

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GUIDO VALMOR BUSS**

**PROGRAMAÇÃO E FÍSICA: POSSIBILIDADES DO DESENVOLVIMENTO  
DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL UTILIZANDO O ARDUINO.**

**DISSERTAÇÃO**

**CURITIBA**

**2021**

**GUIDO VALMOR BUSS**

**PROGRAMAÇÃO E FÍSICA: POSSIBILIDADES DO DESENVOLVIMENTO  
DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL UTILIZANDO O ARDUINO.**

**PROGRAMMING AND PHYSICS: POSSIBILITIES FOR THE DEVELOPMENT  
OF COMPUTATIONAL THINKING USING THE ARDUINO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Emílio Leite

**CURITIBA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



GUIDO VALMOR BUSS

**PROGRAMAÇÃO E FÍSICA: POSSIBILIDADES DO DESENVOLVIMENTO DO  
PENSAMENTO COMPUTACIONAL UTILIZANDO O ARDUINO**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 16 de Dezembro de 2021

Prof Álvaro Emilio Leite, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Alisson Antonio Martins, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Marcos Rocha, Doutorado - Secretaria de Educação do Estado do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/12/2021.

À minha família que sempre me apoia e transmite muita alegria, incentivo e inspiração aos meus dias. À Kelly minha esposa amada e a meus filhos queridos Vinícius, Daniela e Miguel, dedico este trabalho de pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente pela paciência, dedicação e respeito profissional ao Prof. Dr. Álvaro Emílio Leite, que orientou o desenvolvimento desta pesquisa, mostrando o caminho e o sentido à cada etapa, sempre centrado e transparecendo muita calma em nossas conversas, contribuindo expressivamente para o meu entendimento sobre o tema de estudo e seus alicerces referenciais.

Agradeço inicialmente ao Prof. Dr. Alisson Antonio Martins e ao Prof. Dr. Marcos Rocha que disponibilizaram seu tempo para composição da banca de qualificação e por todas as contribuições apontadas, norteando meu caminho ao final da pesquisa para evidenciar os resultados com primazia.

Aos professores do PPGFCET, em seu tempo dedicado às aulas diferenciadas, sempre buscando o sentido positivo das propostas encaminhadas de debate e estudos entre os colegas de turma, para que houvesse efetiva troca de experiências e opiniões. Em especial ao Prof. Dr. Alisson Antonio Martins que nos prestou grande ajuda em suas orientações e correções nas aulas de Metodologia de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática. Ao Prof. Dr. Nestor Cortez Saavedra Filho trazendo toda sua bagagem cultural e experiência como docente para a sala nas aulas de TIC no Ensino de Ciências e Matemática. À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josmaria Lopes de Moraes e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tamara Simone Van Kaick em suas aulas agradáveis e sugestivas com grandes trabalhos e orientações em grupo nas aulas de Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais. Ao Prof. Dr. Marco Aurelio Kalinke em suas aulas de Tendências de Pesquisas sobre TIC no Ensino de Ciências e Matemática, também contribuindo com toda sua experiência como docente e pesquisador, mostrando nestas aulas muitos recursos relacionados com TIC. Em especial ao Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak, contribuindo com seu carisma e sabedoria, explanando e pondo em prática os temas muito apreciados por todos os colegas nas aulas de Educação em Astronomia.

Aos amigos e colegas do PPGFCET, que estarei levando em pensamento pelas conversas e horas trabalhadas em conjunto, das práticas aos discursos acirrados que trouxeram imensos adendos ao nosso trabalho como docentes.

Ao Colégio Humberto de Alencar Castelo Branco de Pinhais, ao diretor Evaldo Carlos da Silva e diretor auxiliar Will Cesar Fiori de Oliveira que contribuíram e abriram as portas para que ocorresse a pesquisa acadêmica, aos estudantes que participaram e se dedicaram ao curso de programação e Arduino.

Aos meus pais Guido Buss e Edi Maria Buss, ambos sempre incentivaram e mostraram que a educação e o aprendizado devem estar em primeiro plano, dedicando suas vidas para que isto acontecesse.

Agradecimento especial à minha família pelo imenso apoio nos dias difíceis e laboriosos, à minha linda esposa Kelly, aos meus queridos e amados filhos Vinícius com toda sua concentração nos estudos, Daniela e seus carinhos meigos dedicados ao papai e Miguel com toda sua energia e brincadeiras espontâneas.

Ao Deus Pai e Todo Poderoso pela vida e todas as oportunidades.

“Aprendizagem significativa: Ela só ocorre quando temos como base uma disposição ou motivação do estudante para aprender, além da existência de um material potencialmente significativo para o estudante.”

David Ausubel

## RESUMO

Frente ao crescente avanço tecnológico que ocorre em todos os segmentos da sociedade, torna-se necessário realizar pesquisas que avaliem as possibilidades de inserir recursos e metodologias relacionados ao uso das tecnologias na escola. Tomando-se como base teórica a inserção das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no meio escolar, bem como as discussões sobre os elementos que permitem desenvolver o pensamento computacional na fase escolar, busca-se avaliar as contribuições que um curso sobre lógica, programação e Arduino podem trazer para motivar o interesse dos estudantes na aprendizagem da disciplina de Física. O curso foi desenvolvido com estudantes do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na região metropolitana de Curitiba, na qual o pesquisador atua como professor de Física. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um questionário inicial, protocolos de observação, gravações de todas as aulas do curso e um questionário final. Para analisar os dados foram estabelecidas três categorias: 1) a evolução do pensamento computacional, subdividida nas subcategorias decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo; 2) Motivação a partir das aplicações da Física e 3) dificuldades dos estudantes durante o curso”. O produto educacional desenvolvido foi a reelaboração de uma apostila sobre lógica, programação e Arduino com aplicações em Física. A análise dos dados mostrou que o curso contribuiu para a evolução do pensamento computacional dos estudantes e que a estratégia utilizada serviu para motivá-los a aprender os conteúdos de física. Também foram detectadas dificuldades relativas ao uso da lógica, apontando a necessidade de desenvolver estratégias que melhorem esse tipo de abordagem desde as séries iniciais da escolarização dos estudantes.

**Palavras-chave:** Pensamento Computacional, Ensino de Física, Lógica e Programação, Arduino.



## ABSTRACT

In view of the increasing technological advances that occur in all segments of society, it is necessary to carry out research to assess the possibilities of inserting resources and methodologies related to the use of technologies in schools. Taking as a theoretical basis the insertion of Digital Technologies of Information and Communication in the school environment, as well as the discussions on the elements that allow the development of computational thinking in the school phase, we seek to evaluate the contributions that a course on logic, programming and Arduino can bring to motivate students' interest in learning the discipline of Physics. The course was developed with high school students from a state public school located in the metropolitan region of Curitiba, in which the researcher works as a physics teacher. As a data collection instrument, an initial questionnaire, observation protocols, recordings of all classes in the course and a final questionnaire were used. To analyze the data, three categories were established: 1) the evolution of computational thinking, subdivided into subcategories decomposition, pattern recognition, abstraction and algorithm; 2) Motivation from the applications of Physics and 3) difficulties of students during the course". The educational product developed was the re-elaboration of a booklet on logic, programming and Arduino with applications in Physics. Data analysis showed that the course contributed to the evolution of students' computational thinking and that the strategy used served to motivate them to learn physics contents. Difficulties related to the use of logic were also detected, pointing out the need to develop strategies to improve this type of approach from the early grades of students' schooling.

**Keywords:** Computational Thinking, Teaching Physics, Logic and Programming, Arduino.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quatro Pilares do Pensamento Computacional .....	30
Figura 2: Quantidade de publicações por ano encontrados nos periódicos ou revistas. ....	36
Figura 3: Arduino Uno .....	41
Figura 4: Sensores do Arduino.....	42
Figura 5: Arduino Ethernet Shield .....	42
Figura 6: a) Arduino Nano; b) Arduino Uno; c) Arduino Mega .....	43
Figura 7: Tela principal do Google Classroom criado para o curso. ....	47
Figura 8: Tela das atividades com os tópicos de avisos de cada semana e as gravações das aulas. ....	48
Figura 9: Tela mostrando o espaço do repositório do material didático do curso. ....	48
Figura 10: Características definidoras .....	54
Figura 11: Tela de escolha das duplas, com proposições de assuntos relacionando com fenômenos físicos e projetos com Arduino. ....	60
Figura 12: Exemplo de tela com circuito simples e sua programação no Tinkercad. ....	61
Figura 13: Tela da IDE Arduino 1.8.13 com um exemplo de codificação. ....	62
Figura 14: Distribuição dos participantes por série. ....	65
Figura 15: Distribuição dos participantes por faixa etária. ....	66
Figura 16: Distribuição dos participantes por período de estudos. ....	66
Figura 17: Distribuição dos participantes por gênero.....	67
Figura 18: Distribuição de estudantes quanto ao contato com estudo de lógica ou linguagem de programação.....	68
Figura 19: Primeira questão de aplicação de lógica. ....	70
Figura 20: Resolução parcial do estudante E8 do exercício 8 do capítulo 1. ....	71
Figura 21: Testando operadores e funções na linguagem C. ....	73
Figura 22: Segunda questão de aplicação de lógica. ....	75
Figura 23: Tela do computador do estudante A3 com solução do exercício 2 do capítulo 2. ....	77
Figura 24: tela compartilhada do estudante E11. ....	79

Figura 25: tela do estudante E4 com resolução de exercício em linguagem de programação em C. ....	80
Figura 26: tela do estudante E5, com resolução de exercício do material didático. ....	81
Figura 27: Distribuição da categorização das expectativas motivacionais de participação do curso. ....	84
Figura 28: Distribuição das respostas quanto as expectativas de aprendizagem. ....	85
Figura 29: Exemplos de projetos mostrados pelo professor: aranha robô e mostrador 7 segmentos com LED. ....	87
Figura 30: Porcentagem de dificuldades apontadas pelos estudantes no questionário final de participação do curso. ....	91

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Cronograma de realização dos encontros do curso.....	46
Quadro 2: Conteúdos e objetivos de cada encontro do curso. ....	49
Quadro 3: Respostas transcritas dos estudantes a uma pergunta do questionário aplicado ao final do curso.....	82
Quadro 4: Transcrição de repostas dos estudantes do questionário aplicado no início do curso.....	84
Quadro 5: Respostas dos estudantes a questão dois do questionário inicial. .	87
Quadro 6: Declarações verbais dos estudantes transcritas até o terceiro encontro remoto.....	89
Quadro 7: Transcrição das respostas dos estudantes do questionário final ....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de publicações em cada revista no período de 2007 à 2019 .....	35
Tabela 2: Categorização dos artigos em discussões teóricas e aplicações. ....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM – Association for Computing Machinery

ARM – Advanced RISC Machine

AVR – nenhum significado em especial, mas relacionado a  $\mu$ RISC (Micro RISC)

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEO – Chief Executive Officer, que significa Diretor Executivo

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COVID-19 – (co)rona (vi)rus (d)isease, o que na tradução para o português seria "doença do coronavírus".

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

GCC – GNU Compiler Collection

GNU – acrônimo recursivo que significa GNU's Not Unix

IDE – (*Integrated Development Environment*) *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*

ISS – (International Space Station) Estação Espacial Internacional

K-12 Computer Science – is a high-level guide for states, districts, and organizations implementing computer science education

LED – diodo emissor de luz (sigla LED, em inglês: light-emitting diode)

MinGW – versão para Microsoft Windows do conjunto de ferramentas GNU

NEM 2020 – Novo Ensino Médio - 2022

ProInfo - Programa Nacional de Tecnologia Educacional

RISC – Reduced Instruction Set Computer; em português, "Computador com um conjunto reduzido de instruções"

SEED – Secretaria de Estado da Educação

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

TV's – abrev. de *TELEVISÃO*

TXT – extensão de arquivo para arquivos de texto

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

USB – Universal Serial Bus

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

VSCoDe – Visual Studio Code

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	17
2 O desenvolvimento do pensamento computacional por meio do uso de tecnologias.....	22
2.1 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Ensino. ....	22
2.2 Novas possibilidades motivacionais de aprendizagem na escola virtual ...	25
2.3 A lógica e o pensamento computacional no ensino .....	27
2.3.1 As Quatro Habilidades Fundamentais do Pensamento Computacional..	29
2.3.2 Pensamento computacional na educação básica: construindo habilidades .....	31
2.3.3 Pensamento computacional como possibilidade para motivar a aprendizagem de Física. ....	33
2.4 Pesquisas sobre o uso da lógica de programação no ensino de Física.....	34
2.4.1 Estatísticas relacionadas às publicações .....	35
2.4.2 Análise e discussão dos artigos selecionados.....	37
2.5 O Arduino no ensino de Física .....	40
3 Encaminhamentos Metodológicos.....	44
3.1 Desenvolvimento da pesquisa de campo .....	45
3.1.1 Critérios para escolha dos participantes da pesquisa.....	45
3.1.2 O desenvolvimento do curso remoto .....	46
3.2 Instrumentos de pesquisa .....	51
3.2.1 Diário de bordo.....	51
3.2.2 Questionários .....	52
3.3 A metodologia de análise .....	53
3.3.1 Categorias de análise.....	55
3.4 Recursos didáticos utilizados no curso.....	56
3.5 O desenvolvimento das aulas .....	57

3.5.1 O primeiro encontro.....	57
3.5.2 O segundo encontro .....	58
3.5.3 O terceiro encontro .....	58
3.5.4 O quarto encontro .....	58
3.5.5 O quinto encontro.....	59
3.5.6 O sexto encontro .....	59
3.5.7 O sétimo encontro.....	59
3.5.8 O oitavo encontro .....	61
3.5.9 O nono encontro .....	62
3.5.10 O décimo encontro .....	63
3.6 O desenvolvimento do Produto Educacional .....	63
4 Resultados e Análises.....	64
4.1 Caracterização da escola e do grupo focal.....	64
4.2 A evolução do pensamento computacional .....	68
4.2.1 Decomposição .....	69
4.2.2 Reconhecimento de padrões.....	71
4.2.3 Abstração .....	74
4.2.3 Algoritmo.....	77
4.2.4 Síntese da evolução do pensamento computacional.....	81
4.3 Motivação a partir das aplicações da física .....	83
4.4 Dificuldades dos estudantes durante o curso .....	88
5 Considerações finais .....	92
REFERÊNCIAS .....	96



## 1 Introdução

Sempre buscando por novas metodologias de ensino, meu propósito ao ingressar no Programa de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná não foi diferente. A inovação e a interatividade motivaram a busca por conhecimentos mais aprofundados nesta instituição conceituada.

Esta trajetória iniciou em 1992 quando ingressei no curso de Licenciatura Plena em Física na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Durante a graduação participei por três anos como bolsista do CNPq na área de pesquisa de plasma, desenvolvendo um software controlador de um espectrômetro de massa portátil na linguagem de programação Turbo Pascal. Esta oportunidade propiciou contato mais próximo com a pesquisa científica, a computação, a elaboração de artigos e a participação em Congressos e Seminários, fatores que contribuíram para despertar maior interesse pela programação para resolução de problemas na física e uso atualmente das TDIC em minha carreira profissional como docente.

Embora por um lado o uso de tecnologias digitais e metodologias de ensino-aprendizagem em sala de aula seja visivelmente crescente, por outro, diversos fatores contribuem para que as aulas de Física não estejam entre aquelas que despertam o interesse de estudo dos estudantes. Dentre eles estão, segundo Coelho (2006, p. 11), aulas e atividades maçantes, monótonas e desestimulantes, não uso de recursos tecnológicos atuais, falta de atividades em grupos, proposição de problemas simples e repetitivos sem ser desafiadores, professores sem empolgação, provas mais difíceis que os conceitos e atividades passadas durante as aulas.

Considerando esses fatores, acredita-se que os professores que permanecerem desenvolvendo somente a abordagem tradicional, de forma a manter os estudantes passivos no processo de ensino-aprendizagem, estarão fadados a um processo de desgaste e latência (MIZUKAMI, 1986),

Se a sociedade como um todo está se modificando devido à imersão nas tecnologias digitais e a comunicação pela internet, seria desejável que a escola em geral e os professores em específico desenvolvessem práticas pedagógicas consoantes com a utilização destas tecnologias. Prensky (2001) explica que as crianças - nativas digitais - apresentam uma intimidade com os meios digitais e

possuem a habilidade e competência de realizar múltiplas tarefas ao mesmo tempo, impulsionando os profissionais da educação a pensar em novas estratégias e uso de metodologias que superem aquelas utilizadas antes das TDIC.

Uma destas estratégias é o professor optar por desenvolver uma abordagem cognitivista em sua prática docente. Com isto, poderá estabelecer relações mais promissoras com os estudantes, de modo a colocá-los no centro do processo de ensino-aprendizagem. Nesta abordagem, cabe ao professor a tarefa de propor desafios e estratégias que motivem os estudantes a serem ativos na busca pelo conhecimento e não meros espectadores. Certamente, o uso de recursos tecnológicos, já presentes no dia a dia de muitos professores e estudantes, apresentam possibilidades auspiciosas para que esse tipo de abordagem se desenvolva na escola.

Para Silva (2010), as novas práticas, modos de pensamento e valores, estão sendo condicionados cada vez mais pelo novo espaço de comunicação, pela utilização de computadores, pelo uso de internet na rapidez de troca de informações, pelo desenvolvimento das tecnologias digitais e pela profusão das redes interativas. Queiram ou não, esses novos impositivos sociais colocam a humanidade diante de um caminho sem volta. Já não somos como antes.

Consoante com esse pensamento, a última versão da Base Nacional Curricular Comum (BNCC, 2018) prevê orientações que contemplam essa nova geração. Nela está expresso que a escola deve criar situações que possibilitem aos estudantes

[...] compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

No entanto, embora os estudantes possuam habilidades para manusear e interagir com as tecnologias digitais que, muitas vezes, superam as dos seus professores, especificamente no Ensino de Física, é conhecida a dificuldade que eles possuem para compreender os conceitos e aplicá-los em problemas práticos. Essa dificuldade pode ser decorrente da falta de habilidade para organizar as informações de modo a prever as etapas que seguem a resolução de um problema.

Nesse sentido, o pensamento computacional aparece como uma opção para a análise de problemas e organização do conhecimento, tendo inúmeros benefícios, como mostram os trabalhos de Brackmann (2017), Conforto et al. (2018) e França (2020). Dentre as diversas razões que estes autores defendem para o desenvolvimento do pensamento computacional em crianças e jovens de diferentes idades, está a possibilidade de transitar e solucionar problemas em diferentes áreas, de desenvolver habilidades que estruturam o pensamento para o processo de aprender a aprender, de proporcionar a alfabetização digital, além de existir uma alta demanda de mão de obra qualificada com conhecimento em programação.

Em concordância com Brackmann (2017), o trabalho de França e Tedesco (2015), apresenta uma proposta de curso para minimizar alguns dos problemas apontados no ensino utilizando jogos digitais e o processo de desenvolvimento do pensamento computacional. Os autores colocam como fundamental a necessidade de ensinar, desde a educação básica, conceitos da Ciência da Computação como forma de melhorar o aprendizado escolar dos indivíduos e possibilitar o uso mais eficaz das tecnologias em benefício da sociedade, desenvolvendo a capacidade de resolver problemas pelos estudantes, além de apoiar e relacionar-se com outras ciências.

Uma possibilidade para que os estudantes desenvolvam o pensamento computacional e ao mesmo tempo percebam as aplicações da Física, é realizar atividades e protótipos utilizando a placa Arduino, servindo também como um atrativo motivacional. Coutinho Júnior et al. (2021), explica em seu trabalho que o uso do Arduino em laboratórios de física vem crescendo a cada ano, pois é um aparelho pequeno, funcional, com um custo razoavelmente baixo e de fácil acesso.

Crovador (2019), em sua dissertação de mestrado, apresentou o experimento do pêndulo simples com o uso do Arduino em que analisou o engajamento de estudantes do Ensino Superior. Os resultados mostraram que o uso do Arduino no experimento foi bem recebido pelos estudantes devido a praticidade e as possibilidades de aprendizado e uso no perfil profissional dos estudantes como futuros engenheiros. Percebeu-se ainda a necessidade de trabalhar o pensamento computacional com os estudantes a fim de compreenderem melhor a programação envolvida no experimento.

Martinazzo et al. (2014) apresentou o Arduino como uma plataforma alternativa na aquisição automática de dados em experimentos didáticos de Física via porta USB do computador. A principal conclusão dos autores é a de que a plataforma é muito versátil, servindo muito bem ao propósito do desenvolvimento de experimentos didáticos que permitam um ensino e uma aprendizagem de Física mais significativo e motivador.

Esses trabalhos mostram que o ensino de Física é motivo de constante preocupação de inúmeros educadores e pesquisadores. Entre essas preocupações estão a maior utilização didática do uso das TDIC, que vem sendo introduzidas nas salas de aula e laboratórios como uma ferramenta adicional às aulas, principalmente, durante a pandemia de COVID-19.

A fim de conhecer e aplicar essas possibilidades tecnológicas no Ensino de Física, a questão que se pretende responder nesta pesquisa é: **quais as contribuições que uma estratégia baseada no desenvolvimento do pensamento computacional pode trazer para motivar os estudantes a aprender Física?**

Consoante com esta pergunta, o objetivo geral da pesquisa é avaliar como um curso sobre lógica, programação e Arduino, tendo como objetivo o desenvolvimento do pensamento computacional, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Física. Os objetivos específicos são:

- Desenvolver material didático sobre lógica, programação e Arduino com ênfase em aplicações da Física.
- Planejar e implementar/desenvolver um curso sobre lógica, programação e Arduino, com ênfase em aplicações da Física, para ser desenvolvido no contra turno com estudantes do Ensino Médio.
- Analisar a evolução dos estudantes em termos de pensamento computacional, a ponto de desenvolverem seus próprios códigos de programação e aplicarem na resolução de problemas de Física.

O curso ofertado aos estudantes foi realizado via software que permite a comunicação síncrona por imagem e voz. Foram realizados dois encontros por semana, durante cinco semanas, cada qual com duração aproximada de duas horas e quinze minutos. Todos os encontros foram gravados e, em seguida assistidos novamente para observar com mais atenção questões relacionadas à motivação, interação, ao desenvolvimento do pensamento computacional e ao

entendimento dos conteúdos de Física e suas aplicações. Os dados provenientes dessa análise foram anotados em um diário de bordo.

Também foram aplicados dois questionários, um no primeiro encontro e outro no último encontro do curso. Para a análise dos dados foi utilizada a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2009), estabelecendo como suportes teóricos as discussões sobre as tecnologias educacionais realizadas por Kenski (2003) e Lévy (2008), o conceito de nativos digitais de Prensky (2001) e o pensamento computacional discutido por Brackmann (2017), Conforto et al. (2018) e França (2020).

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos, iniciando por este. Na sequência, o capítulo 2 compreende o referencial teórico, que trata do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino, o conceito do pensamento computacional utilizado para organização do conhecimento, o conceito de inteligência coletiva e as novas habilidades inerentes aos nativos digitais. Em seguida, apresenta-se a revisão de literatura realizada em 13 periódicos nacionais da Plataforma Sucupira da CAPES, qualificados como A1 e A2. Também foram analisados os trabalhos relacionados com a aplicação de lógica de programação, linguagem de programação e prototipagem com o Arduino no componente curricular de Física no Ensino Médio.

A metodologia da pesquisa, o seu delineamento, a caracterização da escola e do grupo de estudantes, os instrumentos de coleta de dados e a metodologia de análise são apresentados no capítulo 3.

No capítulo 4, é realizada a análise dos dados produzidos, por meio de observações das interações coletivas e dos questionários aplicados no início e ao final da participação dos estudantes, bem como a análise do resultado da aplicação do conhecimento adquirido por eles no desenvolvimento de um projeto com o Arduino e na solução de problemas de Física aplicados na prática cotidiana.

Por fim, são realizadas no capítulo 5, as considerações finais, onde se destacam os principais resultados da pesquisa, tais como, a eficácia do curso como possibilidade para desenvolver o pensamento computacional, a motivação que o curso proporcionou para os estudantes aprender física e as dificuldades sentidas por eles no decorrer de todo o processo.

## **2 O desenvolvimento do pensamento computacional por meio do uso de tecnologias**

Neste capítulo será abordada a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como possibilidade para contribuir na aprendizagem dos estudantes; a utilização da lógica e do pensamento computacional proposto por Brackmann (2017), novas habilidades propostas pelo pensamento computacional estudadas por Conforto et al. (2018), o desenvolvimento do pensamento computacional como estratégia motivadora (FRANÇA, 2020), a caracterização e atuação dos estudantes considerados nativos digitais de acordo com Prensky (2001) e o uso de uma linguagem de programação aliado ao Arduino como possibilidade para promover motivação na aprendizagem dos nativos digitais.

### **2.1 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Ensino.**

Na sociedade atual, inserida em sérios problemas gerados pelo isolamento social provocados pela pandemia da COVID-19, as TDIC estão sendo cada vez mais utilizadas para melhorar a interação entre professores e estudantes no sentido de buscar novas possibilidades para alcançar a aprendizagem.

Considera-se como TDIC o conceito utilizado por Kenski (2003, p. 2):

Como o termo TIC abrange tecnologias mais antigas como a televisão, o jornal e o mimeógrafo, pesquisadores têm utilizado o termo Novas Tecnologias para se referir às tecnologias digitais ... novas tecnologias e tecnologias digitais indistintamente para nos referirmos a computador, *tablet*, celular, *smartphone* e qualquer outro dispositivo que permita a navegação na internet.

Desta forma, entende-se que os instrumentos e meios utilizados para que ocorra a comunicação e informação, tais como computadores, smartphones, aplicativos, softwares, entre outras ferramentas, principalmente as digitais são consideradas como TDIC. Na mesma obra, a autora também fala sobre as TDIC e as novas possibilidades de aprendizagem:

As atuais tecnologias digitais de comunicação e informação nos orientam para novas aprendizagens. Aprendizagens que se

apresentam como construções criativas, fluidas, mutáveis, que contribuem para que as pessoas e a sociedade possam vivenciar pensamentos, comportamentos e ações criativas e inovadoras, que as encaminhem para novos avanços socialmente válidos no atual estágio de desenvolvimento da humanidade (p. 6).

Esses instrumentos tecnológicos, quando utilizados com propósitos pedagógicos, permitem que sejam realizadas ações que atinjam um número maior de pessoas, como por exemplo a formação de grupos de interesses comuns, pesquisa, aprendizagem, entretenimento, entre outros (LÉVY, 1998). Também apontado e caracterizado por ser útil no ensino e aprendizagem por Silva (2018, p.49)

caracterizam as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) muito úteis e proveitosas para o desenvolvimento da sociedade. Dentro deste campo revolucionário, a educação vem aos poucos absorvendo todos esses novos conhecimentos em longos caminhos que foram percorridos ao passar do tempo.

Houve, portanto, uma absorção e assimilação evidente desta cultura digital na sociedade atual, devido principalmente ao uso de aparelhos de smartphones com acesso à internet, TV's e aparelhos domésticos utilizando de Inteligência Artificial para trazer e facilitar o uso mais rápido de informações. Após esta assimilação surgiu também a dependência no uso de novas tecnologias. Professores que outrora repudiavam o uso das TDIC em seus planejamentos de aulas, por terem em suas rotinas diárias de sala de aula somente o uso do quadro e do giz, hoje, em face da pandemia e a indiscutível necessidade, se sentem um pouco inseguros, mas convencidos de que essa mudança se torna necessária e importante para atender aos anseios desta geração de estudantes. Como já alertava Kenski (2003, p. 5) na primeira década deste milênio:

Os educadores precisam compreender as especificidades desses equipamentos e suas melhores formas de utilização em projetos educacionais. O uso inadequado dessas tecnologias compromete o ensino e cria um sentimento aversivo em relação à sua utilização em outras atividades educacionais, difícil de ser superado. Saber utilizar adequadamente essas tecnologias para fins educacionais é uma nova exigência da sociedade atual em relação ao desempenho dos educadores.

A sociedade em geral, e os estudantes em específico, encontram-se, assim como os educadores, em constante adaptação de pensamento e cultura, conforme destaca Lévy (2008, p.7):

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, as próprias inteligências dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturadas por uma informática cada vez mais avançada.

A implementação e utilização destas novas metodologias educacionais com o uso das TDIC possibilitam outras perspectivas de exploração de novos caminhos e direcionamentos da educação. Não que novos caminhos e melhorias no processo de ensino-aprendizagem também não possam ser criados sem lançar mão das TDIC, mas certamente estas proporcionam excelentes oportunidades.

Para Silva (2010), as novas práticas, modos de pensamento e valores, estão sendo condicionados cada vez mais pelo novo espaço de comunicação, pela utilização de computadores, pelo uso de internet na rapidez de troca de informações, pelo desenvolvimento das tecnologias digitais e pela profusão das redes interativas. Ainda para Silva (2010, p. 50), queiram ou não, esses novos impositivos sociais colocam a humanidade diante de um caminho sem volta, os comportamentos e interações já não são como antes do uso das TDIC.

O que Silva (2010) quer dizer quando afirma que não somos mais os mesmos, parece guardar relações com o conceito de nativos digitais de Prensky (2001). Para este autor, o estudante de hoje nasceu em um mundo diferente tecnologicamente do mundo que a maioria de seus professores nasceram. Se em contato com a tecnologia desde os primeiros meses de vida, esses estudantes são considerados por Prensky Nativos Digitais, possuindo habilidades e competências para realizar simultaneamente múltiplas tarefas.

Nesse sentido, é desejável que a escola se atualize e não permaneça num passado que não acompanha os novos rumos da sociedade. Ela deve se adaptar às novas formas de se comunicar, de abrir diálogo e trazer para dentro dela a tecnologia, a forma de ser, agir e pensar da sociedade.

Os nativos digitais não possuem o receio de interagir com as tecnologias que têm à disposição. Ao contrário, a utilizam para compreender a realidade e expressar as múltiplas competências. Desta forma, interagem de maneira mais dinâmica, como por exemplo, ao realizar a gravação e a reprodução de sons, a captura e a visualização de imagens e vídeos instantâneos, ao pesquisar textos escritos ou verbais com rapidez.



Os nativos digitais, vivem cercados desde cedo por diversas formas de estímulos, sejam por computadores, smartphones com acesso à internet, videogames, TV's e artefatos que possibilitam a interação virtual. Tudo isso tem modificado e produzido uma nova forma de vivência e comunicação, marcando para sempre essa nova geração. (PRENSKY, 2001).

## **2.2 Novas possibilidades motivacionais de aprendizagem na escola virtual**

As tendências de novos caminhos para a educação que se tornam cada vez mais virtual e remoto, principalmente nestes tempos de maior frequência de uso da internet nas residências devido ao distanciamento social provocado pela COVID-19, as TDIC apresentam um leque de possibilidades e estratégias para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Conforme afirma Kenski (2007, p.34), “essas novas tecnologias ampliaram de forma considerável a velocidade e a potência da capacidade de registrar, estocar e representar a informação escrita, sonora e visual”.

Neste sentido, entende-se que o papel do professor deve ser o de mediador, responsável por levar aos estudantes mais possibilidades de interações e busca por conhecimento. Uma forma de fazer isso é lançando mão das tecnologias que estão ao seu alcance.

A seguir, lista-se algumas possibilidades discutidas na literatura proporcionada pela evolução das TDIC e que podem contribuir com o processo de ensino-aprendizagem em diferentes disciplinas escolares, através da criatividade de suas atividades, pelo acesso, desenvolvimento consciente e reflexivo do conhecimento, (PEREIRA e FREITAS, 2010), motivado pelo uso de novas perspectivas e ferramentas pedagógicas:

- Realizar, de acordo com Tardivo (2014), um passeio virtual a qualquer parte do mundo, sendo muitas ruas mapeadas por fotos interativas, ou lugares onde o próprio usuário pode inserir uma imagem de 360° em aplicativos, onde ele estiver e quiser compartilhar;
- Dar a volta ao globo a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS) que disponibiliza duas câmeras apontadas para a Terra, com transmissão ao

vivo, entrar em Museus sem sair de casa, vislumbrar e estudar a arte de uma forma que antes não era possível. (TARDIVO, 2014);

- Interagir com outros povos e culturas on-line via encontros virtuais, compartilhando a experiência do contato direto com outra língua, experimentando um tradutor utilizado nos smartphones que possibilita a comunicação instantânea (EIDELWEIN; MARASCHIN, 2000);
- Criar seus próprios jogos interativos através da Gamificação Digital (MEIRA; BLIKSTEIN, 2020);
- Experimentar outras formas de estudar a geometria na matemática com a utilização de impressoras 3D para imprimir todos os tipos de formas e objetos. Na biologia, imprimir qualquer parte do corpo humano, ou animal ou vegetal (DA SILVA; IVANETEZUCHISIPLE, 2017).
- Simuladores que utilizam óculos de realidade virtual e realidade aumentada para estudar física possibilitam montar, desmontar, programar e testar protótipos de robôs (MARTINS; GUIMARÃES, 2012).
- Aprender a ser autodidata, de acordo com Serrano (2009), com inúmeros vídeos de todas as disciplinas e conteúdos disponíveis hoje na internet, bem como os que ensinam a montar e desmontar qualquer máquina ou aparelho por meio de vídeos e tutoriais;
- Utilizar o computador e uma linguagem de programação nas aulas de Física para aprender e desenvolver partes ou algum tipo de inteligência artificial, como por exemplo os “chatbots”<sup>1</sup>, conforme explica Dantas (2019);
- Diagramar e vislumbrar a escola ou o bairro onde mora utilizando drones que captam imagens e transmitem diretamente para a sala de aula, situando-se socialmente (YEPES, 2020).

Estas e outras possibilidades inovadoras estão ao alcance dos educadores, que podem utilizá-las em suas aulas. Todas elas têm como objetivo reconhecer diferentes estilos de aprendizagem, proporcionar a resolução de problemas e estimular a troca de experiências.

---

<sup>1</sup> Programa de computador desenvolvido para realizar conversas com humanos, utiliza Inteligência Artificial para encontrar respostas e executar tarefas simples, de forma automatizada. Fonte: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/03/o-que-e-chatbot-entenda-como-funciona-o-robo-que-conversa-com-voce.ghtml>, acessado em dez de 2021.

Para que isso aconteça, seria necessário que as políticas públicas destinadas a prover infraestrutura nas escolas, formação dos professores e disponibilização de conteúdos digitais andassem em harmonia (KENNISNET, 2012). No entanto, não é isso que se observa nas escolas.

Uma alternativa, não para solucionar o problema, mas para contorná-lo, seria a utilização de aparatos e tecnologias que já estão presentes no dia a dia dos estudantes, como smartphones e aplicativos digitais. Ao incorporar esses recursos no processo ensino-aprendizagem, ao invés de tentar torná-los estranhos, aumentaria a possibilidade de contribuir para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao uso da tecnologia, ao mesmo tempo que as aulas poderiam se tornar mais atrativas (DOS SANTOS et al, 2018).

### **2.3 A lógica e o pensamento computacional no ensino**

“Pensamento computacional baseia-se no poder e limites de processos computacionais, sejam eles executados por um humano ou por uma máquina” (WING, 2006, p. 34). Nos dias atuais, o convívio diário dos estudantes com computadores e celulares favorece o uso desses aparatos tecnológicos para fins de aprendizagem, como afirma Casal (2013, p.1)

[...] a utilização estratégica de ferramentas tecnológicas em sala de aula poderá ser um catalisador de motivação e autonomia na aprendizagem, dada a curiosidade que geram em seu torno e o seu potencial inegável.

Papert (2007), ainda na década de 1960, mesmo sem contar com interfaces gráficas, visionou que os computadores mudariam o modo de trabalhar com a educação. Criou a linguagem *Logo* de programação, bastante acessível às crianças. O pensamento de Papert é voltado para a tentativa, o erro, a criação de autonomia para a resolução de problemas. Segundo Papert (2007, p. 7)

Por que não incentivar a exploração, mesmo que isso signifique errar e tentar de novo? Não é a partir dos erros que se aprende? E o que dizer da satisfação que se sente quando finalmente se atinge o que nos tínhamos proposto? Não se passará o mesmo com as crianças?

Em situações de motivação à busca por resolução de problemas, de acordo com Papert (2007), a utilização de um computador e uma linguagem de

programação, tornam o trabalho colaborativo mais instigante, ao contrário do pensamento que o computador pode excluir socialmente o educando.

Programar poderia ser ensinado em todas as escolas, pois desenvolve habilidades como criatividade, melhora o raciocínio lógico, interatividade entre o mundo real e o mundo virtual, ao qual os educandos estão tão imersos hoje em dia. Além disso, há a necessidade de se produzir recursos humanos, não só de manusear essa realidade virtual, mas também de fazer com que produzam, melhorem, avancem na criação de novas tecnologias e disponibilizem para a sociedade, dando retorno em forma de conhecimento do investimento social que é realizado para manter as escolas.

Segundo Mitchel Resnick (apud GERALDES, 2014), “Quando estudam programação, as pessoas não só aprendem a programar, como também programam para aprender”. Para Brackmann (2017, p.21),

É necessário tratar da tecnologia não apenas como ferramenta de aprendizagem, haja visto que, além de ser fascinante recurso didático pedagógico de elevado impacto, também pode ser utilizada como uma forma de estruturar problemas e encontrar soluções para os mesmos, utilizando fundamentos da Computação (Pensamento Computacional). Para que funcionem como tal é preciso, no entanto, uma profunda mudança no paradigma de como é entendido todo o processo pedagógico. A primeira grande mudança de paradigma diz respeito à concepção sobre quais conteúdos devem ser ensinados e qual modelo adotar: a Computação como uma disciplina, ou ensinar Computação de maneira transversal.

Como é reforçado por Blinkstein (2008), é necessário que ensine algo além do “*Crtl+c* e *Ctrl+v*” na formação das crianças, é necessário que ensine elas a usarem computadores e redes de computadores, para aumentar seu potencial criativo, inventivo e produtor. É necessário, portanto, que elas desenvolvam o pensamento computacional. (BRACKMANN, 2017, apud SILVA, 2019, p. 15).

Em uma revisão sistemática sobre o tema do pensamento computacional envolvendo nove habilidades cognitivas necessárias para apoiar a aprendizagem nos estudantes, Brackmann traduziu e reuniu as habilidades citadas por Grover e Pea (2017, p. 32):

- Abstração e reconhecimento de padrões (incluindo modelos e simulações);
- Processamento sistemático da informação;
- Sistema de símbolos e representações;
- Noções de controle de fluxo em algoritmos;
- Decomposição de problemas estruturados (modularização);

- Pensamento iterativo, recursivo e paralelo;
- Lógica condicional;
- Eficiência e restrições de desempenho;
- Depuração e detecção de erro sistemático.

Tendo a intenção de reunir esses elementos listados por Grover e Pea (2017), Brackmann (2017) chegou a quatro habilidades específicas chamadas por ele de “Quatro Pilares do Pensamento Computacional”, sendo: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos.

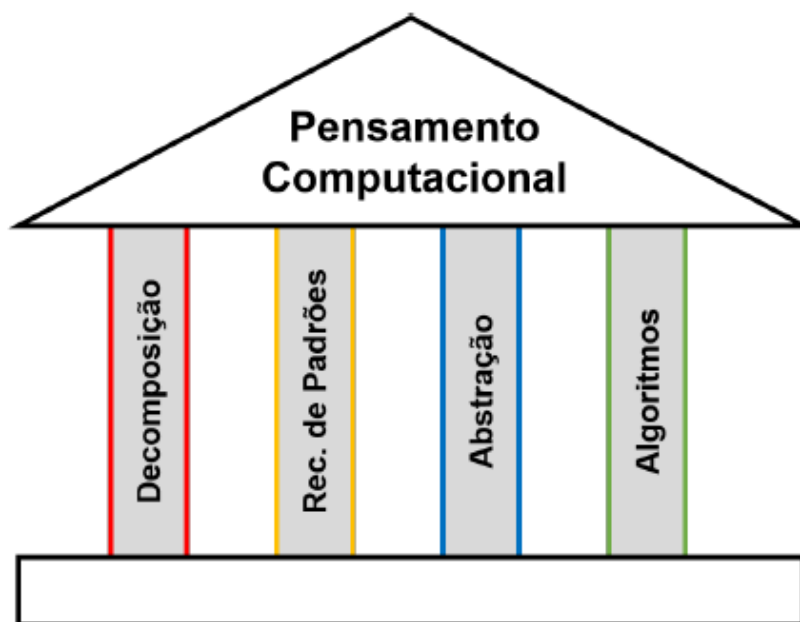
### 2.3.1 As Quatro Habilidades Fundamentais do Pensamento Computacional

De acordo com Brackmann (2017), as quatro habilidades fundamentais do pensamento computacional inicialmente podem ser entendidas da seguinte forma:

- **Decomposição:** capacidade de dividir um problema em várias partes pequenas.
- **Reconhecimento de padrões:** capacidade de identificar padrões que podem ser aplicados à resolução de outros problemas.
- **Abstração:** capacidade de extrair apenas o que é o mais importante a partir de um conjunto de dados.
- **Algoritmos:** capacidade de descrever um conjunto de instruções conciso e sem ambiguidade para resolução de um determinado problema.

O objetivo principal dos ‘Quatro Pilares’ do pensamento computacional (Figura 1) é a resolução de problemas (BRACKMANN, 2017).

Figura 1: Quatro Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: BRACKMANN (2017, p.33)

### 2.3.1.1 Decomposição

A habilidade de decomposição, basicamente, consiste em dividir um problema complexo em pequenas partes, que são mais fáceis de lidar e compreender. Cada parte é analisada, arquitetada e resolvida individualmente e quando essas partes são reunidas, assim como num quebra-cabeças, a solução geral do problema é obtida (BRACKMANN, 2017).

### 2.3.1.2 Reconhecimento de Padrões

Segundo Brackmann, nos pequenos problemas gerados após a divisão de um problema complexo é possível encontrar padrões entre eles. Esses padrões permitem uma generalização para solução de problemas futuros. Como exemplo disso, Brackmann sugere pensar sobre a identificação de cachorros por meio da raça. Por meio da raça é possível traçar imaginariamente como será o tamanho, focinho, orelha e rabo de um cachorro sem tê-lo visto antes. A única coisa que tende a variar entre as raças será a cor do pelo, dos olhos e peso, mas o padrão é o mesmo. (BRACKMANN, 2017).

### **2.3.1.3 Abstração**

A abstração, simplificada, consiste em selecionar apenas o que é importante para resolver o problema e descartar tudo aquilo que não é necessário. Para Wing (2006), a abstração é uma das habilidades mais importantes e é utilizada em diversas situações. Dentre elas, Brackmann demonstra que tal processo é presente na estruturação de um algoritmo e suas repetições; na filtragem de dados; na elaboração de uma pergunta; na distinção entre uma pessoa e um computador e na compreensão de módulos e sua organização em um sistema. Para o autor, por meio da abstração “consegue-se criar uma representação (ideia) do que está se tentando resolver” (BRACKMANN, 2017, p. 38).

### **2.3.1.4 Algoritmo**

A palavra algoritmo tem seu surgimento através do nome do matemático Abu Abdullah Mohammad Ibn Musa AlKharizmi, sendo entendido na matemática segundo Rodrigues (2016, p. 40), como

[...] uma sequência de ações ordenadas de passos executáveis, que definem um processo finito, com o objetivo de solucionar diversos problemas. Tendo em vista a eficácia do projeto, essa sequência de passos não pode causar ambiguidades na execução de uma determinada tarefa.

Na programação, o algoritmo é onde “as instruções são descritas e ordenadas para que o seu objetivo seja atingido e podem ser escritas em formato de diagramas ou pseudocódigo (linguagem humana), para depois serem escritos códigos em uma linguagem de programação” (BRACKMANN, 2017, p.40).

## **2.3.2 Pensamento computacional na educação básica: construindo habilidades**

O avanço no domínio de habilidades permitiu que a humanidade progredisse em termos de resolução de problemas e ampliação do conhecimento em diferentes áreas. Conforto et al. (2018), embasa seu trabalho

em Pierre Lévy (1998) para discutir o pensamento computacional no ensino básico. A autora dialoga com as tecnologias relacionadas à inteligência coletiva no cenário que se manifesta para estabelecer condições e possibilidades para ampliar o pensamento coletivo, a oralidade, a escrita e as habilidades em informática. A autora destaca a importância no desenvolvimento de certas habilidades em cada contexto:

Habilidades são ferramentas cognitivas que permitem ao homem operar nos diferentes contextos socioculturais. A oralidade forjou o homem como um ser social. A apropriação de habilidades relacionadas ao pensar lógico-matemático foi central na resolução de problemas associados às medições de diferentes grandezas, estabelecendo as condições de possibilidade para operar de forma abstrata e para modelar o mundo moderno. Novas habilidades passam a ser exigidas para viver em um mundo pós-industrial marcado por imaginação, criatividade e inovação. (CONFORTO et al., 2018, p. 100).

A mesma autora critica o uso desenfreado das tecnologias pelos estudantes e aponta a falta de critérios para esse uso. Para a autora, além de consumir tecnologia os estudantes devem ser capazes de também produzir tecnologia. Para isso, precisam desenvolver novas habilidades, como por exemplo, as necessárias para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Quanto à necessidade de aumentar as habilidades em relação ao domínio e trabalho relacionado ao desenvolvimento do pensamento computacional para que os estudantes possam entender e resolver problemas com maior entendimento e facilidade Conforto et al. (2018, p. 102) explica que

O conjunto de capacidades cognitivas para ler, escrever e fazer operações matemáticas, que foi fundamental para o exercício da cidadania até o século passado, necessita ser ampliado, acrescido da habilidade do pensamento computacional, essa capacidade de descrever, de explicar, de operar com situações complexas. As concepções quanto à alfabetização e ao letramento digital têm sido ampliadas radicalmente. Dos processos de instrumentalização para o uso de recursos computacionais, passa-se à necessidade de desenvolver as habilidades exigidas para atuar na sociedade do século XXI, em especial, utilizar saberes e dispositivos tecnológicos para construir respostas a problemas.

Os autores acreditam no ganho cognitivo que poderá acontecer com a inserção do pensamento computacional na educação básica. Esse ganho se manifestaria na forma de empoderamento dos estudantes no momento de



proceder à resolução de problemas e em sua capacidade para descrever e explicar situações complexas. Estudantes investidos do poder de uma ferramenta cognitiva para resolver problemas de forma mais ágil e apoiados na transversalidade das diferentes áreas do conhecimento passam a analisar dados de forma lógica e a representá-los de forma abstrata; a espacializar as etapas do processo de resolução de problemas; a particionar problemas complexos, resolvendo-os por meio da discussão de variáveis e de estruturas condicionais.

Assim, Conforto et al. (2018) concluíram que há a necessidade de implementação do pensamento computacional nas escolas de ensino básico, pois esta vivência e experiência dos estudantes propicia ressignificação de ações que valorizam o desafio de trabalhar com problemas complexos.

Para que a escola seja interpelada pelas possibilidades cognitivas associadas ao pensamento computacional, é preciso criar espaços para que estudantes possam vivenciar experiências interessantes na resolução de problemas. É necessário que o processo educativo possa valorizar e ressignificar muitas ações que já são feitas na escola, para desafiar o estudante a lidar com problemas complexos, a fim de que possa evidenciar persistência, confiança, tolerância ao erro, comunicabilidade e postura cooperativa. (CONFORTO et al., 2018, p. 111)

Os autores relatam que os estudantes, por meio da prototipação em Arduino, realizaram análises de contexto, proposição de problemas, projetaram e ordenaram etapas e estratégias de gerenciamento para a solução de problemas. As atividades foram realizadas em grupo, sendo que este foi o fio condutor dos estudos.

### **2.3.3 Pensamento computacional como possibilidade para motivar a aprendizagem de Física.**

Parte-se do pressuposto que a motivação contribui sobremaneira para que os estudantes aprendam física. Entende-se também que a estratégia de proporcionar momentos para que o pensamento computacional dos estudantes se desenvolva seja um elemento de motivação, sendo que alguns autores defendem que essa abordagem seja inserida desde o Ensino Fundamental, conforme afirma França (2020, p. 7)

[...] uma abordagem para o desenvolvimento do pensamento computacional voltada ao Ensino Fundamental I. ... fundamentar as atividades na cognição incorporada e no contexto cultural dos estudantes, estruturando-as em diferentes níveis cognitivos e distribuindo-as por meio de diferentes mídias possa repercutir positivamente sobre a aprendizagem. ... permitir que eles se envolvam na compreensão de conceitos de Ciência da Computação e possam perceber sua aplicação na solução de problemas de outros domínios.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2019), por considerar que a Computação está presente em todas as atividades da sociedade, deve-se permitir aos estudantes compreender, de forma plena, o mundo, cada vez mais conectado e imerso em tecnologias digitais; melhorar a capacidade de aprendizagem e resolução de problemas, provendo novas formas de expressão e pensamento; e servir como ferramenta de apoio ao aprendizado das demais disciplinas.

França (2020) defende que a forma híbrida seria a mais satisfatória para a introdução do pensamento computacional nas escolas. O autor explica que as atividades plugadas seriam aquelas que usam tecnologia, como por exemplo, a robótica, a programação, narrativas digitais, jogos e simuladores. As atividades desplugadas, seriam as que não usam tecnologia, como por exemplo, a contação de histórias. Uma abordagem híbrida seria aquela composta por atividades plugadas e desplugadas.

Uma das atividades plugadas que pode ser utilizada para desenvolver o pensamento computacional no ensino de física é trabalhar com projetos de automatização de experimentos ou desenvolvimento de protótipos de robôs. Para que isso aconteça, é preciso iniciar os estudantes no estudo da lógica de programação. Na próxima seção serão apresentadas pesquisas que tratam sobre o uso da lógica de programação no ensino de disciplinas de Ciências da Natureza.

## **2.4 Pesquisas sobre o uso da lógica de programação no ensino de Física**

Para conhecer a tendência de pesquisa sobre o uso da lógica de programação no Ensino de Física, realizou-se uma revisão de literatura entre os anos de 2007 e 2019 em 13 revistas da área de Ensino de Ciências, disponibilizadas on-line e classificadas nos qualis A1 ou A2 da CAPES. O motivo

do início da pesquisa ser o ano de 2007 foi porque neste ano o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) assumiu o objetivo de acelerar o processo de inclusão digital na educação básica.

Foram pré-selecionados artigos que tinham em seus títulos ao menos uma das seguintes palavras-chave: “computador”, “lógica”, “software”, “ensino e programação”. A quantidade de artigos localizados em cada revista pode ser visualizada na Tabela 1:

Tabela 1: Quantidade de publicações em cada revista no período de 2007 à 2019

Revista	Quantidade de artigos
Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	4
Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	3
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	16
Dynamis	5
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	2
Investigações em Ensino de Ciências	2
REnCiMa: Revista de Ensino de Ciências e Matemáticas	25
Revista Aretê / Revista Amazônica de Ensino de Ciências	10
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	18
Revista Brasileira de Ensino de Física	11
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência	2
Revista de Educação, Ciências e Matemática	9
SciELO - Ciência & Educação	7
<b>Total Geral</b>	<b>114</b>

Fonte: o autor (2020)

#### 2.4.1 Estatísticas relacionadas às publicações

A distribuição por ano dos artigos pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2: Quantidade de publicações por ano encontrados nos periódicos ou revistas.



Fonte: o autor (2020).

A categorização das publicações foi realizada em duas etapas. Primeiro os artigos foram separados em duas categorias. Aqueles que apresentavam aplicações práticas sobre o tema e aqueles que apresentavam somente discussões teóricas.

Os resultados mostram que a maior quantidade de publicações está localizada nas discussões teóricas com quase o dobro de publicações. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos resultados.

Tabela 2: Categorização dos artigos em discussões teóricas e aplicações.

<b>Periódico/Revista</b>	<b>aplicações</b>	<b>discussões teóricas</b>	<b>Total Geral</b>
Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	3	1	4
Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	1	2	3
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	10	6	16
Dynamis	0	5	5
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	0	2	2
Investigações em Ensino de Ciências	0	2	2
REnCiMa: Revista de Ensino de Ciências e Matemáticas	6	19	25
Revista Aretê / Revista Amazônica de Ensino de Ciências	2	8	10
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	3	15	18
Revista Brasileira de Ensino de Física	6	5	11
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência	1	1	2
Revista de Educação, Ciências e Matemática	5	4	9
SciELO - Ciência & Educação	1	6	7
<b>Total Geral</b>	<b>38</b>	<b>76</b>	<b>114</b>

Fonte: o autor (2020).

#### 2.4.2 Análise e discussão dos artigos selecionados.

De acordo com a revisão sistemática de literatura, o maior número de artigos foi localizado a partir das palavras-chave software (62 artigos) e computador (49 artigos). Percebe-se a baixa ocorrência de artigos retornadas a partir das palavras-chave “Arduino” (somente um artigo), “lógica computacional (somente um artigo)” e “linguagem de programação (somente um artigo)”. Esses resultados indicam que são necessárias mais pesquisas sobre esses temas e que estejam relacionadas ao ensino de física, conforme também apontou Martinazzo (2014).

A seguir apresentam-se alguns resultados das pesquisas que incluem trabalhos relacionados ao Arduino, lógica computacional e linguagem de programação no ensino de temas vinculados às disciplinas de Ciências da Natureza. Estes artigos foram selecionados por apresentarem claramente seus propósitos e por terem em seus resultados maior destaque e consonância com o tema da pesquisa.

O artigo “Estudos sobre a ação mediada no ensino de física em ambiente virtual” de Souza et al (2012) trata da utilização da internet pela nova geração como ferramenta interativa que possibilita (re)construir o conhecimento, observando que tudo é cada vez mais dinâmico e a interação é cada vez mais natural, tanto em termos visuais quanto em linguagem de programação. O artigo fala sobre a representação de modelos científicos utilizando aplicativos computacionais, onde os autores planejaram e desenvolveram um produto tecnológico designado de ambiente virtual (portal interativo - Ealuno). Concluíram que a configuração do Ealuno permite diferentes meios de registro e representação da realidade e que a maior utilidade está na possibilidade de interatividade e no acesso de ambientes virtuais.

Cavalcante et al (2013), em artigo intitulado “Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras”, propõem a construção de um Tubo de Kundt, tendo como principal objetivo a utilização do Arduino em experimentos didáticos envolvendo o estudo de ondas sonoras. A intenção também era difundir o uso do recurso aberto de programação para fins educacionais.

Rocha et al (2014) publicaram o artigo “Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real.” Nele os autores apresentam o projeto de um acelerômetro eletrônico triaxial voltado ao ensino de física experimental e explicam que, quando acoplado adequadamente a um corpo, o dispositivo permite a leitura da aceleração imprimida ao conjunto. O acelerômetro funciona conectado eletronicamente à placa Arduino sendo capaz de fornecer dados numéricos de aceleração que são atualizados no decorrer do experimento. Os autores concluem que o uso do acelerômetro se mostra promissor para ser utilizado em diversas práticas de ensino de Física, seja objetivando a inovação no laboratório didático, ou pelo envolvimento de estudantes em projetos interdisciplinares.

O artigo Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática?” de Moraes et al (2017) propõe uma discussão para compreender como é possível promover a aprendizagem da matemática quando se aprende a programar. O debate decorre de uma pesquisa de doutorado que investigou como ocorre o desenvolvimento do raciocínio condicional em tal contexto de aprendizagem,

além de serem considerações sobre a importância da inserção da Ciência da Computação na escola e do desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Já no artigo de Filho et al (2016), “Ambientes colaborativos para ensino de eletrônica e lógica de programação”, é apresentada uma estratégia de ensino como ferramenta de apoio na aprendizagem de Eletrônica Básica e Lógica de Programação que visa despertar o interesse de estudantes em disciplinas consideradas técnicas e oferecer material didático que produza conceitos cumulativos e esclarecedores, utilizando-se de computadores, tablets ou smartphones. O resultado do estudo indicou que a estratégia proposta de utilizar um blog produziu resultados favoráveis para a utilização de ambientes colaborativos e objetos de aprendizagem, possibilitando aos estudantes uma forma mais significativa e motivadora de aprender.

Conceição e Vasconcelos (2018) publicaram um trabalho com o título “Jogos Digitais no ensino de Ciências: contribuição da ferramenta de programação Scratch.” No estudo, os autores propõem metodologias diferenciadas que abordem a utilização de recursos tecnológicos e proporcionem a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação no espaço escolar. O objetivo do trabalho é avaliar a contribuição da ferramenta de programação Scratch no processo de ensino e aprendizagem através da produção de jogos digitais didáticos. Concluíram que há maior interesse dos estudantes em aprender e compreender o assunto abordado no jogo, demonstrando assim o efeito positivo da aplicação do recurso.

Cavalcante et al (2011) no artigo “Física com Arduino para iniciantes” apresentam diferentes modos de operar o Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automação de dados em atividades experimentais de física via porta USB do computador. Selecionaram como exemplo de aplicação o estudo de carga e descarga de um capacitor. As etapas de interação com o Arduino passaram pelo processo de construção do circuito, coleta e armazenagem de dados em formato txt e visualização gráfica em tempo real através da linguagem *Processing*. Para cada etapa apresentaram propostas didáticas de utilização, todos os códigos fontes necessários para a interação com o Arduino, além de links para acesso a tutoriais que possibilitaram a reprodução deste e outros experimentos.

Ao refletir sobre os resultados dos artigos apresentados anteriormente e vislumbrar as possibilidades de desenvolvimento de novas habilidades pelos estudantes, percebe-se que esta é uma oportunidade de eles terem contato com essas novas ferramentas de aprendizagem. Para além disso, as oportunidades estariam em conformidade com o modo de agir, interagir e pensar dos nativos digitais, uma vez que possibilitam mais prazer, interesse e participação nas atividades a serem desenvolvidas.

## **2.5 O Arduino no ensino de Física**

Considerando as características dos resultados encontrados na revisão de literatura apresentada na seção anterior, percebe-se que o Arduino pode proporcionar novas possibilidades para o professor abordar temas, realizar e demonstrar experimentos de Física, aliar suas aulas práticas e experimentais ao fator motivador.

Na sequência será descrita a funcionalidade do Arduino, aplicações e processos de prototipagem, em que muitos destes processos foram trabalhados com os estudantes que participaram do curso ministrado para a produção dos dados da pesquisa.

O Arduino é uma placa desenvolvida em 2005 na Itália. Usa um microcontrolador Atmel AVR que possui embutido suporte de entrada e saída e uma linguagem de programação padrão, a linguagem C. Esta placa pode ser usada para implementação de projetos interativos totalmente independentes. De acordo com McRoberts (2018, p. 22)

[...] um Arduino é um computador minúsculo que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos que conectar a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física embarcada. Por exemplo, um uso simples de um Arduino seria acender uma luz por um determinado período, digamos, durante 30 segundos, depois que um botão fosse pressionado.

O Arduino foi desenvolvido com o objetivo de se dispor de um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar,



modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico (MCROBERTS, 2018).

Assim, foi criada uma placa composta por um **microcontrolador Atmel**, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via **IDE (*Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado*)** utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras, a não ser de um cabo USB. Como é o caso do modelo do Arduino Uno representado na Figura 3.

Figura 3: Arduino Uno



Fonte: Página Filipeflop<sup>2</sup>

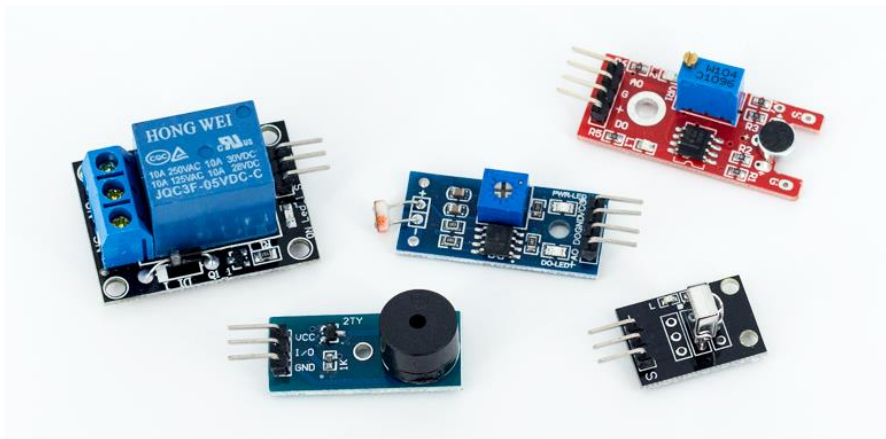
Depois de programado, o microcontrolador pode ser usado de forma independente, ou seja, é possível colocá-lo para controlar um robô, uma lixeira, um ventilador, as luzes da sua casa, a temperatura do ar condicionado, um aparelho de medição, dentre outras possibilidades.

O Arduino possui uma quantidade enorme de sensores, atuadores e componentes para serem utilizados em projetos (Figura 4). Grande parte do material utilizado está disponível em módulos, que são pequenas placas que contém os sensores e outros componentes auxiliares como resistores, capacitores e leds.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://uploads.filipeflop.com/2014/09/01.png>. Acesso em set 2020.

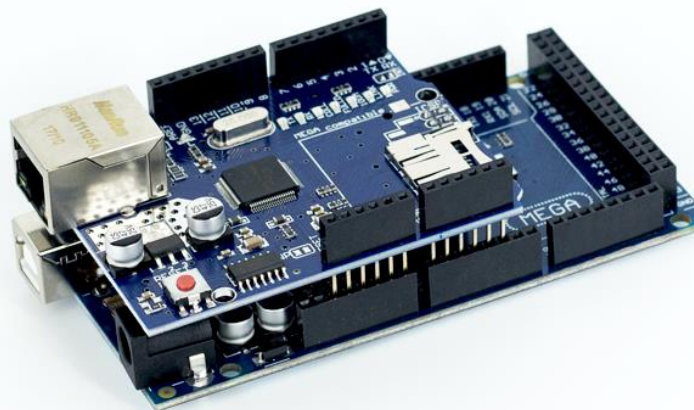
Figura 4: Sensores do Arduino



Fonte: Página Filipeflop<sup>3</sup>

Existem também os chamados Shields, que são placas que podem ser encaixadas no Arduino para expandir suas funcionalidades. A Figura 5 mostra um Arduino Ethernet Shield encaixado no Arduino Mega 2560. Ao mesmo tempo que permite o acesso à uma rede ou até mesmo à internet, mantém os demais pinos disponíveis para utilização. Assim, é possível, por exemplo, utilizar os pinos para receber dados de temperatura e umidade de um ambiente, e consultar esses dados de qualquer lugar do planeta.

Figura 5: Arduino Ethernet Shield



Fonte: Página Filipeflop<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://uploads.filipeflop.com/2014/09/02.png>. Acesso em set. 2020

<sup>4</sup> Disponível em: <https://uploads.filipeflop.com/2014/09/03.png>. Acesso em set. 2020

O tipo de placa Arduino a ser utilizada depende do projeto a ser desenvolvido. As opções vão das mais comuns, como o Arduino Nano (Figura 6-a), que é o menor de todos, onde cada um dos 14 pinos digitais pode ser usado como uma entrada ou uma saída. Os pinos operam com tensão de 5 volts. Já o Arduino Uno (Figura 6-b) possui 14 portas digitais e 6 analógicas. Outra opção, com maior poder de processamento e 54 portas digitais e 16 portas analógicas, seria o Arduino Mega (Figura 6-c).

Figura 6: a) Arduino Nano; b) Arduino Uno; c) Arduino Mega



Fonte: Página Filipeflop<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://uploads.filipeflop.com/2020/06/nano.jpg>. Acesso em set 2020.

### 3 Encaminhamentos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, de objetivos exploratórios e de procedimentos técnicos identificados como estudo de caso.

A pesquisa é qualitativa porque busca aprofundar a compreensão do problema estudado. É de natureza aplicada porque utiliza teorias já existentes para solucionar um problema observado na realidade. É exploratória porque objetiva uma maior familiarização do pesquisador com o assunto ou objeto que está sendo investigado. É um estudo de caso porque é entendido como uma categoria de investigação que tem como objeto o estudo de uma unidade de forma aprofundada, podendo tratar-se de um sujeito, de um grupo de pessoas, de uma comunidade, etc. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

De acordo com Ana e Lemos (2018), a pesquisa qualitativa tem se tornado nas últimas décadas uma ferramenta importante para a pesquisa social, principalmente na área da Educação. Ainda:

É preciso desmistificar o conceito de pesquisa como privilégio de poucos, sendo necessária aproximá-la do cotidiano dos profissionais da educação (professores, gestores, administradores, orientadores, supervisores). Vale ressaltar, como atividade humana e social, que a pesquisa traz consigo uma carga de valores, interesses e princípios, no qual o pesquisador poderá refletir em seu trabalho de pesquisa (ANA e LEMOS, 2018, p. 3).

Assim, observa-se neste trabalho de pesquisa, a utilização de algumas das características mais fundamentais para a realização da pesquisa qualitativa, como por exemplo, o ambiente natural como fonte direta de dados levando em consideração a visão do pesquisador e tendo nele o principal instrumento de busca de informações (LÜDKE E ANDRÉ, 1986); dados predominantemente descritivos com análise de comportamentos, ações, reações, aplicação de questionários que propiciam e esclarecem os pontos de vista. Todas essas características criam uma rede complexa de fatores que precisam ser analisados em conjunto para que seja possível compreender o fenômeno estudado. “Um dos desafios atualmente lançados à pesquisa educacional é exatamente tentar captar essa realidade dinâmica e complexa do seu objeto de estudo, em sua realização histórica” (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 05).

### **3.1 Desenvolvimento da pesquisa de campo**

Inicialmente, o projeto previa o desenvolvimento de um curso presencial sobre lógica, linguagem de programação e Arduino, com aplicações de conceitos estudados na disciplina de Física, tendo como público alvo estudantes do Ensino Médio de uma escola pública estadual do Paraná localizada em Pinhais, na região metropolitana de Curitiba. Devido ao distanciamento social provocado pela pandemia do vírus Sars Cov-2, optou-se por realizar o curso integralmente de forma remota.

Vale destacar que o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR, cujo parecer consubstanciado encontra-se no Anexo 1. O termo de consentimento da escola para a realização da pesquisa está no Apêndice A.

#### **3.1.1 Critérios para escolha dos participantes da pesquisa**

A escolha da escola para o desenvolvimento da pesquisa se deu porque o pesquisador é professor efetivo do quadro do Estado do Paraná e está lotado na mesma com carga horária de 40 horas semanais. Trabalha nos turnos matutino e noturno ministrando aulas para os primeiros, segundos e terceiros anos do Ensino Médio.

O número de vagas do curso foi limitado em 30 inscrições. Para se inscrever o primeiro critério estabelecido foi que o estudante precisava estar cursando a disciplina de Física com o professor pesquisador. Os estudantes que atendiam a este critério, receberam uma mensagem (Apêndice F) via Google Classroom explicando os objetivos do curso, os dias e horários dos encontros, o tempo de duração, o número de vagas e os critérios de seleção para o caso de o número de inscritos ser maior do que o pré-estabelecido. O formulário de inscrição pode ser visualizado no Apêndice G.

Os critérios para selecionar os estudantes dentro do número de vagas foram os seguintes i) disponibilidade de horário para participar do curso no turno vespertino e disponibilidade de acesso à internet no período das aulas remotas; ii) comprometimento para participar do curso até o final, avaliado através de uma conversa prévia; iii) estudantes que apresentassem dificuldades e baixo

rendimento na disciplina de Física. Entretanto, como o número de inscritos foi 27, menor do que o número de vagas, não foi necessário aplicar os critérios de seleção.

A participação no curso não estava vinculada diretamente à participação na pesquisa. Ou seja, os estudantes poderiam participar do curso, mas não consentir participar da pesquisa. Por terem idade menor do que 18 anos, todos os participantes foram convidados a ler e assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, Apêndice B, e seus responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Apêndice C. Caso houvessem participantes do curso que não aceitassem participar da pesquisa, ou os responsáveis não permitissem o uso dos dados produzidos durante o desenvolvimento do curso, eles poderiam participar do curso sem qualquer tipo de prejuízo. Todos os estudantes que participaram do curso entregaram o TCLE e o TALE assinados, perfazendo um total inicial de 11 participantes.

### 3.1.2 O desenvolvimento do curso remoto

O curso foi replanejado para ser ofertado via Google Meet entre as datas de 13 de abril e 13 de maio de 2021, constituindo-se de dois encontros semanais de em média duas horas e quinze minutos cada, totalizando 10 encontros. O planejamento dos encontros remotos está apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Cronograma de realização dos encontros do curso

Data	Dia da semana	Horário de início
13/04/2021	Terça-feira	14h:00min
15/04/2021	Quinta-feira	14h:00min
20/04/2021	Terça-feira	14h:00min
22/04/2021	Quinta-feira	14h:00min
27/04/2021	Terça-feira	14h:00min
29/04/2021	Quinta-feira	14h:00min
04/05/2021	Terça-feira	14h:00min
06/05/2021	Quinta-feira	14h:00min
11/05/2021	Terça-feira	14h:00min
13/05/2021	Quinta-feira	14h:00min

Fonte: o autor (2021)

Após o período de inscrição o pesquisador criou um grupo no WhatsApp chamado de “Programação e Arduino”. O grupo tinha a finalidade de facilitar a comunicação entre os participantes do curso, sanar dúvidas relacionadas ao curso, bem como mantê-los informados sobre eventuais alterações nas datas e horários dos encontros.

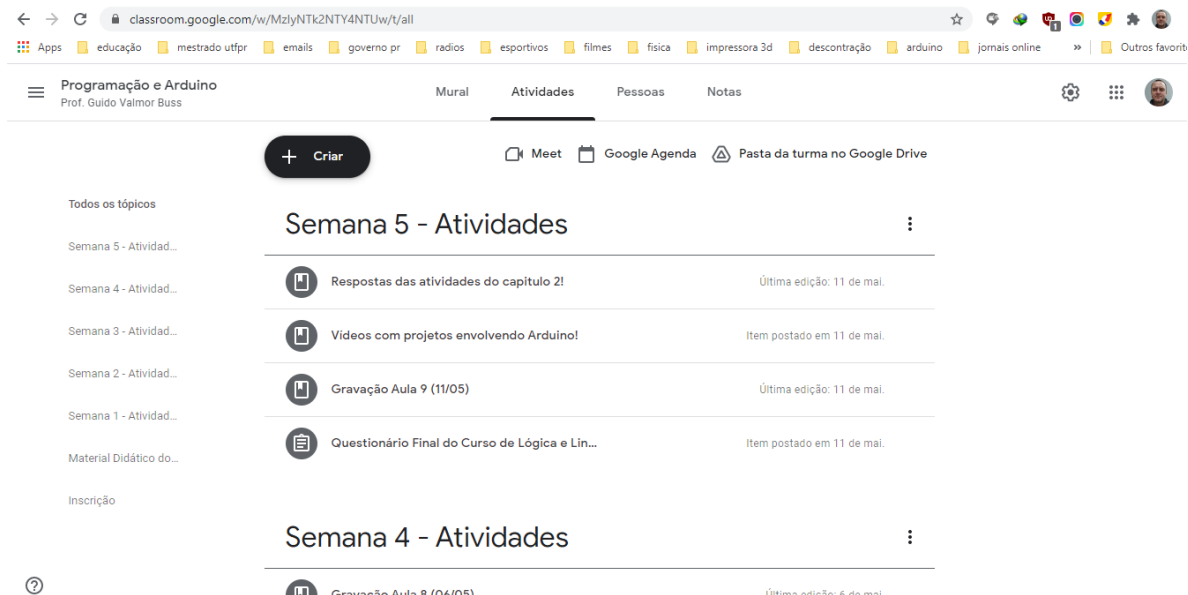
Também foi criada uma sala virtual no Google Classroom, como mostram as Figuras 7, 8 e 9, para realizar a postagem das atividades, enviar avisos de marcação das aulas e servir como repositório das aulas gravadas e de materiais didáticos destinados aos participantes.

Figura 7: Tela principal do Google Classroom criado para o curso.



Fonte: o autor (2021)

Figura 8: Tela das atividades com os tópicos de avisos de cada semana e as gravações das aulas.



Fonte: o autor (2021)

Figura 9: Tela mostrando o espaço do repositório do material didático do curso.



Fonte: o autor (2021)

Para nortear o desenvolvimento das atividades, o professor pesquisador desenvolveu uma apostila com todo o conteúdo didático envolvido. O quadro 2 sintetiza o que foi visto em cada um dos encontros e os respectivos objetivos.



Quadro 2: Conteúdos e objetivos de cada encontro do curso.

Encontro	Conteúdo	Objetivo
1	1) Introdução ao Curso e participação do Projeto do Professor Guido. 2) Demonstração de Materiais e Programas utilizados durante o curso. 3) Início do conteúdo: Lógica de Programação	Introdução, motivação e apresentação do curso com estudo de lógica de programação.
2	1) Instalação dos programas nos computadores. 2) Demonstração de programação em Arduino 3) Resolução de Exercícios do capítulo 1. (Lógica de Programação)	Ambientalizar e verificar as instalações dos programas utilizados pelos estudantes em seus computadores, observação do entendimento sobre lógica de programação.
3	Resolução de exercícios de lógica de programação aplicados à computação e a problemas de Física.	Finalizar os exercícios de lógica de programação e testar alguns algoritmos no ambiente de desenvolvimento VSCode instalado em cada máquina. Observar as dificuldades encontradas pelos estudantes e as interações para trocas de informações e experiências.
4	Início do capítulo 2: Linguagem de Programação em C.	Iniciar o capítulo 2, com codificação de exemplos mostrados durante a aula.
5	1) CAPÍTULO 2 2) Linguagem C de Programação! Variáveis, Conversão de variáveis, Funções Printf e Scanf, Comando de Repetição PARA-FAÇA, Comando de	Introduzir e aprofundar o capítulo 2: lógica de programação em C.

	<p>Repetição Enquanto-Faça, Comando Condicional Se-Senão.</p> <p>3) Resolução de Exercícios do capítulo 2.</p>	
6	<p>1) CAPÍTULO 2</p> <p>2) Linguagem C de Programação! Variáveis, Conversão de variáveis, Funções Printf e Scanf, Comando de Repetição PARA-FAÇA, Comando de Repetição Enquanto-Faça, Comando Condicional Se-Senão.</p> <p>3) Resolução de Exercícios do capítulo 2.</p>	Retomar e aprofundar o capítulo 2: lógica de programação em C.
7	<p>1) CAPÍTULO 2</p> <p>2) Linguagem C de Programação! Variáveis, Conversão de variáveis, Funções Printf e Scanf, Comando de Repetição PARA-FAÇA, Comando de Repetição Enquanto-Faça, Comando Condicional Se-Senão.</p> <p>3) Resolução de Exercícios do capítulo 2.</p>	Retomar e aprofundar o capítulo 2: lógica de programação em C.
8	<p>1) Resolução de Exercícios do capítulo 2.</p> <p>2) INÍCIO DO CAPÍTULO 3 - Placa Arduino e programação com Arduino.</p>	Retomar o conteúdo, verificar a aprendizagem dos estudantes através da compreensão e resolução de exercícios do capítulo 2, utilizando a codificação em linguagem de programação em C.

		Iniciar o capítulo 3, explicar o ambiente virtual TinkerCad e as possibilidades de utilização do Arduino.
9	1) Projetos de pesquisa; 2) Demonstração de projetos com Arduino; 3) Programação com Arduino;	Dividir os grupos para pesquisa de projeto de aplicação do Arduino com fenômenos físicos. Aprofundar a programação com Arduino.
10	1) Simulação no Tinkercad 2) Matrizes 3) Encerramento	Observar a apresentação dos estudantes sobre os temas escolhidos pelos grupos, relacionados a resolução de problemas de física usando a prototipagem com Arduino, discutir quais dúvidas e problemas encontrados. Explicar a aplicação da programação em C com matrizes.  Encerrar o curso com discussão sobre o entendimento e aproveitamento dos estudantes.

Fonte: O autor (2021).

### 3.2 Instrumentos de pesquisa

Foram utilizados os seguintes instrumentos para a produção de dados: diário de bordo seguindo o modelo que está no anexo A, questionário inicial (apêndice D), questionário final (apêndice E) e gravação dos encontros remotos via Google Meet.

#### 3.2.1 Diário de bordo

Durante o desenvolvimento do curso o professor observou as produções dos estudantes de forma participante. Segundo Moreira e Caleffe (2006, p. 201),

essa técnica permite ao observador “entrar no mundo social dos participantes do estudo com o objetivo de observar e tentar descobrir como é ser um membro desse grupo”. A estratégia de gravar os encontros permitiu que fosse possível fazer uma descrição contínua e detalhada dos encontros. Os comportamentos que foram observados foram os seguintes:

- 1) Motivação que o curso poderia trazer para o aprendizado de conceitos de Física. A observação deste comportamento busca compreender se a estratégia de estudar física a partir de um curso de lógica, programação e Arduino, motivaria os estudantes a se interessar pelas aplicações da Física e pelos conceitos específicos da disciplina.
- 2) Dificuldades que os estudantes tiveram em relação aos conceitos de lógica, programação e Arduino. Visa identificar quais dificuldades os estudantes tiveram ao entrar em contato com os conceitos citados, para posterior verificação da aprendizagem e aplicação. Também para a melhoria do material didático aplicado no curso.
- 3) Dificuldades que os estudantes tiveram em relação aos conceitos de Física. Busca avaliar se apresentar a física junto com o estudo da lógica, programação e Arduino facilita o entendimento dos conceitos pelos estudantes.
- 4) Aplicações de conceitos de Física no cotidiano. Visa identificar se os estudantes conseguem relacionar os conceitos de física estudados na escola com as aplicações da física que eles observam no cotidiano.
- 5) A evolução do pensamento computacional. Este comportamento busca avaliar se os estudantes evoluíram em termos das habilidades específica que estruturam o pensamento computacional (decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo) e em termos gerais em relação ao desenvolvimento do pensamento computacional.

### **3.2.2 Questionários**

Com a intenção de avaliar as motivações que os estudantes tiveram para se inscrever no curso (questões 1 e 2), saber o que eles consideram uma boa aula de Física (questão 3), bem como verificar os conhecimentos prévios que

tinham sobre programação (questões 4 e 5), Arduino (questão 7) e lógica (questões 8 e 9), foi aplicado um questionário (Apêndice D) no início do primeiro encontro.

Ao final do curso, no último encontro, os participantes responderam outro questionário (Apêndice E) que teve como objetivo verificar o quanto evoluíram em termos de aprendizagem da lógica de programação com aplicação em Arduino e dos conceitos físicos que foram abordados durante o curso.

### **3.3 A metodologia de análise**

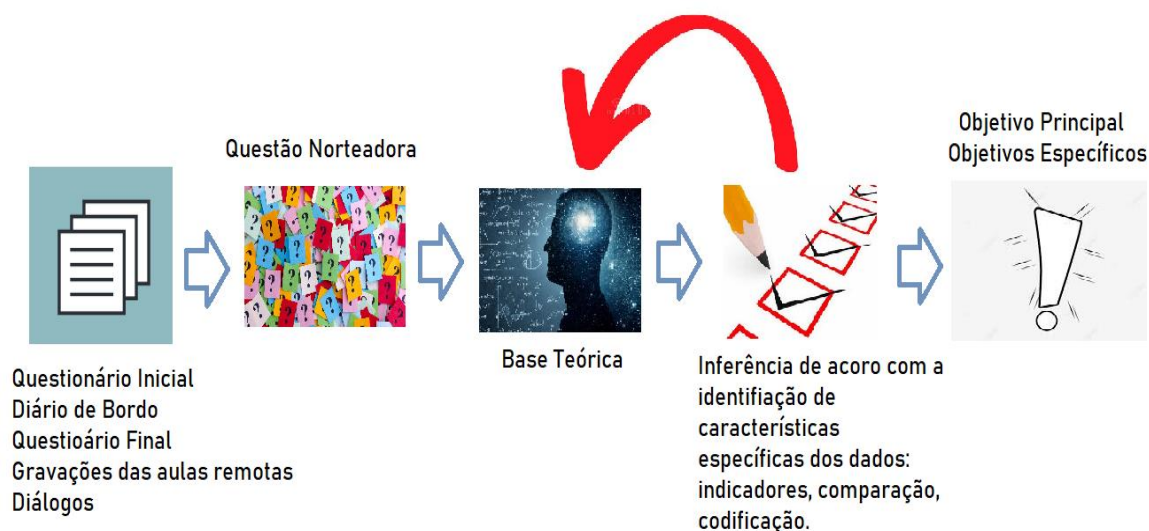
Para analisar os dados utilizou-se o método Análise de Conteúdo de Bardin (2010) seguindo as fases para condução da análise que são: a) organização da análise; b) codificação; c) categorização; d) tratamento dos resultados, inferência e a interpretação dos resultados. O material a ser analisado corresponde aos questionários aplicados no início e no final do curso, o diário de bordo anotado pelo pesquisador ao final de cada encontro remoto e as gravações de todos os encontros.

De acordo com Bardin (1977, p. 38)

A análise de conteúdo pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de comunicação, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens [...] A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção de mensagens, inferência esta que recorre a indicadores (qualitativos, ou não).

A sequência para realizar a análise seguirá os passos sintetizados na Figura 10. Primeiro, será realizada a leitura flutuante de todos os dados produzido para verificar as relações que eles estabelecem com a questão norteadora e com a base teórica adotada. Em seguida, será feita a categorização levando em consideração as unidades de contexto e as unidades de registro. Por fim, serão realizadas inferências para responder à questão de pesquisa.

Figura 10: Características definidoras



Fonte: O autor (2021).

As unidades de contextos estão relacionadas com os instrumentos de coleta de dados. São elas: respostas aos questionários, interação verbal com o professor durante a aula, resolução de atividades em sala, resolução de atividades em casa, interações assíncronas com o professor.

Em cada unidade de contexto, buscou-se registrar as evidências em que os estudantes conseguiam decompor um problema ou situação em partes para melhor resolvê-lo, reconhecer padrões, abstrair situações e criar algoritmos. Esses registros são os elementos que permitem avaliar se está havendo ou não evolução do pensamento computacional. Também foram registrados os momentos e ações que se percebe que os estudantes então motivados a aprender, bem como os momentos e ações que eles sentem dificuldades.

O resultado do processo da análise de conteúdo deve refletir os objetivos da pesquisa e ter como apoio indícios manifestados da fonte de dados da pesquisa, implicando comparações que é ditado pela competência do pesquisador no que diz respeito a seu maior ou menor conhecimento acerca de diferentes abordagens teóricas.

Assim, a organização da análise foi iniciada com o levantamento da base de dados, seguida de uma leitura flutuante. Para a codificação foi utilizado o método lógico-semântico onde ocorreu a classificação dos elementos de informação, tais como, as declarações emitidas pelos participantes do curso

sobre os assuntos abordados, as respostas fornecidas aos instrumentos de pesquisa e seus comportamentos sociais.

### 3.3.1 Categorias de análise

Foram criadas três categorias para analisar os dados: 1) Evolução do pensamento computacional; 2) Motivação a partir das aplicações da Física; e 3) Dificuldades dos estudantes durante o curso.

O referencial teórico discutido no capítulo 2 fornece, *a priori*, quatro subcategorias para subsidiar a análise da categoria “Evolução do pensamento computacional. São elas: Decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo.

Para a análise dessas quatro subcategorias serão considerados os elementos teóricos discutidos no capítulo 2. Na subcategoria “Decomposição”, buscar-se-á analisar se os estudantes conseguem decompor um problema maior em partes menores para resolvê-lo com mais facilidade. Na subcategoria “Reconhecimento de padrões”, será avaliado se os estudantes identificam padrões em diferentes problemas e se conseguem aplicar esquemas utilizados em determinado problema para resolver outro. Na subcategoria “Abstração”, será avaliado se os estudantes conseguem enxergar dados que não estão evidentes em um problema e se são capazes de calculá-los. Já na subcategoria “Algoritmos”, será avaliado se os estudantes conseguem organizar o passo a passo, apresentando um conjunto de instruções conciso e sem ambiguidade, para resolver determinado problema.

O conjunto de indicadores fornecidos por essas subcategorias ajudará a concluir se os estudantes evoluíram em termos de desenvolvimento do pensamento computacional.

Já na categoria “Motivação a partir das aplicações da Física” será analisado se a estratégia de ensinar física em um curso de lógica, programação e Arduino, contribui para potencializar a aprendizagem dos conceitos e para tornar as aulas mais atraentes e motivadoras. Por sua vez na categoria “dificuldades dos estudantes durante o curso”, serão analisadas questões relativas às dificuldades para o uso da tecnologia pelos estudantes, à lógica de

programação e as aplicações dos conceitos físicos no desenvolvimento de projetos utilizando o Arduino.

Em todas as categorias foram avaliados os aspectos relacionados a evolução que os estudantes tiveram durante o curso.

As respostas dos estudantes, como são menores de idade, não estarão identificadas pelo nome, preservando a identidade. Cada participante será mencionado nas transcrições de suas respostas aos questionários e também nas transcrições de suas falas nas gravações pela codificação E1, E2, E3 e assim por diante.

### **3.4 Recursos didáticos utilizados no curso**

Para a realização do curso foram utilizados os seguintes recursos didáticos: apostila sobre lógica e programação ; os computadores e smartphones dos próprios estudantes; a plataforma Google Classroom pertencente ao G Suite for education; software da porta nativa do Windows da GNU Compiler Collection (GCC) conhecida como MinGW; software da IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) Visual Studio Code que é um editor de código-fonte; o software IDE Arduino 1.8.13, ambiente de programação que é utilizado para fazer a conexão entre o computador e a placa Arduino para implementar os projetos de prototipagem; o vídeo introdutório motivacional “Porque aprender programação” da Semana do Zero ao Python de Daniel Soifer Kriger (CEO da Kenzie Academy Brasil).

A apostila sobre lógica e programação foi desenvolvida pelo próprio pesquisador, intitulada “Introdução ao estudo de lógica e linguagem de programação para estudantes do Ensino Médio na disciplina de Física, com enfoque na aplicação de projetos com Arduino”. Nesta apostila constam as aulas e as implementações introdutórias em lógica de programação, as aulas de linguagem de programação em “C”, informações sobre o Arduino e como programar em “C” no ambiente de desenvolvimento para criação dos projetos em Arduino. A cada final de capítulo da apostila constam exercícios relativos aos seus respectivos assuntos e também exercícios de Física que foram propostos



para os estudantes resolverem utilizando o conhecimento de lógica e linguagem de programação.

Alguns outros recursos também foram utilizados, como: o site myCompiler<sup>6</sup> para rodar algoritmos simples de teste sem precisar instalar uma IDE no computador do estudante; site para pesquisa da documentação na Linguagem C<sup>7</sup> e o site de modelagem de circuitos para Arduino, o Autodesk TinkerCad<sup>8</sup> onde eram mostrados circuitos simples e o desenvolvimento da programação para gravação na placa Arduino.

### **3.5 O desenvolvimento das aulas**

Como já mencionado anteriormente, devido à conjuntura pandêmica, o curso foi desenvolvido no formato remoto. A seguir será descrito o que foi abordado em cada um dos encontros e as estratégias metodológicas desenvolvidas.

#### **3.5.1 O primeiro encontro**

No primeiro encontro houve inicialmente a apresentação do curso e seus objetivos, os ajustes dos horários sendo combinados a cada terça-feira e quinta-feira, com início às 14h. Na sequência os estudantes assistiram ao vídeo introdutório motivacional “Porque aprender programação!” da Semana do Zero ao Python de Daniel Soifer Kriger (CEO da Kenzie Academy Brasil), demonstrando as possibilidades de um desenvolvedor aplicadas em projetos de programação computacional e a falta de recurso humano nesta área atualmente.

Em seguida, foi pedido aos estudantes para responderem ao questionário inicial de participação do curso (Apêndice D). Este questionário foi convertido e respondido de forma on-line, facilitando o acesso e preenchimento dos estudantes. Após responderem os estudantes terminarem de responder o questionário o professor explicou a estrutura da apostila que seria utilizada e iniciou o capítulo 1, cujo conteúdo se refere a lógica de programação, com

---

<sup>6</sup> <https://www.mycompiler.io/>

<sup>7</sup> <https://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/EA876/apostila/HTML/node1.html>

<sup>8</sup> <https://www.tinkercad.com/>

demonstração de codificação de exemplos no ambiente de desenvolvimento Visual Studio Code (ou VSCode).

Para finalizar o encontro, realizou-se a resolução de exercícios sobre lógica, estruturas de repetição, tipos de variáveis e o modo de impressão e leitura de variáveis. Os questionamentos, as dificuldades e interações dos estudantes com o conteúdo foram anotados no diário de bordo.

### **3.5.2 O segundo encontro**

No segundo encontro o professor apresentou o passo-a-passo para instalação e configuração do Ambiente de Desenvolvimento para codificação da linguagem de programação em C, o VSCode. O professor apresentou códigos simples e os estudantes puderam testar se o ambiente que instalaram em suas máquinas estava funcionando. O restante da aula foi utilizado para resolução de exercícios da apostila sobre lógica de programação, estruturas e variáveis.

### **3.5.3 O terceiro encontro**

No terceiro encontro foi iniciado com a discussão de exercícios resolvidos pelos estudantes sobre lógica de programação e a utilização na resolução de exercícios/problemas de Física. O encontro finalizou com a transposição dos exercícios pelos estudantes em linguagem C no ambiente de desenvolvimento VSCode.

### **3.5.4 O quarto encontro**

No quarto encontro foi abordado o capítulo 2 da apostila, que trata da explicação sobre linguagem de programação em C. O professor iniciou falando sobre a importância de aprender esta linguagem de programação e sua relação com a placa Arduino. Em seguida, foi abordado o conteúdo sobre operadores, declaração de variáveis em C, tipos de variáveis e sequências de escape. Para isso, o professor realizou uma sequência de demonstrações de testes no VSCode de algoritmos em linguagem C de programação. Na sequência, os estudantes fizeram testes destes algoritmos em suas máquinas. No final do

encontro, foi demonstrando aos estudantes como utilizar futuramente os computadores da escola, que possuem o sistema operacional Linux com o compilador em C pré-instalado, para rodar os algoritmos criados no curso.

### **3.5.5 O quinto encontro**

O encontro iniciou com o professor retomando o tópico de programação do capítulo 2 da apostila. Abordou-se a importância da organização dos códigos, como por exemplo o cuidado com a indentação do algoritmo, os comandos de leitura e escrita em tela, comandos de tomada de decisão em linguagem C e comandos de repetição. Todos os casos foram demonstrados com exemplos de algoritmos criados e testados no VSCode. Em seguida, os estudantes testaram em seus computadores os códigos criados na aula.

### **3.5.6 O sexto encontro**

No sexto encontro, para finalizar o capítulo 2 da apostila, foram resolvidos em grupo os exercícios de codificação em linguagem C de programação, contidos no final do capítulo.

### **3.5.7 O sétimo encontro**

Os estudantes formaram duplas para realizar uma pesquisa sobre projetos que relacionavam fenômenos físicos com Arduino. Dentre os temas foram citados: energia, movimento, força, temperatura e eletricidade. A Figura 11 mostra os tópicos abordados. Os projetos pesquisados deveriam ser apresentados em um arquivo compartilhado e criado no Jamboard para futura apresentação ao grande grupo. O projeto deveria conter o objetivo, a montagem com o Arduino, a programação do Arduino e se possível estar relacionado a resolução de algum problema cotidiano envolvendo ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

Figura 11: Tela de escolha das duplas, com proposições de assuntos relacionando com fenômenos físicos e projetos com Arduino.



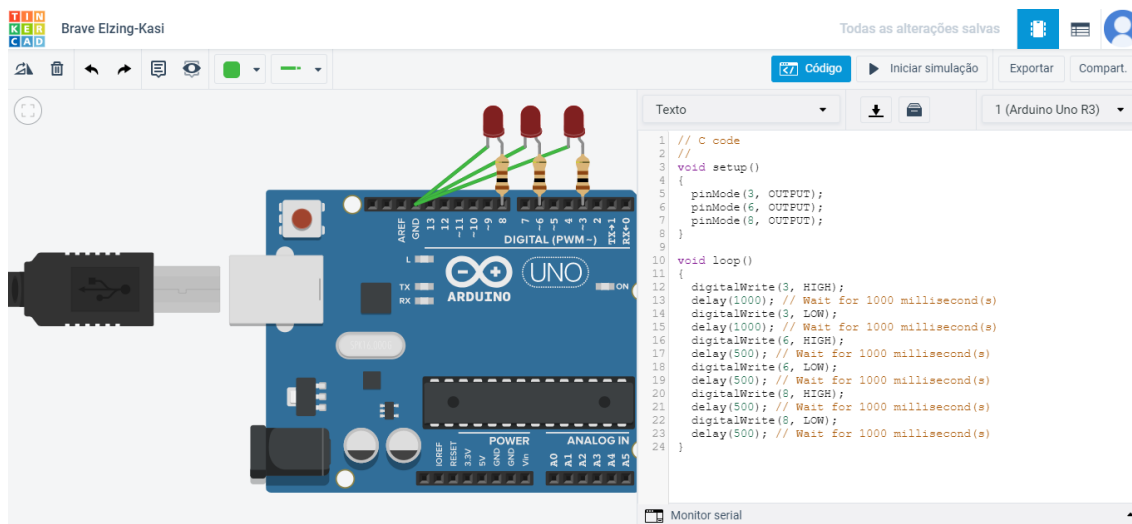
Fonte: O autor (2021).

Ainda no encontro 7 foram resolvidos exercícios em grupo com codificação em linguagem de programação em C, no VSCode, sobre temas de Física. Também apresentou-se aos estudantes o site com ambiente myCompiler<sup>9</sup>, onde os estudantes poderiam testar seus códigos de linguagem de programação em C sem a necessidade da instalação de uma IDE em seu computador. Após testarem seus códigos, para finalizar, o professor mostrou o site de modelagem de circuitos para Arduino, o Autodesk TinkerCad<sup>10</sup>, oportunidade que foram exibidos na tela circuitos elétricos simples e o desenvolvimento da programação para gravação na placa Arduino, conforme mostra a Figura 12. Neste encontro os estudantes tiveram o primeiro contato com a placa Arduino e sua programação.

<sup>9</sup> <https://www.mycompiler.io>

<sup>10</sup> <https://www.tinkercad.com/>

Figura 12: Exemplo de tela com circuito simples e sua programação no Tinkercad.



Fonte: O autor (2021).

### 3.5.8 O oitavo encontro

Este encontro foi iniciado com a explicação mais aprofundada utilizando o conteúdo do capítulo 3 da apostila, com suas imagens sobre a placa Arduino, suas versões, como por exemplo, Arduino Nano, Arduino Uno, Arduino Mega, seus sensores e atuadores e como são utilizados nos projetos desenvolvidos com a placa. Na continuação, os estudantes apresentaram, dentro do simulador de ambiente de programação myCompiler, suas resoluções de codificação dos exercícios propostos do final do capítulo 2. Ao fim da exposição dos estudantes, o professor exibiu alguns projetos de sua autoria desenvolvidos com Arduino, como por exemplo, a aranha mecânica, o mostrador de LED de 7 segmentos, a impressora 3D montada com um Arduino Mega e algumas impressões.

Após este momento de motivação, iniciou-se os estudos do ambiente de desenvolvimento e programação IDE Arduino 1.8.13, como mostra a Figura 13. O professor explicou exemplos práticos de programação onde os estudantes puderam ter o contato com a configuração, codificação e verificação de como este código era gravado em uma placa Arduino.

Figura 13: Tela da IDE Arduino 1.8.13 com um exemplo de codificação.



```
teste2_nano_led_pino8
1 void setup() {
2   pinMode(8,OUTPUT);
3   // put your setup code here, to run once:
4
5 }
6
7 void loop() {
8   digitalWrite(8,HIGH);
9   delay(300);
10  digitalWrite(8,LOW);
11  delay(300);
12  // put your main code here, to run repeatedly:
13
14 }
```

Fonte: O autor (2021).

### 3.5.9 O nono encontro

Os estudantes participantes foram convidados a responder o questionário de participação final do curso (Apêndice E), disponibilizado através de um formulário de acesso on-line. Na continuação, a pedido dos estudantes, o professor exibiu algumas possibilidades de aquisição de kits para desenvolvimento com Arduino, seus componentes e custos. Também foram discutidos e resolvidos exercícios da apostila, de programação em linguagem C em grupo, com aplicações em Física. Finalizando este encontro, o professor abriu espaço para as apresentações e discussão dos projetos pesquisados pelas duplas.

### **3.5.10 O décimo encontro**

No início do último encontro, houve uma conversa e discussão no grande grupo sobre o desenvolvimento e aprendizagem de cada estudante, suas perspectivas iniciais e finais sobre o curso. Após esta discussão os grupos que não haviam apresentado seu projeto no encontro anterior tiveram oportunidade de apresentar.

A pedido dos estudantes, após finalizar as apresentações, foram propostos alguns desafios para melhorar o entendimento e aplicação do simulador do ambiente de desenvolvimento Tinkercad, com a demonstração da programação e construção do mostrador de 7 segmentos com LED. Para finalizar o curso, o professor demonstrou mais uma aplicação de lógica e linguagem de programação em C na matemática, qual seja, a resolução de problemas utilizando matrizes com os comandos de criação de vetores. Na despedida os estudantes pediram a continuidade do curso com outras aplicações referentes ao Arduino.

### **3.6 O desenvolvimento do Produto Educacional**

A partir do estudo de uma sequência didática, o Produto Educacional (PE) foi elaborado para atender a esta sequência, iniciando-se pelo estudo do raciocínio lógico com o entendimento e o desenvolvimento de algoritmos em pseudocódigos. Após resolver os exercícios em pseudocódigos, os estudantes estariam aptos a entrar na próxima etapa que foi o aprendizado em uma linguagem de programação específica, no caso a Linguagem de Programação em C, aplicando o conhecimento estudado com algoritmos. Dando sequência e finalizando o PE, a última etapa foi o estudo de programação específica para o Arduino, utilizando todo o conhecimento adquirido nos encontros anteriores. Estas três etapas correspondem a cada um dos capítulos, ao final destes três capítulos, foi inserido uma lista de atividades para exercício e prática dos conteúdos.

## 4 Resultados e Análises

Neste capítulo serão tratados os resultados provenientes dos instrumentos de coleta de dados à luz dos referenciais teóricos apresentados no capítulo 2. Será dada ênfase nas características definidoras que ordenam o procedimento da análise de conteúdo, conforme apresentado na seção 3.3.

### 4.1 Caracterização da escola e do grupo focal

A aplicação do projeto ocorreu de modo remoto, com estudantes da escola onde o professor pesquisador atua como estatutário da componente curricular de Física. A escola está localizada na cidade de Pinhais – PR, atende estudantes do ensino fundamental e médio nos três períodos, sendo o período noturno reservado somente às turmas do ensino médio.

Com número aproximado de 1700 estudantes, localizada em um bairro de classe média, a escola oferta atividades extraclasse para atendimento aos estudantes com dificuldades de aprendizagem, ao mesmo tempo que faz um trabalho pedagógico de resgate aos estudantes em situação caracterizada como de abandono ou de evasão escolar. O Programa “Mais Aprendizagem” da SEED desenvolvido nessa escola, por exemplo, leva em consideração a necessidade do trabalho com as competências e habilidades relacionadas à leitura, interpretação, escrita e resolução de problemas.

Como estratégia para implementação do curso de lógica e linguagem de programação com aplicações no Arduino optou-se pela técnica de criar um grupo focal. De acordo com Gomes (2005, p. 41),

[...] com a utilização dos grupos focais, privilegia-se o processo interacional, ou seja, são as redes de interações produzidas por uma condução mais flexível dos trabalhos os elementos básicos de um processo investigativo. É forte a tendência que afirma que o uso de grupo focal, como técnica ou como método de pesquisa, tem ampliado, cada vez mais, seus propósitos, estando eles, de certa forma, a cargo da criatividade do pesquisador.

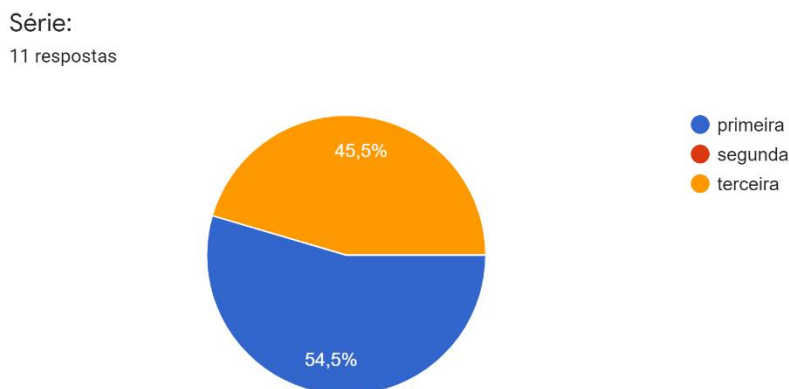
Um grupo focal caracteriza-se, segundo Veiga & Gondim (2001, p. 8), “como um recurso para compreender o processo de construção das percepções, atitudes e representações sociais de grupos humanos.”



O trabalho com o grupo focal foi escolhido pela praticidade com a organização do trabalho em grupo e melhor observação das ações e diálogos entre professor-estudante e estudante-estudante. Nas inscrições houve uma contagem de 27 (vinte e sete) estudantes, sendo que destes, 16 (dezesesseis) responderam ao questionário inicial e somente 11 (onze) participaram do curso do início ao fim. Portanto, somente serão consideradas as respostas iniciais dos 11 estudantes, sendo excluídos do questionário inicial os 5 (cinco) estudantes que não participaram do curso.

Ao analisar as respostas destes 11 participantes, conforme mostra a Figura 14, verifica-se que 6 são do primeiro ano, correspondendo a 54,5%, nenhum do segundo ano e 5 do terceiro ano, correspondendo a 45,5%. Embora a divulgação do curso tenha sido realizada para todos os estudantes matriculados no Ensino Médio da escola, a inexistência de participantes do segundo ano deve ser porque o professor pesquisador não lecionava aulas para estas turmas.

Figura 14: Distribuição dos participantes por série.



Fonte: o autor (2021)

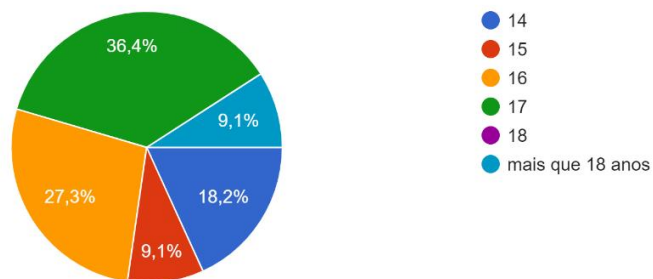
O grupo tem faixa etária média de 16,2 anos. A distribuição por idade pode ser observada na Figura 15. Especificamente, 2 estudantes possuem 14 anos (18,2%), 1 estudante 15 anos (9,1%), 3 estudantes 16 anos (27,3%), 4 possuem 17 anos (36,4%) e 1 estudante 19 anos (9,1%).

Do total, 8 estudam no turno matutino (72,7%) e 3 no noturno (27,3%), conforme mostra a Figura 16.

Cerca de 63,3% dos participantes são do gênero masculino, correspondendo a 7 estudantes e 36,4% do feminino, correspondendo a 4 estudantes, conforme mostra a Figura 17.

Figura 15: Distribuição dos participantes por faixa etária.

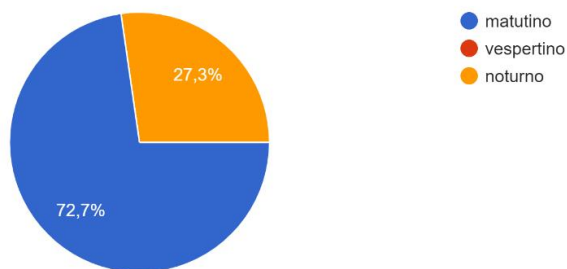
Idade:  
11 respostas



Fonte: o autor (2021)

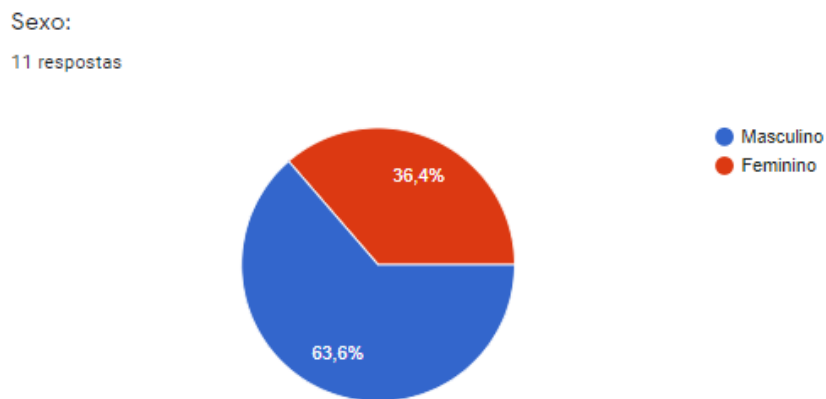
Figura 16: Distribuição dos participantes por período de estudos.

Período que estuda:  
11 respostas



Fonte: o autor (2021)

Figura 17: Distribuição dos participantes por gênero.



Fonte: o autor (2021).

Todos os estudantes possuem celulares, computadores e acesso à internet em suas casas.

A seguir serão apresentados os resultados de acordo com as categorias que foram propostas na seção 3.3.1, à saber, 1) A evolução do pensamento computacional, com as subcategorias decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo; 2) Motivação a partir das aplicações da Física; 3) Dificuldades dos estudantes durante o curso.

As respostas dos estudantes aos questionários inicial e final, as atividades realizadas por eles, as anotações provenientes das observações e gravações de aulas foram analisadas a partir do estabelecimento das unidades de contexto - onde ocorre a interpretação dos textos a serem decodificados - e de registro - que podem ser palavras, frases, atitudes. Em seguida, os resultados dessa análise foram enquadrados nas categorias.

Para Franco (2005, p. 54)

[...] a referência aos índices e a elaboração de indicadores ... em grande parte das investigações, qualquer que seja o tema explicitado, o mesmo passa a ter mais importância para a análise dos dados, quanto mais frequentemente for mencionado. Neste caso, o indicador correspondente será a frequência observada acerca do tema em questão. Para tal, deve-se recorrer a uma análise quantitativa sistemática para que seja possível identificar a frequência relativa ou absoluta do tema escolhido e a proporcionalidade de sua menção em relação a outros temas igualmente presentes.

Em decorrência, muitas análises estarão representadas pelas figuras de suas frequências, para evidenciar de forma mais clara as representações destas frequências encontradas na base de dados.

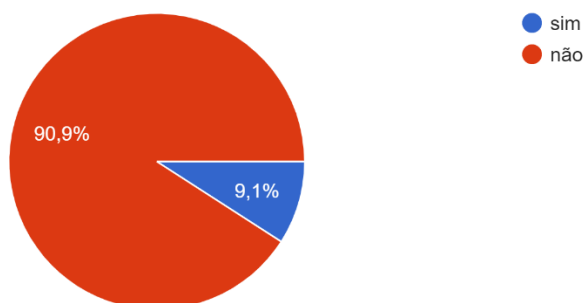
## 4.2 A evolução do pensamento computacional

Como apresentado na fundamentação teórica, o pensamento computacional é alicerçado por quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo. Nesta etapa da análise, buscar-se-á elementos nas atividades, diálogos e respostas dos estudantes que permitam evidenciar cada um destes pilares, bem como a evolução dos estudantes no decorrer do curso.

Na questão 4 do questionário aplicado no início do curso colocou-se a seguinte questão aos estudantes: “Você já teve aulas de lógica ou linguagem de programação, qualquer que seja a linguagem?”. Do total de respostas, 10 estudantes escolheram a opção “não”, correspondendo a 90,9% e somente um assinalou “sim”, correspondendo a 9,1%. A Figura 18 apresenta esse resultado de forma visual.

Figura 18: Distribuição de estudantes quanto ao contato com estudo de lógica ou linguagem de programação.

4) Você já teve aulas de lógica ou linguagem de programação, qualquer que seja a linguagem?  
11 respostas



Fonte: o autor (2021).

Esta questão permitiu identificar que o conhecimento dos estudantes sobre o assunto era mínimo ou quase nulo. Houve também um diálogo sobre esta questão durante o primeiro encontro. Nessa oportunidade um estudante afirmou que já teve contato com alguma linguagem de programação, mas que não sabia muita coisa sobre o assunto, conforme é possível depreender da fala do estudante: *“No meu curso tive algumas aulas de linguagem, mas não sei quase nada”*. (E3).

Neste mesmo diálogo, o pesquisador também sondou se os estudantes conheciam o potencial do uso da lógica e programação para a resolução de problemas na área de Ciências da Natureza. Os mesmos responderam que desconheciam como iriam utilizar estes conhecimentos. Esse resultado motivou ainda mais o pesquisador no sentido de mostrar o potencial desse conhecimento para a resolução de problemas de Física.

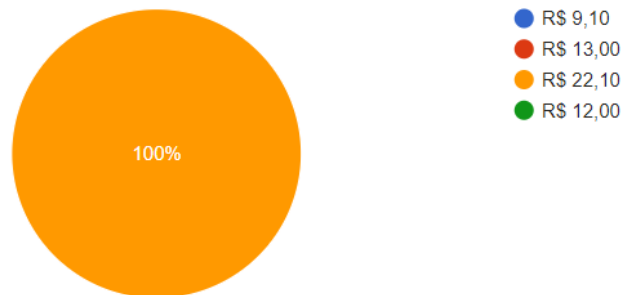
#### **4.2.1 Decomposição**

A questão 8 do questionário inicial apresentou 100% de acerto nas respostas dos estudantes. Por se tratar de uma questão que pode ser resolvida separando-a em partes, presumiu-se que decompor um problema não seria uma barreira para os estudantes. A Figura 19, apresenta as possibilidades de respostas e o percentual de 100% de acerto na referida questão.

Figura 19: Primeira questão de aplicação de lógica.

12) As maçãs custam R\$ 1,30 cada se forem compradas menos de uma dúzia, e R\$ 1,00 se forem compradas pelo menos 12. Você pagará por pacote, onde inseriu 7 maçãs em um pacote e 13 maçãs em outro pacote, quanto custa cada pacote e qual o valor total da compra?

11 respostas



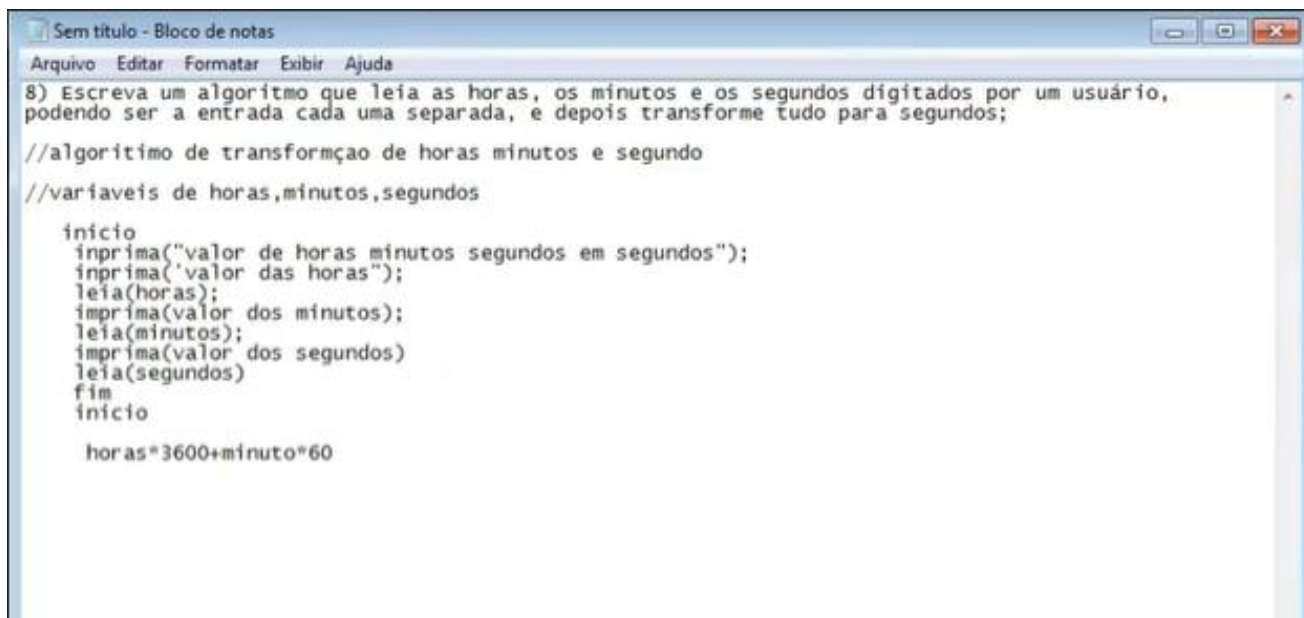
Fonte: o autor (2021).

A sequência das atividades do curso demonstrou que a habilidade correspondente ao pilar decomposição não seria uma dificuldade para os estudantes evoluírem no desenvolvimento do pensamento computacional. Na aula 3, ao solicitar que os estudantes resolvessem o problema 8 do capítulo 1 da apostila, que traz em seu conteúdo conceitos de física sobre transformações de unidades, constatou-se que a interação entre os estudantes pode contribuir para a visualização das partes que podem ser decompostas em um problema.

O referido problema solicitava que os estudantes desenvolvessem um algoritmo capaz de realizar a leitura das horas, minutos e segundos digitados por um usuário através da interface de um computador e em seguida realizasse as transformações das unidades para apresentar o resultado em segundos. Após interações entre os estudantes, estímulo e orientações do professor, o estudante E8 apresentou um resultado que indica a decomposição do problema em partes para posterior solução: *“Acho cada resultado e depois somo esses resultados, tudo em uma linha só.”* (E8).

O algoritmo desenvolvido pelo estudante pode ser visualizado na Figura 20.

Figura 20: Resolução parcial do estudante E8 do exercício 8 do capítulo 1.



```
Sem título - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
8) Escreva um algoritmo que leia as horas, os minutos e os segundos digitados por um usuário,
podendo ser a entrada cada uma separada, e depois transforme tudo para segundos;
//algoritmo de transformação de horas minutos e segundo
//variaveis de horas,minutos,segundos
início
  imprima("valor de horas minutos segundos em segundos");
  imprima('valor das horas');
  leia(horas);
  imprima(valor dos minutos);
  leia(minutos);
  imprima(valor dos segundos)
  leia(segundos)
fim
início
  horas*3600+minuto*60
```

Fonte: o autor (2021).

A produção do estudante E8 mostra que ele conseguiu decompor o problema para em seguida resolver o todo. Outros estudantes demonstraram ter atingido parcialmente a habilidade decomposição, conforme é possível depreender dos seguintes relatos: “*Professor, eu consegui fazer até o último*”. (E8). “*Professor, eu fui até o leia, a soma das partes eu não tinha feito, não sabia como continuar, mas declarei as variáveis*”. (E4).

Outros problemas e exercícios serviram como evidência da evolução dos estudantes em termos da habilidade decomposição. Percebe-se que eles entenderam que muitos problemas podem ser separados em partes para facilitar a sua resolução. O desenvolvimento da habilidade decomposição é importante devido à hierarquia existente na construção e entendimento dos quatro pilares que sustentam o desenvolvimento do pensamento computacional, pois o desenvolvimento do primeiro pilar contribui para o desenvolvimento dos pilares subsequentes.

#### 4.2.2 Reconhecimento de padrões

Conforme apresentado na fundamentação teórica, reconhecer padrões é uma habilidade que permite utilizar um mesmo esquema para solucionar

problemas parecidos. No caso do curso proposto, para que um algoritmo seja escrito de forma correta, alguns padrões devem ser entendidos e seguidos, como por exemplo, uma sequência correta de comandos. Para a tomada de dados digitados por um usuário, inicialmente deve-se mostrar na tela uma frase perguntando o valor a ser digitado, após esta frase, deve-se inserir um comando para leitura e armazenamento da informação digitada pelo usuário.

Na terceira aula do curso foi proposto a elaboração de um algoritmo que analisasse se um número digitado pelo usuário era positivo ou negativo. Em seguida o resultado deveria ser impresso na tela. Dois estudantes interagiram apresentando indícios do desenvolvimento do pilar reconhecimento de padrões, com as seguintes falas: *“Insere um texto perguntando o valor da variável com imprime e depois seria leia”*. (E2). *“Leia a variável que irá armazenar o valor digitado”*. (E3).

De acordo com a definição de Brackmann (2007), estes estudantes estavam desenvolvendo a habilidade de reconhecer padrões para construir o algoritmo.

Após a finalização da construção do algoritmo, os estudantes aplicaram a estratégia de verificação conhecida como “Teste de Mesa”. Esse teste consiste em analisar imaginariamente cada linha do algoritmo para verificar a ocorrência de erros. Nesse momento, percebeu-se que os estudantes conseguiram organizar melhor seu raciocínio lógico e entender o reconhecimento de padrões, pois esta forma de raciocínio corresponde a uma organização ou estruturação de raciocínios que nos permite, de acordo com determinadas normas ou sequência de padrões, chegar a uma conclusão ou resolver um problema.

Alguns estudantes que até então não haviam interagido durante a aula, sentiram-se mais confiantes e passaram a colaborar. Este foi o caso dos estudantes E2, E3, E4 e E6, que quando perguntado se haviam entendido as etapas para o reconhecimento de padrões, forneceram as seguintes respostas: *“Assim consegui entender melhor professor”*. (E2). *“Agora sim!”*. (E3). *“Sim professor, consegui entender dessa forma esta sequência”*. (E4). *“Sim professor”*. (E6).

Na mesma aula, durante a resolução em grupo de um exercício que envolvia conceitos de física (transformação de unidades de comprimento



(exercício 7 do capítulo 1 da apostila), os estudantes perceberam que existem partes do código de um programa que são muito utilizadas em outros programas. Essas partes podem ser identificadas por comentários para que, em caso de necessidade de alterações no código, possam ser facilmente localizadas. Os estudantes E4 e E8 comentaram o que deve ser feito para identificar esses padrões: “*Inserir um comentário*”. (E4). “*Inserir um comentário que identifique o exercício e depois um ‘comentário’ de declaração de variáveis*”. (E8).

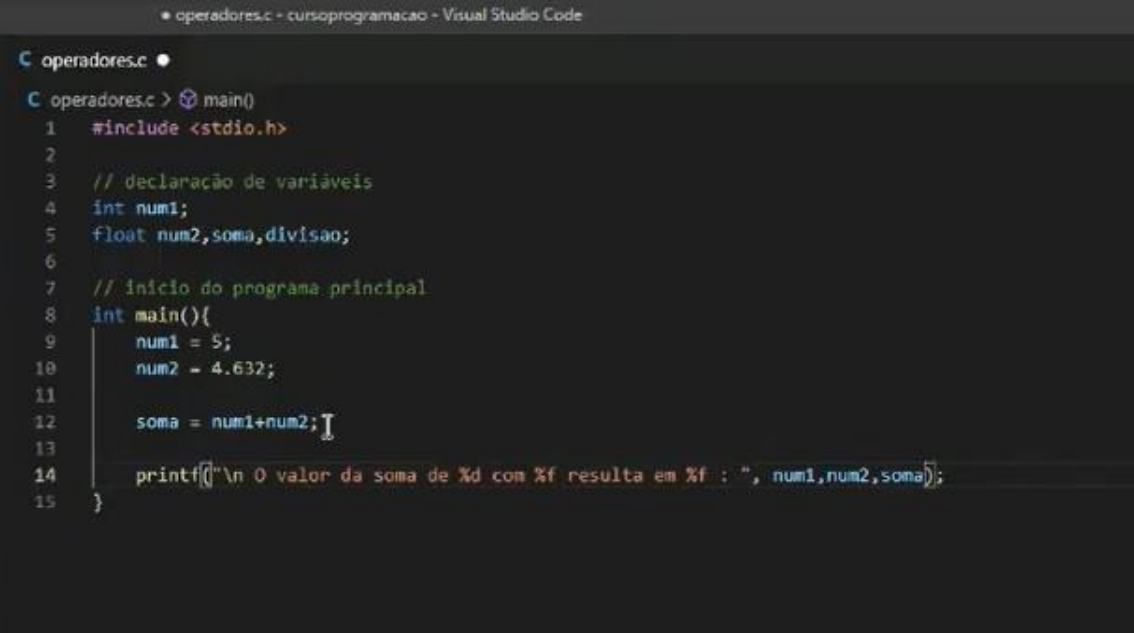
Outro exemplo, de reconhecimento de padrões ficou evidente quando o estudante E5 entendeu e comentou que a transformação de unidades poder ser realizada pela declaração de uma constante: “*A transformação da polegada deve ser uma constante*”. (E5).

Na mesma direção, E8 indica o que deve ser feito para transformar a unidade de comprimento centímetro para polegadas: “*Imprimir uma frase inicial com uma pergunta*”. (E8). “*Deve ser feita uma divisão por 2,54*”. (E8).

É válido destacar que foi notório que os outros estudantes também entenderam que os comentários inseridos em um algoritmo facilitam a resolução do problema e a identificação de cada parte do código fonte.

Na aula 4 do curso, também foi possível observar o desenvolvimento da habilidade de reconhecer padrões. No início desta aula foram realizadas demonstrações com os operadores aritméticos, conforme mostra a Figura 21.

Figura 21: Testando operadores e funções na linguagem C.



```
operadores.c - cursoprogramacao - Visual Studio Code
C operadores.c
C operadores.c > main()
1  #include <stdio.h>
2
3  // declaração de variáveis
4  int num1;
5  float num2,soma,divisao;
6
7  // início do programa principal
8  int main(){
9      num1 = 5;
10     num2 = 4.632;
11
12     soma = num1+num2;
13
14     printf("\n O valor da soma de %d com %f resulta em %f : ", num1,num2,soma);
15 }
```

Fonte: o autor (2021).

Após a demonstração, os estudantes foram instigados a comentar se haviam entendido a lógica envolvida e a sequência obrigatória de comandos, o que se configura em um reconhecimento de padrões, que precisava figurar no código para que o compilador conseguisse interpretar o algoritmo sem que houvesse acusação de erros na sintaxe. Neste ponto do diálogo, os estudantes conseguiram entender e relacionar que o comando explicado anteriormente “imprime”, agora seria utilizado como “printf”, e o comando explicado anteriormente como “leia”, agora seria utilizado como “scanf”.

Após terminar a exemplificação, os comentários dos estudantes foram pertinentes e demonstraram que o pilar reconhecimento de padrões estava sendo desenvolvido. É o que se pode inferir a partir dos seguintes comentários:

*“Professor eu já estava fazendo aqui!”. (E3). “Professor, estou entendendo um pouco mais hoje!”. (E9). “Professor, só tenho dúvida no printf, mas consegui entender de boa!”. (E10). “Professor, me ajuda a instalar o VSCode no meu computador? Mas estou conseguindo entender os comandos!”. (E4).*

Na sequência das aulas cinco e seis, foi possível também perceber a evolução da habilidade de reconhecer padrões quando se implementou os comandos de repetição “para-faça” e “enquanto-faça”. Todos os estudantes conseguiram reconhecer que esses comandos utilizados para fazer o algoritmo poderiam ser trocados pelos comandos “for” e “while” na linguagem C de programação.

### **4.2.3 Abstração**

De acordo com o referencial teórico apresentado no capítulo 2, a habilidade de abstrair se refere à capacidade de extrair apenas os dados necessários para resolver um problema a partir de um conjunto de dados mais amplo.

A análise das respostas à questão 9 do questionário inicial mostrou que os estudantes sentem dificuldades para imaginar um problema e dele retirar os dados necessários para solucioná-lo. O enunciado da questão 9 dizia “Duas

tartarugas estavam juntas e começaram a caminhar em linha reta em direção a um lago distante. A primeira tartaruga percorreu 30 metros por dia e demorou 16 dias para chegar ao lago. A segunda tartaruga só conseguiu percorrer 20 metros por dia e, portanto, chegou ao lago alguns dias depois da primeira. Quando a primeira tartaruga chegou ao lago, o número de dias que ela teve que esperar para a segunda tartaruga chegar foi de?”.

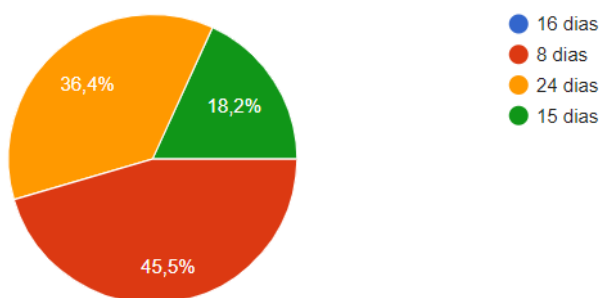
Este é um problema que se resolve de forma simples sem a necessidade de manipulações matemáticas complexas. Basta calcular a distância total que a primeira tartaruga percorreu multiplicando-se o número de dias que levou para percorrer todo o trajeto pela distância que percorreu em cada um dos dias:  $16 \times 30 = 480$  metros. Em seguida, divide-se o resultado pela distância diária que a segunda tartaruga percorreu:  $480 / 20 = 24$  dias. Por fim, basta subtrair desse resultado o número de dias que a primeira tartaruga levou para percorrer todo o trajeto, obtendo-se o número de dias que a primeira tartaruga teve que esperar a segunda:  $24 - 16 = 8$  dias.

Dentre as respostas, verifica-se que somente 5 estudantes assinalaram a resposta correta, correspondendo a 45,5% dos estudantes. A Figura 22 sintetiza o percentual de todas as respostas.

Figura 22: Segunda questão de aplicação de lógica.

13) Duas tartarugas estavam juntas e começaram a caminhar em linha reta em direção a um lago distante. A primeira tartaruga percorreu 30 metros por dia e demorou 16 dias para chegar ao lago. A segunda tartaruga só conseguiu percorrer 20 metros por dia e, portanto, chegou ao lago alguns dias depois da primeira. Quando a primeira tartaruga chegou ao lago, o número de dias que ela teve que esperar para a segunda tartaruga chegar foi de?

11 respostas



Fonte: o autor (2021).

As anotações realizadas pelo pesquisador no diário de bordo permitem inferir que a habilidade de abstrair precisa ser melhor desenvolvida pelos estudantes. De acordo com as anotações realizadas, os estudantes apresentaram dificuldades para interpretar e imaginar a situação descrita no enunciado do problema, mais especificamente, não conseguiram relacionar nenhuma proporção de razão direta ou inversa, ou organizar o raciocínio de modo a conseguir resolver o problema.

Durante a aula remota 3, foi feito um levantamento junto aos estudantes para sondar as principais dificuldades que eles estavam sentindo até o momento. A seguir, são apresentados alguns relatos: *“Achando bem legal, mas bem complicado a lógica, porque cada pergunta é uma lógica”*. (E3). *“Estou achando bem interessante, mas o mesmo problema da E3, a lógica está me pegando de jeito”*. (E4). *“Estou achando bem legal, bem interessante”*. (E5). *“Top demais professor, só a lógica complicada também”*. (E6).

A partir dessas percepções, que também representa um momento de auto avaliação dos estudantes, é possível perceber que a principal dificuldade que eles sentem está relacionada com o raciocínio lógico, que por sua vez está relacionado com a pouca habilidade para organizar e selecionar os dados relevantes de um problema, ou seja, com a habilidade de abstrair.

A evolução da habilidade de abstrair começa a ser percebida durante a resolução de um exercício na sexta aula do curso. O exercício solicitava o desenvolvimento de um código que permitisse a leitura de 3 números quaisquer a partir do teclado e que em seguida fosse mostrada uma mensagem na tela dizendo qual deles era o maior.

O estudante E3 compartilhou sua tela no Google Meet, conforme Figura 23, para que pudesse mostrar aos colegas como ele havia resolvido o exercício, a lógica envolvida e o seu algoritmo. O professor explicou a lógica utilizada por E3 para que os outros colegas que não haviam entendido pudessem entender e criar seus próprios códigos. Para os estudantes que não chegaram ao resultado final, o professor disponibilizou no chat uma das possíveis respostas para que eles pudessem testar em seus computadores. O estudante E11, demonstrando evolução na habilidade de abstrair, comentou o seguinte: *“Professor achei muito*

legal esse exercício, estou testando aqui, estou começando a entender melhor agora". (E11).

Figura 23: Tela do computador do estudante A3 com solução do exercício 2 do capítulo 2.

The screenshot shows the Visual Studio Code interface. The editor displays a C program named 'exercicios.c' with the following code:

```

1  #include <stdio.h>
2
3  int main(){
4      int cont;
5      int valor[3];
6      int maior, teste;
7
8      for(cont=0; cont<=2; cont++){
9          printf("\n Digite o valor %d :", cont+1);
10         scanf("%d", &valor[cont]);
11     }
12

```

The terminal window shows the execution of the program. The command prompt is at 'PS C:\Users\matte\OneDrive\Área de Trabalho\programação em c\nasa> & .\"exercicio2.exe\" undefined'. The output shows an error message: '& : O termo '.exercicio2.exe' não é reconhecido como nome de cmdlet, função, arquivo de script ou programa operável. Verifique a grafia e o caminho tiver sido incluído, veja se o caminho está correto e tente novamente. No linha:1 caractere:3 + & .\"exercicio2.exe\" undefined'. The error details are: '+ CategoryInfo : ObjectNotFound: (.exercicio2.exe:String) [], CommandNotFoundException' and '+ FullyQualifiedErrorId : CommandNotFoundException'. The terminal also shows the command 'cd "c:\Users\matte\OneDrive\...' and the successful execution of the program: 'PS C:\Users\matte\OneDrive\Área de Trabalho\programação em c> & .\"exercicio2.exe\"'. A status bar at the bottom right indicates '1: C/C++ Compile Run' and 'Compiled successfully!'.

Fonte: o autor (2021).

De acordo com Brackmann (2017), conseguir organizar e selecionar os dados (neste caso os comandos) que podem ser utilizados para a solução de um problema está intimamente relacionado com a habilidade de abstrair. Sabe-se que esta é uma habilidade, assim como as demais, que não se desenvolve em poucos dias ou aulas. Entretanto, foi possível perceber através do curso que os estudantes evoluíram nessa habilidade e que apresentaram potencial para evoluir ainda mais.

### 4.2.3 Algoritmo

Elaborar algoritmos, de acordo com Brackman (2017), diz respeito à habilidade de organizar e ordenar um conjunto de instruções para resolver um

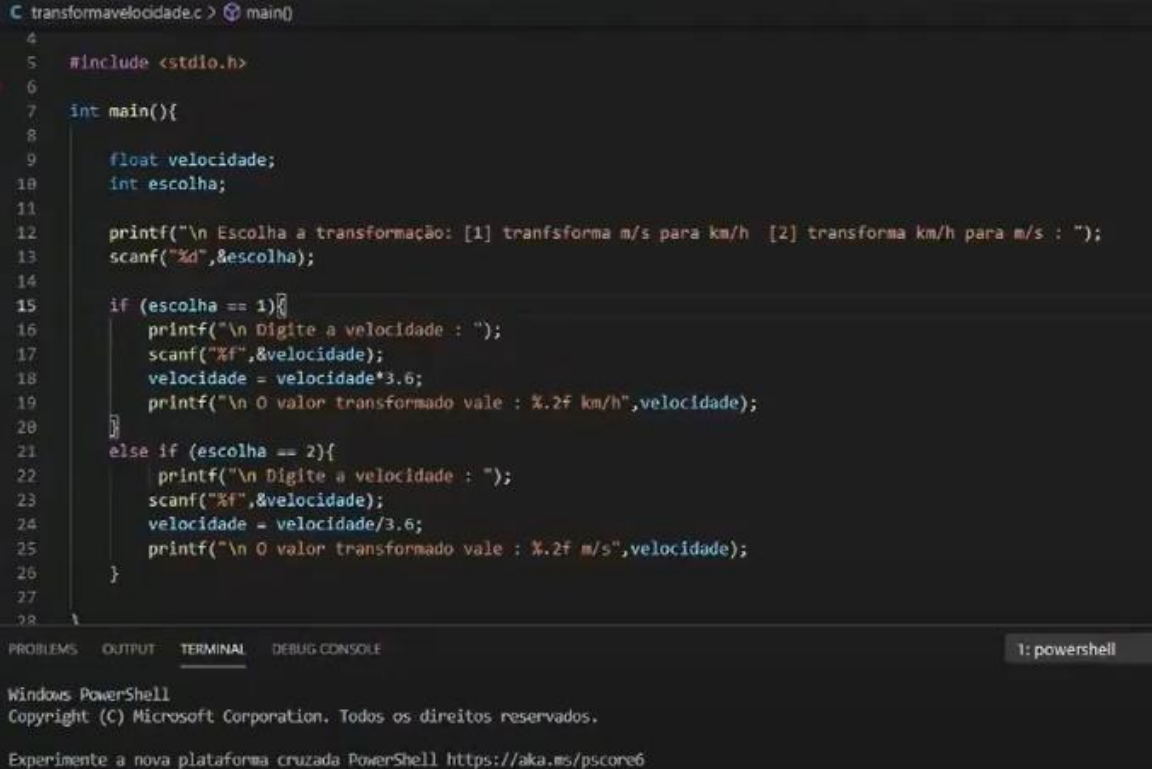
problema. Depois disso, é possível escrevê-las na forma de códigos de uma linguagem de programação. Entende-se que para ter a habilidade de escrever algoritmo bem desenvolvida, é necessário que as outras três habilidades se desenvolvam de forma concomitante.

A aula referente ao encontro 7 permitiu fazer uma avaliação de como os estudantes estão evoluindo em termos da habilidade de construir algoritmos. Neste encontro os estudantes precisavam apresentar a construção de alguns algoritmos que foram solicitados na aula anterior. Do total de participantes, 7 (63,6%) conseguiram desenvolver e executar os algoritmos no ambiente VSCode e em seguida codificá-lo na linguagem C de programação.

Alguns resultados são mostrados e analisados a seguir com as telas compartilhadas dos estudantes durante a aula remota.

O estudante E11 desenvolveu o algoritmo que possibilita ao usuário transformar velocidade de km/h para m/s e vice-versa. Para isso, ele utilizou muito bem os comandos condicionais “if” e “else”, conforme mostra a Figura 24. O mesmo estudante também conseguiu desenvolver outros códigos em linguagem C de programação, apresentando evolução no entendimento dos conceitos e aplicações.

Figura 24: tela compartilhada do estudante E11.



```
C:\transformavelocidade.c > main()
4
5 #include <stdio.h>
6
7 int main(){
8
9     float velocidade;
10    int escolha;
11
12    printf("\n Escolha a transformação: [1] transforma m/s para km/h [2] transforma km/h para m/s : ");
13    scanf("%d",&escolha);
14
15    if (escolha == 1){
16        printf("\n Digite a velocidade : ");
17        scanf("%f",&velocidade);
18        velocidade = velocidade*3.6;
19        printf("\n O valor transformado vale : %.2f km/h",velocidade);
20    }
21    else if (escolha == 2){
22        printf("\n Digite a velocidade : ");
23        scanf("%f",&velocidade);
24        velocidade = velocidade/3.6;
25        printf("\n O valor transformado vale : %.2f m/s",velocidade);
26    }
27
28 }
```

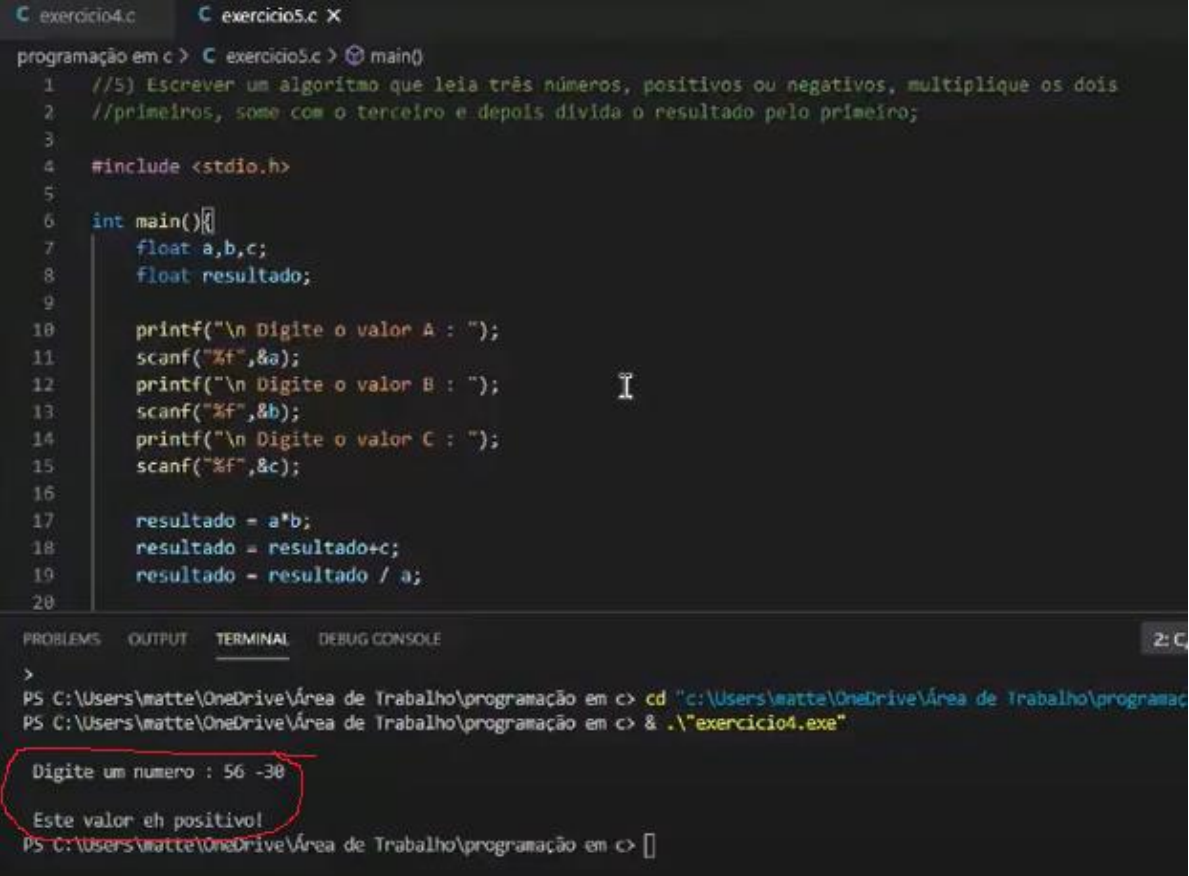
PROBLEMS OUTPUT TERMINAL DEBUG CONSOLE 1: powershell

Windows PowerShell  
Copyright (C) Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.  
Experimente a nova plataforma cruzada PowerShell <https://aka.ms/pscore6>

Fonte: o autor (2021).

Outro exemplo de desenvolvimento do pilar algoritmo é apresentado pela produção do estudante E4, que conseguiu resolver um exercício que verificava se um número ao ser digitado pelo usuário era positivo ou negativo. E4 utilizou os comandos de escrita em tela “printf” e leitura de valor digitado “scanf”, conforme mostra a Figura 25.

Figura 25: tela do estudante E4 com resolução de exercício em linguagem de programação em C.



```
C exercicio4.c C exercicio5.c X
programação em c > C exercicio5.c > main()
1 //5) Escrever um algoritmo que leia três números, positivos ou negativos, multiplique os dois
2 //primeiros, some com o terceiro e depois divida o resultado pelo primeiro;
3
4 #include <stdio.h>
5
6 int main(){
7     float a,b,c;
8     float resultado;
9
10    printf("\n Digite o valor A : ");
11    scanf("%f",&a);
12    printf("\n Digite o valor B : ");
13    scanf("%f",&b);
14    printf("\n Digite o valor C : ");
15    scanf("%f",&c);
16
17    resultado = a*b;
18    resultado = resultado+c;
19    resultado = resultado / a;
20
PROBLEMS OUTPUT TERMINAL DEBUG CONSOLE 2: C
>
PS C:\Users\matte\OneDrive\Área de Trabalho\programação em c> cd "c:\Users\matte\OneDrive\Área de Trabalho\programação em c"
PS C:\Users\matte\OneDrive\Área de Trabalho\programação em c> & .\exercício4.exe
Digite um numero : 56 -30
Este valor eh positivo!
PS C:\Users\matte\OneDrive\Área de Trabalho\programação em c> |
```

Fonte: o autor (2021).

No próximo exemplo, Figura 26, o estudante E5 desenvolveu um programa que soma e multiplica constantes. E5 consegue utilizar corretamente o modo de escrita em tela dos resultados, comprovando sua evolução na utilização dos pilares do pensamento computacional para resolução deste exercício.



Figura 26: tela do estudante E5, com resolução de exercício do material didático.

```

programação em C > C medidas.c > ..
6  int a,b,c,d;
7  int soma;
8  int multiplica;
9  int resultado;
10 int medida;
11
12 int main(){
13     a=10;
14     b=20;
15     c=10;
16     d=20;
17
18     soma = a+b+c+d;
19     multiplica = a*b;
20     printf("\n soma medida %d",soma);
21
22     printf("\n multiplica medida %d",multiplica);
23
24
25 }

```

PROBLEMS OUTPUT TERMINAL DEBUG CONSOLE

Fonte: o autor (2021).

#### 4.2.4 Síntese da evolução do pensamento computacional

Acredita-se aqui, que entender como funciona cada peça de um relógio não garante que se entenda o funcionamento do relógio. Isso vale também para os 4 pilares que, segundo Brackman (2017), sustentam o pensamento computacional. Embora não se tenha essa garantia, foi possível perceber ao final do curso que houve sim evolução do pensamento computacional dos estudantes, considerando que os mesmos, ao final de sete encontros, já estavam aplicando o conhecimento adquirido na resolução dos exercícios propostos no material didático elaborado pelo pesquisador em linguagem de programação em C.

Percebeu-se também que nos três últimos encontros os estudantes conseguiram entender e desenvolver algoritmos em linguagem específica aplicada a programação em placa Arduino no simulador Tinkercad. Importante ressaltar que um dos objetivos da pesquisa está relacionado ao entendimento pelos estudantes da organização da lógica de construção de algoritmos, considerada como evolução do pensamento computacional e aplicação desta lógica na programação em Arduino, sendo muito semelhante na parte semântica

à programação em linguagem C. Por isto a escolha desta linguagem de programação.

Além desses indícios de evolução do pensamento computacional dos estudantes, foi proposta uma auto avaliação no último encontro do curso em que os estudantes tinham que descrever o que haviam aprendido durante o curso. No quadro 3 são apresentados alguns fragmentos de respostas:

Quadro 3: Respostas transcritas dos estudantes a uma pergunta do questionário aplicado ao final do curso.

Estudantes	Questão 2) Descreva o que você aprendeu durante o curso de Lógica, Linguagem de programação em "C" e utilização do Arduino para o Ensino de Física.
E1	<i>Compreendi que é possível pelo uso do Arduino resolver questões de física e por elas em prática, como velocidades, peso, altura, quantidade, movimento, etc.</i>
E2	<i>Irei usar a programação C nas minhas atividades de física para responder a questão.</i>
E3	<i>Aprendi a usar a lógica, usar "termos" de programação e fiz uma revisão de matemática.</i>
E4	<i>Tudo o que eu aprendi era novidade. Aprendemos os comandos usados na programação, a estrutura, as funções e o uso do Arduino, sua para o que serve, onde pode ser usado e no que é usado as peças.</i>
E5	<i>Aprendi a resolver problemas do dia a dia com linguagem de programação, e criar objetos usando ela.</i>
E6	<i>Aprendi a programar algumas coisas e desenvolvi minha lógica de programador.</i>
E7	<i>Quando bem aplicado o uso da programação, facilita o desenvolvimento da questão.</i>
E8	<i>Aprendi bastante códigos no qual eu era totalmente leigo sobre o assunto, atualmente estou assistindo e reassistindo as aulas, descobri um novo equipamento chamado Arduino, quero muito</i>

	<i>conseguir um pra fazer projetos na escola, quando chegar a vacina claro.</i>
E9	<i>Apreendi a fazer programas, resolver problemas, apenas utilizando a tecnologia, o que pode vir a me ajudar muito. Caso eu queira ainda posso estudar sobre isso, assim, melhorando meus conhecimentos e ainda, caso eu queira estar trabalhando com isso.</i>
E10	<i>Apreendi a transformar grandezas físicas e diversas equações como MRU, MRUV, formula do Sorvetão, pelo computador."</i>
E11	<i>Linguagem de programação e etc.</i>

Fonte: o autor (2021).

A análise dessas declarações mostra que 8 estudantes relacionaram suas respostas com aprendizagem em lógica ou programação, perfazendo o percentual de 72%. No diálogo que seguiu essas respostas, os estudantes enfatizaram que o maior ganho de aprendizado estava relacionado a conseguir ler um exercício e em seguida criar um algoritmo para resolução do mesmo.

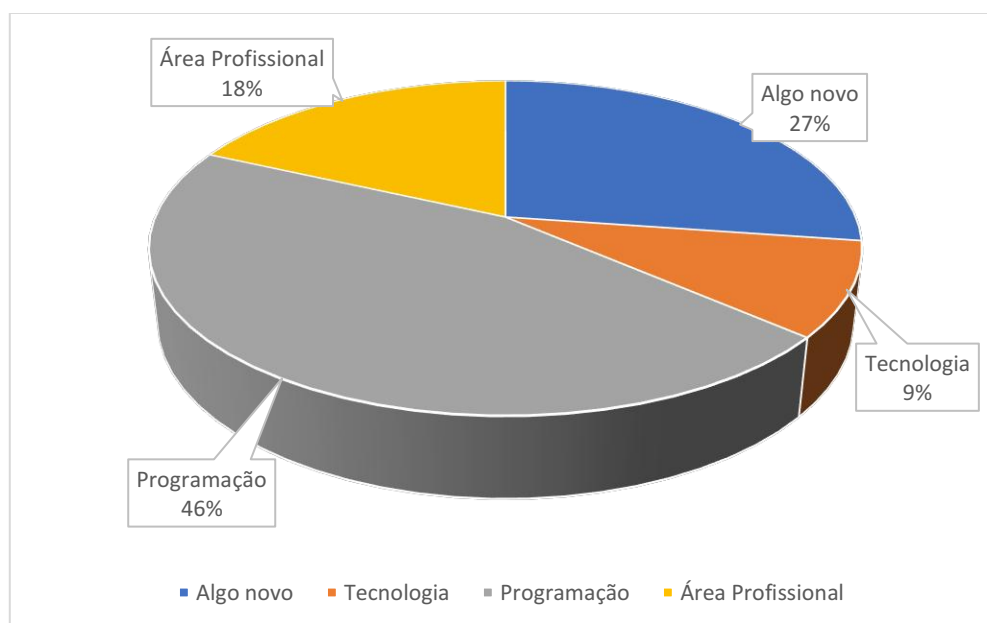
No entanto, é necessário ter cautela quanto aos resultados obtidos e a afirmação de que esta é uma boa estratégia que contribui para que os estudantes aprendam física. Como ainda são poucos os estudos que analisam este tipo de abordagem, acredita-se ser necessário ampliar o número de experiências e análises que tenham como base o desenvolvimento do pensamento computacional. Assim, será possível avaliar e conhecer as reais contribuições dessa abordagem para o ensino de física.

### **4.3 Motivação a partir das aplicações da física**

Uma das premissas para o desenvolvimento do curso de lógica, programação e Arduino era proporcionar momentos de aprendizagem para os estudantes em que eles pudessem visualizar e aplicar os conceitos de física. O questionário inicial permitiu examinar quais foram as **motivações iniciais** para que os estudantes se inscrevessem no curso. As respostas e as respectivas

frequências absolutas foram separadas nas seguintes subcategorias: a) Algo novo – 3 estudantes; b) Tecnologia – 1 estudante; c) Programação – 5 estudantes; d) Área profissional – 2 estudantes. A Figura 27 fornece a distribuição da porcentagem das respostas.

Figura 27: Distribuição da categorização das expectativas motivacionais de participação do curso.



Fonte: o autor (2021).

O quadro 4 apresenta algumas respostas e a indicação de qual subcategoria ela foi enquadrada.

Quadro 4: Transcrição de repostas dos estudantes do questionário aplicado no início do curso.

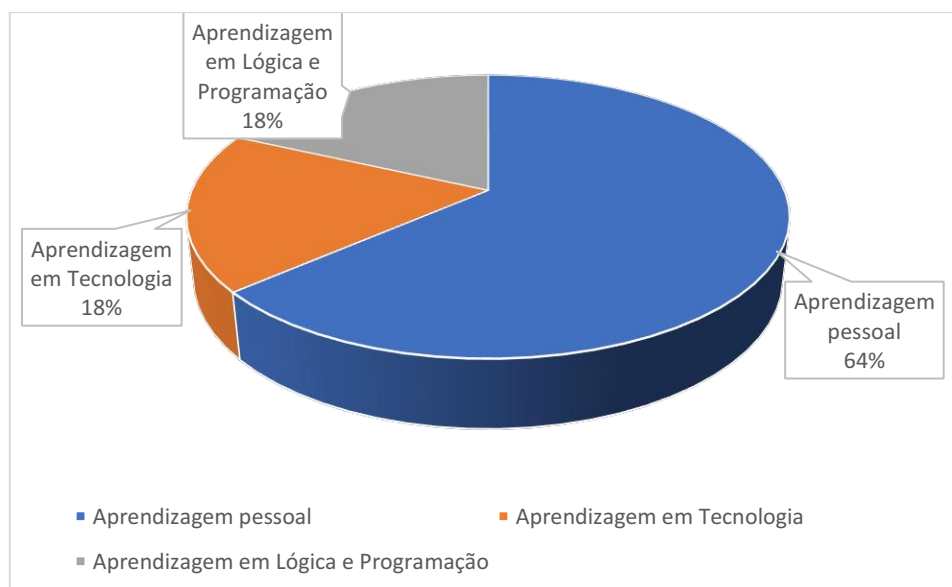
Categoria	Motivo que levou o estudante a se inscrever no curso.
Tecnologia	<i>“Tecnologia, matemática, são umas das minhas matérias preferidas, e queria me aprofundar mais na tecnologia.” (E2).</i>
Área profissional	<i>“Eu quero ter uma qualificação para trabalhar com programação, pois já fiz um curso de dois anos de programação e outros programas”. (E3).</i>
Programação	<i>“Porque a Programação é o futuro e acho importante tentar”. (E4).</i>

Fonte: o autor (2021).

Sobre as expectativas relacionadas ao curso, nas respostas dos estudantes à questão dois do questionário inicial, percebeu-se três categorias principais de respostas: a) aprendizagem pessoal – 7 estudantes; b) aprendizagem em tecnologia – 2 estudantes; c) aprendizagem em lógica e programação – 2 estudantes, como demonstra a Figura 28.

Verifica-se nas respostas dos estudantes que 64% afirmaram que a expectativa de aprendizagem estava relacionada à aprendizagem pessoal, 18% afirmaram que foi por querer aprender mais sobre tecnologia e 18% que foi para aprender lógica e programação. Comparados estes dados com os anteriores, vemos que essas respostas se encaixam nas três subcategorias enquadradas: Tecnologia, Área Profissional e Programação.

Figura 28: Distribuição das respostas quanto as expectativas de aprendizagem.



Fonte: o autor (2021).

Percebe-se inicialmente, de acordo com as respostas dos estudantes às duas questões, que se trata de um grupo interessado em aprender conteúdos que muitas vezes não são trabalhados na escola. É oportuno lembrar que segundo Prensky (2011) eles são considerados Nativos Digitais e que, como já era esperado, suas expectativas se relacionam com o uso das TDIC, principalmente com a área da programação. As respostas são condizentes com

as expectativas pessoais de aprendizagem, pois de acordo com relatos durante o curso, o aprendizado seria utilizado após o término do ensino médio.

Ainda sobre a percepção do professor relacionada à motivação durante o curso, observava-se constantemente a disposição dos estudantes para aprender e o empenho para realizar as tarefas, algo raro durante as aulas de física tradicionais.

Um exemplo que pode ser mencionado, dentre vários similares, ocorreu durante a aula 6. Ao mesmo tempo que o professor digitava e mostrava para os estudantes a criação de um algoritmo em tela, o estudante E2 em seu computador tentava reproduzir o algoritmo e interagia com o professor com dúvidas, pois na tela do estudante estava acusando algum erro de compilação. A tentativa de buscar a solução e descobrir onde estava errando é um fator importante para a aprendizagem e evolução do pensamento computacional.

Outro exemplo ocorreu na aula 7 quando os estudantes foram divididos em duplas para pesquisar sobre projetos de Arduino desenvolvidos para ensinar e aprender os conteúdos de energia, eletricidade, movimento, temperatura e força. Nitidamente os estudantes pareciam animados por poder relacionar programação, Arduino e Física.

Também na aula sete foi apresentado o simulador Tinkercad<sup>11</sup>, que permite executar projetos online utilizando o Arduino. Foram desenvolvidos circuitos básicos com sensores e atuadores, simulações do controle de motores e servo-motores. A apresentação dessas aplicações ensejou comentários entusiasmados, como o do estudante E11: *“Professor, eu testei aquele site com o simulador do Arduino, consegui acender aquele LED, como o senhor mostrou na aula passada” (E11)*. O mesmo estudante mostrou por meio do compartilhamento de tela que conseguiu realizar todos os exercícios de programação em linguagem C propostos até aquele momento.

Aproveitando-se do momento de descontração e entusiasmo, o professor mostrou outros dois projetos desenvolvidos e montados por ele: a aranha robô e o mostrador de 7 segmentos com LED's em uma placa protoboard. Ambos os projetos utilizaram o Arduino Nano, como mostra a Figura 29:

---

<sup>11</sup> [www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)

Figura 29: Exemplos de projetos mostrados pelo professor: aranha robô e mostrador 7 segmentos com LED.



Fonte: o autor (2021).

Ao final da aula dez, foi pedido aos estudantes para que respondessem ao questionário final de participação do curso. Na primeira questão eles foram instigados a dizer o que seria para eles uma boa aula de física. As respostas são apresentadas no quadro 5.

Quadro 5: Respostas dos estudantes a questão dois do questionário final.

Estudantes	Questão 1) Descreva o que seria para você uma boa aula de Física.
E1	<i>Uma boa aula de física seria na qual eu possa compreender as explicações e por em pratica uso da matéria de física como cálculos.</i>
E2	<i>Com uma explicação profunda tirando todas as dúvidas dos estudantes.</i>
E3	<i>Uma aula bem explicativa sobre a matéria estudada, mostrando o que foi explicado em problemas reais, que auxilia muito no aprendizado.</i>
E4	<i>Experiências práticas.</i>
E5	<i>Uma boa aula de Física seria uma aula onde eu me reconheceria como individuo naquele lugar, que mudasse minha mentalidade sobre física, e que eu aprenda de forma pratica e interessante.</i>
E6	<i>Colocar os ensinamentos em pratica.</i>
E7	<i>Uma aula em que o professor ensine com uma metodologia e não com decorar fórmulas.</i>

E8	<i>Uma aula bem aplicada e bem explicada, usando linguagem e exemplos que adolescentes entendam.</i>
E9	<i>Uma aula q de pra intender a matéria.</i>
E10	<i>Aula do professor Guido.</i>
E11	<i>Uma aula com partes práticas e partes teóricas com uma explicação simples e fácil de entender.</i>

Fonte: o autor (2021).

A análise das respostas permite inferir que 9 dos 11 estudantes, representando 81,8 %, responderam que a prática deve ser aliada ao conteúdo de física, o que está de acordo com Martinazzo (2014), que afirma ser este um dos fatores que gera motivação nos estudantes. Exatamente neste sentido que o processo de prototipagem oferecido pelo componente eletrônico Arduino, seus sensores e atuadores, conseguem materializar a abstração inicialmente teórica da Física oferecida pelo estudo e pesquisa dos estudantes de um determinado assunto, concretizando conteúdos que na sala de aula são tratados de forma abstrata e desmotivadora.

#### **4.4 Dificuldades dos estudantes durante o curso**

As dificuldades dos estudantes durante o curso se resumem a problemas de duas naturezas: 1) estrutura tecnológica e 2) falta de pré-requisitos relacionados aos conteúdos abordados no curso.

Em termos de estrutura tecnológica, ficou nítido que a conjuntura pandêmica afetou o desenvolvimento do curso e a interação professor-estudante e estudante-estudante para melhor entender e solucionar as dificuldades. Inicialmente o curso seria desenvolvido nas dependências da escola, contando com toda a infraestrutura que ela possui. A oferta no formato remoto trouxe dificuldades de acesso, baixa velocidade de conexão e diferenças entre os aparatos tecnológicos utilizados pelos estudantes.

Em relação à falta de pré-requisitos dos estudantes, as respostas ao questionário inicial, conforme já mostrado anteriormente, permitem dizer que o



entendimento da lógica associada ao processo de programação foi uma das maiores dificuldades.

Também quando questionados no terceiro encontro sobre quais seriam as maiores dificuldades até o momento, os estudantes mencionaram dificuldades para entender a lógica intrínseca aos conteúdos abordados. A seguir no Quadro 6, são apresentadas algumas declarações transcritas do encontro remoto:

Quadro 6: Declarações verbais dos estudantes transcritas até o terceiro encontro remoto

Estudantes	Declarações dos estudantes sobre dificuldades relacionadas ao curso e ao conteúdo.
E3	<i>“Achando bem legal, mas bem complicado a lógica, porque cada pergunta é uma lógica diferente”.</i>
E4	<i>“Estou achando bem interessante, mas o mesmo problema”.</i>
E3	<i>“A lógica está me pegando de jeito”.</i>
E5	<i>“Estou achando bem legal, bem interessante”.</i>
E6	<i>“Top demais professor, só a lógica complicada também”.</i>

Fonte: o autor (2021).

Verifica-se nos relatos dos estudantes a dificuldade no entendimento do estudo da lógica computacional, por terem que encontrar soluções diferentes para cada exercício/problema proposto durante as aulas.

No questionário final os estudantes também foram instigados a comentar sobre suas dificuldades durante o curso. A seguir no Quadro 7, são apresentadas algumas respostas:

Quadro 7: Transcrição das respostas dos estudantes do questionário final

Estudantes	Respostas transcritas da questão 4) Descreva as dificuldades que você teve durante o curso de Lógica, Linguagem de programação em “C” e utilização do Arduino para o Ensino de Física.
E1	<i>“Um problema que eu tive com Arduino foi pelo fato de eu não ter muita experiência com computadores o que fez com que eu</i>

	<i>tivesse dificuldade em escrever forma dos códigos ou bota-los em pratica”.</i>
E2	<i>“A lógica era simples, sabia para que todos os comandos serviam o difícil era aplicar eles em questões diferentes, já que um enunciado diferente o código de programação também será diferente”.</i>
E3	<i>‘Tive algumas dificuldades de entender algumas coisas, mas ao longo do curso, foi tudo se encaixando e entendi quase perfeitamente”.</i>
E4	<i>“Não muitas. As explicações foram bem dadas e com bastante exercícios, só esqueço as vezes de colocar ; (ponto e vírgula) no final”.</i>
E5	<i>“Já que sou leigo, tive muitas dificuldades sobre a lógica e a linguagem, mas entendi bastante coisa, tive mais dificuldade pra entender linhas de código e os termos certos”.</i>
E6	<i>“Em logica”.</i>
E7	<i>“Pouco tempo para muita coisa”.</i>
E8	<i>“As dificuldades que eu tive foram em mexer no computador mesmo, eu não entendia muito bem e não sabia usar o computador pois só usava o celular”.</i>
E9	<i>“Tinha algumas coisas que eu não entendia mas não era nada de mais não”.</i>
E10	<i>“Participar das aulas, mas porque eu tenho preguiça mesmo”.</i>
E11	<i>“Eu tive dificuldades em usar a lógica e começar meu próprio programa no início”.</i>

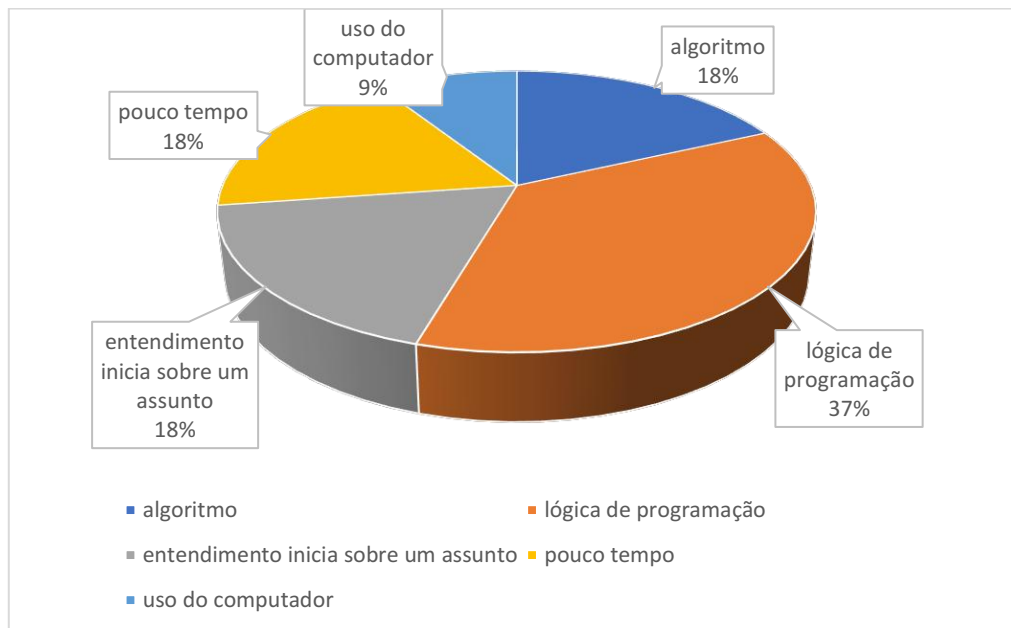
Fonte: o autor (2021).

Estas respostas podem ser classificadas nas seguintes subcategorias: a) algoritmo – 2 respostas; b) lógica de programação – 4 respostas; c) entendimento inicial sobre um assunto – 2 respostas; d) pouco tempo – 2 respostas; e) uso do computador – 1 resposta.

As classificações resultaram em dificuldades relatadas com 18% sobre algoritmos, 37% sobre lógica de programação, 18% sobre o entendimento de um

assunto, 18% sobre pouco tempo e 9% sobre uso do computador, como mostra a Figura 30.

Figura 30: Porcentagem de dificuldades apontadas pelos estudantes no questionário final de participação do curso.



Fonte: o autor (2021).

Verifica-se, assim, que o pensamento computacional aplicado à resolução de problemas de Física com uso de prototipagem com Arduino, deve ser mais estudado para maior aprofundamento, visto que produz nos estudantes uma grande motivação pela aplicabilidade em projetos e aulas experimentais, de acordo com o que foi analisado nas aplicações da física e motivação na seção 4.3.

## 5 Considerações finais

Este trabalho buscou responder quais as contribuições para o ensino de física que uma abordagem baseada no desenvolvimento do pensamento computacional pode oferecer. A análise dos questionários, diário de bordo e das aulas vídeo-gravadas permite inferir que sim, ensinar física a partir de um curso de lógica, programação e Arduino, oferece possibilidades para que os estudantes evoluam não só nesses aspectos, mas também em relação aos conhecimentos de física.

Um dos fatores observados na pesquisa que permitem fazer tal afirmativa está na motivação que o curso gerou nos estudantes no que concerne a aprender física a partir de algo que está cada vez mais inserido em seus cotidianos, qual seja, a tecnologia. É inegável a animação manifestada nos olhares, dúvidas, observações e inquietações dos estudantes, tanto nos momentos de aula, quanto em outros momentos oportunizados fora do horário das aulas, como foi o caso do atendimento dos estudantes por aplicativo de mensagem. Foram repetidas as vezes que os estudantes interagiram com o professor e entre si de forma assíncrona, inclusive tarde da noite e nos fins de semana, para discutir os conteúdos e problemas lançados nos momentos síncronos, mostrando real interesse e motivação para chegar aos resultados. Essa motivação e determinação não é observada nas aulas ministradas no âmbito da disciplina de física. Se uma das bases para aprender física (ou qualquer outra coisa) é estar motivado, pode-se afirmar com relativa segurança que a estratégia de aproximar os estudantes do uso de tecnologia para fins ou meio de estudo foi promissora.

Os tipos de comparações que foram realizadas nesta pesquisa, de acordo com a base teórica utilizada, levando às categorizações e enfoques dados ao *corpus* da base de dados, trouxeram considerações que devem ser expostos como um estudo inacabado do ponto de vista da aplicação, sendo a ponta de um trabalho que poderá e deverá ser utilizado não somente pelo pesquisador em suas futuras aulas, mas também servindo à parte do corpo docente que queira utilizar esta pesquisa e a apostila produzida.

Em termos de cumprimento dos objetivos específicos, é possível fazer as seguintes sínteses:

**a) objetivo específico: desenvolver material didático sobre lógica, programação e Arduino com ênfase em aplicações da Física.** A apostila que norteou o desenvolvimento do curso foi elaborada pelo pesquisador antes do curso e depois reelaborada para contemplar elementos que ficaram aquém do esperado. Para o trabalho de reelaboração o pesquisador valeu-se das dificuldades sentidas pelos estudantes e apresentadas durante as atividades. Conceitos de Física foram acrescidos antes dos exercícios para melhor entendimento e relação destes conceitos com a resolução dos exercícios pelos estudantes, como também mais exercícios relacionados ao componente curricular para maior aprofundamento.

**b) objetivo específico: planejar e implementar/desenvolver um curso sobre lógica, programação e Arduino, com ênfase em aplicações da Física, para ser desenvolvido no contra turno com estudantes do Ensino Médio.** Sendo o planejamento inicial a implementação deste curso em modo presencial nos estabelecimentos da escola, os percalços advindos de sérios problemas causados pelo vírus Sars - Cov-2 modificaram toda a idealização deste objetivo específico, aumentando o tempo de pesquisa. O pesquisador teve que avaliar e estudar quais as melhores ferramentas tecnológicas que deveriam ser utilizadas para que ocorresse o desenvolvimento do curso, optando pelos encontros remotos. Durante os encontros remotos, houve a análise do desenvolvimento do ensino-aprendizagem do pensamento computacional e aplicações da Física aliadas ao Arduino, ocorrendo com seriedade, profissionalismo e ética educacional, contornando este problema sem afetar a continuidade da pesquisa.

**c) Analisar a evolução dos estudantes em termos de pensamento computacional, a ponto de desenvolverem seus próprios códigos de programação e aplicarem na resolução de problemas de Física.** Este processo foi desenvolvido e analisado durante e ao final do curso, onde os estudantes já cientes de um trabalho final, deveriam discutir e pesquisar em conjunto com colegas uma aplicação da programação em Arduino a um conteúdo do componente curricular Física. Os trabalhos de pesquisa dos estudantes expostos ao final do curso (Anexo 3), demonstraram que houve entendimento das aplicações e também entendimento sobre a programação envolvida, visto que foi discutida em conjunto.

Importante relatar que ao final do último encontro, houve um diálogo com os estudantes sobre a continuidade do curso em outro momento, os mesmos relataram que o curso deveria ter continuidade, não terminando naquele momento. Os mesmos estavam motivados a ponto de se esforçarem mais nos estudos em sala. Interpretando-se desta forma que o projeto com a participação destes estudantes foi de grande valia e houve a demonstração de grande interesse pelo conteúdo apresentado.

E por fim o produto desenvolvido pelo projeto e aplicado no curso, a apostila intitulada **“Introdução ao estudo de lógica e linguagem de programação para estudantes do Ensino Médio na disciplina de Física, com enfoque na aplicação de projetos com Arduino.”**, refere-se ao **melhoramento deste material utilizado**. Alguns apontamentos foram anotados pelo professor durante o curso e também indicados pelos estudantes para que este material de apoio pudesse ser melhorado, como seguem:

- 1) Distribuição das aulas do curso em um período mais longo, pois cada aula teve duração em média de duas horas e quinze minutos, ficando muito cansativo, logo a programação das aulas de acordo com o material didático deveria ser modificada;
- 2) Mais exercícios de aplicação de lógica ao final do capítulo 1;
- 3) Inserção de conceitos físicos e mais exercícios de aplicação de lógica direcionados aos conteúdos de física ao final do capítulo 1;
- 4) Inserção de conceitos físicos e mais exercícios de aplicação de programação direcionados aos conteúdos de física ao final do capítulo 2;

Por fim, o aprendizado do pesquisador advindo da realização desta pesquisa pode ser sintetizado na frase de Mitchel Resnick (apud GERALDES, 2014): “Quando estudam programação, as pessoas não só aprendem a programar, como também programam para aprender”. Assim foi observado. Durante o curso, os estudantes não só aprenderam a programar, mas também programaram para aprender conceitos de física.

Em vista disto, uma das considerações importantes que norteiam os objetivos e finalidades da UTFPR estariam sendo levadas em consonância com este trabalho de pesquisa, o de desenvolver pesquisa e fazer que com que o projeto e o produto educacional desta pesquisa sejam realmente utilizados no âmbito da prática, pois no ano de 2022 será inserido no Novo Ensino Médio um

Itinerário Formativo que estará diretamente ligado com esta pesquisa chamado de Pensamento Computacional, onde o pesquisador lecionará estas aulas em sua escola, utilizando todo o conhecimento alcançado na pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. Utilizando a tecnologia a seu favor. **Petrópolis-RJ: Vozes**, 2010.
- ANTUNES, Fernanda Regina et al. Motivação de alunos de cursos presenciais para o uso de tecnologias digitais em disciplinas on-line. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 41, 2020.
- AQUINO FILHO, G. F.; AMARAL, L. H.; SCHIMIGUEL, J. Ambientes colaborativos para ensino de eletrônica e lógica de programação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 7, p. 31-39, 2016.
- AUSUBEL, David P. A aprendizagem significativa. **São Paulo: Moraes**, 1982.
- AUSUBEL, David P. The psychology of meaningful verbal learning. 1963.
- BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo: Edições 70 Ltda. **Lisboa Portugal**, 1977.
- BRACKMANN, Christian Puhlmann. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. 2017.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CASAL, J. Construtivismo tecnológico para promoção de motivação e autonomia na aprendizagem. 2013.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; RODRIGUES, Carlos Eduardo Monteiro; PONTES, Liliane Alves. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 579-613, 2013.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. **Física com Arduino para iniciantes**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, p. 4503-4503, 2011.
- COELHO, Rafael Otto. O que leva o aluno a gostar (ou não) da aula de Física. **Trabalho Final de Curso de Especialização em Educação-Fac**.



**Educação-Universidade Federal de Pelotas-Professor orientador: Bernardo Buchweitz–1998–Disponível em: [www2.pelotas.ifsul.edu.br/coelho/artigo\\_espec.pdf](http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/coelho/artigo_espec.pdf), 2006.**

CONFORTO, Debora et al. Pensamento computacional na educação básica: interface tecnológica na construção de competências do século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, 2018.

CROVADOR, Alvaro. O Uso do arduino em sala de aula no experimento do pêndulo simples de Galileu Galilei. 2019.

DA CONCEIÇÃO, Jefferson Herlan Corrêa; VASCONCELOS, Sinaida Maria. Jogos Digitais no ensino de Ciências: contribuição da ferramenta de programação Scratch. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 11, n. 24, p. 160-185, 2018.

DA ROCHA, Fábio Saraiva; MARANGHELLO, Guilherme Frederico; LUCHESE, Márcia Maria. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 98-123, 2014.

DA SILVA, Sérgio Marconi; IVANETEZUCHISIPLE, Elisandra Bar de Figueiredo. USO DA IMPRESSORA 3D NO ENSINO DE MATEMÁTICA. 2017.

EIDELWEIN, Karen; MARASCHIN, Cleci. Encontros presenciais & virtuais: espaços de construção de coletivos inteligentes. **Informática na educação: teoria e prática. Porto Alegre. Vol. 3, n. 1 (set. 2000), p. 151-160**, 2000.

FRANÇA, Rozelma; TEDESCO, Patrícia. Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no Brasil. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2015. p. 1464.

FRANÇA, Rozelma Soares de. Uma abordagem pedagógica incorporada para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental. 2020.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de conteúdo**. Autores Associados, 2020.

GERALDES, Wendell Bento. Programar é bom para as crianças? uma visão crítica sobre o ensino de programação nas escolas. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 105-117, 2014.

GOMES, Sandra Regina. Grupo focal: uma alternativa em construção na pesquisa educacional. **Cadernos de Pós-graduação**, v. 4, p. 39-46, 2005.

JÚNIOR, Antônio de Lisboa Coutinho et al. Uma proposta experimental de eletricidade com o uso da placa de prototipagem Arduino para o ensino de física. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e11110212302-e11110212302, 2021.

KENNISNET, Stichting. Vier in balans monitor 2012. **De laatste stand van zaken van ict en onderwijs Zoetermeer: Stichting Kennisnet**, 2012.

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2003.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas: Papyrus, 2007.

LEMONS, Glen César et al. Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. 2018.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo, SP. Loyola, 1998.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo: Editora 34, 2008.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **Revista Perspectiva**, v. 38, n. 143, 2014.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Novatec Editora, 2018.

MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo. **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**. Penso Editora, 2020.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Ensino: as abordagens do processo. 1986.

MORAIS, Anuar Daian de; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; FAGUNDES, Léa da Cruz. Educação Matemática & Ciência da Computação na escola:

aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática? **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 455-473, 2017.

MORAN JOSÉ, M. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. In: **Novas tecnologias e mediação pedagógica**, 2017.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. DP & A, 2006.

CYSNEIROS, Paulo Gileno. PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, v. 12, n. 12, 2007.

PAPERT, Seymour. Micromundos: incubadores para o conhecimento. \_\_\_\_\_. **Logo: Computadores e Educação. São Paulo: Editora Brasiliense**, p. 148-164, 1985.

PEREIRA, B.T.; FREITAS, M.C. **O uso das tecnologias da informação e comunicação na prática pedagógica da escola. 2010**. Disponível em :<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1381-8.pdf>. Acesso: fev/2021.

PEREZ, Anderson Luiz Fernandes et al. Uso da Plataforma Arduino para o Ensino e o Aprendizado de Robótica. In: **International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning**. 2013.

PRENSKY, M. Digital Native, digital immigrants. Digital Native immigrants. **On the horizon**, MCB University Press, Vol. 9, N.5, October, 2001. Disponível em:<<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2021.

RODRIGUES, F.; BRACKMANN, C. P.; BARONE, D. A. C. Estudo da Evasão no Curso de Ciência da Computação da UFRGS. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 01, p. 97, 2015.

SANTOS, Matheus Lincoln Borges dos et al. As tecnologias de informação e comunicação no ensino de ciências: entrevista com o professor Marcelo Brito Carneiro Leão. 2018.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**. 2019. Disponível em

<<https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>>. Acesso em: 28 set. 2021.

SEED. **Programa EduTech**. [S.l.] [2021?]. Disponível em

<<http://www.educacao.pr.gov.br/programacao>> Acesso em: 05 maio 2021.

SILVA, Claudio Gomes da. A Importância do Uso das TICS Na Educação. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 16, p. 49-59, 2018.

SOUZA, Pedro Alexandre Lopes de et al. Estudos sobre a ação mediada no ensino de Física em ambiente virtual. 2012.

TARDIVO, Jessica Aline. Ensino, memória e mídias virtuais: os passeios virtuais como possibilidade educacional de resgate da memória de bens culturais sob a ótica de professores de artes do ensino público. 2014.

VEIGA, Luciana; GONDIM, Sônia Maria Guedes. A utilização de métodos qualitativos na ciência política e no marketing político. **Opinião pública**, v. 7, p. 1-15, 2001.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33, 2006.

YEPES, Igor. Uso de drones como Tecnologia pedagógica em disciplinas steam: um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas. 2020.

## APÊNDICE A – Consentimento da Escola

	<p>Colégio Estadual  <b>HUMBERTO DE ALENCAR CASTELO BRANCO</b>          Ensino Fundamental _ Médio _ Profissional  <b>SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ / SEED</b>          NRE - ÁREA METROPOLITANA <b>NORTE</b></p>	
<p><b>C. E. HUMBERTO DE ALENCAR          CASTELO BRANCO – EFMP</b>          Rua Rio Piquiri, 160 – Jd. Weissópolis          CEP 83.322-010 – Tel.: (41) 3667-5468          E-MAIL: pinhaishumberto@seed.pr.gov.br          PINHAIS – PARANÁ</p>		
<h3>DECLARAÇÃO</h3>		
<p>Pinhais, 16 de março de 2020.</p>		
<p><b>Aos cuidados do Comitê de Ética da UTFPR</b></p>		
<p>Declaramos que a direção do Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – EFMP, está de acordo com o desenvolvimento, em suas dependências, da pesquisa “Lógica e Linguagem de Programação para alunos do Ensino Médio na disciplina de Física, com enfoque na Aplicação de Projetos com Arduino” sob a responsabilidade do pesquisador Guido Valmor Buss, orientado pelo Prof. Dr. Álvaro Emilio Leite, tão logo o Projeto de pesquisa seja aprovado pelo Comitê de Ética.</p>		
<p>Estamos cientes que os participantes da pesquisa serão Alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – EFMP, bem como o presente trabalho deve seguir a Resolução nº 466/2012 (CNS) e complementares.</p>		
<p>Da mesma forma, estamos cientes que o Pesquisador somente poderá iniciar a pesquisa pretendida após encaminhar a esta Instituição uma via do parecer de aprovação do estudo exarado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.</p>		
<p><b>Atenciosamente</b></p>		
<p><b>Prof. Evaldo Carlos da Silva</b>          Res. 741/2016 – DOE 4/03/2016          Diretor Geral / CEHACB</p>		
<p>Rua Rio Piquiri - Nº 160 - Jardim Weissópolis - Pinhais / Paraná - CEP: 83322-010 - Telefone: (41) 3667-5468 - E-mail: pinhaishumberto@seed.pr.gov.br</p>		

## **APÊNDICE B – Termo de Assentimento Livre Esclarecido (T.A.L.E.)**

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.A.L.E.)**

**Título da pesquisa:** Contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio.

**Pesquisador ou outro profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones:** Guido Valmor Buss, residente à Rua Quinze de Novembro, 194, Centro, Pinhais, fone : 41. 991281782

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Emílio Leite, residente à Rua Cambira, 21, Xaxim, fone: 41. 98822-9758

**Local de realização da pesquisa:** Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – Pinhais/PR

#### **A) INFORMAÇÕES AOS RESPONSÁVEIS LEGAIS**

Caro estudante:

Você está sendo convidado(a) a participar voluntariamente de uma pesquisa denominada “ Contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio”, que será desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UTFPR), vinculada à linha de Pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências. O objetivo geral da referida pesquisa é analisar as contribuições que um curso sobre lógica e linguagem de programação com o uso dos sensores e atuadores do Arduino pode trazer para favorecer o aprendizado dos fenômenos e princípios físicos.

Sua participação será no sentido de compor um grupo de estudantes que se reunirão duas vezes por semana, durante dois meses, no laboratório de informática do Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco, de

Pinhais-PR, para estudos direcionados de acordo com a programação elaborada pelo pesquisador.

Você receberá uma apostila, sem custos, com todo o conteúdo de lógica e programação em linguagem 'C' e informações sobre o trabalho com Arduino. A coleta de dados para este projeto de pesquisa se dará por meio de questionários aplicados no início, durante e ao término das aulas em laboratório.

Também será analisada a interação entre os participantes e o professor e com o conteúdo, sendo as ações e atitudes registradas pelo pesquisador em uma planilha ao final de cada aula.

A sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, identificá-lo(a), será mantido em sigilo.

As perguntas têm relação com a sua aprendizagem e interação, existindo o risco de constrangimento. Por isso, caso sintam algum desconforto ou constrangimento, não será necessário respondê-las.

Há alguns benefícios decorrentes da sua participação neste projeto de pesquisa, como o acesso e estudos de lógica computacional, a interação com tecnologia de princípios de robótica ao trabalhar com o Arduino, o desenvolvimento de estudos em grupo, a aprendizagem de fenômenos e princípios de Física de uma maneira diferenciada. Além disso, a pesquisa retornará para a comunidade científica resultados que poderão contribuir para a melhoria das estratégias de ensino-aprendizagem da disciplina de Física.

Você poderá ter acesso aos resultados dessa pesquisa, bastando manifestar interesse na sequência desse documento.

Essa pesquisa tem como público alvo estudantes do Ensino Médio da rede estadual de ensino do município de Pinhais, que estejam com dificuldades na aprendizagem da disciplina de Física e estudantes interessados pela aprendizagem e utilização da tecnologia, sendo este o critério de inclusão.

Não poderão participar da pesquisa os estudantes não possuem disponibilidade para frequentar o curso no horário vespertino, sendo este o critério de exclusão.

É importante ressaltar que você pode deixar o estudo a qualquer momento, bem como recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Caso seja de seu interesse receber os resultados desta pesquisa, assinale a seguir o campo correspondente:

( ) quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: \_\_\_\_\_)

( ) não quero receber os resultados da pesquisa.

A pesquisa não envolve qualquer custo aos participantes, por isso não há a previsão de nenhum tipo de ressarcimento. Caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, será considerada a devida indenização, com cobertura material para reparação a dano.

#### **ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:**

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494 e-mail: coep@utfpr.edu.br.

#### **B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito de minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.



( ) Aceito a participação de na pesquisa.

Nome Completo do(a) Participante: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Assinatura:

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eu, Guido Valmor Buss, declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas. Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Guido Valmor Buss, via e-mail: [guidovbuss@escola.pr.gov.br](mailto:guidovbuss@escola.pr.gov.br) com ou telefone (41) 991281782

Orientador: Álvaro Emílio Leite - [alvaroemilioleite@gmail.com](mailto:alvaroemilioleite@gmail.com)

**Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:**

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

**Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **e-mail:** [coep@utfpr.edu.br](mailto:coep@utfpr.edu.br)

OBS: este documento deve conter 2 (duas) vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.

## **APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.)**

**Título da pesquisa:** Contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio.

**Pesquisador ou outro profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones:** Guido Valmor Buss, residente à Rua Quinze de Novembro, 194, Centro, Pinhais, fone : 41. 991281782

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Emílio Leite, residente à Rua Cambira, 21, Xaxim, fone: 41. 98822-9758

**Local de realização da pesquisa:** Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo Branco – Pinhais/PR

#### **A) INFORMAÇÕES AOS RESPONSÁVEIS LEGAIS**

Caro Sr(a) responsável:

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar voluntariamente de uma pesquisa denominada “ Contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio”, que será desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UTFPR), vinculada à linha de Pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências. O objetivo geral da referida pesquisa é analisar as contribuições que um curso sobre lógica e linguagem de programação com o uso dos sensores e atuadores do Arduino pode trazer para favorecer o aprendizado dos fenômenos e princípios físicos.

A participação do seu filho(a) será no sentido de compor um grupo de estudantes que se reunirão duas vezes por semana, durante dois meses, no laboratório de informática do Colégio Estadual Humberto de Alencar Castelo

Branco, de Pinhais-PR, para estudos direcionados de acordo com o planejamento elaborado pelo pesquisador.

Os participantes receberão uma apostila, sem custos, com todo o conteúdo de lógica e programação em linguagem 'C' e informações sobre o trabalho com Arduino. A coleta de dados para este projeto de pesquisa se dará por meio de questionários aplicados no início e ao final das aulas de laboratório. Também será analisada a interação entre os participantes e o professor e com o conteúdo, sendo as ações e atitudes registradas pelo pesquisador em uma planilha ao final de cada aula.

A privacidade de seu filho(a) será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, identificá-lo (a), será mantido em sigilo.

As perguntas têm relação com a aprendizagem e interação dos discentes, existindo o risco de constrangimento. Por isso, caso sintam algum desconforto ou constrangimento, não será necessário respondê-las.

Há alguns benefícios decorrentes da participação de seu filho(a) neste projeto de pesquisa, como o acesso e estudos de lógica computacional, a interação com tecnologia de princípios de robótica ao trabalhar com o Arduino, o desenvolvimento de estudos em grupo, a aprendizagem de fenômenos e princípios de Física de uma maneira diferente. Além disso, a pesquisa retornará para a comunidade científica resultados que poderão contribuir para a melhoria das estratégias de ensino-aprendizagem da disciplina de Física.

Você poderá ter acesso aos resultados dessa pesquisa, bastando manifestar interesse na sequência desse documento.

Essa pesquisa tem como público alvo estudantes do Ensino Médio da rede estadual de ensino do município de Pinhais, que estejam com dificuldades na aprendizagem da disciplina de Física e estudantes interessados pela aprendizagem e utilização da tecnologia, sendo este o critério de inclusão.

Não poderão participar da pesquisa os estudantes não possuem disponibilidade para frequentar o curso no horário vespertino, sendo este o critério de exclusão.

É importante ressaltar que seu(sua) filho(a) pode deixar o estudo a qualquer momento, bem como recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Caso seja de seu interesse receber os resultados desta pesquisa, assinale a seguir o campo correspondente:

( ) quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: \_\_\_\_\_)

( ) não quero receber os resultados da pesquisa.

A pesquisa não envolve qualquer custo aos participantes, por isso não há a previsão de nenhum tipo de ressarcimento. Caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, será considerada a devida indenização, com cobertura material para reparação a dano.

#### **ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:**

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494 e-mail: coep@utfpr.edu.br.

#### **B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da participação de meu(minha) filho(a) direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, permitir que meu(minha) filho(a) participe deste estudo. Estou consciente que ele(ela) pode deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo do Responsável: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Nome completo do(a) participante no projeto: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Assinatura:

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eu, Guido Valmor Buss, declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas. Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Guido Valmor Buss, via e-mail: [guidovbuss@escola.pr.gov.br](mailto:guidovbuss@escola.pr.gov.br) com ou telefone (41) 991281782

Orientador: Álvaro Emílio Leite - [alvaroemilioleite@gmail.com](mailto:alvaroemilioleite@gmail.com)

**Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:**

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

**Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **e-mail:** [coep@utfpr.edu.br](mailto:coep@utfpr.edu.br)

OBS: este documento deve conter 2 (duas) vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.

## APÊNDICE D – Questionário Inicial

**Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) de Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).**

Professor: Guido Valmor Buss

Orientador: Álvaro Emílio Leite

Linha de pesquisa: Mediações por Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática.

### **Questionário inicial para o Curso de Lógica, Linguagem de programação em “C” e utilização do Arduino para o Ensino de Física.**

Este questionário faz parte do programa de estudos e análises do Professor Guido Valmor Buss. Sua participação é de extrema importância para que o pesquisador possa analisar as contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio.

Comprometo-me a resguardar o necessário anonimato sobre os dados, informações e opiniões aos quais tiver acesso, não permitindo que sejam identificadas as pessoas que participaram da pesquisa.

Conto com a sua colaboração e, desde já, agradeço sua atenção e tempo dedicado à participação nessa pesquisa.

Atenciosamente,  
Guido Valmor Buss

Nome: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Cel.: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) masculino ( ) feminino

Idade: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_. Turma: \_\_\_\_\_. Período \_\_\_\_\_.

1) Por que você decidiu participar do curso?

---

---

---

---

2) Descreva nas linhas a seguir o que você espera do curso.

---

---

---

---

3) Descreva nas linhas a seguir o que seria para você uma boa aula de Física.

---

---

---

---

4) Você já teve aulas de lógica ou linguagem de programação, qualquer que seja a linguagem?

( ) sim      ( ) não

Se sim, conte-me quando e onde.

---

---

5) Você sabe ou conhece alguma aplicação direta de linguagem de programação nos estudos ou desenvolvimento de algum projeto científico? Caso sim poderia citar?

( ) sim      ( ) não

---

---

---

6) Você possui o hábito de estudar em grupo, ou interagir com os colegas para melhorar seus estudos? Caso sim, como você procede para realizar estes estudos?

( ) sim      ( ) não

---

---

---

7) Você conhece ou ouviu falar sobre o Arduino? Caso sua resposta seja sim, você sabe para que ele serve?

( ) sim      ( ) não

---

---

---

Questões de lógica:

8) As maçãs custam R\$ 1,30 cada se forem compradas menos de uma dúzia, e R\$ 1,00 se forem compradas pelo menos 12. Você pagará por pacote, onde inseriu 7 maçãs em um pacote e 13 maçãs em outro pacote, quanto custa cada pacote e qual o valor total da compra?

Desenvolvimento do raciocínio e cálculo:

9) Duas tartarugas estavam juntas e começaram a caminhar em linha reta em direção a um lago distante. A primeira tartaruga percorreu 30 metros por dia e demorou 16 dias para chegar ao lago. A segunda tartaruga só conseguiu percorrer 20 metros por dia e, portanto, chegou ao lago alguns dias depois da primeira. Quando a primeira tartaruga chegou ao lago, o número de dias que ela teve que esperar para a segunda tartaruga chegar foi:

Desenvolvimento do raciocínio e cálculo:



## APÊNDICE E – Questionário Final

**Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) de Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).**

Professor: Guido Valmor Buss

Orientador: Álvaro Emílio Leite

Linha de pesquisa: Mediações por Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática.

### **Questionário final para o Curso de Lógica, Linguagem de programação em “C” e utilização do Arduino para o Ensino de Física.**

Este questionário faz parte do programa de estudos e análises do Professor Guido Valmor Buss. Sua participação é de extrema importância para que o pesquisador possa analisar as contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio.

Comprometo-me a resguardar o necessário anonimato sobre os dados, informações e opiniões aos quais tiver acesso, não permitindo que sejam identificadas as pessoas que participaram da pesquisa.

Conto com a sua colaboração e, desde já, agradeço sua atenção e tempo dedicado à participação nessa pesquisa.

Atenciosamente,  
Guido Valmor Buss

Nome: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Cel.: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) masculino ( ) feminino

Idade: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_. Turma: \_\_\_\_\_. Período \_\_\_\_\_.

1) Descreva o que seria para você uma boa aula de Física.

---

---

---

---

2) Descreva o que você aprendeu durante o curso de Lógica, Linguagem de programação em “C” e utilização do Arduino para o Ensino de Física.

---

---

---

---

3) Comente sobre a metodologia utilizada pelo professor.

---

---

---

---

4) Descreva as dificuldades que você teve durante o curso de Lógica, Linguagem de programação em “C” e utilização do Arduino para o Ensino de Física.

---

---

---

---

5) De acordo com o autor Marc Prensky, os “nativos digitais” são aqueles que nascidos após 1980 possuem um desenvolvimento biológico e social que se deu em contato direto com a tecnologia, a utilização frequente de computadores, videogames, celulares e aparelhos eletrônicos com os quais cresceram. Essas características impactam diretamente em seus hábitos, planos e a própria concepção de sucesso profissional. Você se considera um nativo digital? Explique.

---

---

---

---

6) Explique como que o conhecimento estudado no curso pode ser aplicado na sociedade e no seu dia-a-dia.

---

---

---

7) Comente sobre a estratégia pedagógica de estudar em grupo.

---

---

---

**Questões de lógica:**

8) Alguns consideram que a cidade de Florianópolis foi fundada no dia 23 de março de 1726, que caiu em um sábado. Após 90 dias, no dia 21 de junho, a data assinalou o início do inverno, quando a noite é a mais longa do ano. Esse dia caiu em uma:

Desenvolvimento do raciocínio e cálculo:

9) Qual o valor que vem a seguir na sequência abaixo?  
10, 15, 12, 17, 14, 19, 16,

10) Utilize o espaço a seguir se desejar fazer qualquer comentário sobre o curso que não foi perguntado nas questões anteriores.

---

---


---

---

---

---

## APÊNDICE F – Mensagem de convite para participação do curso no Google Classroom


 Você tem interesse em programação, aprender uma linguagem de programação e aplicar na robótica? Resolver problemas de Física, Matemática e Química usando linguagem de programação?

GUIDO BUSS • 12 de abr. Editado às 11:06

---

Estou convocando alunos do Ensino Médio do C.E. Humberto de Alencar Castelo Branco, para fazerem parte de um projeto de mestrado, onde poderão aprender e aplicar seus conhecimentos adquiridos em Linguagem de Programação em C na elaboração de protótipos com o Arduino. Espero por vocês com muitas novidades, iniciativa e criatividade!

Preencha o formulário abaixo, depois entrarei em contato para início do curso! Abraços, Prof. Guido.

	<b>Inscrição para Curso de Pro...</b> <a href="https://forms.gle/X3Ywea5GqDh...">https://forms.gle/X3Ywea5GqDh...</a>
---	--

## APÊNDICE G – Formulário de inscrição para o curso de programação e prototipagem com Arduino

# Inscrição para Curso de Programação em Linguagem C e Arduino com Prof. Guido

Caros estudantes, você está se cadastrando em um curso de ofertado pelo Professor Guido que será ministrado de forma on-line, serão dois encontros por semana. O objetivo será a aprendizagem da programação da linguagem C para posterior implementação de programas com a placa de prototipagem Arduino, onde controlaremos sensores, criaremos tarefas controladas automaticamente, resolveremos problemas de Física com o uso de tecnologia.

Este projeto é um projeto de mestrado que eu estou cursando na UTFPR, você fará parte do desenvolvimento e aplicação de novas metodologias educacionais que estão sendo estudadas e implementadas. Para isto, caso aceite participar do curso, você receberá um documento pelos Correios para que seja assinado pelo seu(sua) responsável, caso tenha menos de 18 anos e outro por você para registro e consentimento de participação do curso.

Preencha os campos abaixo e aguarde o contato do professor. Abraços a todos, Prof. Guido.

Caso tenham curiosidade das possibilidades do uso do Arduino, vejam o vídeo abaixo:

<https://www.youtube.com/watch?v=VU16IKOEPW4>

---

### \*Obrigatório

1. Nome completo: \*

---

2. Sua idade: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 14 anos
- 15 anos
- 16 anos
- 17 anos 18 anos mais de 18 anos
- 
- 

3. Qual sua escola? \*

*Marcar apenas uma oval.*

C.E. Humberto de Alencar Castelo Branco

4. Turma: (exemplo 3C,2A,1D) \*

---

5. Você possui computador em casa e acesso à internet para participar do curso? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

6. Qual seu endereço residencial para enviar os documentos pelos Correios? \*

---

---

---

---

---

7. Qual seu telefone ou de seus pais para contato? \*

---

8. Qual seu e-mail para contato? \*

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários

## ANEXO 1 – Parecer consubstanciado do CEP

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio. **Pesquisador:** Álvaro Emílio Leite **Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 36590920.0.0000.5547

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.351.296

**Apresentação do Projeto:**

=====

\* Apresentação do Projeto:

=====

Conforme o pesquisador abaixo apresenta,

A tendência ao uso de novas tecnologias em sala de aula é visivelmente crescente para os sujeitos inseridos no meio escolar. Acredita-se que os professores que permanecerem somente desenvolvendo metodologias tradicionais, nas quais os estudantes são na maior parte do tempo passivos no processo de ensino -aprendizagem Mizukami (1986 p. 11), estarão fadados a um processo de desgaste e latência. Segundo Mizukami (1986 p. 11), em uma abordagem tradicional atribui-se ao sujeito um papel irrelevante na elaboração e aquisição do conhecimento, competindo a ele o mero papel de memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos, não importando se de fato



houve aprendido. Nesta metodologia, o professor é o ponto principal da fonte de conhecimento, como explica Saviani (1991. P. 18), e tem a função essencial de expor as lições que os estudantes devem seguir atentamente e aplicar os exercícios que devem ser realizados disciplinarmente. Por outro lado, em uma abordagem cognitivista, ainda de acordo com Mizukami (1986), a concepção de aprendizagem tem caráter de abertura e comporta possibilidades de novas indagações, baseado no ensaio e erro, na pesquisa, na investigação, na solução de problemas por parte do estudante. A função do professor é a de propor problemas, não ensinar a solução, contudo conduzir desafios, evitar a rotina de exercícios repetitivos, compartilhar experiências e pesquisar mostrando a segurança do saber que deve ser socializado. Ao estudante cabe um papel essencialmente ativo onde suas atividades deverão consistir em observar, experimentar, comparar, analisar, levantar hipóteses, argumentar. Vivemos em uma sociedade que está em transformação, almejando por mudanças que coloquem o estudante no centro do processo de ensino-aprendizagem, desde o ensino básico até o superior. Certamente, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), já presentes no dia a dia de professores e estudantes, apresentam possibilidades auspiciosas para que essas mudanças aconteçam. Para Silva (2010), as novas práticas, modos de pensamento e valores, estão sendo condicionados cada vez mais pelo novo espaço de comunicação, pela utilização de computadores, pelo uso de internet na rapidez de troca de informações, pelo desenvolvimento das tecnologias digitais e pela profusão das redes interativas. Queiram ou não, esses novos impositivos sociais colocam a humanidade diante de um caminho sem volta: já não somos como antes. Se a sociedade como um todo está se modificando devido à imersão nas tecnologias digitais e a comunicação pela internet, não há como evitar que a escola em geral e os professores em específico incorporem práticas pedagógicas consoantes a utilização destas tecnologias. Prensky (2001) explica que as crianças - nativas digitais - apresentam uma intimidade com os meios digitais e possuem a habilidade e competência de realizar múltiplas tarefas ao mesmo tempo, impulsionando os profissionais da educação a pensar em novas estratégias e metodologias que superem aquelas utilizadas antes das TDIC. A última versão da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) prevê orientações que contemplam essa nova geração. Nela está expresso que a escola deve criar situações que possibilitem aos estudantes “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de

informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (BNCC, 2018). Buscando evidenciar como as múltiplas habilidades e competências podem e devem ser exploradas a partir do pensamento computacional, o problema de pesquisa consiste em compreender como o desenvolvimento de estratégias que abordem lógica e linguagem de programação, para estudantes do ensino médio, pode desenvolver o pensamento computacional nos discentes, proporcionando uma prática diferenciada que possibilite a percepção destas aplicações da Física escolar em seu dia a dia. Com isto a pesquisa retornará para a comunidade científica possibilidades de resultados que poderão contribuir para a melhoria das estratégias de ensino-aprendizagem da disciplina de Física. Desta forma, o objetivo geral deste projeto é desenvolver o conhecimento da lógica de programação na utilização de uma placa de prototipagem Arduino para promover e provocar o múltiplo interesse no aprendizado de novas tecnologias com foco nos conteúdos curriculares da disciplina de Física, criando dispositivos eletrônicos com sensores que reagem fisicamente ou que controlem ambientes interativos. Com a intenção de atingir o objetivo geral foram elencados os seguintes objetivos específicos:- Elaborar uma Sequência Didática para implementação das aulas de lógica e linguagem de programação;- Elaborar e aplicar material didático de apoio que será utilizado pelos estudantes nas aulas de aprendizado em lógica e linguagem de programação em “C”;- Obter informações sobre o funcionamento da placa de prototipagem Arduino para que os discentes possam realizar as interações; Avaliar como o conhecimento adquirido durante o projeto será utilizado pelos estudantes para solucionar um desafio envolvendo princípios e fenômenos físicos, criando objetos ou ambientes interativos com a tecnologia do Arduino, sua programação, seus sensores e atuadores.

-----  
Hipotese:

-----

Buscando evidenciar como as múltiplas habilidades e competências podem e devem ser exploradas a partir do pensamento computacional, o problema de pesquisa consiste em compreender como o desenvolvimento de estratégias que abordem lógica e linguagem de programação, para estudantes do ensino médio, pode desenvolver o pensamento computacional nos discentes, proporcionando uma prática que possibilite que eles percebam as aplicações da Física escolar em seu dia a dia.

-----

Metodologia Proposta:

-----

A pesquisa observatória e investigativa se ampara na abordagem qualitativa e tem por objetivo analisar as contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio. O grupo focal contará com no máximo trinta estudantes da escola estadual onde o pesquisador atua como professor de Física. Serão selecionados dez estudantes de cada série do Ensino Médio, dos períodos matutino e noturno, para participar de um curso de programação e prototipagem no período vespertino, em espaços da própria escola nos quais já se desenvolvem estudos e projetos diversificados. O termo de consentimento da escola para a realização da pesquisa foi anexado ao sistema da Plataforma Brasil com o nome de arquivo Concordancia\_Anexo\_A.pdf. Os instrumentos de pesquisa Questionário inicial (Apêndice D do arquivo 20200914\_Projeto\_completo.pdf anexado ao sistema da Plataforma Brasil); Protocolos de observação (seguindo o modelo disponível no

Apêndice A do arquivo 20200914\_Projeto\_completo.pdf anexado ao sistema da Plataforma Brasil;

Questionário final (Apêndice E do arquivo 20200914\_Projeto\_completo.pdf anexado ao sistema da

Plataforma Brasil) Desenvolvimento do curso. O curso será desenvolvido no laboratório de informática da Escola, a qual dispõe de quinze (15) computadores, todos com acesso à internet e com o sistema operacional Linux Educacional. Os próprios participantes se organizarão em duplas, tomando

como critério a afinidade que já possuem. Se este critério não for suficiente, será feito um sorteio entre os estudantes remanescentes para formar as demais duplas. Em caso de desistência de participantes em número par, o mesmo critério será aplicado para formar novas duplas. Caso a desistência ocorra em número ímpar, os participantes que estiverem sozinhos formarão novas duplas e um trio. Não haverá custo para os participantes ou para a Escola. Os participantes receberão uma apostila (Apêndice F do arquivo 20200914\_Projeto\_completo.pdf anexado ao sistema da Plataforma Brasil e também disponibilizada como anexo no sistema da Plataforma Brasil com o nome de arquivo Apostila\_Apendice\_F.pdf), desenvolvida pelo pesquisador. Os encontros O curso obedecerá a sequência estabelecida pela metodologia conhecida como os Três Momentos Pedagógicos. Está previsto para ser realizado no primeiro semestre de 2021 e contará com 7 encontros de 2 horas cada, sendo um encontro por semana. 1) A problematização inicial: No primeiro encontro, além dos participantes preencherem o questionário inicial, serão apresentados dois vídeos: um sobre a utilização e importância da programação e outro sobre as possíveis aplicações de projetos com Arduino. Também neste encontro, será explicado o problema específico de Física a ser desenvolvido no final do projeto. 2) A Organização do conhecimento: Do segundo ao quinto encontro, os participantes serão colocados em contato com o novo conhecimento: lógica de programação, estrutura e desenvolvimento de algoritmos, operadores, variáveis, funções de entrada e saída de variáveis, comandos estruturados, a placa

Arduino, seus modelos, suas aplicações, estruturas de programação para a linguagem em “C” para Arduino. Ao final de cada encontro os participantes resolverão exercícios de programação já nos computadores da escola, aprendendo a escrever no ambiente de desenvolvimento de programação em “C”. 3) A aplicação do Conhecimento. Nos 2 últimos encontros os participantes farão aplicações do conhecimento. Por sorteio, serão formados seis grupos de estudantes, que terão que resolver problemas de Física utilizando o conhecimento apresentado no curso. No último encontro, ocorrerá a socialização do conhecimento, oportunidade que todos os grupos apresentarão suas respectivas soluções para o problema proposto. Neste encontro os participantes também serão convidados a preencher o questionário final.

-----  
Metodologia de Análise de Dados:  
-----

Para analisar os dados será utilizado o método Análise de Conteúdo de Bardin (2010) seguindo as fases para condução da análise que são: a) organização da análise;

b) codificação;

c) categorização;

d) tratamento dos resultados, inferência e a interpretação dos resultados.

O material bruto a ser analisado serão os questionários aplicados no início e no final do curso e os relatórios de observação que serão preenchidos pelo pesquisador a cada encontro presencial no laboratório de informática da escola.

-----  
Critério de Inclusão:  
-----

A inclusão dos participantes passará por uma seleção dos estudantes do Ensino Médio de todos os turnos da escola, sendo 10 participantes de cada ano do Ensino Médio, e será realizada de acordo com os seguintes critérios: i) os estudantes com dificuldades e com baixo rendimento na aprendizagem da disciplina de Física serão convidados a participar do projeto; ii) estudantes interessados pela aprendizagem com utilização de tecnologia; iii) caso haja menos candidatos do que vagas, o convite será estendido àqueles que se disponibilizarem e demonstrarem interesse em participar do projeto; iv) caso haja mais candidatos do que vagas será realizado uma entrevista com os candidatos para identificar o comprometimento até o final do projeto, onde também será verificado a disponibilidade de horário de trabalho em contraturno. Em caso de não preenchimento de todas as vagas após a aplicação dos critérios de inclusão, o curso será desenvolvido com o número de participantes que realizaram a inscrição.

-----  
 Critério de Exclusão:  
 -----

Não se aplica.

### **Objetivo da Pesquisa:**

=====

\* Objetivo da Pesquisa:

=====

O pesquisador assim definiu,

Objetivo Primário:

Espera-se que os participantes da pesquisa passem a enxergar as aplicações da Física, sintam-se motivados através do uso de novas tecnologias e desenvolvam habilidades para se tornar autodidatas através do uso da lógica. Espera-se também que os participantes se desenvolvam o entendimento de processos de criação de algoritmos simples a mais elaborados para utilização não só na área de Física, mas também nas outras disciplinas.

Objetivo Secundário:

Como produto, pretende-se melhorar a apostila de lógica, linguagem de programação e Arduino em conjunto com os conteúdos de Física do Primeiro Ano do Ensino Médio.

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

=====

\* Avaliação dos Riscos e Benefícios:

=====

Para o pesquisador, Riscos: Aos participantes existe o risco de constrangimento ao responder os instrumentos de pesquisa, pode existir o embaraço por interagirem com estranhos, caso não conheçam algum outro estudante da escola que venha a participar da pesquisa, algum medo ou desconforto em relação a

eventuais repercussões por não conseguir responder a alguma questão. De qualquer forma, resguarda-se ao participante a possibilidade de se recusar a responder os instrumentos na íntegra ou parcialmente, ou encerrar sua participação no curso no momento que desejar.

#### **Benefícios:**

Os benefícios decorrentes da participação neste projeto de pesquisa são descritos como: o acesso e estudos de lógica computacional, a interação com tecnologia de princípios de robótica ao trabalhar com o Arduino, o desenvolvimento de estudos em grupo, a aprendizagem de fenômenos e princípios de Física de uma maneira diferenciada. Além disso, a pesquisa poderá retornar para a comunidade científica resultados que poderão contribuir para a melhoria das estratégias de ensino-aprendizagem da disciplina de Física.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é relevante, pois preenche um plano de elaboração que examina casos atuais, com o intuito de investigar e compreender o objeto em estudo. Isto permite estabelecer generalidades válidas sobre este objeto, isolando as características particulares que possam auxiliar na compreensão do todo sobre o fenômeno estudado.

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

O projeto de pesquisa proposto atende parcialmente ao que é exigido pela Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS com relação à pesquisa com seres humanos.

#### **Recomendações:**

Verificar item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

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

Seguem as observações e pendências, referente a versão 3 do Projeto:  
Observação/pendência nesta versão

[PENDENTE-ATENDIDO] Na Metodologia Proposta do Projeto Básico, da Plataforma Brasil, existe uma indicação de Âpendices e Anexo, que não constam no Projeto Básico, além da seguinte redação "3.3 Os instrumentos de pesquisa", mas não existe seção 3, muito menos as demais sub-seções. Assim sugere-se uma nova redação indicando os documentos através de sua nomenclatura. Na mesma seção, o pesquisador informa que: "contará com 2 encontros semanais de 2 horas cada, durante 7 semanas.", mas no item "Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro", o pesquisador indica que "Curso composto por 7 encontros de 2 horas cada, sendo um encontro por semana.", diferente no descrito na Metodologia proposta. Assim deve ajustar redação.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou situação de pandemia de COVID-19 e existe uma grande preocupação com os níveis de disseminação da doença. Desta forma, este CEP solicita que o início da coleta de dados ocorra após cessarem os alertas de contenção.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o CEP-UTFPR, de acordo com as atribuições definidas no cumprimento da Resolução CNS nº 466 de 2012, Resolução CNS nº 510 de 2016 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se por APROVAR este projeto.

Lembramos aos (as) senhores(as) pesquisadores(as) que o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.



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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1606223.pdf	11/10/2020 16:18:18		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	20201020_Projeto_completo.pdf	11/10/2020 16:17:32	Álvaro Emílio Leite	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	20200914_TCLE_Apendice_C.pdf	14/09/2020 23:07:17	Álvaro Emílio Leite	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	20200914_TALE_Apendice_B.pdf	14/09/2020 23:06:55	Álvaro Emílio Leite	Aceito
Cronograma	20200914_Cronograma.pdf	14/09/2020 22:56:06	Álvaro Emílio Leite	Aceito
Folha de Rosto	20200810_folhaDeRosto_assinada.pdf	10/08/2020 22:15:43	Álvaro Emílio Leite	Aceito
Outros	Apostila_Apendice_F.pdf	06/08/2020 10:58:57	Álvaro Emílio Leite	Aceito
Orçamento	Orcamento_Financeiro.pdf	06/08/2020 10:55:58	Álvaro Emílio Leite	Aceito
Declaração de concordância	Concordancia_Anexo_A.pdf	06/08/2020 10:53:32	Álvaro Emílio Leite	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 20 de Outubro de 2020

---

**Assinado por:**  
**Frieda Saicla Barros**  
**(Coordenador(a))**

## ANEXO 2 – Folhas do Diário de Bordo

**Diário de Bordo para acompanhamento do projeto:** Contribuições que a inserção da lógica e linguagem de programação, com o uso de prototipagem em placa Arduino, podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem de fenômenos e princípios da Física do Ensino Médio.

Data:    /    /	Local:	Horário:
Observações:		
Houve entendimento geral do conteúdo explicado nesta aula? Conteúdo:	<input type="checkbox"/> sim <hr/> <hr/> <hr/>	<input type="checkbox"/> não

Houve participação dos estudantes do 1º ano com perguntas ou comentários?	( ) sim _____ _____ _____	( ) não
Houve participação dos estudantes do 2º ano com perguntas ou comentários?	( ) sim _____ _____ _____	( ) não
Houve participação dos estudantes do 3º ano com perguntas ou comentários?	( ) sim _____ _____ _____	( ) não
Quantos estudantes do 1º ano interagiram com o professor ou com os colegas?	_____ _____ _____	
Quantos estudantes do 2º ano interagiram com o professor ou com os colegas?	_____ _____ _____	
Quantos estudantes do 3º ano	_____	

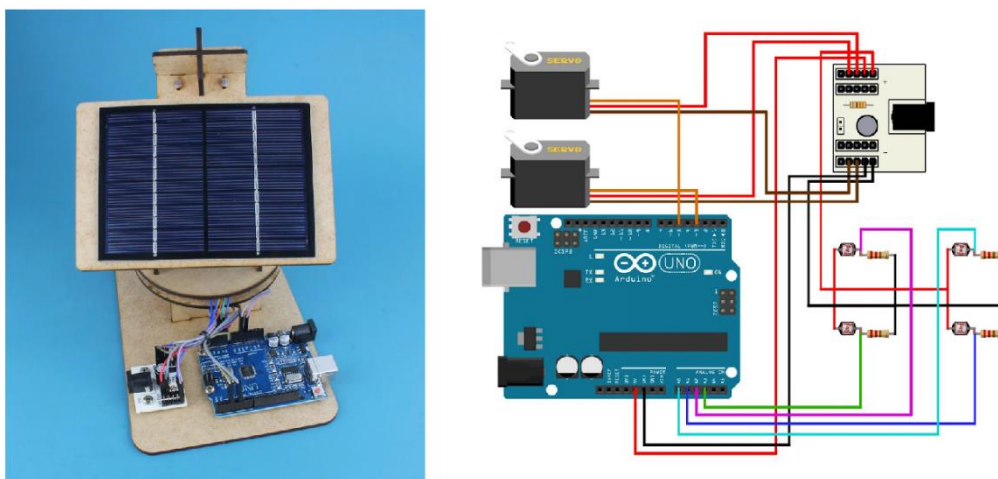
ano interagiram com o professor ou com os colegas?	<hr/> <hr/>	
---	-------------	--

**Outras anotações:**

## ANEXO 3 – Trabalhos de pesquisa dos estudantes apresentados ao final do curso

1) Pesquisa e apresentação no Jamboard dos estudantes E1, E4 e E7 sobre o tema “eletricidade”:

O Rastreador Solar é um projeto bastante atual que possibilita a demonstração da captações luminosas e direcionamento para local de posição do sol. É um projeto que visa melhor a captação de raios UV necessários para a conversão do Painel Solar em energia elétrica e posterior utilização.



Fonte: o autor (2021).

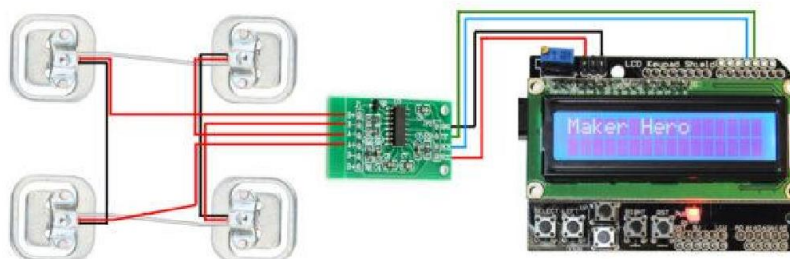
2) Pesquisa e apresentação no Jamboard dos estudantes E2 e E9 sobre o tema “força”:



Arduíno utilizando uma balança

Utilizando o arduíno e o módulo HX711, é possível fazer uma balança.

Usando um dos tipos de uma célula de carga, o strain gauge, de acordo com a força, irá deformar o sensor, assim causando uma variação na resistência do sensor. Para conseguirmos medi-la, usamos uma configuração chamada Ponte de Wheatstone.



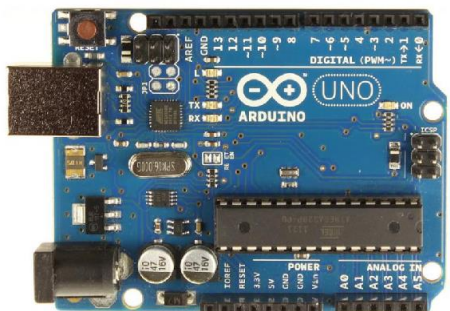
Fonte: o autor (2021).

### 3) Pesquisa e apresentação no Jamboard dos estudantes E3 e E6 sobre o tema “temperatura”:

#### Sensor de temperatura LM35 com alarme

##### Objetivo

Criar um alarme para um sensor de temperatura. Quando a temperatura de onde o sensor estiver localizado for maior ou menor que um valor definido, o alarme será acionado.








Esse projeto pode resolver problemas da regulação da temperatura ambiente, que pode ser usado em empresas ou em locais que a temperatura deve ser controlada, com ajuda do arduino.

Exemplo: se uma sala chegar a 25 graus ligar o ar condicionado, se o aquecedor chegar a temperatura de 30 graus desligar etc...

Fonte: o autor (2021).

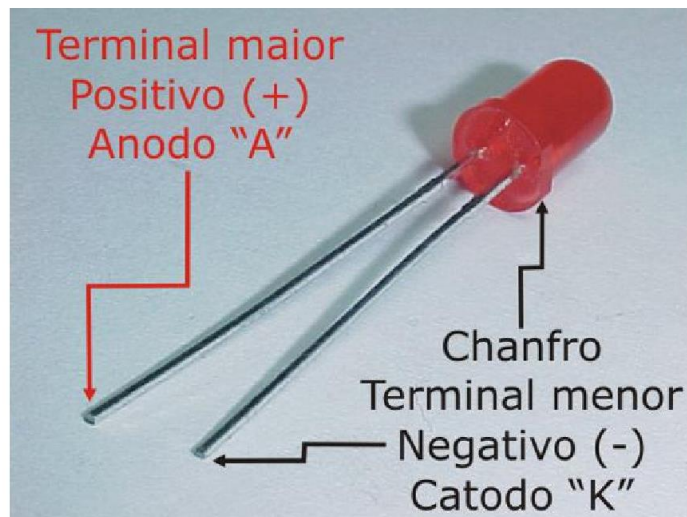
#### Componentes necessários

Referência	Componente	Quantidade	Imagem	Observação
Protoboard	Protoboard 830 pontos	1		No mínimo utilizar protoboard com 830 pontos
Led Difuso 5mm	Led 5mm vermelho	1		
Resistor	Resistor 300 Ω	1		Se precisar usar outros valores, calcule o resistor apropriado para o led utilizado - <a href="#">Calcular Resistor</a>
Sensor de Temperatura LM35	Sensor de Temperatura LM35	1		Utilizamos um sensor, segundo o datasheet do fabricante, com faixa de temperatura de -55°C até +150°C e incremento de 10mV/°C, ou seja, cada vez que a temperatura ambiente aumenta 1°C, o sensor aumenta em 10mV a tensão no pino de saída.
Buzzer	Buzzer 5V	1		
Arduino UNO R3	Arduino UNO	1		

Obs.: Utilizar também Cabos de ligação.

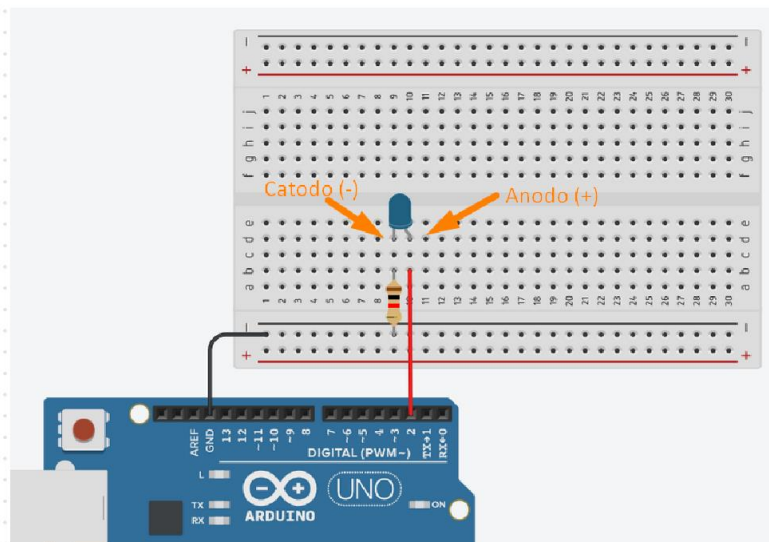
Fonte: o autor (2021).

1) Lembre-se que o LED tem polaridade: O terminal maior tem polaridade positiva e o lado do chanfro tem polaridade negativa.



Fonte: o autor (2021).

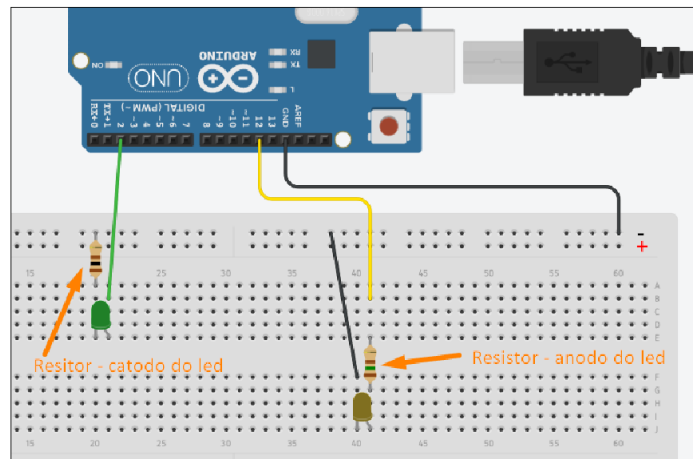
1.1. Portanto, faça a conexão da porta digital do Arduino no terminal positivo (anodo) e o GND no terminal negativo (catodo) do led.



Fonte: o autor (2021).



1.2. Para evitar danos ao led é necessário a inclusão de um resistor no circuito. Como o resistor é um limitador da corrente elétrica, ele poderá estar conectado no anodo (terminal maior) ou no catodo (terminal menor) do led, tanto faz.



Fonte: o autor (2021).

2) Determinamos o valor do resistor através da tabela prática: Tabela prática de utilização de leds 3mm e 5mm. Entretanto, o mais correto é sempre verificar o datasheet do fabricante do LED para você ter os exatos valores de tensão e corrente do mesmo - leia Como calcular o resistor adequado para o led. (Obs.: Resistores superiores a 150  $\Omega$  poderão ser utilizados em LEDs de todas as cores para um circuito com tensão igual ou inferior a 5V).

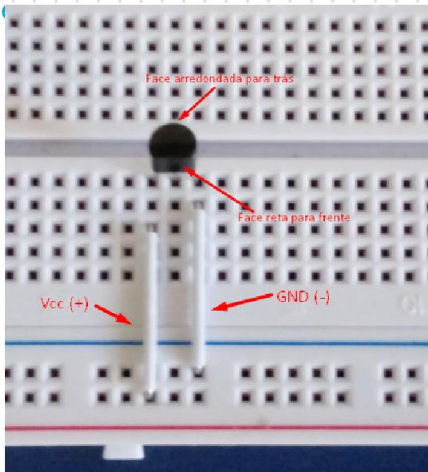
Valores utilizados para nossos projetos: LEDs difusos ou de alto brilho: Vermelho, Laranja e Amarelo: 150  $\Omega$  | Led Verde e Azul: 100  $\Omega$  ou 150  $\Omega$

LEDs - Tensões - resistores		3,0V	5V	6V	7V	9V	10V	12V	13,6V	24V
	2,2V	33	150	220	270	330	470	470	560	1k2
	2,2V	33	150	220	270	330	470	470	560	1k2
	2,2V	33	150	220	270	330	470	470	560	1k2
	3,4V	0	82	120	270	270	330	470	560	1k2
	3,4V	0	82	120	180	270	330	470	560	1k2
	3,8V	0	82	120	180	270	330	470	560	1k2
	3,4V	0	82	120	180	270	330	470	560	1k2

Em vermelho resistores em OHMS

Fonte: o autor (2021).

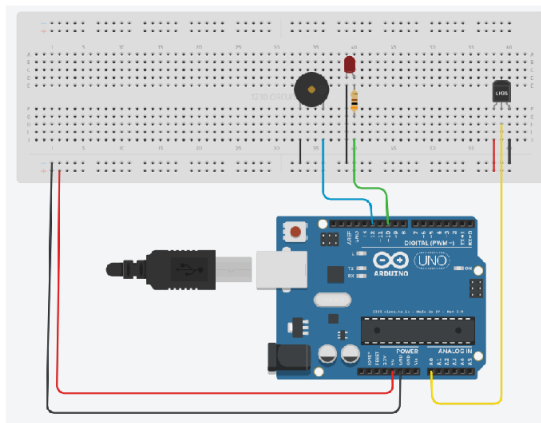
3) Cuidado para não ligar o sensor de temperatura invertido. Ele deve ficar com a face reta virada para frente, conforme a imagem abaixo, e a face arredondada virada para trás, de forma que o positivo fique ao lado esquerdo do sensor e o negativo ao lado esquerdo do



4) O buzzer tem polaridade: se retirar o adesivo superior do buzzer poderá ver um sinal de positivo (+). Este sinal mostra onde está o pino positivo do componente.

Fonte: o autor (2021).

5) A montagem abaixo foi realizada em um protoboard com linhas de alimentação contínuas. Verifique se o seu protoboard possui linhas de alimentação contínuas ou separadas



Fonte: o autor (2021).

```

1  /*****
2  *
3  *   Projeto 11 - Sensor de temperatura com alarme
4  *
5  *****/
6
7  const int LM35 = 0; // entrada sensor no Arduino: A0 - Analógica
8  float temperatura = 0; // variável tipo float - inicia no 0
9  int ADClido = 0;
10 const int Buzzer = 12; // entrada buzzer: 12 - digital
11 const int Led10 = 10; // entrada led: 10 - digital
12
13 /*******
14
15 void setup(){
16   Serial.begin(9600); // taxa comunicação da placa com o computador
17   analogReference(INTERNAL); //No Mega, use INTERNAL1V1, no Leonardo remove essa linha
18   pinMode(Buzzer, OUTPUT);
19   pinMode(Led10, OUTPUT);
20 }
21
22 /*******
23
24 void loop(){
25   ADClido = analogRead(LM35);
26   temperatura = ADClido * 0.1075268817204301; //no Leonardo use 0.4887585532
27   Serial.print("Temperatura = "); //mostra valor na tela
28   Serial.print(temperatura);
29   Serial.println(" °C");
30
31   if(temperatura > 32){ // setado como 32°C
32     digitalWrite(Buzzer, HIGH); //aciona o buzzer
33     digitalWrite(Led10, HIGH); //aciona o led
34   }
35   else{
36     digitalWrite(Buzzer, LOW);
37     digitalWrite(Led10, LOW);
38   }
39   delay(500);
40 }

```

Código do Projeto (com leitura de dados e delay)

Digite o código abaixo no ambiente de desenvolvimento do Arduino. Faça a verificação e o upload.

Observação: Se desejar, altere o valor da linha 31 onde definimos como "> 32", ou seja, aciona o alarme quando a temperatura for maior que 32°C.

Video demonstrativo de como deve funcionar:

<https://www.youtube.com/watch?v=EiQlagV588c>

Fonte: o autor (2021).

#### 4) Pesquisa e apresentação no Jamboard dos estudantes A5 e A10 "energia":

**PROJETO PROPOSTO**

Através do microcontrolador Arduino foi criado um equipamento que coleta amostras de tensão e corrente através de sensores específicos em vários tempos, de acordo com a lei de Ohm que diz que potência é igual ao produto da tensão e da corrente temos o valor da potência ativa. De posse desses valores e com o referencial de tempo, é possível se verificar o consumo instantâneo dos equipamentos conectados à rede através de um comando na programação do Arduino que soma o consumo de todas amostragem, tornando o consumo acumulativo. O cálculo do consumo é possível através da seguinte fórmula:

$$E = P \cdot \Delta t$$

Onde P é dado como potência e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo da medição. Com o foco no setor residencial o projeto foi criado no intuito de possibilitar uma comunicação dos dados coletados e gerados pelo equipamento com o consumidor, sendo assim possível uma interação direta com o usuário que terá total acompanhamento sob seus equipamentos e o quanto eles consomem. Com esse acompanhamento constante de informações de custo de energia o consumidor poderá estabelecer um parâmetro do quanto pode gastar até determinado momento e até mesmo poderá verificar em qual cômodo de sua casa está gastando mais, havendo assim uma conscientização dos moradores da residência.



**Display mostrando os valores ao usuário.**

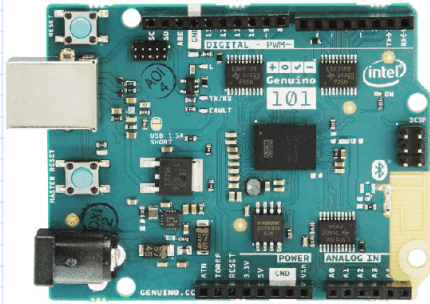


**Plataforma que estabelece o projeto fixo.**





Fonte: o autor (2021).



o atual cenário do país que atravessa uma crise energética e um aumento constante nos valores da energia elétrica, criamos um dispositivo onde possui um excelente custo benefício e de fácil uso e interpretação, onde o usuário terá seu consumo em tempo real e acumulativo independentemente do número de equipamento ligados a rede.

Lembrando que grande parte da população brasileira, ainda são leigos quanto a eletricidade e muita das vezes pagam a conta de energia de sua residência sem ter conhecimento do que realmente acontece e sem saber qual equipamento é o 'vilão' de sua tarifa.

O projeto apresenta grande flexibilidade na programação, sendo possível utilizá-lo em todo território nacional, haja visto que os valores da tarifa variam de acordo com o estado, tanto a tarifa em si quanto os impostos agregados a conta de energia.

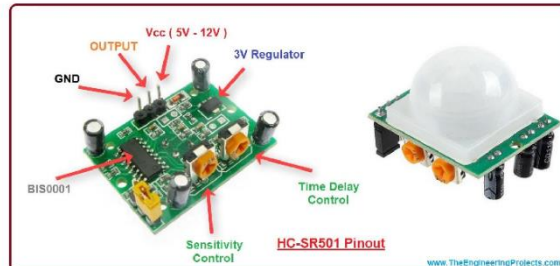
Acreditamos que de certa forma contribuiremos, pois dará a oportunidade do consumidor acompanhar a informação da concentração de consumo de energia elétrica e seu ponto crítico.

Fonte: o autor (2021).

5) Pesquisa e apresentação no Jamboard dos estudantes A8 e A11 sobre o tema “movimento”:



detectar movimento de objetos que exalam calor e que estejam dentro do seu raio de detecção que alcança até 7 metros. Com o sensor atuando, qualquer objeto (que exala calor) que se movimentar dentro do seu campo de



O software consiste no monitoramento constante do sensor PIR para saber se alguma variação de infravermelho movimento de pessoas ou animais foi identificado pelo sensor.

Para determinar os pines de alimentação do sensor (VCC) e de saída (o módulo Bread) fazemos a leitura do sinal de saída do sensor PIR, que é de natureza digital. Isto é, ou é nível alto ou nível

Fonte: o autor (2021).



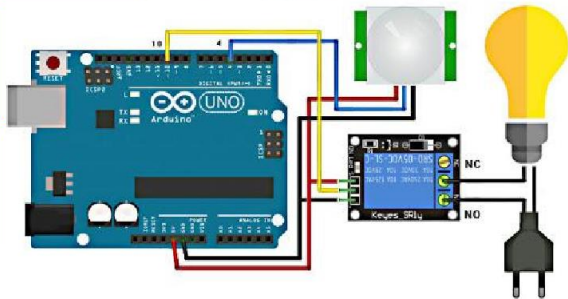
**SENSOR PIR**  
**ACENDENDO LÂMPADA**  
**SENSOR PIR DYP-ME003**

```
INPUT);
Serial.begin(9600);
void loop() { //Le o sensor de presença
  LituraSensor = digitalRead(LesensorP
  IR); //Nao ha
  deteccao de
  movimento if
  (LituraSensor ==
  LOW) {
```



Vale ressaltar que o sensor detecta movimento e não presença de um corpo, logo, se o corpo permanecer estático dentro do raio de detecção do sensor é como se não existisse nada para ele detectar.

(Nível alto): 3.3V-  
 Tensão (Nível baixo):  
 0V- Raio de detecção:  
 3 - 7m (pode ser  
 ajustado)- Ângulo de  
 alcance: 120°-  
 Potenciómetros para  
 ajustes de  
 sensibilidade e  
 estabilização do  
 pinoVcc-  
 Temperatura de



Fonte: o autor (2021).