positiva a condição
acende o led vermelho
    }
    else{ // Se não
        digitalWrite(ledVermelho, LOW); // Verificada como negativa a condição,
apaga o led vermelho
    }
    delay(100); // Espera 100 milissegundos
}

```

Relatório um projeto STEM

Projeto: Maternidade animal

Componentes Curriculares: Ciências da Natureza, Matemática e Língua Portuguesa

Turma: 3º Ano do Ensino Médio

Temática: Criação de animais de pequeno porte

Objetivos:

- Compreender quais são os cuidados necessários em uma criação de cães, chinchilas ou outro animal de pequeno porte que são considerados de estimação.
- Pesquisar sobre a criação de um animal (que seja criado como de estimação), em especial sobre a temperatura ideal para sua maternidade.
- Construir caixa térmica simulando ambiente de criação de um animal de estimação.
- Descrever as definições, os componentes e o algoritmo necessários para o controle de temperatura de uma maternidade de animal de estimação.
- Programar o sensor de temperatura para que acenda o led vermelho quando a temperatura for superior à temperatura máxima ideal, o led verde quando a temperatura for considerada ideal e o led azul quando a temperatura for menor que a temperatura mínima ideal para a maternidade do animal de estimação escolhido pela turma.

Habilidades:

(EM13LP16) Utilizar *softwares* de edição de textos, fotos, vídeos e áudio, além de ferramentas e ambientes colaborativos para criar textos e produções multissemióticas com finalidades diversas, explorando os recursos e efeitos disponíveis e apropriando-se de práticas colaborativas de escrita, de construção coletiva do conhecimento e de desenvolvimento de projetos.

(EM13LP33) Produzir textos para a divulgação do conhecimento e de resultados de levantamentos e pesquisas – texto monográfico, ensaio, artigo de divulgação científica, verbete de enciclopédia (colaborativa ou não), infográfico (estático ou animado), relato de experimento, relatório, relatório multimidiático de campo, reportagem científica, podcast ou vlog científico, apresentações orais, seminários, comunicações em mesas redondas, mapas dinâmicos etc. –, considerando o contexto de produção e utilizando os conhecimentos sobre os gêneros de divulgação científica, de forma a engajar-se em processos significativos de socialização e divulgação do conhecimento.

(EM13MAT406) Utilizar os conceitos básicos de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática.

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.

Metodologia:

- Sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos com questões norteadoras, como “O que é temperatura? Como se mede a temperatura?”
- Pesquisa sobre temperaturas ideais em determinadas situações, como, por exemplo: caixa térmica para maternidade canina, temperatura ideal para criação de chinchilas, coelhos ou outro animal de interesse da turma.
- Os estudantes devem construir uma caixa térmica simulando a maternidade canina ou o ambiente de criação de chinchilas (ou outro animal), utilizando um sensor de temperatura controlado por Arduino, de forma que o sensor de temperatura acenda o led vermelho quando a temperatura for superior à temperatura máxima ideal, o led verde quando a temperatura for considerada ideal e o led azul quando a temperatura for menor que a temperatura mínima ideal.
- Os estudantes devem elaborar e entregar um relatório sobre a montagem e a programação realizados, inserindo fotos (ou prints) comprovando a montagem na plataforma e a programação com comentário explicativo da lógica de programação linha a linha do programa.

Recursos:

- Kit de robótica para iniciantes, contendo placa Arduino Uno, sensor de temperatura, LEDs, protoboard, jumpers e resistor.

Avaliação: A avaliação será realizada por meio de observação, considerando se os educandos demonstraram interesse nas atividades e desenvolvimento da autonomia e da capacidade de iniciativa e inovação, bem como a capacidade de relacionar teoria e prática.

ANEXO II – PROJETO DE P3, P13 E P14

Capacitação de professores no uso do Arduino em atividades STEM

Projeto B: Faça o led verde acender quando o micro servo motor rodar para frente e o led vermelho acender quando o micro servo motor rodar para trás. Após, faça um relatório de um projeto STEM *Education* com Arduino que possa utilizar essa programação.

Definições: ao acender led verde o motor anda para frente (gira 10°); ao acender led vermelho o motor anda para trás (gira -10°).

Componentes: placa Arduino UNO; protoboard; jumpers; micro servo motor 9g; 2 resistores; 2 led (verde e vermelho)

Algoritmo:

```
#include<Servo.h> // Inicializa a biblioteca do servo motor

Servo SERVO; // Nomeia o servo motor int pos; //
Armazena números inteiros para a posição int Green = 4; // Define a
variável led conectada a porta digital 4 int Red = 2; // Define a
variável led conectada a porta digital 2 void setup()

{
  pinMode(Green,OUTPUT);
  pinMode(Red,OUTPUT);
  SERVO.attach(13); // Porta que está ligado o servo motor
  SERVO.write(0); // Posição inicial do servo motor
}

void loop()

{

  if(Green,HIGH)
  {
    pos += 10; // Gire mais dez graus
    SERVO.write(pos); // Servo motor executa
  }
}
```

```
if(Red, HIGH){ pos -= 20; // Gire
```

menos dez graus

```
SERVO.write(pos); // Servo motor executa  
}
```

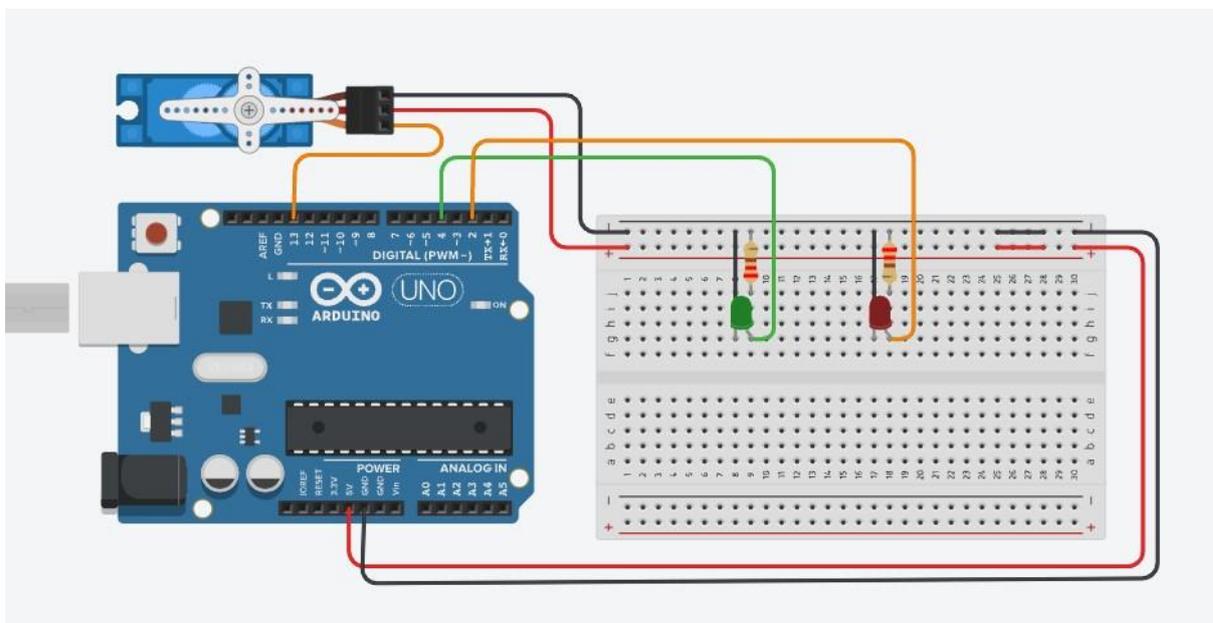
```
digitalWrite(Green,HIGH);  
delay(1000); // Espera 1 segundo  
digitalWrite(Green, LOW); //  
Apaga o led  
delay(1000); // Espera 1 segundo  
digitalWrite(Red,HIGH);  
delay(1000); // Espera 1 segundo  
digitalWrite(Red, LOW); // Apaga  
o led delay(1000); // Espera 1 segundo  
}
```

Obs.: na parte em negrito tem um problema, pois o motor só girou para frente quando o led verde acendeu e não se movia quando o led vermelho acendia.

Projeto (TinkerCad):

<https://www.tinkercad.com/things/cmnQZA6JLrT-funky-bojo-bombul/editel?sharecode=sOVpwJLlaiX>

0Jir8L_hSh7G5XKT0t2LJS_QioGEwqU



Projeto STEM: Sustentabilidade na construção civil

Objetivo Geral:

Trabalhar a competência específica 1 da BNCC para a área de Matemática: Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências, da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas e tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral, utilizando como estratégia o pensamento computacional.

Trabalhar a competência específica 2 da BNCC para a área de Ciências da Natureza: Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver atividades voltadas à Aprendizagem Criativa através da abordagem STEM.
- Trabalhar com situações-problemas.
- Desenvolver projetos com os alunos que visem solucionar problemas reais e que articulem os conhecimentos teóricos e práticos.
- Trabalhar com a programação utilizando o arduíno.

Materiais:

- Placa de arduíno.
- Componentes como sensores, jumpers, placas de ensaio, botões, LEDs, motores, etc.
- Computadores.
- Conexão com Internet.

OBS: O TinkerCad seria utilizado na etapa de prototipação dos projetos dos alunos, bem como, quando houver impossibilidade de utilização dos objetos físicos, será adotado como simulador.

Atividades:

- Exemplo 1: Atividades para desenvolver projetos no simulador ou com a placa física, buscando soluções para problemas de sustentabilidade, como por exemplo, lâmpada com sensores de movimento.
- Exemplo 2: Desenvolver o sistema de uma porta automática para a escola, como entrada secundária definindo que quando o led verde acender a porta abre e quando o led vermelho acender, ela fecha.
- Utilizar Design Thinking como base para o desenvolvimento das etapas.
- Identificar situações-problemas de seu contexto que possam ser solucionados com o recurso proposto.
- Realizar pesquisas e debater com colegas e professores envolvidos.
- Pensar soluções para os problemas identificados.
- Prototipar utilizando o TinkerCad.
- Implementar o protótipo.
- Escrever relatório.

ANEXO III – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título do Projeto: Desenvolvimento e Validação de uma Sequência Didática para o Ensino de Arduino aos Professores de Ciências e Matemática

Área do Conhecimento: Ciências Humanas				Número de Participantes: 5		Total: 5	
Curso: Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática				Unidade: Canoas			
Projeto Multicêntrico	<input type="checkbox"/>	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Nacional	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Internacional	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>					Cooperação Estrangeira	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>						Sim
	<input type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>						Não
Patrocinador da pesquisa: -							
Instituição onde será realizado: Universidade Luterana do Brasil							
Nome dos pesquisadores e colaboradores: André Luvisa							

Você está sendo convidado (a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo para você.

2. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Nome:		Data de Nasc.:	Sexo:
Nacionalidade:		Estado Civil:	Profissão:
RG:	CPF/MF:	Telefone:	E-mail:
Endereço:			

3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Nome: André Luvisa		Telefone:
Profissão:	Registro no Conselho Nº:	E-mail: andreluvisa@yahoo.com.br
Endereço:		

Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), após receber informações e esclarecimento sobre o projeto de pesquisa, acima identificado, concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) e estou ciente:

1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.

A minha participação neste trabalho busca a validação de uma sequência didática que tem por objetivo a capacitação do uso do Arduino em abordagens STEM pelos professores de matemática em formação da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA.

2. Do objetivo de minha participação.

A minha participação voluntária, na capacitação em Arduino para abordagens STEM e as respostas ao questionário ao pesquisador, tem por objetivo validar uma sequência didática com a temática supracitada.

3. Do procedimento para coleta de dados.

Participarei da ação metodológica que dar-se-á através de oito encontros, onde será implementada a sequência didática. Estou ciente que meu desempenho será observado e responderei a um questionário para avaliar minha participação.

4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras.

As minhas informações obtidas na construção do projeto, juntamente com a observação do desempenho e o preenchimento do questionário, serão replicadas em publicações científicas da área de pesquisa. Minha confidencialidade será mantida.

5. Dos desconfortos e dos riscos.

A implementação da sequência didática ocorrerá de forma conjunta e o preenchimento dos questionários de forma individual, mas quaisquer desconfortos que eu tiver em relação ao meu próprio desempenho e que forem identificados durante a pesquisa serão considerados e, se eu desejar, minhas informações serão desconsideradas na análise dos dados. Estou ciente que há o risco de desconforto nos questionamentos sobre a autoanálise em relação às competências desenvolvidas durante a capacitação.

6. Dos benefícios.

Estou ciente que a pesquisa que participarei, à partir da realização do minicurso sobre Arduino e STEM, busca resultados benéficos que possam ser úteis para a comunidade científica.

7. Da isenção e ressarcimento de despesas.

A minha participação é voluntária e isenta de despesas e não receberei ressarcimento porque não terei despesas na participação da pesquisa.

8. Da forma de acompanhamento e assistência.

Estou ciente que o pesquisador estará disponível para dirimir as dúvidas em relação à pesquisa, seus métodos e procedimentos. Os resultados individuais da avaliação estarão disponíveis durante todo o período podendo ser requisitado ao pesquisador a qualquer momento.

10. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem-estar físico emocional.

11. Da garantia de sigilo e de privacidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

12. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais, desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar o **pesquisador responsável**. Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma

adequada pelo(s) pesquisador (es), de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética poderei ainda contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da ULBRA Canoas(RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900 - telefone (51) 3477-9217, e-mail comitedeetica@ulbra.br .

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

_____ (), _____ de _____ de _____.

Pesquisador Responsável pelo Projeto

Participante da Pesquisa e/ou Responsável