



INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS CAMPO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

HUGO EDUARDO PIMENTEL MOTTA SISCAR

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS *ON-LINE*
INTEGRANDO ELETRODINÂMICA E ARDUINO

Campo Grande – MS
Julho/2022

HUGO EDUARDO PIMENTEL MOTTA SISCAR

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS *ON-LINE*
INTEGRANDO ELETRODINÂMICA E ARDUINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo campus Campo Grande do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello

Campo Grande – MS
Julho/2022

Siscar, Hugo Eduardo Pimentel Motta
S622p Proposta de aplicação de atividades práticas on-line integrando eletrodinâmica e arduino / Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar. – Campo Grande-MS, 2022.
147 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul-IFMS, Campus Campo Grande, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello.

Inclui apêndices.
Inclui referências.

1. ProfEPT. 2. Ensino. 3. Educação Profissional e Tecnológica. 4. Produto educacional. 5. Vygotsky. I. Mello, Dante Alighieri Alves de. II. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica. III. Título.

CDD 23. ed. 373.246

HUGO EDUARDO PIMENTEL MOTTA SISCAR

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS *ON-LINE*
INTEGRANDO ELETRODINÂMICA E ARDUINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado em 25 de agosto de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS
Orientador

Prof. Dr. Odair Diemer
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS

Profa. Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

HUGO EDUARDO PIMENTEL MOTTA SISCAR

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS *ON-LINE*
INTEGRANDO ELETRODINÂMICA E ARDUINO**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 25 de agosto de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS
Orientador

Prof. Dr. Odair Diemer
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS

Profa. Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

*Dedico este trabalho primeiramente à Deus,
aos meus familiares
e a todos que contribuíram para sua realização.*

AGRADECIMENTOS

À minha amada esposa Andreia pelo amor e apoio incondicional.

Ao meu filho Arthur pelo incentivo e motivação.

Aos meus pais, Leonina e José Geraldo, irmãs, Suzana e Fernanda, e sobrinhos, Marcela, Julia e Gabriel, que estiveram ao meu lado em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello pela orientação em todos os momentos da pesquisa.

Aos membros da banca Prof. Dr. Odair Diemer (IFMS) e Profa. Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart (UFMS) pelas contribuições durante o processo de avaliação deste trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do IFMS – Campus Campo Grande.

A todos os amigos da turma de mestrado de 2019 que permaneceram *“presentes no mesmo barco”*.

Às minhas amigas Manuela e Mylena do grupo “perdidos no mestrado” pelo apoio e conselhos no percurso.

À diretora geral, Angela kwiatkowski, e diretor de ensino, e Gleison Nunes Jardim, do IFMS Campus Coxim, pela aceitação e apoio à pesquisa.

À professora de Física do IFMS Campus Coxim, Márcia Helena Ribeiro, pelo aceite e parceria na aplicação da pesquisa com os estudantes de suas turmas.

A todos os estudantes que participaram da pesquisa.

RESUMO

É consensual que a aprendizagem de Física não é trivial para a maioria dos estudantes. Por esta razão, diversas pesquisas vêm sendo realizadas ao longo dos anos com o objetivo de investigar estratégias de ensino e aprendizagem que facilitem estes processos. Uma das possibilidades de investigação tem como foco o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Neste sentido, esta pesquisa teve a finalidade de analisar o processo de aprendizagem de Física a partir da aplicação de atividades práticas on-line integrando eletrodinâmica e Arduino. A eletrodinâmica trata de conceitos importantes de eletricidade que muitas vezes não são bem compreendidos pelos estudantes do ensino médio. Utilizamos a ferramenta *on-line Tinkercad* para realizar as atividades, um ambiente virtual gratuito e de fácil utilização, desenvolvido pela Autodesk®, permitindo simulações de circuitos e possibilitando o ensino de conceitos de física e programação para estudantes que não possuem componentes físicos em mãos. A metodologia para o desenvolvimento da pesquisa passou pelas etapas de levantamento bibliográfico, elaboração e aplicação do produto, avaliação diagnóstica, verificação da aprendizagem, análise dos resultados e validação do produto educacional. As atividades foram desenvolvidas com base na Teoria de Vygotsky. Integrada a este referencial teórico utilizamos a metodologia de “análise microgenética”, na qual buscamos identificar os possíveis indícios de aprendizagem dos estudantes por meio da análise das interações discursivas, investigando se receberam auxílio de seus pares ou do professor na resolução das atividades propostas. As atividades relativas à pesquisa foram realizadas no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Coxim, com estudantes do quinto período do Curso Técnico Integrado em Informática. A escolha deste público se deu pelo fato de o perfil dos egressos estarem em consonância com a proposta desta pesquisa que, além dos conceitos de eletrodinâmica, envolve conceitos de programação e eletrônica. Desenvolvemos como Produto Educacional (PE) um Guia Didático ao docente para aplicação de um conjunto de atividades práticas *on-line*, com um aporte teórico-metodológico sob a perspectiva da teoria histórico-cultural, de forma que o docente possa replicar estas atividades em sala de aula. Aplicamos a pesquisa no contexto da pandemia de Covid-19. Constatamos que os estudantes não interagiram como esperado entre seus pares para resolver os problemas propostos, porém houve momentos de interação com o pesquisador, nos quais este forneceu auxílio quando os participantes indicavam dificuldade em resolver determinada atividade. Observamos algumas cadeias de interação no contínuo dialógico – de autoridade. Neste caso, esse tipo de padrão atua na ZPD do estudante, tendendo a promover processos colaborativos de ensino e aprendizagem. No percurso do desenvolvimento das atividades e da avaliação da aprendizagem podemos constatar a evolução de alguns participantes a partir a internalização dos conceitos abordados neste trabalho.

Palavras-Chave: ProfEPT. Ensino. Educação Profissional e Tecnológica. Produto educacional. Vygotsky.

ABSTRACT

It is consensual that learning Physics is not trivial for most students. For this reason, several researches have been carried out over the years with the objective of investigating teaching and learning strategies that facilitate these processes. One of the research possibilities focuses on the use of Information and Communication Technologies (ICT). In this sense, this research aimed to analyze the process of learning Physics through the application of practical online activities integrating electrostatics and Arduino. Electrostatics deals with important electrical concepts that are often not well understood by high school students. We used the online tool Tinkercad to carry out the activities, a free and easy-to-use virtual environment, developed by Autodesk®, allowing circuit simulations and enabling the teaching of physics and programming concepts to students who do not have physical components at hand. The methodology for the development of the research went through the stages of bibliographic survey, elaboration and application of the product, diagnostic evaluation, verification of learning, analysis of results and validation of the educational product. The activities were developed based on Vygotsky's Theory. Integrated into this theoretical framework, we used the methodology of "microgenetic analysis", in which we seek to identify possible signs of student learning through the analysis of discursive interactions, investigating whether they received help from their peers or the teacher in solving the proposed activities. The activities related to the research were carried out within the scope of Vocational and Technological Education (EPT), at the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, Campus Coxim, with students from the fifth period of the Integrated Technical Course in Informatics. The choice of this public was due to the fact that the profile of the graduates is in line with the proposal of this research which, in addition to the concepts of electrostatics, involves concepts of programming and electronics. We developed, as an Educational Product (EP), a Didactic Guide for the teacher to apply a set of practical online activities, with a theoretical-methodological contribution from the perspective of the historical-cultural theory, so that the teacher can replicate these activities in the classroom. We applied the research in the context of the Covid-19 pandemic. We found that the students did not interact as expected among their peers to solve the proposed problems, but there were moments of interaction with the researcher, in which he provided assistance when they learners indicated difficulty in solving a certain activity. We observe some chains of interaction in the dialogic continuum – of authority. In this case, this type of pattern acts on the student's ZPD, tending to promote collaborative teaching and learning processes. In the course of the development of activities and the assessment of learning, we can see the evolution of some participants from the internalization of the concepts discussed in this work.

Keywords: ProfEPT. Teaching. Professional and Technological Education. Educational product. Vygotsky.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 BREVE HISTÓRICO PESSOAL DO PESQUISADOR.....	10
1.2 EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	11
1.3 O ENSINO DE FÍSICA	13
1.4 QUESTÃO DE PESQUISA	14
1.5 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3 METODOLOGIA	21
3.1 CONTEXTO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	21
3.2 LÓCUS E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	27
3.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.2.1 Encontro 1.....	32
4.2.2 Encontro 2.....	39
4.2.3 Encontro 3.....	46
4.2.4 Encontro 4.....	63
4.2.5 Encontro 5.....	66
4.2.6 Avaliação da aprendizagem	66
5 O PRODUTO EDUCACIONAL: ELETROPRATICANDO	75
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL	87
APÊNDICE B - CARTA DE ANUÊNCIA – <i>CAMPUS</i> COXIM IFMS.....	113
APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	114
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	116
APÊNDICE E - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	118
APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO 01: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	120
APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO 02: AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	122
APÊNDICE H - SOBRE O CONTEÚDO: ELETRODINÂMICA E ARDUINO	124

1 INTRODUÇÃO

1.1 BREVE HISTÓRICO PESSOAL DO PESQUISADOR

Em 2009 fui convidado a lecionar algumas disciplinas da área de informática em uma escola estadual no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. No susto e pela necessidade financeira que era evidente em minha vida naquele momento, constituindo uma família e com um filho recém-nascido, aceitei o desafio. Até então, a única experiência que tinha em ensinar para outras pessoas era no programa de monitoria que tínhamos na universidade, por meio da qual me formei em Engenharia da Computação.

Ainda sem experiência na docência assumi as funções de professor contratado e coordenador dos cursos de Educação Profissional Técnica de Nível Médio naquela unidade escolar. Foram muitas as dificuldades encontradas, mas a equipe de gestão e a coordenação pedagógica da escola sempre nos deram muito suporte e aprendemos juntos sobre essa modalidade de ensino. Digo que aprendemos juntos pois a primeira turma de Curso Técnico Integrado foi implantada no ano anterior a minha chegada na instituição, ou seja, em 2008.

Ainda neste período em que coordenei os cursos e lecionei nesta unidade escolar também foram implantadas outras modalidades de cursos de educação profissional técnica de nível médio, a concomitante e a subsequente. Nesta época que tive o primeiro contato com a educação escolar como docente, mais especificamente com a Educação Profissional e Tecnológica (EPT).

Acredito que, pelo fato da minha inexperiência e também de não ter realizado um curso de graduação com licenciatura, minha concepção de ensino era tradicional, ou seja, transmitir os conhecimentos para os estudantes, em um processo no qual o estudante, predominantemente, era um mero expectador do processo de aprendizagem. Basicamente eu espelhava para os meus alunos o modo como eu havia “aprendido a aprender” durante toda minha vida acadêmica.

Em 2014 participei da primeira turma do curso de pós-graduação *lato sensu* de Especialização em Docência para Educação Profissional, Científica e Tecnológica ofertado pelo Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Campo Grande. Durante a realização deste curso tive contato com as bases teóricas da EPT, o que

me proporcionou uma visão mais ampla sobre esta modalidade de ensino. Na oportunidade, como Trabalho Final de Conclusão de Curso, desenvolvemos um artigo intitulado: “*Ensino Médio Integrado: Prática Integradora?*”, onde procuramos investigar as experiências e dificuldades dos docentes que atuam em cursos técnicos integrados ao ensino médio. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e de campo no município de Campo Grande/MS, em escolas das Redes Estadual e Federal que ofertam esta modalidade de ensino. Na época a pesquisa teve como público-alvo professores, coordenadores pedagógicos e coordenadores técnicos que atuavam nestes cursos.

Nos primeiros meses atuando como docente já pude perceber que essa seria a profissão que gostaria de permanecer durante toda a minha carreira. As adversidades no início da carreira, principalmente como professor contratado, não me fizeram desistir desse desejo. Continuei persistindo e, em 2016, fui chamado para assumir o concurso de Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFMS, lotado no *Campus* Coxim. Atuo como docente de disciplinas na área de Informática / Redes de Computadores. Também coordenei projetos de pesquisa e inovação, tais como o espaço do IFMAKER¹, ministrando oficinas de impressoras 3D, prototipagem e robótica.

Entendo que nossa profissão exige uma constante busca por aperfeiçoamento. A partir dessa necessidade ingressei, em 2019, no Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica ofertado pelo IFMS - *Campus* Campo Grande, um programa de Pós-Graduação *stricto sensu* coordenado pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e oferecido pelas instituições que compõe a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Apresentamos, a seguir, um breve histórico e características da Educação Profissional e Tecnológica brasileira.

1.2 EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

O Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio, do modo como é operacionalizado pelas Redes Estaduais e Federal de Ensino, está regulamentado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – 9.394/96 (LDB) (BRASIL, 1996)

¹ O IFMAKER é um ambiente colaborativo, facilitador de projeção, produção e consolidação de produtos presente nos 10 *campi* do IFMS.

que, em seu artigo 40, estabelece que a educação profissional deve ser desenvolvida em articulação com o ensino regular ou por diferentes estratégias de educação continuada. Em relação à Educação Profissional, a LDB teve sua redação alterada pela Lei nº 11.741/2008, institucionalizando e integrando as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica, e pela Lei 13.415/2017, que estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio, ampliando o tempo mínimo do estudante na escola de 800 para 1000 horas, contemplando a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e ofertando diferentes possibilidades de escolha aos estudantes, com enfoque nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional.

Esta modalidade de ensino também é regulamentada pelo Decreto nº 5.154/2004 (BRASIL, 2004), em seu artigo 4º, parágrafo 1º, inciso I, que dispõe sobre a articulação entre a educação profissional técnica de nível médio e o ensino médio, que pode acontecer de forma integrada, ou seja, oferecida somente a quem já tenha concluído o ensino fundamental, sendo o curso planejado de modo a conduzir o estudante à habilitação profissional técnica de nível médio; concomitante, quando as disciplinas técnicas são ofertadas paralelamente às disciplinas do ensino médio, na mesma instituição ou em instituições de ensino distintas; ou subsequente, que é oferecida aos estudantes que já concluíram o ensino médio.

Os currículos dos cursos técnicos integrados de nível médio seguem as determinações legais previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999), nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 1998) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (BRASIL, 2012) estabelecidas em legislação específica pelos órgãos competentes do Ministério da Educação. A matriz curricular de um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio é composta por disciplinas distribuídas em núcleo comum, parte diversificada e formação profissional.

O núcleo comum é constituído pelas áreas de conhecimento do ensino médio: Linguagens e Códigos, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Matemática, fundamentadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998). A parte diversificada, por sua vez, está orientada para uma maior compreensão das relações existentes no mundo do trabalho e para uma articulação entre esse e os conhecimentos acadêmicos. Já a formação profissional contempla as disciplinas

específicas necessárias para aquisição de competências e habilidades para atuação em uma determinada área profissional. Portanto, o ensino integrado requer práticas integradoras e interdisciplinares, em contraposição às concepções fragmentadoras dos saberes (RAMOS, 2008).

De acordo com o Documento Base que discorre sobre a Educação Profissional Técnica Integrada ao Ensino Médio, elaborado em 2007, o termo “articulação”:

[...] indica a conexão entre partes, nesse caso, a educação profissional e os níveis da educação nacional. No caso do ensino médio, etapa final da educação básica, essa articulação adquire uma especificidade quando o artigo 36, parágrafo 2º, apregoa que “o ensino médio, atendida a formação geral do educando, poderá prepará-lo para o exercício de profissões técnicas”. Nesse caso, a articulação pode chegar ao máximo, promovendo uma verdadeira “integração”, por meio da qual educação profissional e ensino regular se complementam, conformando uma totalidade (BRASIL, 2007, p. 7).

Gasparin (2012) explicita que, no mundo das divisões do conhecimento, das especificidades que possibilitam e, frequentemente, proporcionam a perda da totalidade, busca-se, cada vez mais, a unidade, a interdisciplinaridade, não como forma de pensamento unidimensional, mas como uma apreensão crítica das diversas dimensões da mesma realidade.

1.3 O ENSINO DE FÍSICA

Diesel, Baldez e Martins (2017) explicitam que é muito comum a influência do método tradicional de ensino centrado no docente e na transmissão de conteúdo, em que os estudantes mantêm uma postura passiva, apenas recebendo e memorizando as informações em uma atitude de reprodução.

Moreira (2017) afirmou que a Física está em crise na Educação Básica e aponta suas causas, sendo elas a falta e/ou despreparo de professores, as más condições de trabalho, o reduzido número de aulas e a progressiva perda da identidade no currículo, além de que o ensino da Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Explicita, também, que são muitos os desafios para mudar esse panorama.

O documento com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio) versa que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por

ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (BRASIL, 2006, p.56).

Neste sentido, as Diretrizes Curriculares para a Educação Básica – DCEB (BRASIL, 2013) colocam que:

“A apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes” (BRASIL, 2013, p. 167).

Ainda conforme Moreira (2017), o ensino de Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro-texto. Nas palavras do autor é preciso incorporar ao ensino de Física as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), assim como aspectos epistemológicos, históricos, sociais e culturais.

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

Diante do exposto, buscamos responder às seguintes questões com a realização desta pesquisa: como contextualizar conteúdos de eletrodinâmica com a realidade do educando? Como estimular práticas integradoras entre a Física e a Robótica no contexto de sala de aula?

Nesse cenário de transformações no modo de pensar as práticas de ensino e aprendizagem utilizamos em nosso trabalho as potencialidades das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) visando contribuir para o ensino de eletrodinâmica. Segundo Macêdo et al. (2014) as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) designam, por meio de uma expressão geral, todos os meios técnicos usados para tratar a informação e facilitar a comunicação, incluindo hardware e software. Veronez et al. (2015, p.154) explicitam que:

A Física é por natureza uma ciência experimental. Entretanto, a maioria das escolas brasileiras não possui laboratórios equipados para realizar atividades

experimentais. Por outro lado, o computador vem conquistando cada vez mais espaço nas instituições de ensino do país. (VERONEZ et al., 2015, p.154).

Considerando que as aulas de Física se dividem em teoria e prática, sendo a prática realizada por meio de experimentos, e os laboratórios para o desenvolvimento dessas atividades práticas geralmente não serem equipados de maneira satisfatória, uma forma de aproximar o estudante da prática é a utilização de computadores para a realização de experimentos virtuais. O laboratório de Física do IFMS Campus Coxim possui um laboratório didático móvel de Física, contendo os conjuntos de equipamento para experimentação básica em: mecânica 1 e 2, dinâmica, termodinâmica 1 e 2, óptica 1 a 3, eletricidade e eletrônica, energias renováveis, composto por quatro conjuntos (solar, eólica, hidro, células de combustível), eletrostática, magnetismo, da Marca PHYWE, mas de acordo com os docentes da área estão todos incompletos, ou seja, faltando alguns componentes para replicar o mesmo experimento para vários alunos. No entanto, no espaço IFMAKER do Campus, possuímos diversos kits de Arduino para o desenvolvimento de atividades envolvendo robótica educacional.

Neste viés, Santos e Menezes (2005) reiteram que a Robótica Educacional tem demonstrado um ambiente pedagógico enriquecedor e significativo no ensino integrado de diferentes disciplinas, uma vez que o ensino de Ciências é visto com certa apatia por muitos alunos. Segundo os autores, a Robótica Educacional está inserida em um ambiente onde:

“[...] o aprendiz tenha acesso a computadores, componentes eletromecânicos (motores, engrenagens, sensores, rodas, etc.), eletrônicos (interface de hardware) e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar” (SANTOS e MENEZES, 2005, p. 2).

No desenvolvimento das atividades propostas neste trabalho utilizamos o ambiente virtual *Tinkercad*. Nele realizamos simulações de alguns conteúdos sobre eletrodinâmica, tais como corrente elétrica e resistores, utilizamos os recursos virtuais dos instrumentos de medição presentes no ambiente virtual para aferir o valor da corrente e resistência elétrica, identificamos o valor de um resistor a partir de seu código de cores e desenvolvemos atividades integrando com o Arduino. O *Tinkercad* está disponível gratuitamente pelo endereço <http://www.tinkercad.com/>.

Assim, este trabalho buscou analisar, com base na Teoria de Vygotsky, como

atividades práticas *on-line* integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino podem favorecer a aprendizagem.

Com base nos relatos dos autores acima citados e com vistas à superação de um problema constante no ensino de Física, que consiste em um ensino fragmentado, compartimentado e excessivamente centrado no professor, transmissor do conhecimento, espera-se que, por meio da aplicação deste produto educacional seja criado um ambiente favorável à aprendizagem e os docentes sejam estimulados a pensarem em novas estratégias de ensino, com a intenção de ensinar na perspectiva dos participantes deste processo.

1.5 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral desta pesquisa foi investigar a aprendizagem dos estudantes do Curso Técnico Integrado em Informática do Campus Coxim do IFMS por meio da aplicação de atividades práticas *on-line* baseadas na Teoria de Vygotsky² integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino.

Como objetivos específicos podemos destacar:

- Investigar os conteúdos da área de eletrodinâmica e Arduino que serão integrados às atividades práticas *on-line*;
- Avaliar os conceitos espontâneos e científicos prévios dos estudantes quanto aos conteúdos de eletrodinâmica;
- Desenvolver um Guia Didático de aplicação de um conjunto de atividades práticas *on-line* integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino;
- Disponibilizar um material interativo ao estudante para acompanhamento das atividades realizadas pelo professor;
- Avaliar a aprendizagem dos estudantes por meio da aplicação do Produto Educacional.

² Encontramos na literatura várias formas de escrever o nome de Vigotski (Vygotsky, Vygotski, Vygotskii, Vigotski). Assumimos o nome de Vygotsky em momentos de citação livre.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como referencial teórico de aprendizagem esta proposta de pesquisa ancora-se nas ideias do psicólogo russo Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934), precursor da teoria do desenvolvimento humano, conhecida como Psicologia Histórico-Cultural.

A denominação Psicologia Histórico-Cultural, para Paes (2020, p.13), advém do sentido de que “todas as atividades, compreensão e sensibilidade humanas são mediadas pela cultura produzida e acumulada geração após geração”.

As concepções de Vygotsky (2007) sobre o funcionamento do cérebro humano fundamentam-se em sua ideia de que as funções psicológicas superiores são desenvolvidas ao longo da história social do homem. Na sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, o ser humano cria as formas de ação que os distinguem de outros animais.

Paes (2020) afirma que sem a apropriação da cultura humana produzida historicamente não seríamos humanos, mas sim animais, pois seriam mantidas as funções psicológicas inferiores.

Diante desse contexto, Vygotski (2007) desenvolveu a sua teoria com base no Materialismo Histórico-Dialético, do filósofo Karl Marx, na qual contribuiu para a formulação de teoria sobre o ser humano, trazendo para o centro do estudo a consciência. Os estudos das relações entre o pensamento e a linguagem permitiu o desenvolvimento de conceitos de mediação, interação, entre outros.

A mediação é um conceito central na teoria de Vygotski (2007), pois é neste processo que as funções psicológicas superiores se desenvolvem. Para ele:

[...] O uso de meios artificiais – a transição para a atividade mediada – muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar. Nesse contexto, podemos usar o termo função psicológica superior, ou comportamento superior com referência à combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica. (VYGOTSKI, 2007, p. 56)

A mediação pode acontecer de diversas formas, seja pela interação entre pessoas, pela linguagem falada, escrita, gestual ou utilizando as tecnologias de informação e comunicação. Vygotski (2007, p. 159) distinguiu dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. Para o autor, “os instrumentos são orientados externamente, visando o domínio da natureza”, ou seja, é um elemento

disposto entre o trabalhador e seu objeto de trabalho e carrega consigo a função para o qual foi feito. Os signos são representações psicológicas construídas coletivamente ao longo da história, são orientados internamente, sendo uma “maneira de dirigir a influência psicológica para o domínio do próprio indivíduo” (VYGOTSKY, 2007, p. 159). Nesse sentido, o autor destaca que o signo age sobre o indivíduo e não sobre o ambiente.

No desenvolvimento deste trabalho consideramos os materiais e recursos das TIC, como por exemplo computadores, smartphones, aplicativos, ambientes virtuais, dentre outros como sendo os instrumentos. Os signos foram representados pela linguagem falada, durante a condução da atividade orientada e apresentação de novos conceitos realizados pelo pesquisador aos estudantes, e escrita, presente no material didático disponibilizado aos mesmos.

Outro conceito central da teoria de Vygotsky e que será objeto de investigação desta pesquisa é denominado “Zona de Desenvolvimento Proximal” (ZDP), definido por Vygotski (2007, p. 97) como:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (VYGOTSKI, 2007, p. 97).

Portanto, Vygotski (2007, p. 95-96) compreende que o nível de desenvolvimento real é “o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados”. Ainda para o autor, a ZDP “define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário” (VIGOTSKI, 2007, p. 98).

Na concepção de Vigotski (2007) o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento das funções mentais superiores na interação da criança com pessoas em seu ambiente ou em operação com seus companheiros, sendo essencial na criação da ZDP. Ainda conforme o autor, o estudante passa por um processo de desenvolvimento quando consegue resolver um problema recebendo auxílio de uma pessoa mais experiente, seja por meio de pistas ou da resolução de parte do problema.

Ressaltamos que ao interagir com outros meios, como por exemplo um material

didático, o estudante também pode passar por um processo de desenvolvimento. Em nossa pesquisa, a interação do participante com o material do estudante teve como objetivo disponibilizar o acesso aos conteúdos e à resolução das atividades orientadas pelo pesquisador com o intuito de preparar e auxiliar o estudante na resolução das atividades mais complexas.

Sobre a relação das interações do sujeito no meio social, Vygotski (2007) afirma que elas proporcionam o surgimento das funções psicológicas superiores, que são mediadas por elementos externos à relação sujeito-objeto; logo, o processo simples de estímulo-resposta, associado às funções psicológicas elementares (por exemplo reflexos e atenção involuntária) é substituído por um ato complexo mediado S-X-R, em que “X” representa o elemento mediador entre o estímulo e a resposta.

Vygotski (2009, p. 342), por meio de pesquisas experimentais utilizando testes com conceitos, demonstrou o papel da colaboração e imitação na aprendizagem, destacando que:

Ao trabalhar o tema com o aluno, o professor explicou, comunicou conhecimentos, fez perguntas, corrigiu, levou a própria criança a explicar. Todo esse trabalho com conceitos, todo o processo de sua formação foi elaborado em colaboração com o adulto, no processo de aprendizagem. E quando a criança resolve agora a questão, o que o teste exige dela? Habilidades para imitar, para resolver esta questão com a ajuda do professor, mesmo que no momento da solução não tenhamos a situação atual de colaboração. Porque quando afirmamos que a criança age por imitação isto não quer dizer que ela olhe outra pessoa nos olhos e imite. Se eu vi alguma coisa hoje, e faço a mesma coisa amanhã, eu faço por imitação. Quando em casa uma criança resolve problemas depois de ter visto a amostra em sala de aula, ela continua a agir em colaboração, embora nesse momento o professor não esteja (VIGOTSKI, 2009, p. 342).

Todas as etapas de aplicação das atividades foram acompanhadas pelo docente e contaram com a sua colaboração quando necessário. As atividades práticas propostas nesta pesquisa evoluíram em complexidade na medida em que se avançou nas mesmas. Essa evolução conceitual permite que o professor atue para além do Nível de Desenvolvimento Real (NDR), pois para Vygotski (2007, p. 102) o “aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança”, sendo assim, o “bom aprendizado é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento”.

O processo de formação de conceitos também é um aspecto importante no desenvolvimento deste trabalho, pois o ponto de partida é conhecer e valorizar o que os participantes já compreendem sobre os temas abordados neste trabalho. Para

apreendermos a dinâmica do processo de formação dos conceitos científicos na consciência da criança é importante distinguirmos os chamados **conceitos espontâneos** e os **conceitos científicos**, objetos de investigação de Vygotsky. Sobre a concepção desses conceitos, Leontiev e Luria resumem alguns aspectos específicos da educação em sala de aula sobre as ideias psicológicas de Vigotski, a seguir:

“[...] os conceitos iniciais que foram construídos na criança ao longo de sua vida no contexto de seu ambiente social (Vygotski chamou esses conceitos de "diários" ou "espontâneos", espontâneos na medida em que são formados independentemente de qualquer processo especialmente voltado para desenvolver seu controle) são agora deslocados para um novo processo, para nova relação especialmente cognitiva com o mundo, e assim nesse processo os conceitos da criança são transformados e sua estrutura muda. Durante o desenvolvimento da consciência na criança o entendimento das bases de um sistema científico de conceitos assume agora a direção do processo” (VIGOTSKI, 2007, p. 163).

Podemos conceber, a partir da visão do autor, que conceitos espontâneos são aqueles que já existe na criança antes do ingresso na escola. O conceito que se junta ao espontâneo, interage com ele e modifica-o, como resultado da aprendizagem é denominado conceito científico. Compreender a relação entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos é fundamental para a compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem. Para Paes (2020) a relação ensino-aprendizagem passa pelo conhecimento sobre os conteúdos que devem ser ensinados pelo educador e pelas possibilidades de apropriação desses determinados conhecimentos pelo educando.

Na próxima seção serão apresentados os procedimentos metodológicos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa, abordando seu contexto e classificação, a escolha dos participantes, a forma de coleta e análise dos dados da investigação, bem como os encaminhamentos éticos realizados para garantir a proteção dos participantes.

3 METODOLOGIA

O itinerário percorrido para o desenvolvimento da pesquisa e do produto educacional passou pelas etapas de levantamento bibliográfico, elaboração e aplicação do produto, avaliação diagnóstica, verificação da aprendizagem, análise dos resultados e validação do produto educacional, esta última a ser realizada na defesa de dissertação.

3.1 CONTEXTO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa integra o Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do IFMS na linha de pesquisa: Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica (EPT), Macroprojeto 1: Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT.

Conforme consta no documento Anexo ao Regulamento Geral do ProfEPT, as linhas de pesquisa do programa são: Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica (EPT) e Organização e Memórias de Espaços Pedagógicos na Educação Profissional e Tecnológica (EPT). Consideramos que este projeto está delimitado na linha de Práticas Educativas em EPT pois:

Trata dos fundamentos das práticas educativas e do desenvolvimento curricular na Educação Profissional e Tecnológica, em suas diversas formas de oferta, com foco nas estratégias transversais e interdisciplinares, que possibilitem formação integral e significativa do estudante, sustentados no trabalho como princípio educativo e na pesquisa como princípio pedagógico, em espaços formais e não formais (IFES, 2018, p. 3).

Esta linha de pesquisa é estruturada por três macroprojetos, sendo eles: Macroprojeto 1 - Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT, Macroprojeto 2 - Inclusão e diversidade em espaços formais e não formais de ensino na EPT e Macroprojeto 3 – Práticas Educativas no Currículo Integrado. Também consideramos que o enquadramento mais apropriado para esta pesquisa é o Macroprojeto 1, visto que nele são abrigados

[...] projetos que trabalham as principais questões de ensino e de aprendizagem na EPT, com foco em discussões conceituais específicas, metodologias e recursos apropriados para essas discussões e elaboração e experimentação de propostas de ensino transformadoras em espaços diversos (sala de aula, laboratórios, campo, museus, setores produtivos, internet, entre outros). (IFES, 2108, p. 4).

Considerando que a pesquisa tem como pressuposto a teoria de Vygotsky e que o método de investigação deve estar associado ao aporte teórico-epistemológico adotado, utilizaremos a “análise microgenética” como metodologia de análise de dados.

Durante o processo de aplicação do produto educacional as atividades foram gravadas e analisadas conforme a metodologia da análise microgenética. Para Góes (2000, p. 9), a análise microgenética possibilita a “[...] construção de dados em situações onde se requer atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, resultando em um relato minucioso dos acontecimentos”.

Wertsch (1985, p. 14) “[...] define a análise microgenética como aquela que envolve o acompanhamento minucioso da formação de um processo, detalhando as ações dos sujeitos e as relações interpessoais, dentro de um curto espaço de tempo.” Este autor destaca ainda que “essa duração corresponde a um ou a poucos encontros, em confinamentos planejados ou a pequenos fragmentos participativos [...]” Para Wertsch (1985), o método genético de Vygotsky pode ser resumido em cinco preceitos fundamentais:

1. Os processos mentais humanos devem ser estudados por meio de uma análise genética que examina as origens desses processos e as transições que levam a suas formas posteriores;
2. A gênese dos processos mentais humanos envolve mudanças revolucionárias qualitativas, bem como mudanças evolucionárias;
3. Progressões e transições genéticas são definidas em termos de meios mediacionais (ferramentas e signos);
4. Vários domínios genéticos (filogênese, história sociocultural, ontogênese e microgênese) devem ser examinados a fim de produzir um relato completo e preciso dos processos mentais humanos;
5. Diferentes forças de desenvolvimento, cada uma com seu próprio conjunto de princípios explicativos, operam nos diferentes domínios genéticos. (WERTSCH, 1985, p. 55).

Para análise das interações discursivas entre os estudantes e entre estes e o professor consideramos os aspectos comunicativo e interativo da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002). Ancorados na teoria de Vygotsky e na tentativa para descrever os “gêneros de discurso” de Bakhtin, os autores desenvolveram uma ferramenta analítica para analisar e planejar o ensino de ciências com vistas à atividade discursiva em sala de aula. Além dos aspectos verbais, ainda consideram que os aspectos não-verbais também são importantes no processo de ensinar e aprender ciências, além dos aspectos verbais.

Mortimer e Scott (2002) identificaram quatro classes de abordagem comunicativa que são definidas por meio de caracterização do discurso entre

professor e alunos ou entre alunos em termos de duas dimensões. A primeira dimensão denomina de discurso *dialógico* ou *de autoridade* e a segunda, discurso *interativo* ou *não-interativo*. A combinação dessas dimensões gera quatro classes de abordagem comunicativa, como mostrado no Quadro 1:

Quadro 1 - Classes de abordagem comunicativa.

—	INTERATIVO	NÃO-INTERATIVO
DIALÓGICO	Interativo / Dialógico	Não-interativo / Dialógico
DE AUTORIDADE	Interativo / De autoridade	Não-interativo / De autoridade

Fonte: Mortimer e Scott (2002, p. 288).

As quatro classes de abordagem comunicativa propostas por Mortimer e Scott (2002) relacionadas ao papel do professor ao conduzir o discurso da classe são igualmente aplicáveis para caracterizar as interações que acontecem apenas entre os estudantes. As características dessas classes são:

- a. **Interativo/dialógico:** professor e estudantes (ou estudantes de um grupo) exploram ideias, formulam perguntas e expõem diferentes pontos de vista;
- b. **Não-interativo/dialógico:** professor (ou estudante) reconsidera, na sua fala, diversos pontos de vista do outro;
- c. **Interativo/de autoridade:** professor (ou estudante) conduz os demais por meio de perguntas e respostas para chegar a um ponto de vista específico;
- d. **Não-interativo/de autoridade:** professor (ou estudante) apresenta um ponto de vista específico.

É possível identificar os padrões de interação conforme a alternância nos turnos de fala entre o professor e os estudantes. O padrão interativo mais comum, asseguram Mortimer e Scott (2000), é a tríade I-R-A, isto é, o professor inicia, o aluno responde e o professor avalia. No entanto, outros padrões possíveis incluem cadeias de turnos não triádicos, como do tipo I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F... em que P significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno e F um *feedback* para que o aluno elabore um pouco mais a sua fala.

Os encontros síncronos com os participantes foram realizados via *Google Meet*. Nesses encontros foram realizadas as aulas sobre determinados conteúdos, as atividades práticas orientadas pelo docente, as atividades realizadas em grupo e as avaliações diagnósticas e de aprendizagem.

As atividades em grupo foram realizadas no formato assíncrono onde, para cada grupo de estudantes, foi criado um grupo no *Google Chat*. A quantidade de grupos foi definida conforme a quantidade de participantes nesta etapa da pesquisa. Nessa ferramenta todo o histórico das interações ficou gravado para análise do pesquisador. O participante pode interagir por meio de áudio, vídeo, imagens, texto, ou mesmo realizar videochamada. Neste último caso foi solicitado que as interações de cada grupo fossem gravadas para uma análise detalhada dos diálogos entre os participantes, o que facilitaria a busca por indícios de aprendizagem.

A escolha das ferramentas *Google Meet*³ e *Google Chat*⁴ deve-se ao fato da maioria dos participantes já possuírem uma conta no *Google* e também possuírem uma conta de *e-mail* institucional utilizada na plataforma *Google for Education*, facilitando o processo de criação dos grupos e comunicação com estudantes.

Cabe salientar que todos os encontros propostos nesta pesquisa foram adaptados para o formato virtual em virtude da pandemia. A proposta inicial era que os encontros acontecessem no formato presencial utilizando o laboratório de informática para o desenvolvimento das atividades, utilizando *kits* de arduino disponíveis no espaço IFMAKER.

Por meio da ferramenta *Zoom*⁵ foram criados vídeos de curta duração orientando sobre o funcionamento do ambiente virtual *Tinkercad* e sobre o desenvolvimento das Atividades 1, 2 e 3, propostas no produto educacional. Estes vídeos foram disponibilizados no *Youtube*⁶ e seus respectivos *links* estão presentes no “Caderno de Atividades do Estudante” para consulta dos participantes.

O

Quadro 2 apresenta o detalhamento do planejamento inicial da aplicação do da pesquisa. Foram previstos seis encontros organizados em 20 momentos com o grupo de participantes. Cada encontro foi planejado para durar 45 ou 90 minutos, ou seja, uma ou duas horas-aula, respectivamente.

³ *Google Meet* – plataforma criada pelo Google para realização de videoconferência utilizando navegador *web*.

⁴ *Google Chat* - é uma ferramenta de comunicação e colaboração inteligente e segura criada para equipes.

⁵ Disponível em <https://zoom.us/pt-pt/meetings.html>

⁶ Disponível em https://www.youtube.com/playlist?list=PLG1WlIheG7LYPRIJAuIPGyr-hoeuLnqx_p

Quadro 2 - Detalhamento da aplicação do projeto de pesquisa.

Encontro	Momento	Detalhamento da ação	Duração (Minutos)
A (síncrono)	A1	Sensibilização da turma quanto ao projeto de pesquisa desenvolvido.	10
	A2	Aplicação de uma avaliação diagnóstica (Questionário 1) para verificar os conceitos espontâneos e científicos da turma com relação aos temas abordados.	35
B (assíncrono)	B1	Correção da avaliação diagnóstica.	35
	B2	Organização dos grupos no ambiente virtual <i>Tinkercad</i> .	05
	B3	Organização dos grupos no <i>Google Chat</i> .	05
C (síncrono)	C1	Apresentação da ferramenta <i>Tinkercad</i> .	20
	C2	Apresentação da ferramenta <i>Google Chat</i> .	05
	C3	Atividade 01 – Associação de resistores em série.	30
	C4	Atividade 02 – Associação de resistores em paralelo.	30
	C5	Orientações para realização da Atividade 03 – Calculando o valor do resistor para ligar o LED.	05
D (síncrono)	D1	Aula – Introdução ao Arduino.	55
	D2	Atividade 04 – Pisca LED com Arduino. - Prática orientada pelo docente	30
	D3	Orientação para realização da Atividade 05 – Semáforo.	05
E (síncrono)	E1	Aula – Potenciômetro.	10
	E2	Atividade 06 – Potenciômetro. - Prática orientada pelo docente	25
	E3	Aula – LDR.	10
	E4	Atividade 08 – Lendo o valor do LDR. - Prática orientada pelo docente	25
	E5	Orientação para realização da Atividade 07 – Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro.	10
	E6	Orientação para realização da Atividade 09 – Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro.	10
F (síncrono)	F1	Aplicação do Questionário 02 – Avaliação da aprendizagem.	45
TOTAL			405

Fonte: Os autores.

Conforme o planejamento inicial, o encontro A foi dividido em dois momentos e foi realizado de forma síncrona. O **momento A1** foi destinado à sensibilização da turma quanto aos objetivos e finalidades do projeto de pesquisa. No **momento A2** foi aplicada uma avaliação diagnóstica, APÊNDICE F, com duração prevista de 35 minutos. A duração prevista para a realização do encontro A foi de 45 minutos, ou seja, corresponde a uma hora-aula (h/a).

O levantamento dos conceitos espontâneos e científicos dos participantes da pesquisa com relação aos conteúdos abordados neste projeto de pesquisa (corrente elétrica e resistores) foram importantes para dimensionar o nível de conhecimento da turma. A Zona de Desenvolvimento Proximal demanda a valorização dos conceitos

internalizados pelo estudante, tendo em vista que sua zona de ampliação depende dos conhecimentos já estabelecidos.

O encontro B foi subdividido em três momentos de forma assíncrona. No primeiro **momento B1** foi realizada a correção da avaliação diagnóstica pelo docente. No **momento B2** o docente organizou os grupos no ambiente virtual *Tinkercad*. Esse ambiente possibilita a criação de diversas salas para inserção dos estudantes. Neste caso cada sala foi utilizada para a divisão dos grupos. Já no **momento B3** foram organizados os grupos no *Google Chat*, ambiente no qual houve a interação entre os participantes.

Durante a organização dos grupos pelo professor alocou-se, preferencialmente, um aluno mais experiente em cada grupo. Portanto, para a formação das equipes foi considerado o desempenho dos estudantes na avaliação diagnóstica. Esta estratégia poderia favorecer o desenvolvimento dos colegas, no sentido de possibilitar que o aluno que se encontra na Zona de Desenvolvimento Proximal possa passar para um novo Nível de Desenvolvimento Real (NDR), em um processo de internalização de novos conceitos.

No encontro C iniciamos as atividades práticas. Inicialmente, nos **momentos C1** e **C2**, o docente apresentou as ferramentas *Tinkercad* e *Google Chat*, respectivamente. Nos **momentos C3** e **C4** foram desenvolvidas as atividades envolvendo associação de resistores em série e em paralelo. O docente orientou os estudantes nos primeiros exercícios e, posteriormente, os estudantes tentaram desenvolver o restante da atividade, auxiliando àqueles que porventura sentiam dificuldades. No **momento C5** o docente orientou a Atividade 03, a ser realizada em grupo e de forma assíncrona, sob a mediação do professor. Neste momento os participantes se organizaram para desenvolver as atividades no *Tinkercad* e interagiram por meio do *Google Chat*. O docente teve acesso à atividade realizada no próprio *Tinkercad* e ao registro dos diálogos realizados no *Google Chat*.

Considerando que os participantes não tiveram contato com o Arduino foi desenvolvida pelo docente uma aula introdutória (momento D1) abordando conceitos de Arduino e sua linguagem de programação. A Atividade 4 foi realizada no **momento D2** e mediada pelo docente. Esta atividade serviu como base para realização da Atividade 5 de forma assíncrona no **momento D3**. Este encontro totalizou 90 minutos (2 h/a).

Os conteúdos sobre potenciômetro e LDR não foram abordadas durante as aulas regulares sobre eletrodinâmica e praticamente não estão presentes nos livros didáticos. Neste sentido houve necessidade de abordar esses conteúdos, **momentos E1 e E3**, e realizou-se atividades de orientação, **momentos E2 e E4** pelo docente antes das atividades práticas que foram realizadas em grupo pelos participantes. Além do primeiro contato com esses componentes os participantes tiveram acesso a conceitos sobre conversão analógica para digital. Todos os momentos descritos anteriormente foram realizados de forma síncrona. Os **momentos E5 e E6**, correspondentes às Atividades 7 e 9, respectivamente, foram orientados pelo docente e realizados pelos grupos de forma assíncrona. O tempo destinado ao **Encontro E** foi de 90 minutos (2 h/a).

Para o encontro F deveria ser realizada uma nova verificação de aprendizagem dos participantes, APÊNDICE G. Esta avaliação e as análises das interações dos participantes forneceria indícios de processos de internalização dos conceitos trabalhados nesta pesquisa, porém estes dados precisariam ser analisados em conjunto com as filmagens para que fossem adequadamente compreendidos. Assim, pretenderíamos obter uma unidade nas análises por meio da integração de todas as fontes de dados da pesquisa.

3.2 LÓCUS E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa aconteceu no âmbito do IFMS Campus Coxim com as turmas do Curso Técnico Integrado em Informática. O IFMS iniciou as atividades em Coxim na sua sede provisória no segundo semestre de 2010 com a oferta de cursos técnicos a distância em parceria com o Instituto Federal do Paraná (IFPR). Em 2011 o Ministério da Educação (MEC) autorizou o funcionamento do *Campus*, permitindo a abertura de turmas nos cursos técnicos integrados em Alimentos, Informática e Manutenção e Suporte em Informática, o último na Educação de Jovens e Adultos (Proeja). Com cerca de 7 mil m² de área construída, o prédio tem quatro blocos para atendimento aos estudantes (IFMS, 2020).

Atualmente o IFMS *Campus* Coxim possui uma estrutura com quatro laboratórios de informática, sendo que três deles são de uso de toda a comunidade acadêmica, mas preferencialmente são utilizados pelos docentes que precisam

ministrar as aulas práticas nestes laboratórios. O outro laboratório é utilizado para as aulas de montagem, manutenção e configuração de redes de computadores.

O produto educacional foi aplicado pelo professor pesquisador em duas turmas do quinto período do Curso Técnico Integrado em Informática, no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus Coxim*. A turma “**A**” possuía 27 estudantes regularmente matriculados e a turma “**B**” 18 estudantes, totalizando 45 participantes. Foi informado aos estudantes que a participação na pesquisa não era obrigatória, mas ressaltamos sobre a importância do envolvimento de todos no desenvolvimento do trabalho e para análise dos resultados. No entanto, somente 11 participantes responderam a avaliação diagnóstica e iniciaram a participação na pesquisa.

A aplicação do produto educacional foi inserida no plano de ensino da professora regente, aprovado pelo colegiado de curso e aconteceu durante as aulas síncronas pelo professor pesquisador, sob acompanhamento da professora da unidade curricular Física 5 e, também no formato assíncrono, sob mediação do pesquisador. Os conteúdos abordados no PE constam no Projeto Pedagógico de Curso (PPC), compreendendo o estudo dos conceitos de eletricidade estática e dinâmica, suas aplicações e consequências no dia-a-dia, possuindo uma carga horária de 45 horas.

3.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Inicialmente foi solicitada autorização para realização da pesquisa no âmbito do IFMS, podendo ser consultado por meio do número endereço eletrônico https://suap.ifms.edu.br/processo_eletronico/consulta_publica/, sob o número do processo: 23347.010178.2020-03. Também foi encaminhado o termo de anuência para a Direção Geral do *Campus Coxim*, para autorização da realização da pesquisa (APÊNDICE B).

Depois das tratativas iniciais o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa por meio da Plataforma Brasil. Com vistas a assegurar a confiabilidade das informações prestadas, sigilo dos dados e os interesses dos participantes, foram elaborados os seguintes termos que foram assinados de forma prévia pelos interessados:

- a. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE C

e APÊNDICE D), para responsáveis dos participantes menores de 18 (dezoito) anos e para os estudantes maiores de 18 (dezoito) anos, respectivamente;

- b. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (APÊNDICE E), para menores de idade.

Todas as atividades síncronas por webconferência foram gravadas para análise posterior, sendo que as intervenções com os participantes aconteceram somente após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Anhanguera – UNIDERP foi realizada uma reunião virtual com a professora regente da unidade curricular de Física 5 utilizando a plataforma virtual *Google Meet*, com objetivo de apresentar a proposta do projeto de pesquisa. Em uma outra reunião virtual foi definido o cronograma de aplicação da pesquisa. A professora também solicitou que a pesquisa fosse aplicada para as turmas A e B do curso técnico em informática, uma vez que facilitaria o planejamento de suas aulas, e que também as aulas síncronas aconteceriam concomitantemente para as duas turmas, por meio do *Google Meet*. A partir deste momento a professora inseriu a aplicação da pesquisa em seu plano de ensino.

Ficou definido que seriam utilizadas quatro semanas para aplicação da pesquisa, com início em 09 de setembro de 2021 e término em 30 de setembro de 2021, totalizando quatro encontros síncronos. Caso houvesse necessidade seria utilizado o dia 7 de outubro para complementar as atividades. Nesse sentido houve alteração de alguns momentos em relação a proposta inicial, conforme detalhado no Quadro 3. Os encontros síncronos aconteceram às quintas-feiras das 7h às 8h30. Os encontros assíncronos aconteciam no decorrer da semana, sem horário definido.

Quadro 3 - Detalhamento da aplicação do projeto de pesquisa atualizada.

Encontro	Momento previsto	Momento executado	Detalhamento da ação	Duração (Minutos)
A (síncrono)	A1	A1	Sensibilização da turma quanto ao projeto de pesquisa desenvolvido.	10
	A2	A2	Aplicação de uma avaliação diagnóstica (Questionário 1) para verificar os conceitos espontâneos e científicos da turma com relação aos temas abordados.	50
	C1	A3	Apresentação da ferramenta <i>Tinkercad</i> .	20
	C2	A4	Apresentação da ferramenta <i>Google Chat</i> .	10
B (assíncrono)	B1	B1	Correção da avaliação diagnóstica.	35
	B2	B2	Organização dos grupos no ambiente virtual <i>Tinkercad</i> .	05
	B3	B3	Organização dos grupos no <i>Google Chat</i> .	05
C (síncrono)	C3	C1	Atividade 01 – Associação de resistores em série.	30
	C4	C2	Atividade 02 – Associação de resistores em paralelo.	30
	—	C3	Aula – LED e <i>Protoboard</i>	10
	C5	C4	Orientações para realização da Atividade 03 – Calculando o valor do resistor para ligar o LED.	20
D	—	D1	Correção da Atividade 03	10

(síncrono)	D1	D2	Aula – Introdução ao Arduino.	50
	D2	D3	Atividade 04 – Pisca LED com Arduino. - Prática orientada pelo docente	20
	D3	D4	Orientação para realização da Atividade 05 – Semáforo.	10
E (síncrono)	—	E1	Correção da Atividade 05	10
	E1	E2	Aula – Potenciômetro.	10
	E2	E3	Atividade 06 – Potenciômetro. - Prática orientada pelo docente	25
	E3	E4	Aula – LDR.	10
	E4	E5	Atividade 08 – Lendo o valor do LDR. - Prática orientada pelo docente	20
	E5	E6	Orientação para realização da Atividade 07 – Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro.	10
	E6	E7	Orientação para realização da Atividade 09 – Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro.	05
F (síncrono)	—	F1	Correção da Atividade 07	15
	—	F2	Correção da Atividade 09	15
	F1	F3	Aplicação do Questionário 02 – Avaliação da aprendizagem.	60
TOTAL				495
TOTAL h/a – 45 minutos (* considerando os momentos síncronos)				10

Fonte: Os autores.

Observamos que a professora regente sempre iniciava suas aulas com as correções das atividades propostas na aula passada, por meio de uma lista de exercícios disponibilizada no *Moodle*. Nesse sentido acrescentamos no detalhamento da aplicação da pesquisa as correções de cada atividade no início das aulas. Podemos observar atualizações no cronograma no Quadro 3, momentos D1, E1, F1 e F2.

No primeiro dia de aula e durante a apresentação do plano de ensino para as turmas “A” e “B” do Curso Técnico em Informática a professora regente destacou a importância da participação dos estudantes na aplicação do projeto de pesquisa. Antes da aplicação do produto educacional o pesquisador participou como ouvinte em todas as aulas ministradas previamente pela docente, exceto na primeira aula, devido a incompatibilidade de horário.

Na semana anterior ao início da aplicação do produto educacional foi realizada a sensibilização e convite para participação nas atividades da pesquisa, tanto nos grupos de *WhatsApp* das turmas quanto por e-mail institucional e particular de cada participante.

Os formulários TCLE e TALE foram disponibilizados por e-mail, grupo de *WhatsApp* e no *Moodle* para 27 participantes da turma “A” e 18 participantes da turma “B”.

Todos os encontros síncronos foram gravados e disponibilizados na plataforma virtual de aprendizagem *Moodle* da unidade curricular Física 5 para acesso aos participantes que não puderam estar presentes sincronamente. Cabe salientar que a quantidade de participantes nos encontros síncronos foi muito pequena em relação a quantidade de estudantes matriculados na unidade curricular. Um dos participantes possui diagnóstico de Transtorno de Espectro Autista - TEA e necessitou de um professor “tutor” para o auxílio no desenvolvimento da pesquisa. Esse professor tutor também o acompanha durante as atividades escolares.

O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa (APÊNDICE A) foi aplicado aos participantes conforme metodologia descrita anteriormente. A proposta passou por melhorias após realizarmos a análise dos dados e validação da banca examinadora, estando atualmente disponível na Plataforma Educapes por meio do link a seguir para ser livremente replicado em outros contextos: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/717785>.

4.2.1 Encontro 1

No encontro 01, realizado no formato síncrono pelo *Google Meet*, foram apresentadas todas as etapas da pesquisa, os objetivos, os procedimentos metodológicos, a justificativa, a responsabilidade do pesquisador, o cronograma dos encontros, a apresentação do ambiente virtual *Tinkercad* e da ferramenta *Google Chat*. Também ocorreu a aplicação de uma avaliação diagnóstica para fins de levantamento dos conceitos espontâneos e científicos sobre os conteúdos corrente e resistência elétrica. Participaram desta avaliação um total de 4 estudantes dos 11 que preencheram o termo de consentimento.

Na primeira parte da avaliação diagnóstica buscamos identificar qual curso técnico que aquele participante estava matriculado, uma vez que havia possibilidade de algum estudante de outro curso estar fazendo dependência da unidade curricular Física 5 naquela turma. Investigamos também a idade, se o estudante possui computador e celular com acesso à internet, se possui conhecimentos sobre Arduino e a linguagem de programação utilizada para o Arduino.

Conforme detalhado no Quadro 4, um total de 11 participantes responderam a avaliação diagnóstica, sendo sete da turma “A” e quatro da turma “B”. O participante

com necessidade especial, da turma B, não respondeu ao questionário, porém foi assíduo nas aulas síncronas e durante as atividades da pesquisa. Com relação à idade dos participantes, no momento da aplicação dois possuíam 16 anos (17%), nove tinham 17 anos (75%) e um estudante estava com 18 anos (8%). Todos responderam que possuíam computador e celular com acesso à Internet.

Quadro 4 - Parte 1: Avaliação Diagnóstica

Participante	Possui conhecimentos sobre Arduino?	Caso a resposta para a questão anterior tenha sido "sim", especifique por favor quais conhecimentos possui sobre Arduino.	Conhece a linguagem de programação utilizada para o Arduino?
E01	<i>Não</i>	<i>Não sei.</i>	<i>Não</i>
E02	<i>Sim</i>	<i>É uma plataforma que agrega componentes eletrônicos e softwares.</i>	<i>Sim</i>
E03	<i>Não</i>	<i>Não foi.</i>	<i>Não</i>
E04	<i>Não</i>	<i>A resposta foi não.</i>	<i>Não</i>
E05	<i>Não</i>	<i>-</i>	<i>Não</i>
E06	<i>Sim</i>	<i>Sei que é uma plataforma de prototipagem open source de computação física.</i>	<i>Não</i>
E07	<i>Não</i>	<i>Não sei</i>	<i>Não</i>
E08	<i>Sim</i>	<i>Não possuo muitos, mas já fiz alguns minicursos que envolviam Arduino.</i>	<i>Não</i>
E09	<i>Não</i>	<i>Não sei muito, mas pelo que pesquisei o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única.</i>	<i>Não</i>
E10	<i>Não</i>	<i>-</i>	<i>Não</i>
E11	<i>Sim</i>	<i>Com um Arduino você pode realizar melhoras ou criar novas coisas.</i>	<i>Sim</i>

Fonte: Os autores.

Quatro participantes (36,4%) afirmaram possuir conhecimento sobre o Arduino, porém apenas dois conheciam a linguagem de programação utilizada para esta tecnologia. Essas informações foram importantes para a formação dos grupos, uma vez que queríamos agrupar estudantes que possuem mais experiência com estudantes que possuem pouca ou nenhuma experiência na utilização do mesmo.

Na segunda parte da avaliação diagnóstica (APÊNDICE F) buscamos identificar os conceitos espontâneos e científicos referente aos conteúdos corrente elétrica e resistência. Como a avaliação diagnóstica foi aplicada de forma remota, uma vez que estávamos no contexto de atividades não presenciais devido à pandemia de COVID-19 no mês de setembro de 2021, e a maioria respondeu em um momento assíncrono, não foi possível identificar se os conceitos abordados estavam internalizados pois observamos também que muitos recorreram à Internet para responder na íntegra as Questões 1 e 2, referente aos conceitos de corrente elétrica

e resistores, respectivamente.

Para cada questão foi atribuído um conceito de A a D, sendo o conceito **A** atribuído aos participantes que conseguiram desenvolver os conceitos científicos de forma **ótima**. Participantes com conceito **B** apresentaram conceitos científicos de forma **adequada**, porém sem profundidade. O conceito **C** foi atribuído aos participantes que, embora tenham apresentado concepções espontâneas, indicou minúcias **parciais** de que sabia os conceitos físicos para solucionar a questão. O conceito **D** aos que apresentaram conceito incorreto.

Na Questão 1 foi solicitado a conceituação de corrente elétrica. As respostas obtidas são apresentadas no Quadro 5. Os participantes E02, E03, E04, E05, E06, E07, E09, E10 e E11 responderam de forma satisfatória, abordando conceitos de forma mais elaborada. O participante E01 respondeu confundindo-se com o conceito de “condutor elétrico”. Já o participante E08 apresentou um conceito espontâneo. Entende-se por conceitos espontâneos aqueles internalizados pelas situações cotidianas e não sistematizadas e conceitos científicos são organizados sistematicamente, mediados por outros conceitos, pela qual a escola exerce importante atribuição (NÉBIAS, 1999).

Quadro 5 - Parte 2: Avaliação Diagnóstica – Questão 1.

Participante	A corrente elétrica está presente no dia-a-dia das pessoas, seja no celular, aparelhos eletrônicos, no uso da eletricidade em casa, dentre outros. Assim, conceitue corrente elétrica.	Conceito
E01	<i>É o local onde são conduzidas as cargas elétricas.</i>	D
E02	<i>É o movimento de carga, como elétrons que acontece no interior de diferentes materiais, por causa da aplicação de uma diferença de potencial elétrico.</i>	A
E03	<i>Corrente elétrica é o fenômeno físico em que os portadores de carga elétrica, como elétrons, são conduzidos pelo interior de algum material em razão da aplicação de uma diferença de potencial elétrico.</i>	A
E04	<i>É quando os portadores de carga elétrica, como os elétrons, são conduzidos pelo interior de algum material</i>	A
E05	<i>Corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons livres, sendo dividido em corrente alternada, quando o sentido dos elétrons mudam com o tempo, e em corrente contínua, onde o sentido dos elétrons permanece o mesmo.</i>	A
E06	<i>Corrente elétrica é o movimento ordenado entre as cargas elétricas presentes em um condutor metálico. Essa organização de movimento acontece quando se cria um campo elétrico dentro desse condutor, fazendo com que seus elétrons livres desenvolvam um movimento ordenado.</i>	A
E07	<i>Corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica ou o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios</i>	A
E08	<i>Corrente elétrica é a eletricidade que percorre por um metal condutor, por exemplo fios.</i>	C
E09	<i>Corrente elétrica é o fluxo ordenado de cargas elétricas, que se movem de forma orientada.</i>	A
E10	<i>Corrente elétrica é o fenômeno físico em que os portadores de carga elétrica,</i>	A

	<i>como elétrons, são conduzidos pelo interior de algum material em razão da aplicação de uma diferença de potencial elétrico.</i>	
E11	<i>Corrente elétrica é o movimento das cargas elétricas, que acontece no interior de vários materiais. A corrente elétrica nos permite conhecer qual a quantidade de carga percorre a secção transversal de um condutor em cada segundo.</i>	A

Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos a partir da Questão 2 são apresentados no Quadro 6. Esta questão tratou do conceito de resistores e onde são frequentemente utilizados. Todos os participantes responderam de forma satisfatória, exceto E07, que respondeu que “não sabia” e E11, que respondeu parcialmente.

Quadro 6 - Parte 2: Avaliação Diagnóstica – Questão 2.

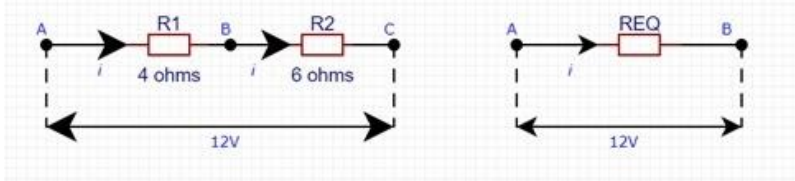
Participante	Alguns componentes elétricos estão presentes no nosso dia-a-dia, mas nem sempre os percebemos. Um exemplo disso são os resistores. O que são resistores? Onde eles são frequentemente utilizados?	Conceito
E01	<i>Os resistores controlam a passagem de corrente elétrica em uma tensão. São usados em aquecimentos de um secador de cabelo, do microondas, do chuveiro etc.</i>	A
E02	<i>Resistores são dispositivos, são usados para controlar a passagem de corrente elétrica.</i>	B
E03	<i>Resistores são dispositivos elétricos que compõem circuitos com a finalidade básica de transformar energia elétrica em calor ou mudar o valor da ddp. Chuveiros elétricos, filamentos de lâmpadas incandescentes e outros equipamentos que geram calor são exemplos de uso de resistores. Eles também são usados em estufas térmicas, fornos elétricos, secadores de cabelo e ferros de passar roupas, entre outras aplicações.</i>	A
E04	<i>Ele limita a corrente elétrica, é frequentemente usado em secadores de cabelo, ferros de passar roupa, fornos elétricos e etc</i>	A
E05	<i>Os resistores são muito utilizados para controlar a passagem de corrente elétrica através da conversão da energia elétrica para energia térmica. São frequentemente utilizados em chuveiros elétricos, secadores de cabelos, amplificadores de som, circuitos LEDs, etc.</i>	A
E06	<i>Os resistores estão entre os dispositivos mais simples e mais comuns entre os circuitos eletrônicos. Chuveiros elétricos, filamentos de lâmpadas incandescentes e outros equipamentos que geram calor são exemplos de uso de resistores.</i>	A
E07	<i>Não sei</i>	NR
E08	<i>Resistores são componentes que como o próprio nome já diz resistem ao fluxo elétrico. Temos resistores em rádios, tvs entre outros aparelhos.</i>	B
E09	<i>Os Resistores são dispositivos elétricos que compõem circuitos com a finalidade básica de transformar energia elétrica em calor. Eles são utilizados no dia a dia em chuveiros elétricos ou filamentos de lâmpadas.</i>	A
E10	<i>Resistores são componentes de circuitos elétricos utilizados para transformar energia elétrica em calor. Os resistores são utilizados como parte de um circuito eléctrico e incorporados dentro de dispositivos microelectrónicos ou semicondutores</i>	A
E11	<i>Resistores são dispositivos que constituem diversos circuitos elétricos. Chuveiros elétricos, filamentos de lâmpadas incandescentes, e outros equipamentos que geram calor.</i>	C

Fonte: Os autores.

Na Questão 3, apresentada no Quadro 7, após a devida contextualização no enunciado foi solicitado o cálculo da resistência equivalente de uma associação em

série e a intensidade de corrente elétrica em cada resistor. Como os resistores estão em série, a intensidade de corrente elétrica são as mesmas em cada resistor.

Quadro 7 - Parte 2: Avaliação Diagnóstica – Questão 3

Participante	<p>Frequentemente, em determinados tipos de “pisca-pisca” de Natal, diversas lâmpadas são associadas em série. Em condições específicas as lâmpadas podem ser consideradas resistores ôhmicos. Com o objetivo de estudar estes circuitos um estudante associou em série por um condutor ideal dois resistores ôhmicos, de valores 4Ω e 6Ω. Uma bateria ideal fornece aos extremos da associação uma diferença de potencial (ddp) de $12V$, como mostra a figura abaixo. Com base nessas informações, calcule: (a) a resistência equivalente da associação? (b) a intensidade de corrente elétrica em cada resistor:</p> 	Conceito
E01	A) 0,1 b) $R1=3$ e $R2=2$	D
E02	(a) = 10 (b) 12 u	C
E03	.	NR
E04	.	NR
E05	(a) 10Ω (b) 1,2A	A
E06	a) 10 ohms b) 1,2 A	A
E07	Não sei como responder	NR
E08	a) $1/Req=1/4+1/6$ $1/Req=4+6/12$ $Req=4,5$ b) $I=I1+I2$ $I=4+6$ $I=10A$	D
E09	A) 10Ω . e B) 1.2	A
E10	.	NR
E11	a) a resistência equivalente é de 2,4. b) $R1=3\text{ mA}$. $R2=2\text{ mA}$.	D

Fonte: Os autores.

Como se vê no Quadro 7, os participantes E03, E04, E07 e E10 não responderam. Os estudantes E1, E08 e E11 erraram pois utilizaram conceitos sobre resistores em paralelo para tentar resolver a questão que se tratava de resistores em série. E02 acertou parcialmente, mas não colocou as unidades corretamente. E05, E06 e E09 acertaram na íntegra. Cabe destacar que questões similares foram previamente desenvolvidas pela professora regente.

Na Questão 4, apresentada no Quadro 8 a seguir, foi solicitado o cálculo da resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo.

Quadro 8 - Parte 2: Avaliação Diagnóstica – Questão 4.

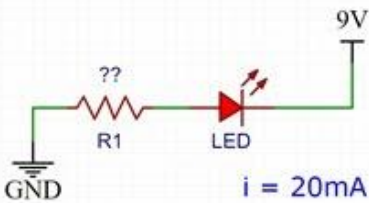
Participante	(PUC) Três resistores idênticos de $R = 30\Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:	Conceito
E01	$R = 10$	A
E02	10 omega, e a corrente é 1,2 Ampère	A
E03	1,2 Ampère.	D
E04	10, e a corrente de 1,2A	A
E05	10Ω	A
E06	$Req = 10\Omega$, e a corrente é 1,2 A.	A
E07	Não sei	NR
E08	32 ohms	D
E09	Equivale a 10Ω .	A
E10	$Req = 30$ $3 Req = 10 \Omega$ $U = Req \cdot I$ $12 = 10 \cdot i$ $i = 1,2 A$	A
E11	$Req. = 10\Omega$, e a corrente é de 1,2 A.	A

Fonte: Os autores.

Os participantes E01, E02, E04, E05, E06, E09, E10 e E11 acertaram a resolução da questão. Alguns não conseguiram colocar o símbolo representando a unidade de resistência elétrica na resposta, no entanto foi considerado. O participante E03 não respondeu o que foi solicitado, ou seja, a resistência equivalente, porém acertou o cálculo da corrente elétrica. E08 respondeu de forma incorreta. E07 não soube responder. O cálculo da corrente elétrica não foi solicitado, porém seis participantes incluíram na resposta.

A Questão 5, apresentada no Quadro 9, consiste em uma aplicação prática da utilização de um resistor para ligar corretamente um LED utilizando uma fonte de alimentação de 9V.

Quadro 9 - Parte 2: Avaliação Diagnóstica – Questão 5.

Participante	O circuito abaixo possui uma fonte de alimentação de 9V, um resistor R1 e um LED (<i>light-emitting diode</i> ou diodo emissor de luz). Considerando que o LED necessite de uma tensão de 2V e uma corrente de 20mA para funcionar corretamente, calcule o valor do resistor para acionar esse LED.	Conceito
		
E01	$R = 11$	D
E02	O resistor tem valor de 5,5	D
E03	.	NR
E04	350 ohms	A
E05	350Ω	A
E06	.	NR
E07	Não sei	NR
E08	$R = (V_{\text{alimentação}} - V_{\text{led}})/i$ $R = (9-2)/20$ $R = 8,9$	C
E09	350Ω .	A

E10		NR
E11	O valor do resistor para acionar o LED é de 0,35 ohms.	C

Fonte: Os autores.

Nessa questão a polaridade do LED foi invertida. Mesmo calculando corretamente o valor do resistor o LED não ligaria. Porém, como o funcionamento do sistema não foi questionado, consideramos as respostas dos estudantes que apresentaram o cálculo correto (350Ω), no caso, os participantes E04, E05 e E09. Os participantes E01, E02, E08, e E11 erraram os cálculos. Como não apresentaram o desenvolvimento da resolução da questão, não foi possível identificar o erro mais comum. E08 estruturou corretamente o cálculo, porém errou no resultado final. O participante E11 não se atentou na conversão das unidades, mas apresentou minúcias indiciais de que sabia os conceitos físicos para calcular. E03, E06, E07 e E10 não souberam responder. Cabe salientar que os participantes não possuíam conceitos científicos sobre LED.

O Quadro 10 apresenta o resultado quantitativo da Avaliação Diagnóstica e a organização dos grupos.

Quadro 10 - Resultado da Avaliação Diagnóstica e organização dos grupos.

Participante	Turma	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Conceito Médio	Grupo
E01	"A"	D	A	D	A	D	C	G1
E02	"A"	A	B	C	A	D	B	G1
E03	"A"	A	A	NR	D	NR	C	G2
E04	"A"	A	A	NR	A	A	B	G2
E05	"A"	A	A	A	A	A	A	G1
E06	"A"	A	A	A	A	NR	B	G2
E07	"B"	A	NR	NR	NR	NR	D	G3
E08	"A"	C	B	D	D	C	D	G2
E09	"B"	A	A	A	A	A	A	G3
E10	"B"	A	A	NR	A	NR	C	G3
E11	"B"	A	C	D	A	C	C	G3
E12	"B"	-	-	-	-	-	-	G1

Fonte: Os autores.

A partir dos dados obtidos foram organizados três grupos: G1, G2 e G3. O Grupo 1 foi constituído pelos participantes: E01, E02, E05 e E12 (professor "tutor"). Já o Grupo 2 foi composto pelos participantes: E03, E04, E06 e E08. O Grupo 3 foi formado pelos participantes: E07, E09, E10 e E11. Procuramos organizar os participantes de modo que tivesse ao menos um mais experiente em cada grupo, ou seja, aquele que teve um ótimo resultado na avaliação diagnóstica, junto com aquele participante que obteve mais dificuldade na avaliação. Os participantes do Grupo 1

foram organizados no mesmo grupo pois eram mais assíduos nos encontros síncronos, com exceção de E5.

Após a definição dos grupos foi realizada a criação das classes no ambiente virtual *Tinkercad* e os grupos foram organizados no *Google Chat*. Não houve objeção dos participantes na organização dos grupos.

Foi questionado por um dos participantes o motivo de utilizar o *Google Chat* ao invés do *WhatsApp*, mas os demais participantes acharam interessante manter a proposta de utilizar o *Google Chat*, uma vez que estavam sobrecarregados de grupos, trabalhos e conversas pessoais no *WhatsApp*.

No decorrer da semana os participantes receberam as orientações no *Google Chat* para acesso ao ambiente virtual.

4.2.2 Encontro 2

No momento síncrono o pesquisador iniciou a fala resgatando os momentos realizados no encontro anterior. Posteriormente foi realizada a correção da avaliação diagnóstica. Nas Questões 1 e 2 foram apresentados os conceitos científicos relacionados a corrente elétrica e resistores. Na Questão 3 foram realizados os cálculos para uma associação de resistores em série e intensidade de corrente elétrica. Já na Questão 4 foi realizado o cálculo da associação de resistores em paralelo. Na Questão 5 realizamos o cálculo do resistor para ligar corretamente o LED. Também foi explicado sobre a polaridade correta do LED para que ele possa ligar. Houve a participação de 3 estudantes neste encontro.

No momento seguinte foi apresentado novamente o conceito de resistores e foi explicado como determinar o valor de um resistor por meio do código de cores. Foi apresentado um exemplo de um resistor de 4 faixas, os mais utilizados nos projetos envolvendo Arduino.

Algumas atividades utilizam o *protoboard*. Nesse sentido houve a necessidade de apresentar o princípio de funcionamento deste equipamento para que os participantes pudessem utilizá-lo corretamente.

Em seguida o pesquisador iniciou a orientação para a realização das Atividades 1 e 2. Alguns exercícios dessas atividades foram realizados pelo docente para que o participante pudesse compreender o funcionamento do ambiente virtual *Tinkercad*.

Foi explicado como inserir os resistores na área de trabalho e como realizar a conexão entre eles. Também foi ensinado como consultar o valor do resistor utilizando a calculadora de resistores. Após determinado o valor do resistor, os participantes deveriam calcular o valor da resistência equivalente, seja na associação em série ou paralelo, atividades 1 e 2, respectivamente. Também foi demonstrado um instrumento de medição muito utilizado na área de eletrônica, o multímetro. Foi ensinado como realizar a medição de resistência elétrica. Realizada a devida orientação, o pesquisador questionou se haviam dúvidas sobre a realização das atividades. Diante da não manifestação de dúvidas por parte dos participantes, foi solicitado que terminassem a atividade no momento assíncrono. Até esse momento caracterizamos essa abordagem comunicativa como *Não-interativo/De autoridade*, ou seja, o pesquisador fixou a atenção da turma em um ponto de vista, na qual “apenas uma ‘voz’ é ouvida e não há inter-animação de ideias” (MORTIMER, 2002, p. 287).

Embora as atividades fossem em grupo, cada participante deveria criar a sua atividade no ambiente virtual. Nos Quadros 11 e 12 estão relacionados os participantes que desenvolveram as Atividades 1 e 2, respectivamente, no *Tinkercad*, bem como se estão corretas (indicadas pela letra “C”), erradas (letra “E”) ou se não fizeram a atividade (representado por “NF”).

Cabe mencionar que os participantes E05 e E07 não acessaram o *Tinkercad* e, portanto, não habilitaram o perfil para o desenvolvimento das atividades. O participante E12 (PNE) teve dificuldades em utilizar o ambiente virtual e preferiu resolver as atividades no caderno.

Não houve objeção por parte deste pesquisador, mas identificamos a necessidade de realizar uma aula remota específica para orientação deste participante, dentro de seu tempo.

Quadro 11 - Atividade 1: Desempenho dos participantes.

-	Participante	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Total "C"	Total "E"	Total "NF"
G1	E01	NF	C	C	C	E	C	C	E	5	2	1
	E02	E	C	C	C	E	C	E	C	5	3	-
	E05	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	8
	E12	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	8
G2	E03	C	C	E	NF	NF	NF	NF	NF	2	1	5
	E04	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	8
	E06	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	8
	E08	C	C	C	E	E	C	C	E	5	3	-
G3	E07	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	8

	E09	C	C	C	E	E	E	E	C	4	4	-
	E10	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	8
	E11	C	C	C	C	C	C	C	E	7	1	-

Fonte: Os autores.

Observamos, no Quadro 19, que ao menos dois membros de cada grupo participaram da Atividade 1, ou seja, E01, E02, E03, E08, E09 e E11. Já no Quadro 20 identificamos que E03 e E11, que haviam participado da atividade anterior, não resolveram a Atividade 2.

Quadro 12 - Atividade 2: Desempenho dos participantes.

-	Participante	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Total "C"	Total "E"	Total "NF"
G1	E01	C	C	C	C	C	5	-	-
	E02	C	C	C	C	C	5	-	-
	E05	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E12	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
G2	E03	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E04	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E06	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E08	C	E	E	E	C	1	4	-
G3	E07	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E09	C	C	C	E	C	4	1	-
	E10	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E11	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5

Fonte: Os autores.

As figuras 1 a 4 demonstram um episódio interativo entre o pesquisador e o participante E01. Como os grupos estavam “demorando” para desenvolver as Atividades 1 e 2 no *Tinkercad*, o pesquisador forneceu um auxílio para resolução das mesmas.

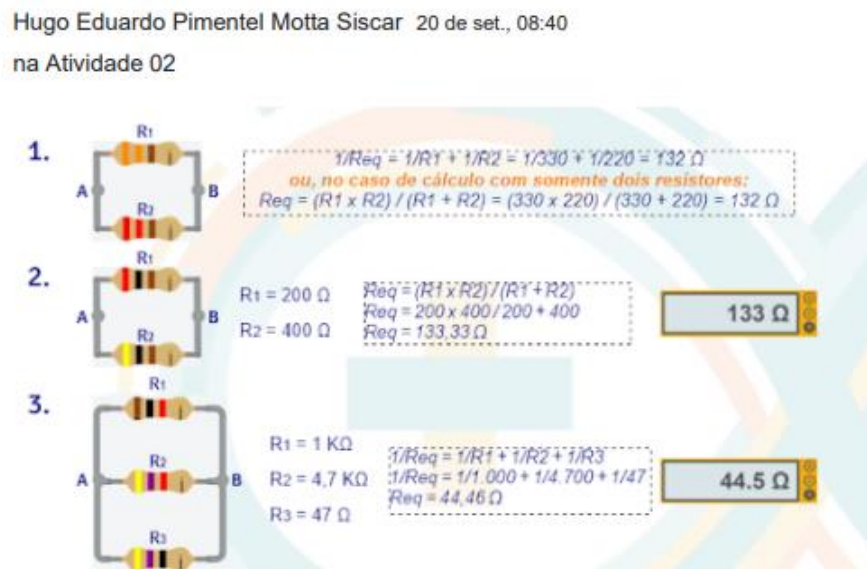
Conforme destacado por Vigotski (2007), reconhecemos a importância do papel da imitação no processo ensino-aprendizagem. Somente a partir deste momento alguns participantes interagiram no *Google Chat* e postaram as atividades ambiente virtual.

Figura 1 - Episódio interativo realizado no Google Chat entre pesquisador e E01.



Fonte: Os autores.

Figura 2 - Episódio interativo realizado no Google Chat entre pesquisador e E01.



Organizem-se enquanto GRUPO para desenvolver a Atividade 03, ok? 😊

TERÇA-FEIRA, 21 DE SET.

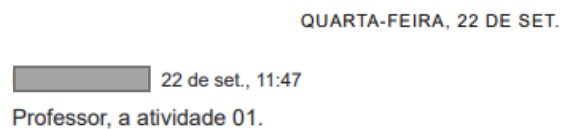
Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar 21 de set., 18:11
Olá, turma!! Como que está o desenvolvimento das atividades? O grupo está sentindo alguma dificuldade? Vamos interagir pessoal!!

Fonte: Os autores.

A ideia do pesquisador era estabelecer um padrão de interação I-R-F (Iniciação do professor, Resposta do aluno, *Feedback*). A todo o momento o pesquisador buscou provocar a interação nos grupos. Por mais que o pesquisador solicitasse aos participantes o desenvolvimento até 48 horas antes do encontro síncrono, as mesmas,

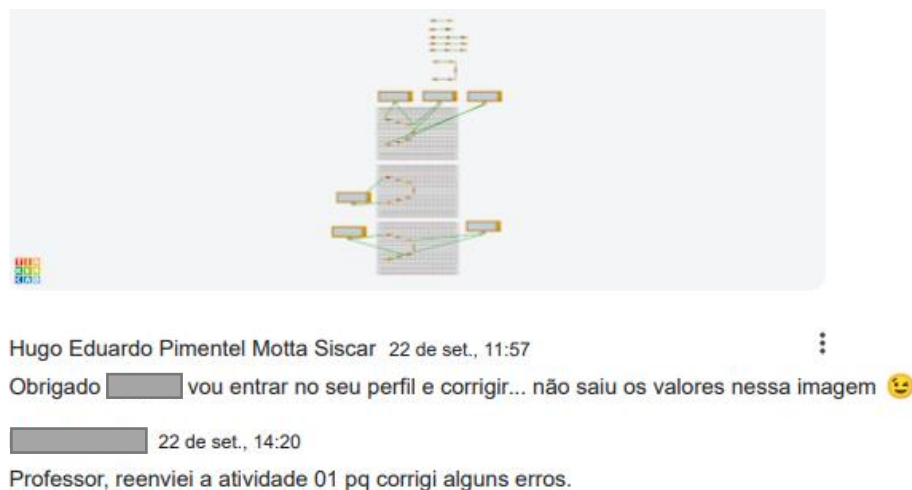
quando entregues, eram realizadas na véspera, impossibilitando a correção em tempo hábil para oferecer um *feedback* individual aos participantes no próximo encontro, pois já seria realizada a correção das atividades.

Figura 3 - Episódio interativo no *Google Chat* entre pesquisador e E01.



Fonte: Os autores.

Figura 4 - Episódio interativo no *Google Chat* entre pesquisador e E01.



Fonte: Os autores.

Ao acessar o ambiente virtual foi possível identificar que o participante conseguiu realizar a atividade de forma adequada, internalizando os conceitos abordados, inclusive corrigindo os erros que o próprio havia detectado.

A Atividade 3 envolvia a utilização de um novo componente, o LED. Antes de realizar a orientação desta atividade foi ministrada uma aula explicando o conceito desse componente, seu princípio de funcionamento e suas aplicações.

Após a aula o pesquisador realizou a orientação da Atividade 3, onde o objetivo era ligar o LED. Essa atividade foi planejada pra ser desenvolvida no formato assíncrono e com a interação entre os integrantes do grupo.

Vigotski (2007) atribui importância ao papel da imitação no processo ensino-aprendizagem. O autor enfatiza que uma pessoa só consegue imitar o que está em seu nível de desenvolvimento e que as crianças são capazes de realizar muito mais

coisas em uma atividade coletiva ou sob orientação de um adulto quando recorrem ao uso da imitação. Afirma ainda que a criança continua agindo em colaboração mesmo na ausência do professor quando, por exemplo, resolve problemas em casa após ter visto uma amostra em sala de aula (VIGOTSKI, 2009).

Para ligar o LED o grupo deveria calcular o valor correto do resistor. Os participantes foram questionados se a simulação aconteceu corretamente na primeira tentativa. Caso contrário teriam que descrever o que foi feito para corrigir o problema. Com o auxílio do multímetro tinham que determinar o valor da tensão nos terminais do resistor e nos terminais do LED. Também deveriam realizar testes com outros valores de resistores e descrever o que aconteceu. Após a realização das orientações o pesquisador questionou se houve alguma dúvida. Não havendo foi solicitado o desenvolvimento da atividade no decorrer da semana e declarado encerrado o encontro síncrono. O Quadro 13 relaciona o desempenho dos participantes que desenvolveram a atividade, indicando os exercícios corretos (letra “C”), errados (letra “E”) ou se não fizeram a atividade (representado por “NF”).

Quadro 13 – Atividade 3: Desempenho dos participantes.

-	Participante	Ex. A	Ex. B	Ex. C	Ex. D	Ex. E	Total "C"	Total "E"	Total "NF"
G1	E01	E	C	C	C	E	3	2	-
	E02	E	E	E	E	E	-	5	-
	E05	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E12	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
G2	E03	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E04	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E06	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E08	E	E	E	E	E	-	5	-
G3	E07	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E09	C	C	C	C	C	5	-	-
	E10	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5
	E11	NF	NF	NF	NF	NF	-	-	5

Fonte: Os autores.

Os resultados sintetizados no Quadro 13 indicam que 50% dos participantes tiveram dificuldades de compreender os conceitos, uma vez que os participantes E02 e E08 erraram todas as respostas da atividade 3. Nesse sentido, sugerimos para futuras aplicações uma retomada sobre os conceitos envolvidos nesta atividade para proporcionar a esses participantes a possibilidade de assimilação desse conteúdo. Não foi possível realizar essa retomada neste trabalho devido ao cronograma ajustado

previamente.

Cabe frisar que o cálculo do Exercício A já havia sido realizado na Avaliação Diagnóstica. No entanto três participantes erraram o desenvolvimento da questão, demonstrando que esses conceitos ainda não haviam sido internalizados. Os participantes E01 e E09 tiveram um ótimo desempenho, E02 e E08 não tiveram um desempenho satisfatório, pois não conseguiram concluir com êxito todas as questões.

A resposta fornecida por E01 no Exercício E, quando questionamos o que acontece com o LED quando mudamos o valor dos resistores para 10Ω , 220Ω e $10M\Omega$, foi que *“Todos os LEDs explodiram exceto o de 220Ω ”*. Analisando sua resposta, possivelmente E01 interpretou dessa forma pois durante a simulação aparece um sinal em cima do LED, como se realmente fosse uma explosão, como pode ser visto na figura 5.

Figura 5 - Resposta E01: Atividade 03 – Ex. E.



Fonte: Os autores.

Verificamos que a estudante E01 apresentava um conceito cotidiano sobre o funcionamento do LED, relacionando o símbolo a uma explosão. Na verdade, isso dificilmente acontece. No entanto, utilizando um resistor de 10Ω , a corrente elétrica no LED é de 395mA , quando o mesmo suporta 20mA , provocando a queima do componente. Ainda analisando a resposta de E01, quando deveria simular com o resistor de $10M\Omega$ (Megaohm), erroneamente foi selecionado a escala de $\text{m}\Omega$ (miliohm), ou seja, um valor de resistor muito baixo, resultando em uma interpretação equivocada de que o LED também queimaria. Se fosse inserido o valor correto do resistor, $10M\Omega$, a intensidade de corrente elétrica no LED seria muito próxima a $0,0\text{A}$, portanto o brilho do LED seria praticamente imperceptível.

No transcorrer do desenvolvimento das atividades propostas neste primeiro

encontro esperávamos que os participantes interagissem por meio do *chat* a fim de sanarem suas dúvidas, discutindo as respostas e os procedimentos de resolução das mesmas, mas percebemos que apenas postaram as respostas e não fizeram uma discussão e reflexão dos dados obtidos no ambiente virtual. Cada um resolveu o problema considerando a resposta que achava correta. Neste caso, considerando a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002), constatamos que a abordagem comunicativa entre esses participantes foi *Não-interativa / De autoridade*. Acreditamos que isso aconteceu devido ao fato de a “voz” de cada participante não serem incorporadas às interações no grupo, não possibilitando o diálogo entre os pares.

4.2.3 Encontro 3

O pesquisador iniciou o Encontro 3, também no formato síncrono, realizando as correções das Atividades 1, 2 e 3. Neste encontro compareceram 4 participantes. Primeiramente foi questionado se houve alguma dúvida na realização das atividades. Diante da não manifestação por parte dos participantes, procedemos a correção. Como afirmamos anteriormente, as Atividades 1 e 2 consistiam no cálculo da associação de resistores em série e paralelo, respectivamente. Já a Atividade 3 tinha como objetivo ligar o LED calculando o valor correto do resistor.

Posteriormente desenvolvemos uma aula específica sobre o Arduino, uma vez que a maioria dos participantes relataram que não conheciam esse componente. Para isso foi preparado um ambiente onde demonstramos em tempo real a montagem dos circuitos, como mostra a figura 6.

Figura 6 – Estação de trabalho para transmissão do Encontro 3.



Fonte: Os autores.

Como observado na figura, usamos duas câmeras, uma do próprio computador (1), que possui uma câmera integrada, e outra do celular (2), posicionada para a bancada de trabalho. Podemos observar que nesta bancada estão presentes o *protoboard* e multímetro (3) e os componentes utilizados na aula, tais como: Arduino, bateria de 9V, LEDs e resistores (4). Utilizamos o *Google Meet* para transmissão da aula e pelo *software OBS Studio* alternamos as câmeras, ora para bancada e ora para o pesquisador. Neste momento apresentamos o conceito do Arduino, os modelos mais utilizados, as características e especificações técnicas do Arduino Uno, as formas de alimentação, os pinos de entrada e saída digital e sua representação esquemática.

Durante a apresentação das formas de alimentação do Arduino abordamos as características e diferenças de uma forma de onda de corrente contínua (DC) e corrente alternada (AC) e o papel de uma fonte de alimentação no processo de conversão de tensão alternada para contínua.

Também explanamos sobre as noções básicas de programação em C++⁷, os elementos de sintaxe, as estruturas de controle e repetição, conceito de variáveis e funções. Conceitos básicos já conhecidos pelos participantes, uma vez que o Curso Técnico em Informática já proporciona esse tipo de formação técnica, mas não aplicada ao desenvolvimento de projetos utilizando Arduino.

A seguir o pesquisador realizou junto aos participantes a Atividade 4, onde o objetivo era acender um LED por um segundo e depois apagar o LED por um segundo, repetidamente. Foram apresentados os componentes que seriam utilizados no desenvolvimento da atividade, sendo estes o Arduino, um resistor e um LED. Foi questionado qual o valor do resistor que seria utilizado nesta atividade, considerando que a tensão fornecida pela porta digital do Arduino é de 5V. Após aguardar alguns minutos os participantes forneceram o valor correto do resistor (150Ω). Em seguida o pesquisador realizou o passo a passo do cálculo para o estudante PNE. Também foi apresentado o *layout* e o esquemático do circuito. A partir disto começamos o desenvolvimento do programa e explicamos a função de cada linha de código.

Posteriormente iniciamos a simulação desta atividade e foi explicado que o LED ligava por meio da instrução: `digitalWrite (LED_BUILTIN, HIGH);` desligava por meio da instrução: `digitalWrite (LED_BUILTIN, LOW);` e a função `delay`

⁷ Linguagem de programação utilizada na IDE do Arduino.

determinava quanto tempo (em milissegundos) o LED deveria ficar ligado e desligado. Foi enfatizado o comportamento da corrente e tensão elétricas no decorrer do processo de ligar e desligar o LED. Para análise do comportamento da tensão (V) x tempo (s) disponibilizamos o *link* de um vídeo animado no *Youtube* demonstrando graficamente a variação desta tensão.

No momento subsequente o pesquisador realizou a orientação da Atividade 5 a ser desenvolvida em grupo. O objetivo desta atividade era simular o funcionamento de um semáforo. Foi disponibilizado a relação de componentes que deveriam ser utilizados na atividade, ou seja, um Arduino Uno, três LEDs e três resistores. Sabendo da tensão fornecida pela porta digital do Arduino, questionamos o valor do resistor a ser utilizado para ligar o LED. Esse cálculo já havia sido determinado na atividade passada. Solicitamos aos grupos que desenvolvessem o esquemático do circuito e, a partir desse esquemático, desenvolvessem o *layout*. Fornecemos os parâmetros de tempo em que cada LED deveria permanecer ligado ou desligado. A partir destes parâmetros os grupos deveriam desenvolver o programa para simular o funcionamento de um semáforo.

Nesta atividade os participantes deveriam identificar pelo menos três estados de funcionamento, ou seja, no primeiro estado o LED vermelho deveria permanecer ligado por dois segundos. Enquanto esse LED estivesse ligado, os LEDs amarelo e verde deveriam permanecer desligados. No segundo estado, o LED vermelho deveria mudar de ligado para desligado, o LED amarelo deveria mudar de desligado para ligado e o LED verde deveria permanecer desligado, todos durante um intervalo de tempo de um segundo. Já no terceiro estado, o LED verde deveria mudar de desligado para ligado e os demais deveriam permanecer desligados, durante dois segundos. Findo o término do terceiro estado, todo o processo se repete até que o Arduino seja desligado ou reiniciado. Os participantes desenvolveram essa atividade conforme essa instrução do pesquisador, ou seja, a sequência de acionamento dos LEDs seria vermelho / amarelo / verde. No entanto, observamos que a ordem das cores estava errada, sendo a sequência correta verde / amarelo / vermelho. Nesse sentido analisamos o desenvolvimento da aprendizagem conforme a instrução que foi passada aos estudantes. O produto educacional Guia Docente e Caderno do Estudantes foram corrigidos para uso futuro.

Para que os participantes pudessem entender o comportamento da tensão

elétrica, solicitamos o desenvolvimento de um diagrama de tempo de cada LED desta simulação. Esse diagrama deveria ser desenvolvido em uma planilha disponibilizada para cada um dos grupos. Realizadas as orientações, o pesquisador perguntou se havia alguma dúvida para o desenvolvimento da atividade. Diante da negativa dos participantes o pesquisador se colocou à disposição para esclarecimento de dúvidas no momento assíncrono e foi declarado o encerramento do terceiro encontro.

Analisaremos a seguir a interação assíncrona realizada no *chat* do grupo onde estão presentes todos os participantes de cada grupo. Também analisaremos a interação individualmente, uma vez que alguns participantes não realizaram a interação dentro do *chat* do próprio grupo. Um conceito-chave na teoria de Vygotsky (2007) é que a aprendizagem depende da interação entre as pessoas, seja mediada pela linguagem falada, escrita, gestual ou mesmo virtual.

Grupo G1 – Participantes E01, E02, E05 e E12

Novamente o pesquisador precisou provocar o grupo para desenvolver uma interação entre os participantes questionando se conseguiram desenvolver o esquemático da atividade 05. Mediante a demora em receber a resposta o pesquisador forneceu o esquemático para que os participantes pudessem desenvolver o *layout* e a programação. Somente duas horas e vinte e um minutos depois surgiu um participante relatando dificuldades, como mostrado no Quadro 14 abaixo, onde o texto destacado em azul são as interações do pesquisador e em verde são do participante.

Quadro 14 - Interação no Grupo G1 com E02: Atividade 5.

<p>Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 13:52 <i>boa tarde, pessoal!!! conseguiram desenvolver o esquemático da atividade 05?</i></p> <p>Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 16:04 <i>uma ajudinha para vcs...</i></p>

Figura 2: Layout.

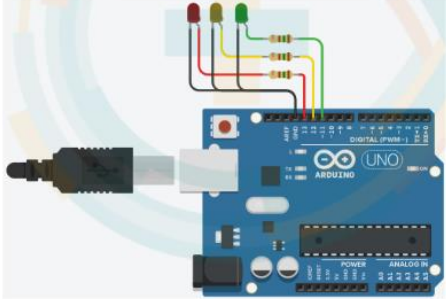
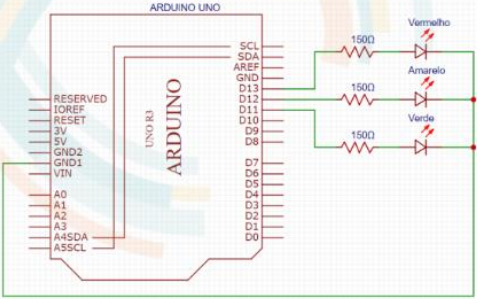
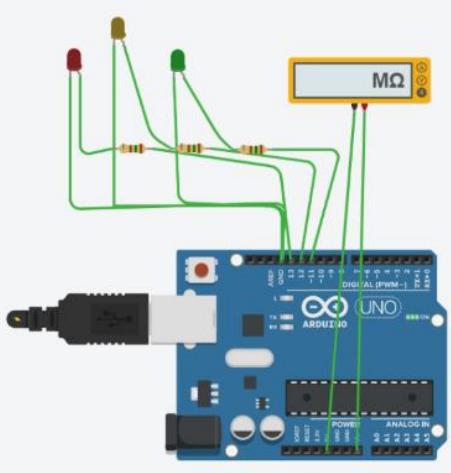


Figura 3: Esquemático.



E02, 29 de set., 18:25
Professor só tá acendendo o vermelho, os outros não querem acender



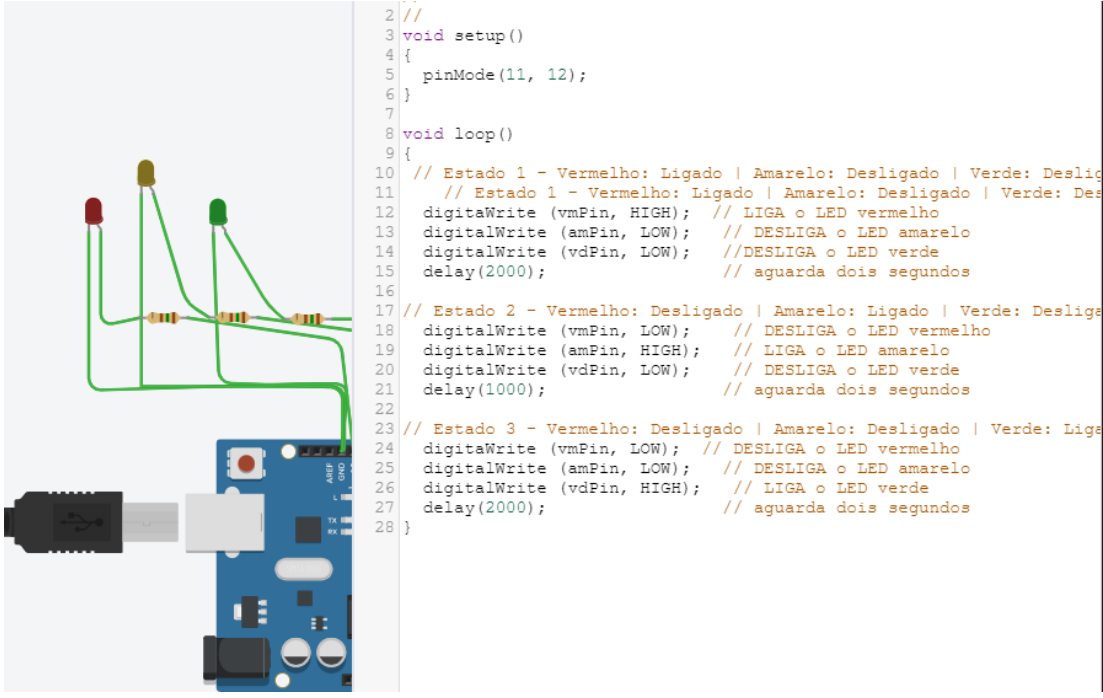
Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 18:26
 olá..
 como está seu código?
 não há necessidade do multímetro ali.. pode excluir
 precisa definir os demais pinos como saída (12 e 11)
 void loop () {
 // Estado 1 - Vermelho: Ligado | Amarelo: Desligado | Verde: Desligado
 digitalWrite (vmPin, HIGH); // LIGA o LED vermelho
 digitalWrite (amPin, LOW); // DESLIGA o LED amarelo
 digitalWrite (vdPin, LOW); // DESLIGA o LED verde
 delay(2000); // aguarda dois segundos
 tenta desenvolver os outros estados
 // Estado 2 - Vermelho: Desligado | Amarelo: Ligado | Verde: Desligado
 // Estado 3 - Vermelho: Desligado | Amarelo: Desligado | Verde: Ligado

A partir do acompanhamento do episódio interativo acima, foi observado que o *layout* do circuito estava montado corretamente, bem como foi atribuído o valor correto dos resistores. Sendo assim, foi solicitado que a participante encaminhasse o seu código para ser analisado. Também foi disponibilizado uma parte da resolução do problema para que pudesse tentar resolver o restante da codificação. No código foi identificado um erro de sintaxe ao configurar os pinos como saída: `pinMode (pino,`

modo). O pesquisador realizou a intervenção indicando a forma correta da sintaxe da instrução e orientou que deveria repetir o procedimento para os demais pinos, como podemos visualizar no Quadro 15.

Quadro 15 - Continuação da interação no Grupo G1 com E02: Atividade 5.

E02, 29 de set., 18:48



```

2 //
3 void setup()
4 {
5   pinMode(11, 12);
6 }
7
8 void loop()
9 {
10 // Estado 1 - Vermelho: Ligado | Amarelo: Desligado | Verde: Desligado
11 // Estado 1 - Vermelho: Ligado | Amarelo: Desligado | Verde: Desligado
12 digitalWrite (vmPin, HIGH); // LIGA o LED vermelho
13 digitalWrite (amPin, LOW); // DESLIGA o LED amarelo
14 digitalWrite (vdPin, LOW); // DESLIGA o LED verde
15 delay(2000); // aguarda dois segundos
16
17 // Estado 2 - Vermelho: Desligado | Amarelo: Ligado | Verde: Desligado
18 digitalWrite (vmPin, LOW); // DESLIGA o LED vermelho
19 digitalWrite (amPin, HIGH); // LIGA o LED amarelo
20 digitalWrite (vdPin, LOW); // DESLIGA o LED verde
21 delay(1000); // aguarda dois segundos
22
23 // Estado 3 - Vermelho: Desligado | Amarelo: Desligado | Verde: Ligado
24 digitalWrite (vmPin, LOW); // DESLIGA o LED vermelho
25 digitalWrite (amPin, LOW); // DESLIGA o LED amarelo
26 digitalWrite (vdPin, HIGH); // LIGA o LED verde
27 delay(2000); // aguarda dois segundos
28 }

```

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 18:55
pinMode(13, OUTPUT);
Tem q fazer isso para cada porta no qual os resistores e Leds estão conectados
Ou seja.. pinos 12 e 11 tb

E02, 29 de set., 18:56
assim

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 18:56
Simula e me fale como foi

Fonte: Os autores.

Solicitamos que, após a realização dos ajustes do código, a participante E02 realizasse a simulação do circuito no ambiente virtual e que relatasse o que aconteceu, mas a mesma não deu um *feedback*. No entanto, ao acessarmos o ambiente virtual, observamos que havia terminado a atividade corretamente.

O padrão interativo do Pesquisador com E02 foi I-R-F-R-F-R-P, ou seja, após as respostas o pesquisador pede que E02 prossiga sem avaliar explicitamente. Este padrão tende a ser interativo e no contínuo dialógico - de autoridade, o que é interessante quando se deseja a atuação na ZDP do estudante, uma vez que este tipo

de padrão tende a promover processos colaborativos de ensino e aprendizagem. É importante salientar também que a participante E02 foi assídua durante as aulas e apresentou uma evolução conceitual quando observamos seu rendimento na elaboração da Atividade 3, na qual teve um desempenho não satisfatório previamente.

Naquela oportunidade, E02 havia errado todas as questões da Atividade 3. Podemos perceber essa evolução quando ela passa a calcular corretamente o valor do resistor para ligar o LED utilizando a tensão fornecida pelo Arduino, indicando que internalizou corretamente esses conceitos científicos. A partir da orientação realizada pelo pesquisador na Atividade 4, E02 apresentou indícios de aprendizagem no desenvolvimento da Atividade 5. Ao apresentar uma dúvida e com o auxílio do pesquisador a estudante obteve êxito na conclusão da atividade.

No dia seguinte, após as correções realizadas no encontro síncrono, a participante encaminhou o diagrama de tempo indicando o comportamento da tensão (V) x tempo (s). Como o gráfico estava incompleto foi solicitado que completasse mais um ciclo de tempo (Quadro 16).

Quadro 16 - Continuação da interação no Grupo G1 com E02: Atividade 5.

E02, 30 de set., 08:45



PDF Diagrama de Tempo - Grupo 01 - Página 1...

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 30 de set., 08:46
Muito bem **E02!!** complete mais um ciclo..

E02, 30 de set., 08:53
Ok

Fonte: Os autores.

O padrão interativo neste turno é I-F-R, porém o turno de fala foi iniciado pela

participante E02. Ainda que foi um padrão mais curto, a fala de autoridade do docente foi importante para trazer um novo conceito à estudante. Houve um indicativo de que a mediação aconteceu na ZDP da estudante, uma vez que ela adicionou o ciclo que faltava e que conseguiu resolver determinado problema com a mediação de outra pessoa. Nesta situação observamos que pesquisador agiu em colaboração por ter maior experiência e, a partir dessa interação e da resolução da atividade pela participante, o docente contribuiu para o desenvolvimento da mesma.

Como já observado, somente um participante realizou a interação no grupo, no caso E02. Nesse sentido buscamos interagir individualmente com cada participante para entender as possíveis dificuldades encontradas no desenvolvimento da atividade.

O Quadro 17 apresenta o diálogo com a participante E01, que havia participado de todos os encontros, mas solicitou transferência do IFMS por mudança de cidade. A partir desse momento a mesma desistiu de participar da pesquisa e não houve mais resposta a partir desse encontro.

Quadro 17 - Interação E01: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:39
Boa tarde, E01!! Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

Fonte: Os autores.

Já o participante E05 relatou dificuldades em conciliar sua participação na pesquisa com as demais atividades escolares, como pode ser visto no Quadro 18. O trabalho de conclusão de curso, o estágio e as avaliações estavam comprometendo o desenvolvimento das atividades. Diante do exposto o pesquisador colocou-se à disposição para auxiliá-lo. No entanto não houve mais retorno por parte do participante.

Quadro 18 - Interação E05: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:39
Boa tarde, E05!! Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

E05, 29 de set., 15:56

Boa tarde prof, infelizmente não estou fazendo as atividades, ultimamente estou muito ocupado com tcc e estágio, além de que nesses últimos dias estão tendo as provas das outras matérias Peguei uma área de difícil conhecimento pro tcc que é a criação de jogos Acaba que preciso estudar do zero essa área, vito que na escola não temos matérias que ensinam isso

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:58

faz parte do processo!! rsss..

quando puder ter um tempinho vamos sentar.. te ajudo a desenvolver

E05, 29 de set., 16:04

Fonte: Os autores.

Analisando o contexto apresentado pelo estudante E05 no Quadro 18, que priorizou as atividades avaliativas do curso, como TCC, estágio e provas, a aplicação deste produto educacional pode ter melhores resultados se também aplicada em um contexto avaliativo, pois isso pode repercutir em uma maior participação dos estudantes. Outra opção, caso o docente não queira trabalhar com este produto educacional de modo avaliativo é aplicá-lo, na medida do possível, em um período que não coincide com as avaliações.

Por conta deste relato de E05 e também da quantidade de estudantes que não conseguiram participar das atividades no formato *on-line*, em parte assíncrono, acreditamos que o ideal é realizar as atividades presencialmente, se possível no laboratório de informática da escola (ou em outro espaço adequado, no caso de uso dos kits físicos de Arduino), pois assim o professor pode acompanhar, motivar e auxiliar na resolução das atividades por todos os estudantes. Obviamente, por conta da carga horária necessária, o professor terá que fazer escolhas entre o que pode ser realizado sincronamente no laboratório da escola e o que deverá ser desenvolvido como tarefa. O índice de participação da turma na realização das tarefas poderá balizar o docente nestas escolhas, do que pode ser tarefa e o que deve ser realizado junto com os estudantes na escola, considerando também o grau de importância do conteúdo envolvido na atividade.

Também não houve manifestação do participante E12, porém E12 foi assíduo na realização das atividades durante a aplicação da pesquisa.

Grupo G2 – Participantes E03, E04, E06 e E08

O pesquisador também precisou estimular este grupo visando promover uma interação entre os participantes questionando se conseguiram desenvolver o esquemático da atividade 5. No entanto não houve nenhuma resposta por parte dos integrantes deste grupo, conforme podemos observar no Quadro 19:

Quadro 19 – Tentativa de interação com o grupo 2 na atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 27 de set., 17:54

Boa tarde, pessoal.. não esqueçam de entregar a atividade 05 amanhã!! quem tiver dúvida das atividades anteriores me procure!!

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 28 de set., 16:57

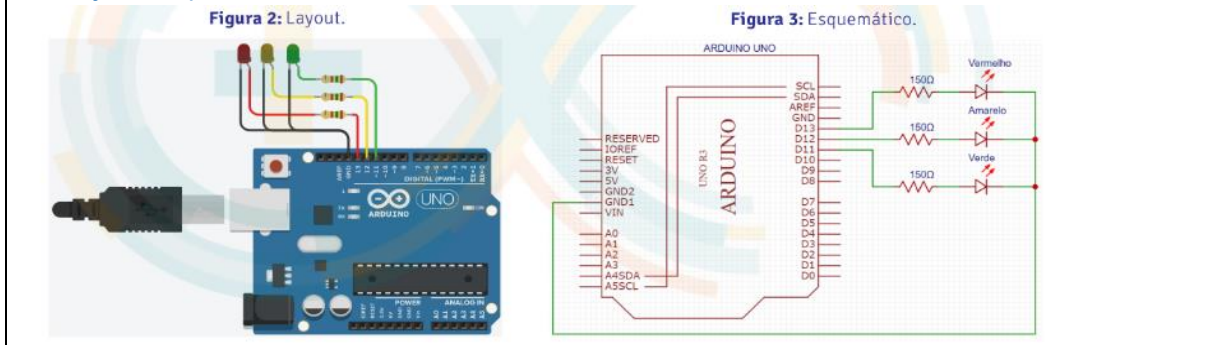
Boa tarde, turma!! Alguma dúvida com relação a atividade 05?

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 13:52

boa tarde, pessoal!!! conseguiram desenvolver o esquemático da atividade 05?

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 16:04

uma ajudinha para vcs



Fonte: Os autores.

Diante da ausência de interação do Grupo 2 foi necessário realizar uma abordagem individualizada.

Como pode ser visto no Quadro 20 o participante E03 não respondeu ao questionamento.

Quadro 20 - Interação E03: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:41

Boa tarde, **E03!!** Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

Fonte: Os autores.

Já os participantes E04 e E06 (Quadros 21 e 22, respectivamente) justificaram que estavam com dificuldades em participar regularmente da pesquisa devido às demandas escolares. No entanto E04 afirmou que tentaria desenvolver as atividades no ambiente virtual, mas até o momento não tinha realizado nenhuma atividade.

Quadro 21 - Interação E04: Atividade 5

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:40

Boa tarde, **E04!!** Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

E04, 29 de set., 17:11

Boa tarde professor, tá complicado pra mim pq tenho o estágio na parte da tarde, o tcc, o enem está meio perto tb e estou estudando bastante...aí está em semana de prova agr tb, então a atividade acabou ficando em segundo plano

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:12

se organiza e quando tiver um tempo me chama pra vc colocar em dia as atividades..

todas são simples de fazer.. e tb não demanda muito tempo.. só precisa de organização mesmo

E04, 29 de set., 17:13

Entendi, na sexta então se você estiver disponível

Eu coloco elas em dia

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:13

maravilha brother...

E04, 29 de set., 17:13

Ou no sábado, que não tenho o estagio, mas na sexta eu devo conseguir adiantar algumas blz

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:14

blz... me chame... se você não me chamar eu te chamo

kkk

E04, 29 de set., 17:14

ok kkkk

valeu

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:14

Abraços!! bons estudos

Fonte: Os autores.

Quadro 22 - Interação E06: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:41

Boa tarde, E06!! Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

E06, 29 de set., 15:53

Boa tarde professor, no momento estou muito atolada pois trabalho, faço monitoria e os professores andam passando muita tarefa... peço desculpas, mas se essas atividades não são obrigatórias, eu poderia me retirar delas? Eu realmente sinto muito.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:55

entendo.. tudo bem.. a prof. Márcia iria utilizá-la como avaliação.. mas vc tb não seria prejudicada se não as fizesse 😊

E06, 29 de set., 15:57

Entendo, obrigada professor

Fonte: Os autores.

Conforme observamos no diálogo no Quadro 22, notamos que os participantes priorizam as atividades avaliativas. A opção por este PE não contar como uma “avaliação regular”, ou seja, obrigatória para todos, foi pelo fato de ser uma “testagem” e também pelo pesquisador não ser o regente da turma.

Adiante, no Quadro 23, analisaremos o diálogo com o participante E08, onde o mesmo havia indicado que realizou a Atividade 5 corretamente. No entanto, ao apresentar o código, observamos que o mesmo estava incorreto, indicando conceitos espontâneos. Não funcionou corretamente pois a estudante não definiu todos os pinos utilizados para controlar os LEDs como saída, somente o pino 13. Neste caso deveria indicar os pinos 11 e 12 também como saída.

Quadro 23 - Interação E08: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:40

Boa tarde, E08!! Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

E08, 29 de set., 15:41

Deu certo sim.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:42

maravilha.. conseguiu fazer o esquemático?

E08, 29 de set., 15:43

Sim

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:43

manda lá no grupo para que eu possa corrigir

pode ser em foto mesmo

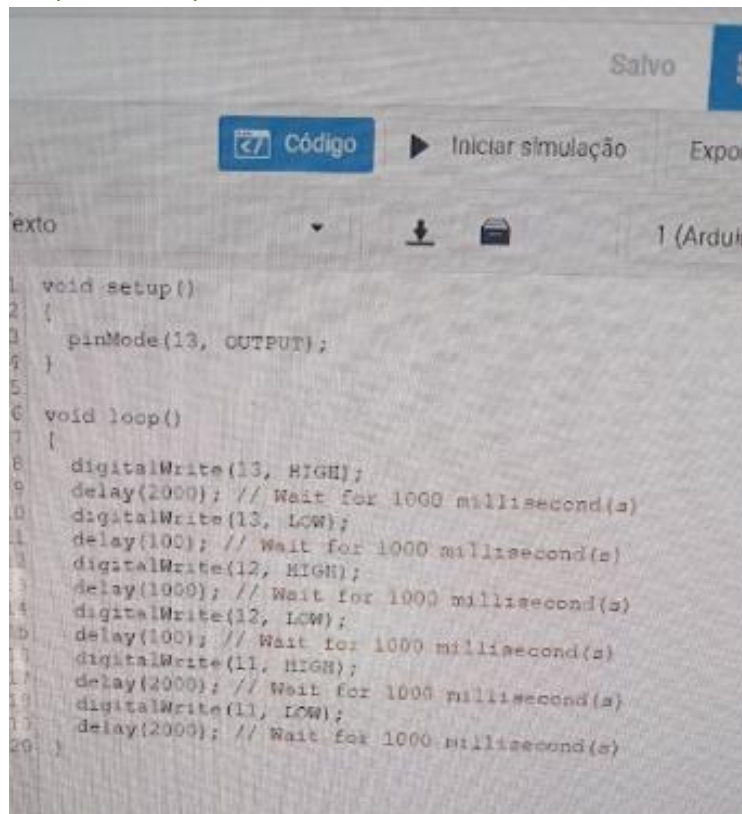
E08, 29 de set., 15:43

Ok

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:43

valeuu

E08, 29 de set., 15:43



```

1 void setup()
2 {
3   pinMode(13, OUTPUT);
4 }
5
6 void loop()
7 {
8   digitalWrite(13, HIGH);
9   delay(2000); // Wait for 1000 millisecond(s)
10  digitalWrite(13, LOW);
11  delay(100); // Wait for 1000 millisecond(s)
12  digitalWrite(12, HIGH);
13  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
14  digitalWrite(12, LOW);
15  delay(100); // Wait for 1000 millisecond(s)
16  digitalWrite(11, HIGH);
17  delay(2000); // Wait for 1000 millisecond(s)
18  digitalWrite(11, LOW);
19  delay(2000); // Wait for 1000 millisecond(s)
20 }

```

Fonte: Os autores.

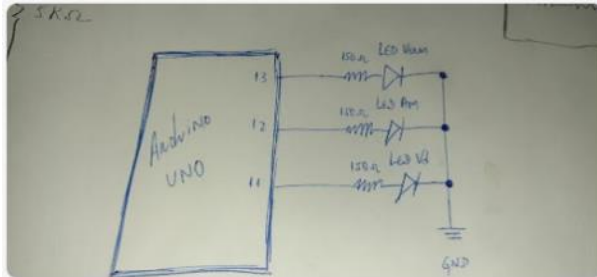
Este episódio interativo proporcionou uma cadeia de interação neste turno de fala sendo do tipo I-R-F-R-F-R-F-R-A. Este padrão de interação sugere que os conceitos não estavam internalizados de fato.

No contínuo dialógico o padrão discursivo presente na interação mostrada no Quadro 24 seguiu a cadeia F-R-F, onde o pesquisador apresentou um esboço do esquemático para que o participante pudesse repensar o desenvolvimento do código. A partir desse momento ele realizou as ligações do circuito corretamente. Como ainda apresentava conceitos espontâneos em relação a codificação, o pesquisador forneceu

auxílio apresentando parte do desenvolvimento do problema.

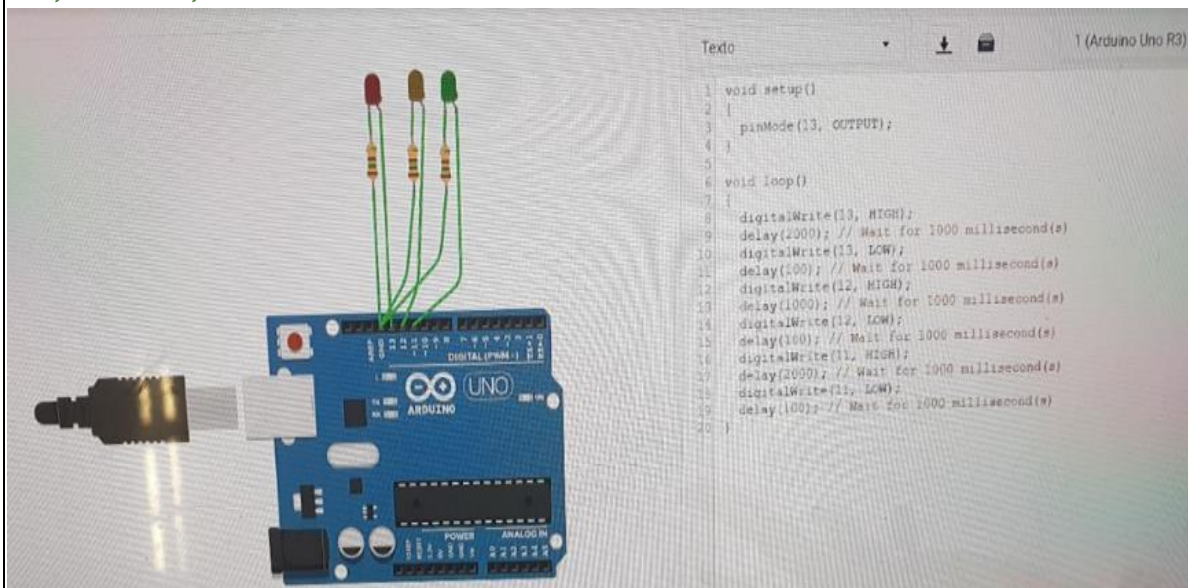
Quadro 24 – Continuação da interação E08: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:46



Esse é o esquema do circuito

Tenta desenvolver a programação a partir dele.. seguindo a lógica do funcionamento do semáforo E08, 29 de set., 15:50



Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:52

precisa definir os demais pinos como saída (12 e 11)

void loop () { // Estado 1 - Vermelho: Ligado | Amarelo: Desligado | Verde: Desligado digitalWrite (vmPin, HIGH); // LIGA o LED vermelho digitalWrite (amPin, LOW); // DESLIGA o LED amarelo digitalWrite (vdPin, LOW); // DESLIGA o LED verde delay(2000); // aguarda dois segundos

tenta desenvolver os outros estados

// Estado 2 - Vermelho: Desligado | Amarelo: Ligado | Verde: Desligado

// Estado 3 - Vermelho: Desligado | Amarelo: Desligado | Verde: Ligado

Fonte: Os autores.

Após um intervalo de mais de uma hora a partir da última interação o participante conseguiu apresentar indícios de aprendizagem ao desenvolver praticamente todo o restante do código com o auxílio que lhe fora oferecido, mas o mesmo relatou que o programa que havia desenvolvido apresentava erro (Quadro 25).

O pesquisador observou que faltava apenas um sinal de “;” provocando o erro

e pediu para o participante identificar em qual linha havia dado o problema. Uma vez localizado e corrigido o problema, o programa funcionou corretamente.

Quadro 25 – Continuação da interação com E08: Atividade 5.

E08, 29 de set., 17:24

```

Texto
1 void setup()
2 {
3   pinMode(13, OUTPUT);
4   pinMode(12, OUTPUT);
5   pinMode(11, OUTPUT);
6 }
7
8 void loop()
9 {
10  //Estado 1
11  digitalWrite(13, HIGH);
12  digitalWrite(12, LOW);
13  digitalWrite(11, LOW);
14  delay(2000);
15
16  //Estado 2
17  digitalWrite(13, LOW);
18  digitalWrite(12, HIGH);
19  digitalWrite(11, LOW);
20  delay(1000);
21
22  //Estado3
23  digitalWrite(13, LOW);
24  digitalWrite(12, LOW);
25  digitalWrite(11, HIGH);
26  delay(2000);
27
28

```

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:26

agora sim.. melhorou bastante..

fez a simulação?

E08, 29 de set., 17:26

Ele dá esse erro

```

1 void setup()
2 {
3   pinMode(13, OUTPUT);
4   pinMode(12, OUTPUT);
5   pinMode(11, OUTPUT);
6 }
7
8 void loop()
9 {
10  //Estado 1
11  digitalWrite(13, HIGH);
12  digitalWrite(12, LOW);
13  digitalWrite(11, LOW);
14  delay(2000);
15
16  //Estado 2
17  digitalWrite(13, LOW);
18  digitalWrite(12, HIGH);
19  digitalWrite(11, LOW);
20  delay(1000);
21
22  //Estado3
23  digitalWrite(13, LOW);
24  digitalWrite(12, LOW);
25  digitalWrite(11, HIGH);
26  delay(2000);
27

```

Sorry, it seems like your code has some errors.

In function 'void loop()':
 20:1: error: expected ';' before 'delay'
 exit status 1

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:26

tá faltando um ponto e vírgula em uma das linhas

viu aí?

E08, 29 de set., 17:28

Sim

Está funcionando agora.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 17:29



Parabéns!!

se algum colega estiver com dificuldades!! tente dar uma mão tb

E08, 29 de set., 17:29

Ok

Fonte: Os autores.

Essa cadeia de interação resultou em um padrão do tipo R-F-R-F-R-F-A. Podemos afirmar que, diante de todo o contexto analisado nos diálogos presentes nos Quadros 31 a 33, é um padrão que demonstra que o pesquisador atuou na ZDP do participante, buscando constantemente identificar o NDR dele e o resultado em cada etapa e ao final do processo mostra que houve evolução conceitual, com a consequente resolução do problema.

Essa evolução pode ser constatada a partir do momento inicial, na qual o estudante não atribui as demais portas utilizadas como saída mas desenvolve uma lógica de funcionamento do semáforo de forma correta. A partir da mediação do docente consegue corrigir e completar corretamente a atividade. Este é um padrão que deve ser buscado constantemente pelo professor mediador nas interações.

Para Vygotski (2007, p. 98) “[...] aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã - ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”.

Grupo G3 – Participantes E07, E09, E10 e E11

Também foi enviada uma mensagem para todos os integrantes do Grupo 3 questionando se havia alguma dúvida com relação às atividades. Nesse momento somente E09 se manifestou, conforme diálogo apresentado no Quadro 26:

Quadro 26 - Interação com o grupo 3 na atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 27 de set., 17:29, Editada

Boa tarde, pessoal.. não esqueçam de entregar a atividade 05 amanhã!! quem tiver dúvida das atividades anteriores me procure!!

E09, 28 de set., 16:13

Boa tarde, professor. Na atividade 5 os três resistores tem que ser ligados ao 13 ?

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 28 de set., 16:17

Olá, **E09**!! Cada resistor/LEd deverão ser ligados em uma porta digital diferente.

E09, 28 de set., 16:18

Obrigado, entendi.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 28 de set., 16:20

De nada.. qualquer coisa me avise

E09, 28 de set., 16:33

Pode usar a placa de ensaio para realizar a atividade 5 ?

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 28 de set., 16:33

claro

pode sim

também dá pra fazer sem.. mas fica a seu critério

E09, 28 de set., 16:34

Okay

Fonte: Os autores.

Como observado no Quadro 26, a participante E09 argumentou se os três resistores teriam que ser ligados na mesma porta, ou seja, a porta 13. O pesquisador orientou que cada resistor e cada LED deveriam ser conectadas em portas diferentes. No primeiro momento o padrão interativo foi I-R-F-R-P (de 27/09/2021 às 16h13 a 28/09/2021 às 16h20), o que significa que os conceitos não estavam internalizados. Posteriormente o padrão interativo foi I-R-P, porém iniciado pela participante. Esta mudança de padrão interativo indicou que a participante se mobilizou para a realização da atividade e levantou outras possibilidades para a resolução da mesma.

Os participantes E07 e E10 não responderam ao questionamento se conseguiram resolver a atividade 05 e/ou se tinham alguma dúvida.

O Quadro 27 apresenta as interações entre o professor pesquisador e a estudante E09.

Quadro 27 - Interação com a estudante E09 na atividade 5.

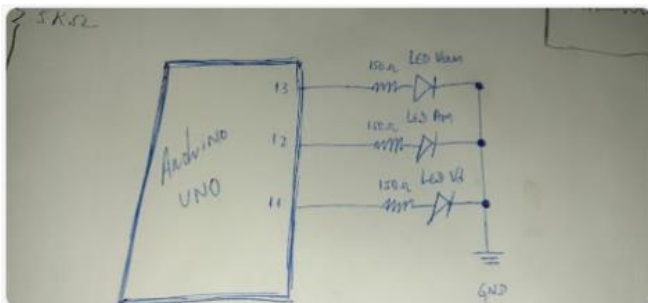
Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:39

Boa tarde, **E09!!** Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

E09, 29 de set., 18:37

Boa noite, professor. Eu realizei ela e consegui fazer todas as etapas, mas com a ajuda da placa de ensaio e para fazer ela no esquemático não estou conseguindo

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 18:38



Esse é o esquemático

Representação gráfica do circuito

O esquemático pode ser desenhado a mão.. eu mandei o layout e o esquemático lá no grupo.. vc

viu?

E09, 29 de set., 18:40

OK, obrigado !!!

Vi agora

Fonte: Os autores.

A participante E09, quando provocada individualmente no *chat* privado, apresentou outra dúvida. Ficou indecisa sobre como representar o *protoboard* (placa de ensaio) no esquemático. Foi orientada pelo pesquisador sobre como fazer a representação corretamente. E que também havia mandado tanto o *layout* quanto o esquemático no grupo. O padrão interativo foi I-R-F-R. Neste caso reconhecemos que o pesquisador poderia ter promovido mais interações colaborativas uma vez que o procedimento de enviar o esquemático pronto não possibilita afirmar que atuamos na ZPD da participante. Poderíamos ter avaliado NDR aluno ao solicitar a foto da placa de ensaio para verificar se a dificuldade seria apenas no desenho ou se seria, de fato, na montagem no circuito.

A participante E11, cuja interação com o pesquisador encontra-se no Quadro 28, relatou dificuldades no desenvolvimento das atividades. Foi questionada sobre a Atividade 5, porém ainda apresentou dúvidas sobre a Atividade 1. O pesquisador orientou quanto a correta utilização do multímetro, dúvida da qual foi apresentado.

Quadro 28 - Interação E11: Atividade 5.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:42

Boa tarde, **E11!!** Deu certo a atividade 05? alguma dúvida?

E11, 29 de set., 15:43

Boa tarde, estou com um pouco de dificuldade, mas hoje ainda coloco em dia as atividades

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:43

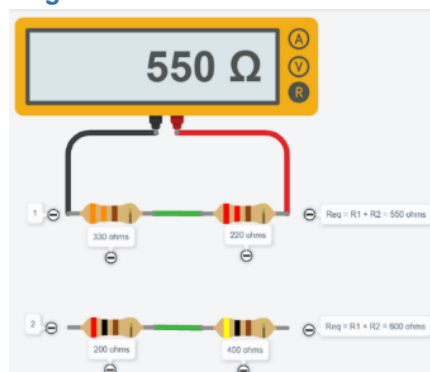
não deixe de me chamar se estiver com dúvidas

E11, 29 de set., 15:47

Eu ainda não fiz a 1, estou com dúvida de como calcular usando o multímetro

Como**

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:49



quando vc for utilizar o multímetro.. deve conectá-lo aos terminais dos resistores

E11, 29 de set., 15:50

Ah sim, agora entendi, obrigado professor

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 29 de set., 15:50

;)

Fonte: Os autores.

O padrão interativo apresentado foi do tipo I-R-F-R-F-R-P, o que correspondeu a uma boa sequência interativa entre o professor pesquisador e a estudante. Posteriormente, após consultarmos a atividade postada pela participante E11, verificamos que ela compreendeu a orientação dada na interação colaborativa mostrada no Quadro 28, uma vez que ela conseguiu utilizar o multímetro adequadamente para a realização das medidas, isto é, foi possível atuar na ZDP da estudante e ela internalizar o conceito científico de medição da d.d.p. por meio da associação do multímetro em paralelo.

4.2.4 Encontro 4

Iniciamos esse encontro síncrono realizando a correção da Atividade 05. Participaram deste encontro 3 estudantes. Percebemos que esta atividade foi a que mais provocou interação entre os participantes, especialmente entre pesquisador-aluno. Os diálogos entre as partes puderam ser realizados durante o momento assíncrono, sendo esta interação dialógica uma das propostas da pesquisa. Durante a realização da correção sincronamente não houve manifestação verbal por parte dos estudantes, mesmo quando questionados se havia dúvidas em relação a atividade. Neste sentido caracterizamos esse tipo de abordagem comunicativa como *Não-interativo/De autoridade* pois somente o pesquisador fez o uso da palavra.

Após a correção desta atividade apresentamos os princípios de funcionamento das entradas analógicas do Arduino e como funciona o conversor analógico-digital. No momento seguinte, também numa abordagem Não-interativa/De autoridade, o pesquisador explicou os conceitos do potenciômetro, muito utilizado na eletrônica. Os participantes ainda não haviam tido contato com esse tipo de componente, que também é caracterizado como um resistor, mas com valor de resistência variável. Relacionamos as aplicações de um potenciômetro em um determinado circuito. Explicamos que este componente pode funcionar como um divisor de tensão. Simulamos na prática um exemplo de um circuito divisor de tensão para ficar evidente

o funcionamento deste componente.

O pesquisador desenvolveu a Atividade 06 em conjunto com os participantes, onde o objetivo era realizar a leitura do potenciômetro por meio da porta analógica do Arduino. Foram apresentados os componentes que utilizamos na atividade, sendo eles o Arduino e o potenciômetro de $10k\Omega$ somente. A partir do esquemático e *layout* apresentados, montamos o circuito no ambiente virtual. Realizamos a leitura do valor do potenciômetro por meio da porta analógica A0 por meio da instrução `int sensorValue = analogRead(A0);` O valor lido do potenciômetro (valor convertido entre 0 e 1023) foi armazenado na variável `sensorValue`. Esse valor foi mostrado para o usuário utilizando a *interface serial monitor* do Arduino, utilizando a instrução `Serial.println(sensorValue)`.

Destacamos aos participantes que, à medida que o eixo do potenciômetro era deslocado, o valor da tensão também variava, e que poderíamos calcular a intensidade de corrente elétrica utilizando a Lei de Ohm. Questionamos se havia ficado alguma dúvida em relação ao desenvolvimento da atividade em questão. Diante da negativa passamos para o próximo momento, uma aula sobre o componente LDR – *Light Dependent Resistor*. No entanto, analisando a situação agora após a aplicação do produto educacional, uma possibilidade de mediação mais efetiva do professor poderia ter sido trazer uma pergunta específica a respeito do conteúdo, seja para a turma toda ou para um aluno específico, como por exemplo: “como então você faz para calcular a corrente elétrica do circuito?”. Assim, por meio das respostas, seria possível avaliar com mais precisão se, de fato, o estudante internalizou os conceitos necessários ou se ainda seria necessária uma maior atuação em sua ZDP.

Nesta aula abordamos o conceito do LDR, que varia sua resistência conforme a incidência de luz sobre ele, bem como suas aplicações. Explicamos que, conforme a incidência de luz diminui sobre o LDR, a resistência aumenta. O contrário também é verdadeiro, conforme aumenta a incidência de luz a resistência diminui. São componentes muito utilizados para o desenvolvimento de robôs seguidores de linha.

Após a abordagem conceitual partimos para o desenvolvimento da Atividade 08, também orientada pelo pesquisador e realizada em conjunto com os participantes. O objetivo foi realizar a leitura do LDR por meio da porta analógica do Arduino. Esta atividade é similar à Atividade 06, porém com componentes diferentes. A forma de realizar a leitura analógica do LDR é idêntica ao potenciômetro. Incrementamos um

pouco o código para os participantes identificarem as diferentes possibilidades que a linguagem nos oferece. A variável `input_val` recebeu o valor (entre 0 e 1023) lido na porta analógica A0, identificada pela variável `LDR`. A instrução `input_val = analogRead(LDR);` realizou essa operação. A instrução `Serial.println(input_val);` mostrou o resultado no *monitor serial* do Arduino. Os participantes foram questionados se havia alguma dúvida na resolução. Como disseram que não tinham dúvidas partimos para orientação das Atividades 07 e 09, as quais deveriam ser realizados em grupo no momento assíncrono.

Na Atividade 07 os grupos deveriam regular o brilho do LED por meio do potenciômetro. À medida que o eixo do potenciômetro girar, para direita ou esquerda, deveria aumentar ou diminuir a intensidade do brilho do LED. Foram informados os componentes a serem utilizados na atividade: Arduino, LED, resistor, potenciômetro de 10KΩ e um *protoboard*. Os grupos deveriam desenvolver o esquemático e o *layout* do circuito. A partir do esquemático deveriam também desenvolver a codificação e a simulação. O pesquisador forneceu uma dica para a resolução desta atividade, onde os participantes deveriam pesquisar o funcionamento da função `MAP()` e conceito de PWM. A função `MAP()` permite efetuar o mapeamento de um intervalo numérico em outro intervalo numérico pretendido. PWM é uma técnica para obter resultados analógicos com meios digitais (ARDUINO, 2022).

Já na Atividade 09 os estudantes deveriam ligar e desligar o LED conforme a intensidade luminosa do ambiente. Se o ambiente estivesse claro, o LED deveria permanecer desligado, caso contrário, se o ambiente estivesse escuro, deveria permanecer ligado. Essa atividade envolve conceitos de programação relacionados à estrutura condicional.

Por mais que os grupos tivessem sido provocados pelo pesquisador, assim como nas atividades anteriores, não houve interação entre os participantes, como pode ser observado no Quadro 29.

Quadro 29 - Interação entre pesquisador e os Grupos.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 06 de out., 11:03

Bom dia, turma! Dúvidas referente às atividades 07 e 09? O curso de hoje pode ajuda-los a resolver ok? Qualquer dúvida me procurem!!

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, 06 de out., 19:00

Amanhã vamos fazer nossa aula de encerramento.. no mesmo horário e link!! Aguardo vcs!!

Fonte: Os autores.

Como não houve devolutiva por parte de nenhum dos participantes do grupo, ficamos na expectativa, no Encontro 05, de elucidar os motivos da não participação, se houveram dificuldades na resolução das atividades ou outro(s) motivo(s) específico(s). Na próxima seção serão explanadas as hipóteses.

4.2.5 Encontro 5

No último encontro estava prevista a correção das Atividades 7 e 9, bem como a aplicação da Avaliação da Aprendizagem. No entanto não apareceu nenhum participante no encontro síncrono, somente a professora regente. Acreditamos que esta situação tenha acontecido porque nesta semana estava acontecendo concomitantemente os eventos da Semana de Ciência e Tecnologia e a Fecitecx – Feira de Ciência e Tecnologia de Coxim, no formato virtual. Não havia mais previsão de data para continuação da pesquisa. Também estava no período de fechamento das notas bimestrais. Portanto, foi solicitado que os participantes realizassem a Avaliação da Aprendizagem em um momento posterior. Infelizmente não houve mais devolutiva por parte dos participantes até o encerramento do semestre letivo 2021/2.

A realização da Avaliação da Aprendizagem próximo ao término da aplicação do PE era um recurso importante para identificar o processo de internalização dos conceitos científicos pelos participantes e não foi possível obter esse dado neste primeiro momento.

4.2.6 Avaliação da aprendizagem

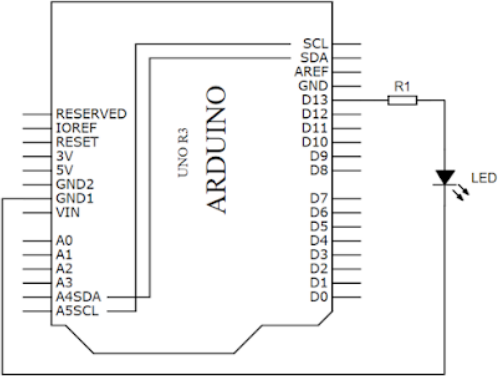
No retorno das atividades letivas do semestre subsequente, 2022/1, o pesquisador teve oportunidade de encontrar presencialmente alguns participantes da pesquisa, inclusive ministrando as unidades curriculares Projeto Integrador 3, Segurança da Informação e Tópicos Especiais em Tecnologia da Informação nas turmas que participaram da aplicação do produto educacional.

Nesse contato, o pesquisador ressaltou aos participantes a importância da realização da Avaliação da Aprendizagem para continuidade da pesquisa. Realizamos a impressão da avaliação no dia 12/05/2022 e solicitamos que E02, E08, E09 e E11 a entregassem no dia seguinte. Esses participantes foram os que tiveram a participação mais ativa na aplicação do PE, no entanto E02, E09 e E11 devolveram a avaliação.

Considerando o mesmo padrão adotado na avaliação diagnóstica, onde para cada questão foi atribuído um conceito de A a D, sendo o conceito **A** atribuído aos participantes que conseguiram desenvolver os conceitos científicos de forma **ótima**, conceito **B** quando apresentaram conceitos científicos de forma **adequada**, porém sem profundidade. O conceito **C** foi atribuído aos participantes que, embora tenham apresentado concepções espontâneas, indicou minúcias **parciais** de que sabia os conceitos físicos para solucionar a questão. O conceito **D** aos que apresentaram conceito incorreto.

A Questão 1, apresentada no Quadro 30, consiste em uma aplicação prática da utilização de um resistor para ligar corretamente um LED utilizando a porta digital do Arduino como fonte de alimentação de 5V.

Quadro 30 - Avaliação da Aprendizagem – Questão 1.

Participante	<p>A porta digital 13 do Arduino fornece uma alimentação de 5V para o circuito. Considerando que o LED necessite de uma tensão de 2V e uma corrente de 20mA para funcionar corretamente, calcule o valor do resistor R1 para acionar esse LED.</p> 	Conceito
E02	$R = (V_{alimenta} - V_{led}) / i$ $R = (5V - 3V) / 0,02m$ $R = 3V / 0,02m$ $R = 150$ <p>O valor do resistor terá que ser de 150.</p>	A
E09	<p>Converte = 20 mA para A 20 = 0,02 A</p> $R = 5V - 2V / 20 mA$ $R = 3V / 20 mA$ $R = 3V / 0,02 A$ $R = 150 ohms.$	A
E11	<p>Conversão: 20 = 0,02 A</p> $R = 5V - 2V / 0,02 A$	A

	$R = 3V / 0,02 A$	
	$R = 150 \text{ ohms.}$	

Fonte: Os autores.

Uma questão similar foi desenvolvida na avaliação diagnóstica, porém utilizando uma bateria de 9V como fonte de alimentação. Naquela oportunidade E09 havia acertado o cálculo e os participantes E02 e E11 haviam errado, porém E11 apresentou minúcias indiciais de que sabiam os conceitos físicos para calcular. Como E02 não havia apresentado o desenvolvimento da resolução da questão, não foi possível identificar o erro com mais detalhes. Nesta avaliação da aprendizagem todos os participantes acertaram o desenvolvimento da questão. Destacamos que esse conceito estava no NDR de E09 e E02 e E11 demonstraram uma evolução conceitual durante o processo.

Na Questão 2 solicitamos que os participantes relacionassem o nível de tensão correspondente aos estados LOW e HIGH, ou seja, 0V e 5V, respectivamente. As respostas estão presentes no Quadro 31.

Quadro 31 - Avaliação da Aprendizagem – Questão 2.

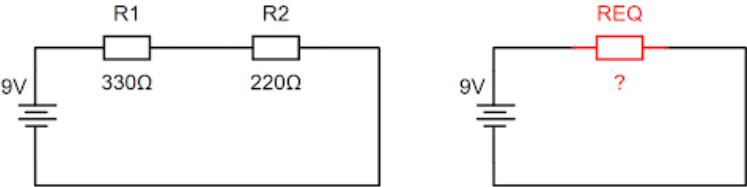
Participante	Considerando que as portas digitais do Arduino podem assumir dois estados, LOW e HIGH (nível baixo ou alto, ligado ou desligado), qual a tensão correspondente em cada estado?	Conceito
E02	<i>Nível alto → High, 5V. Nível baixo → Low, 0V.</i>	A
E09	<i>Tensão alta (High) = 1 – Ligado Tensão baixa (Low) = 0 – Desligado</i>	C
E11	<i>Low → tensão baixa = 0 – desligado High → tensão alta = 1 – ligado</i>	C

Fonte: Os autores.

Constatamos que E02 relacionou corretamente os estados lógicos ao nível de tensão correspondente e esses conceitos estavam internalizados. No entanto E09 e E11, embora apresentassem minúcias indiciais dos conceitos, não relacionaram a tensão em valores numéricos, apenas relacionaram como tensão baixa e tensão alta.

Na Questão 3, apresentada no Quadro 32, após a devida contextualização no enunciado foi solicitado o cálculo da resistência equivalente de uma associação em série e a intensidade de corrente elétrica e a tensão presente em cada resistor. Como os resistores estão em série, a intensidade de corrente elétrica são as mesmas em cada resistor.

Quadro 32 - Avaliação da Aprendizagem – Questão 3.

Participante	<p>Frequentemente, em determinados tipos de “pisca-pisca” de Natal, diversas lâmpadas são associadas em série. Em condições específicas as lâmpadas podem ser consideradas resistores ôhmicos. Com o objetivo de estudar estes circuitos um estudante associou em série por um condutor ideal dois resistores ôhmicos, de valores $R_1 = 330\Omega$ e $R_2 = 220\Omega$. Uma bateria ideal fornece aos extremos da associação uma diferença de potencial (ddp) de 9V, como mostra a figura abaixo. Com base nessas informações, calcule: (a) a resistência equivalente da associação. (b) a intensidade de corrente elétrica. (c) a tensão em cada resistor:</p> 	Conceito
E02	<p>a) $R_{eq} = R_1 + R_2$ $R_{eq} = 330 + 220$ $R_{eq} = 550 \text{ ohms}$</p> <p>b) $I = V / R$ $I = 9 / 550$ $I = 0,01 \text{ A}$</p> <p>c) $R_1 = (0,01 \text{ A}) \cdot (330)$ $R_1 = 3,3 \text{ V}$</p> <p>$R_2 = (0,01 \text{ A}) \cdot (220)$ $R_2 = 2,2 \text{ V}$</p>	C
E09	<p>a) $R = 330 + 220 \rightarrow R = 550 \text{ ohms}$</p> <p>b) $9 = 550 \cdot i \rightarrow i = 9 / 550 \rightarrow i = 0,01 \text{ A}$</p> <p>c) $R_1 = (0,01 \text{ A}) \cdot (330)$ $R_1 = 3,3 \text{ V}$</p> <p>$R_2 = (0,01 \text{ A}) \cdot (220)$ $R_2 = 2,2 \text{ V}$</p>	C
E11	<p>a) $R = 330 + 220 \rightarrow R = 550 \text{ ohms}$</p> <p>b) $9 = 550 \cdot i \rightarrow i = 9 / 550 \rightarrow i = 0,01 \text{ A}$</p> <p>c) $R_1 = (0,01 \text{ A}) \cdot (330) \rightarrow R_1 = 3,3 \text{ V}$</p> <p>$R_2 = (0,01 \text{ A}) \cdot (220)$ $R_2 = 2,2 \text{ V}$</p>	C

Fonte: Os autores.

Esse tipo de questão também foi desenvolvida na avaliação diagnóstica. No cálculo da resistência equivalente (alternativa a) E02 acertou parcialmente pois não havia colocado as unidades corretamente. E09 havia acertado integralmente e E11 havia errado pois utilizou conceitos sobre resistores em paralelo para tentar resolver a questão que se tratava de resistores em série. Na avaliação da aprendizagem todos

os participantes calcularam corretamente a resistência equivalente da associação em série demonstrando uma evolução e internalização dos conceitos.

Em relação ao cálculo da intensidade de corrente elétrica na avaliação diagnóstica, E02 e E11 haviam errado resolução da questão enquanto E09 acertou parcialmente, apenas ‘esquecendo’ de identificar a unidade de corrente elétrica. Na avaliação da aprendizagem todos os participantes realizaram o cálculo da intensidade de corrente elétrica corretamente (alternativa b). Esses conceitos estavam presentes na NDR de E09. E02 e E11 apresentaram evolução, internalizando esses conceitos.

Também foi solicitado o cálculo da tensão elétrica presente em cada resistor. Todos os participantes apresentaram minúcias indiciais de como calcular corretamente, mas não observaram que a soma das d.d.p’s em cada resistor não era igual a d.d.p total presente no circuito. Esse problema seria solucionado se não houvesse o arredondamento do valor da corrente elétrica na alternativa b, indicando que este conceito não estava totalmente internalizado pelos estudantes.

Na Questão 4, apresentada no Quadro 33, foi solicitado o cálculo da resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo.

Quadro 33 - Avaliação da Aprendizagem – Questão 4.

Participante	Quatro resistores idênticos de $R = 40\Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:	Conceito
E02	<p><i>A resistência de 10 ohms.</i></p> $R_{eq} = R/N$ $R_{eq} = 40/4$ $R_{eq} = 10 \text{ ohms.}$ <p><i>Corrente elétrica</i></p> $U = R_{eq} \cdot i$ $12 = 10 \cdot i$ $i = 12/10$ $i = 1,2 A$	A
E09	$R = 40+40+40+40 / 4$ $R = 160 / 4$ $R = 40 \text{ ohms.}$	D
E11	$R = 40+40+40+40 / 4$ $R = 160 / 4$ $R = 40 \text{ ohms.}$	D

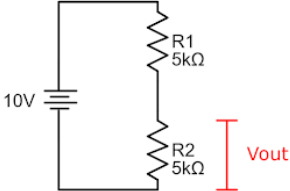
Fonte: Os autores.

Essa questão também foi desenvolvida de forma similar na avaliação diagnóstica, porém utilizando três resistores idênticos em paralelo. Todos os

participantes haviam acertado corretamente a questão. Porém na aplicação da avaliação da aprendizagem somente E02 desenvolveu o cálculo corretamente, demonstrando que internalizou os conceitos científicos. E09 e E11 se equivocaram na aplicação da fórmula para calcular uma associação de resistores em paralelo demonstrando que esses conceitos não estão presentes no seu NDR.

Na questão disposta no Quadro 34 contextualizamos uma aplicação prática de um potenciômetro que pode assumir a função de um divisor de tensão. Sabemos que em seu interior possui dois resistores variáveis. À medida que o eixo do potenciômetro é rotacionado a sua resistência muda de valor. Assumindo que o eixo do potenciômetro esteja posicionado conforme o circuito abaixo e que a tensão de alimentação seja de 10V, solicitamos o cálculo da tensão (V_{out}) em R_2 .

Quadro 34 – Avaliação da Aprendizagem – Questão 5.

Participante	<p>O potenciômetro pode assumir diversas funções dentro de um circuito, dentre elas pode funcionar como um divisor de tensão. Observe o esquemático abaixo e informe a tensão de saída em R_2 (V_{out}).</p> 	Conceito
E02	$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{5}{5000 + 5000}$ $V_{out} = 5 \cdot 2000$ $V_{out} = 10000$	C
E09	$V_{out} = 10 \text{ V} \cdot \frac{5}{(5+5)}$ $V_{out} = 50 \text{ V} / 10 = 5$	A
E11	$V_{out} = 10 \text{ V} \cdot \frac{5}{(5+5)}$ $V_{out} = 50 \text{ V} / 10 = 5 \text{ V}$	A

Fonte: Os autores.

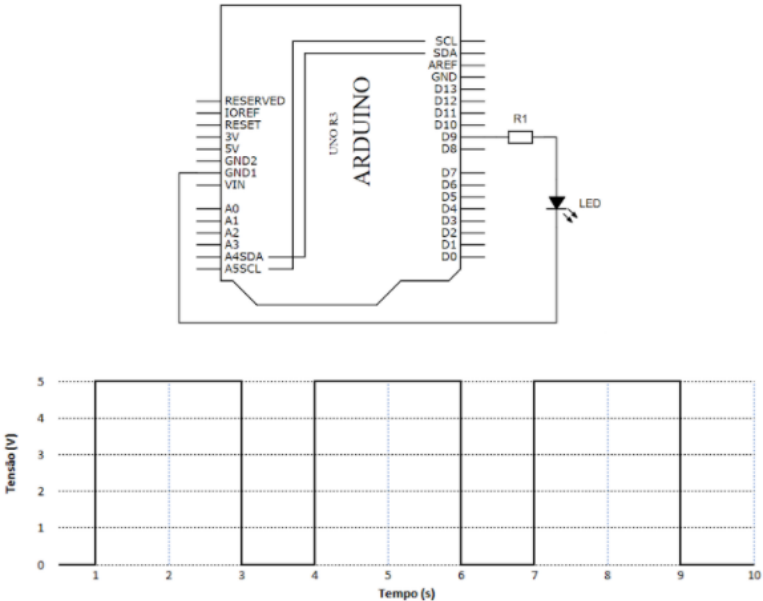
Essa questão poderia ser solucionada de duas maneiras. A primeira forma seria resolvendo a resistência equivalente da associação em série, descobrindo a intensidade de corrente elétrica que passa pelo circuito. Após identificar a intensidade de corrente elétrica, calcular a tensão utilizando a Lei de Ohm, ou seja, $V = R \times i$. A segunda forma seria utilizar a equação: $V_{saída} = V_{entrada} \times R_2 / (R_1 + R_2)$.

Observamos que E02 apresentou minúcias indiciais de como utilizar a fórmula, mas não executou os cálculos corretamente. E09 e E11 aplicaram corretamente os

conceitos científicos, internalizando-os. Cabe ressaltar o conteúdo referente ao tema potenciômetro foi aplicado pelo pesquisador no decurso da pesquisa.

A Questão 6 apresenta um esquemático e uma forma de onda e solicita ao participante que desenvolva o código a partir deles. Se observamos o esquemático, verificamos que o um terminal do resistor está conectado ao pino digital 09 do Arduino e o outro terminal está conectado ao ânodo (+) do LED. O terminal cátodo (-) do LED está conectado ao GND. Já a forma de onda indica que o LED deve permanecer ligado durante um intervalo de tempo de dois segundos e desligado durante um segundo. A resposta está presente no Quadro 35.

Quadro 35 – Avaliação da Aprendizagem – Questão 6.

Participante	<p>Observe o esquemático e a forma de onda do gráfico abaixo. Desenvolva um algoritmo (ou código em Linguagem C++) que representa o funcionamento deste circuito.</p> 	Conceito
E02	<pre>int pinled = 9; void setup() { pinoMode(pinoled, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(pinoled, HIGH); delay (2000); digitalWrite(pinoled, LOW); delay (1000); }</pre>	B
E09	<pre>void setup() { pinMode (LED_BUILTN, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite (LED_BUILTN, HIGH); delay (2000); digitalWrite (LED_BUILTN, LOW); delay (1000); }</pre>	C

	<pre> } digitalWrite (LED_BUILTN, HIGH); delay (5000); digitalWrite (LED_BUILTN, LOW); delay (1000); digitalWrite (LED_BUILTN, HIGH); delay (8000); } </pre>	
E11	<pre> void setup() { pinMode (LED_BUILTN, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite (LED_BUILTN, HIGH); delay (2000); digitalWrite (LED_BUILTN, LOW); delay (1000); } digitalWrite (LED_BUILTN, HIGH); delay (5000); digitalWrite (LED_BUILTN, LOW); delay (1000); digitalWrite (LED_BUILTN, HIGH); delay (8000); } </pre>	C

Fonte: Os autores.

Uma atividade similar foi desenvolvida na Atividade 4. Consideramos que os participantes possuíam ou deveriam possuir conceitos científicos sobre os conteúdos desta questão. E02 conseguiu apresentar uma resolução satisfatória para essa atividade, porém se equivocou no nome da função `pinMode()`, onde identificou-a como `pi noMode()`. Percebemos que esse tipo de erro seria facilmente identificado se o código fosse desenvolvido no simulador e não de forma escrita. Nesse sentido essa participante apresentou indícios de aprendizagem.

Já E09 e E11 também apresentaram minúcias indiciais de aprendizagem, porém se equivocaram ao utilizar a variável `LED_BUILTN`. Essa variável está relacionada ao pino 13 do Arduino e não ao pino 09, como solicitado no circuito. No primeiro momento as participantes configuraram o intervalo corretamente e já era possível finalizar o código, porém deram continuidade na programação de forma errada. Podemos concluir que elas não conseguiram internalizar os conceitos.

Na Questão 7, mostrada no Quadro 36, foi solicitado que os participantes relacionassem as características dos tipos de corrente elétrica.

Quadro 36 - Avaliação da Aprendizagem – Questão 7.

Participante	Existem dois tipos de corrente elétrica. Quais são as características de cada tipo de corrente?	Conceito
E02	<p><i>Corrente direta e corrente alternada.</i></p> <p><i>C.D → fluxo ordenado de elétrons num único sentido mediante a presença de uma diferença de potencial.</i></p>	B

	<i>C.A → o sentido do movimento dos elétrons varia no tempo, não possui uma polaridade bem definida.</i>	
E09	<i>Alternada → não possui polaridade bem definida, usadas em resistências e fornecida por usinas hidrelétricas. Contínua → fluxo de elétrons não muda de direção, estabelecida por baterias de carros e pilhas.</i>	B
E11	<i>Alternada → não possui polaridade bem definida, usadas em resistências e fornecida por usinas hidrelétricas. Contínua → fluxo de elétrons não muda de direção, estabelecida por baterias de carros e pilhas.</i>	B

Fonte: Os autores.

Consideramos que os participantes apresentaram os conceitos científicos de forma adequada, porém sem profundidade. Todos conseguiram diferenciar os tipos de corrente e suas características.

Na Questão 8 perguntamos qual o tipo de corrente elétrica utilizada pelo Arduino. As respostas estão relacionadas no Quadro 37.

Quadro 37 - Avaliação da Aprendizagem – Questão 8.

Participante	Qual o tipo de corrente utilizada pelo Arduino?	Conceito
E02	<i>A placa Arduino possui 14 portas que podem ser usados como entrada ou saída digitais. Essas portas em 5V, onde cada porta fornece ou recebe uma corrente máxima de 40 mA. Corrente contínua ou direta.</i>	A
E09	<i>Corrente contínua.</i>	B
E11	<i>Corrente contínua.</i>	B

Fonte: Os autores.

Com o desenvolvimento desta questão buscamos identificar uma aplicação prática para determinado tipo de corrente. Todos os participantes conseguiram relacionar corretamente o tipo de corrente utilizada pelo Arduino demonstrando que os conceitos científicos estão internalizados. No entanto E02 apresentou mais detalhes em sua resposta apresentando as especificações técnicas do Arduino. Em razão disso seu conceito foi diferenciado dos demais participantes. Durante o período de retorno ao ensino presencial e antes da aplicação da avaliação da aprendizagem, ou seja, de fevereiro a abril de 2022, foi ministrada algumas aulas referentes ao conteúdo de eletrônica e programação envolvendo o Arduino na unidade curricular Tópicos Especiais em Tecnologia da Informação. Acreditamos que tenha contribuído para que os participantes tivessem um desempenho satisfatório nesta avaliação.

5 O PRODUTO EDUCACIONAL: ELETROPRATICANDO

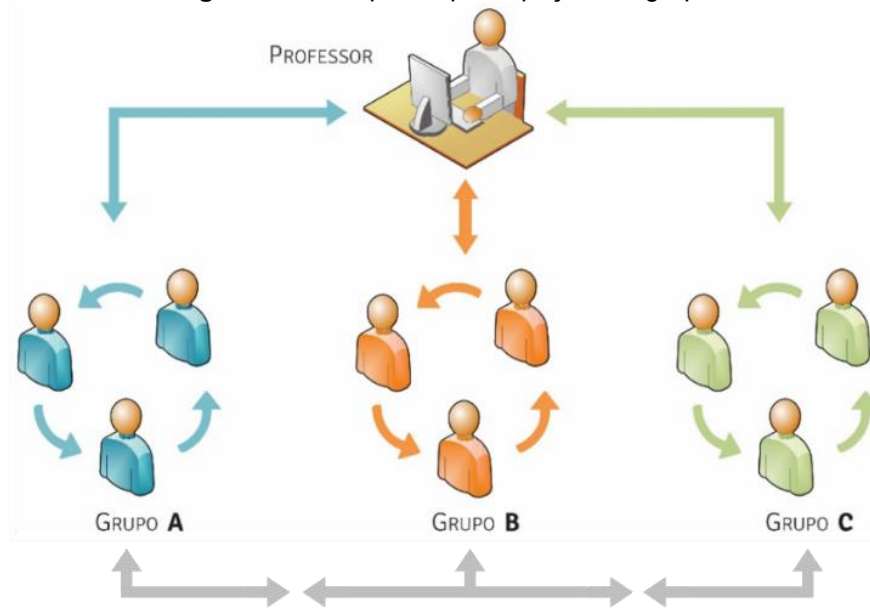
Esta pesquisa foi baseada em um conjunto de atividades práticas para que os participantes possam atuar coletivamente. A organização dos grupos foi definida de acordo com o tamanho da turma. Os resultados da avaliação diagnóstica também foram determinantes para a formação dos grupos, pois uma das formas principais de favorecer os processos colaborativos de aprendizagem na Zona de Desenvolvimento Proximal é proporcionar a interação, em um mesmo grupo, entre os estudantes que sabem menos e aqueles que dominam mais o assunto em estudo. Sendo assim, aqueles participantes que demonstraram possuir um maior domínio sobre o conteúdo foram agrupados com os participantes que tiveram desempenho mediano e/ou não satisfatório. O critério dos participantes estarem na mesma turma e participarem de aulas síncronas também foi adotado, mesmo que fossem de turmas diferentes, neste último caso.

Segundo Vigotski (2007), as funções psicológicas superiores – as quais diferenciam o homem de outros animais e os levam a tornarem-se paulatinamente menos dependentes de suas características biológicas – são características do processo de desenvolvimento humano e têm sua origem nas relações sociais. Por isso, elas são sempre organizadas e desenvolvidas por intermédio de algum tipo de mediação, “que pode ser caracterizada como um processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação que deixa de ser direta e passa a ser mediada por tal elemento” (GEHLEN; DELIZOICOV, 2012, p. 61).

Segundo Vygotsky (2008), em um processo cognitivo no qual acontece a interação e a comunicação entre os aprendizes, a colaboração entre os pares contribui e é determinante para o desenvolvimento de habilidades e estratégias que são fundamentais na solução de problemas.

A figura 7 ilustra um exemplo de organização dos grupos, sendo necessária a participação de no mínimo dois grupos. Cada grupo terá a interação entre os seus participantes, embora também seja possível que os participantes de um grupo venham a interagir com os componentes de outros grupos.

Figura 7 - Exemplo de participação em grupo.



Fonte: Os autores.

Neste sentido, foi desenvolvido um produto educacional (PE) para o docente denominado “Guia para o Docente” e, a partir deste PE, também foi criado um subproduto denominado “Caderno de Atividades do Estudante” para os participantes.

Foi utilizado um *software* de diagramação CoreIDRAW 2020⁸ para criar o *layout* e *design* dos produtos e posteriormente exportado para o formato PDF. No Guia do Docente foi criado um documento PDF no padrão de apresentação de *slides*. Acreditamos que esse formato já proporciona ao professor uma utilização imediata do PE. O docente também pode adaptar esse guia conforme sua necessidade, aplicando todas ou algumas atividades que sejam mais pertinentes à sua prática.

Neste Guia estão contidas as atividades, as orientações para a realização de cada atividade, a resolução de cada atividade e as informações sobre os componentes Arduino, resistores, LED, potenciômetro e LDR. Já no Caderno de Atividades do Estudante foi criado um documento no tamanho A4 onde estão contidas as atividades propostas, além de uma revisão dos conceitos básicos sobre corrente elétrica, resistores e dos componentes já citados no Guia do Docente.

Foram desenvolvidos um conjunto de nove atividades utilizando o ambiente virtual *Tinkercad*. Essas atividades podem ser realizadas pelo docente após a

⁸ CoreIDRAW 2020 - *Software* de *design* gráfico para criar *designs* gráficos e *layouts* de páginas, edição de fotos e/ou desenvolvimento *sites*.

abordagem dos conteúdos teóricos sobre os temas corrente elétrica e resistores, como no caso da aplicação desta pesquisa, ou também podem ser realizadas em paralelo ao conteúdo ministrado.

Cabe ressaltar que, embora este PE tenha sido desenvolvido para aplicação de um docente da área de Física que preferencialmente atue no curso técnico integrado em informática, também pode ser aplicado por um docente da área de programação que tenha afinidade com a área de Física, ou vice-versa, bem como ser aplicado por dois ou mais docentes que atuem nessas áreas ou áreas afins, proporcionando a integração curricular. Para o docente de Física que não tenha conhecimentos básicos sobre programação, mas que tenha interesse em utilizar esse PE, sugerimos o estudo do APÊNDICE H e/ou capacitação em cursos de curta duração disponíveis na Internet.

Esta pesquisa traz sugestões de atividades que integram alguns tópicos de eletrodinâmica da unidade curricular Física 5 com Linguagens de Programação e Robótica Educacional visando promover uma abordagem mais contextualizada com o curso dos participantes deste projeto. Algumas destas atividades estão disponíveis na *internet* ou na própria plataforma da IDE do Arduino, tais como a Atividade Pisca LED, Potenciômetro e LDR, mas não de maneira sistematizada e voltada para aplicação na unidade curricular de Física.

O Quadro 38 apresenta uma visão geral das atividades propostas nesta pesquisa.

Quadro 38 - Síntese das atividades práticas.

Atividade	Tema	Objetivo
1 (síncrona/assíncrona)	Associação de resistores em série	Calcular a resistência equivalente da associação de resistores em série.
2 (síncrona/assíncrona)	Associação de resistores em paralelo	Calcular a resistência equivalente da associação de resistores em paralelo.
3 (assíncrona)	Calculando o valor do resistor para ligar o LED	Ligar o LED.
4 (síncrona)	Pisca LED com Arduino	Acender o LED por um segundo e depois apagar por um segundo, repetidamente.
5 (assíncrona)	Semáforo	Simular o funcionamento de um semáforo.
6 (síncrona)	Lendo o valor de um potenciômetro – POT	Realizar a leitura do potenciômetro por meio da porta analógica do Arduino.
7 (assíncrona)	Regulando o brilho do LED por meio do POT	Realizar o controle de brilho do LED por meio da variação do potenciômetro.
8 (síncrona)	Lendo o valor de um LDR	Realizar a leitura do LDR por meio da porta analógica do Arduino.
9 (assíncrona)	Regulando o brilho do LED por meio do LDR	Ligar / desligar o LED conforme a intensidade luminosa do ambiente.

Fonte: Os autores.

As atividades que foram síncronas, destacadas no Quadro 38, são as atividades de orientação realizadas pelo professor. Essas atividades realizadas fornecerão a base para o participante desenvolver a atividade posterior. A Atividade 4, por exemplo, servirá de base para o desenvolvimento da Atividade 5.

No APÊNDICE H são apresentadas as atividades diagramadas no Guia Docente, que foram pensadas em uma sequência coerente com a evolução conceitual ao longo dos encontros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito da realização desta pesquisa foi investigar a aprendizagem dos estudantes do quinto semestre das Turmas “A” e “B” do Curso Técnico Integrado em Informática do IFMS, Campus Coxim, por meio da aplicação de atividades práticas *on-line* baseadas na Teoria de Vygotsky, integrando conceitos de Eletrodinâmica e Arduino.

A proposta baseada no desenvolvimento de um conjunto de atividades práticas *on-line* constitui-se em um suporte ao docente para o ensino de Física e possível melhoria na relação de ensino e aprendizagem. O produto educacional desenvolvido pode também ser utilizado em disciplinas técnicas para a apresentação de conceitos introdutórios em eletrônica, programação e Arduino.

Buscamos evidenciar uma proposta metodológica na organização do trabalho pedagógico, tendo por objetivo estimular a atividade e a iniciativa do professor, favorecer o diálogo dos alunos entre si e com o professor, considerando os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos

No transcorrer da aplicação do produto educacional idealizamos que o pesquisador poderia auxiliar os participantes caso apresentassem dificuldades para resolver uma determinada atividade, identificando os conceitos espontâneos e científicos já consolidados pelos estudantes a apresentar novos conceitos científicos dentro da suas ZDP.

Acreditamos que o uso do Arduino e demais componentes, aliados à dinâmica de aplicação do trabalho proposto promoveram processos colaborativos de aprendizagem entre os participantes. Consideramos que as TICs são importantes elementos mediadores da aprendizagem e a sua utilização com a metodologia proposta promoveu interações colaborativas. A linguagem de programação utilizada no Arduino constitui-se em signos importantes para o desenvolvimento do raciocínio da lógica de programação e na capacidade de solução de problemas.

Os participantes puderam vivenciar, por meio de práticas experimentais, a integração da Unidade Curricular Física 5 com as disciplinas técnicas da área de desenvolvimento. Observaram a ação que uma instrução desenvolvida na IDE do

Arduino pode provocar nos componentes físicos utilizados em cada atividade, associando a teoria à prática e relacionando ao contexto de sua formação.

O desenvolvimento da pesquisa se deu no contexto da pandemia da Covid-19. Um período desafiador pelos diversos problemas enfrentados durante o Ensino Remoto Emergencial. Todo o projeto teve que ser adaptado visando atender, da melhor maneira possível, essa nova realidade. Aplicar a pesquisa em uma aula regular, na modalidade virtual e síncrona, impôs várias limitações ao desenvolvimento da pesquisa, em especial a limitação de tempo que tínhamos para desenvolver essa aula e a pouca frequência de participantes às aulas síncronas. Nesse sentido todo o material e a gravação das aulas foram disponibilizadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle) da unidade curricular Física 5 para que todos os demais participantes pudessem assistir em um outro horário.

Nesse sentido enfrentamos dificuldades pelo fato de a participação na pesquisa não ser obrigatória para os estudantes. Enfrentamos concorrência com a demanda de outras atividades realizadas pelas outras unidades curriculares, além do estágio, trabalhos de conclusão de curso, entre outras, que ocasionaram a desistência 75% dos participantes.

A interação ficou aquém do esperado entre os participantes no *chat* dos grupos, onde, uma vez realizada a orientação para o desenvolvimento das atividades, os mesmos pudessem utilizar o espaço para troca de conhecimento, sanar dúvidas, realizar questionamentos. No entanto, notamos que a todo o momento o pesquisador necessitou provocar essa interação.

Apesar dos percalços relatados, realizamos a aplicação da pesquisa de forma satisfatória. Todo o processo foi uma experiência enriquecedora do ponto de vista didático e metodológico. A participação e colaboração da professora regente antes da aplicação do projeto favoreceu o desenvolvimento das atividades de modo que pudesse atender às necessidades da sua prática.

Cabe destacar a aplicabilidade deste produto educacional. Acreditamos que seja um material flexível e que possa ser aplicado tanto em uma aula regular, como na forma de uma oficina ou minicurso no contraturno, por docentes da área de Física ou da área técnica de Informática/Desenvolvimento. Poderíamos sugerir, inclusive, a aplicação pelos docentes das duas áreas de forma integrada.

Acreditamos que a trajetória percorrida no desenvolvimento desta pesquisa

atendeu aos objetivos previstos. Investigamos os conteúdos da área de Eletrodinâmica e Arduino que enfatizamos no projeto, sendo eles resistores e corrente elétrica e componentes como potenciômetro, LDR e LED.

Por meio da aplicação da Avaliação Diagnóstica levantamos os conceitos espontâneos e científicos que os participantes possuíam sobre os conteúdos abordados. Relatamos a dificuldade encontrada nessa etapa, uma vez que muitos realizaram essa avaliação de modo assíncrono, utilizando recursos externos para o seu desenvolvimento. Não foi possível identificar com clareza se os conceitos estavam realmente internalizados ou se foi uma mera ação de copiar e colar as respostas da Internet. Esta é uma das atividades importantes que, em regime de ensino presencial, pode proporcionar resultados mais precisos do NDR dos estudantes, de modo a melhor guiar a prática docente orientada para a atuação na ZDP dos discentes.

Elaboramos um Guia para o Docente destinado à aplicação do produto educacional, com aporte teórico-metodológico sob a perspectiva da Teoria de Vygotsky. Este guia foi elaborado na forma de apresentação de *slides*, no formato PDF, de modo a facilitar a aplicação para as turmas, não demandando um valioso tempo de preparação e planejamento pelo docente. A partir deste produto educacional foi elaborado um subproduto denominado Caderno de Atividades do Estudantes. No ato da aplicação o docente pode encaminhar esse material ao discente para acompanhamento.

A ferramenta analítica para análise do discurso em aulas de ciências proposta por Mortimer e Scott (2002) identificou indícios de aprendizagem por meio das classes comunicativas e dos padrões de interação. A partir das abordagens comunicativas *interativas dialógicas e interativas de autoridade* observamos diversos padrões de interação nos discursos onde houveram indícios de aprendizagem. Em especial, observamos que os processos de maior aprendizagem colaborativa acontecerem em sequências interativas mais longas, com processos dialógicos de diversas idas e vindas (sequências de turnos não triádicos).

Sugerimos para trabalhos futuros o desenvolvimento de uma proposta de formação para docentes das áreas envolvidas nesta pesquisa visando capacitá-los para o uso do Ambiente Virtual *Tinkercad*, bem como promover a integração para o desenvolvimento de ações interdisciplinares e planejadas entre esses docentes, inclusive, agregando outras áreas de conhecimento. Outra sugestão é proporcionar

formação aos docentes de outras redes de ensino para que possam desenvolver e aplicar projetos utilizando este ambiente virtual uma vez que essas unidades escolares possuem laboratórios de informática, mesmo que minimamente estruturados, mas possuem carência em laboratórios para o Ensino de Ciências.

Pretendemos dar continuidade e avançar no desenvolvimento desta pesquisa, analisando sua aplicação nas turmas presenciais. Além de auxiliar na identificação dos conceitos, espontâneos e científicos, dos estudantes (Nível de Desenvolvimento Real), acreditamos que este Guia Didático é uma ferramenta com potencial para o docente trabalhar os conceitos científicos de eletrodinâmica e Arduino na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em <http://www.arduino.cc/>. Acesso em: jan. 2022.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à análise de circuitos**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio**. Documento Base. Brasília, dez 2007.

BRASIL. **Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004**. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 23 jul. 2004.

BRASIL. **Resolução CEB nº. 3 de 26 de junho de 1998**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF, 26 jun. 1998.

BRASIL. **Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 20 dez. 1996.

BRASIL. **Lei nº. 11.741, de 16 de julho de 2008**. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica. Brasília, DF, 16 jul. 2008.

BRASIL. **Lei nº. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF, 16 fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº. 6, de 20 de setembro de 2012**. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília, 20 de set. 2012.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 01 set. 2020.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, v.14, n.1, 2017. Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>>. Acesso em: 08 mai. 2020. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. **Arduino em Ação.** São Paulo: Novatec Editora, 2013.

GASPARIN, J. L. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica.** 5. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vigotski: implicações no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 59-79, 2012.

GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. In: **Cadernos CEDES**, XX, 50, 2000.

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (IFES). Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional. **Anexo ao Regulamento.** Vitória, ES: IFES, jun. 2018. Disponível em: <https://profep.ifes.edu.br/images/stories/ProfEPT/Turma_2018/Regulamento/Anexo-ao-Regulamento-2019.pdf> Data do acesso: 20 out. 2021.

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (IFMS). Gabinete da Direção Geral do *Campus* Coxim. **Portaria nº. 18, de 19 de fevereiro de 2020.** Designa os servidores para integrarem a Comissão de Organização dos Livros do Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2020. Coxim, MS, 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (IFMS). **História do Campus Coxim.** Disponível em: <https://www.ifms.edu.br/campi/campus-coxim/sobre/historia>. Data do acesso: 11 abr. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (IFMS). **Projeto do Curso Técnico em Informática.** 2017. Disponível em: <<https://www.ifms.edu.br/centrais-de-conteudo/documentos-institucionais/projetos-pedagogicos/projetos-pedagogicos-dos-cursos-tecnicos/projeto-pedagogico-do-curso-technico-em-informatica-coxim.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky / Ivan Ivic;** Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física contexto & aplicações: ensino médio.** 1 ed. São Paulo, Editora Scipione, 2013. Volume 3.

MACÊDO, J. A.; PEDROSO, L. S.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.

MCROBERTS. M. **Arduino básico.** São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 7 ago. 2017.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**. In: CONFERENCIA INTERAMERICANA SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, XI., 2013, Guayaquil, Equador. Actas. Guayaquil: 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NÉBIAS, C. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação, Águas de Lindóia*, v. 3, n. 4, p. 133–140, 1999. DOI: 10.1590/s1414-32831999000100011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/wB3f5LTHSPSjgqnX4F4zRLy/?lang=pt>. Acesso em: 15 jul. 2022.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

PLATT, Charles. **Eletrônica Para Makers**: Um Manual Prático Para o Novo Entusiasta de Eletrônica. 1 ed. São Paulo: Novatec, 2016.

RAMOS, M. N. **Concepção do ensino médio integrado**. Texto apresentado em seminário promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Pará nos dias, v. 8, 2008. Disponível em: <http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrado5.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. **Anais do XI Workshop de Informática na Escola, do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. São Leopoldo, RS, 2005.

SCOPACASA, V. Introdução à tecnologia de LED. **Revista Lume Arquitetura – Especial LA_PRO**, São Paulo, 1 ed., p. 5-11, nov. 2004.

VERONEZ, D. *et al.* A utilização das TICs no Ensino de Física para trabalhar conceitos de MRU e MRUV. **Revista Ensino & Pesquisa**, v.13, n.01, p.152-165, jan/jun. 2015.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. Tradução de José Cipolla Neto et al. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa está disponível na Plataforma Educapes por meio do link a seguir para ser livremente replicado em outros contextos:

<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/717785>

Apresentamos, a seguir, uma síntese das atividades do produto educacional e uma série de explicações e sugestões de aplicação aos docentes. Juntamente com o produto educacional (manual do docente) disponível no link anterior encontra-se o caderno do estudante.

Atividades 1 e 2 – Associação de resistores em série e em paralelo

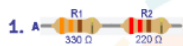






As **Atividades 1 e 2** envolvem o cálculo de associação de resistores em série e em paralelo, conforme figuras 8 e 9, respectivamente.

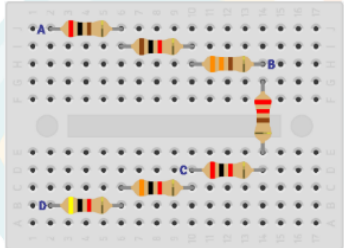
Figura 8 - Atividade 1.


ATIVIDADE 01
Associação de resistores em série

ATIVIDADE
ORIENTADA

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD, CALCULE:

1.  $R_{eq} = R_1 + R_2 = 330\Omega + 220\Omega = 550\Omega$
2.  $R_{eq} =$
3.  $R_{eq} =$
4.  $R_{eq} =$
5.  $R_{eq} =$
6.  $R_{eq} =$
7.  $R_{eq} =$

8. 

Utilizando o recurso,

calcule:

A ~ B: _____
B ~ C: _____
C ~ D: _____
A ~ C: _____
B ~ D: _____
A ~ D: _____

RESOLUÇÃO

30





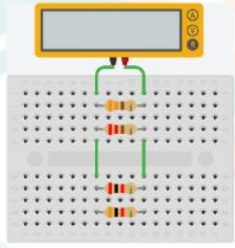
Fonte: Os autores.

Figura 9 - Atividade 2.

ATIVIDADE 02
Associação de resistores em paralelo

ATIVIDADE
ORIENTADA

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD, CALCULE:

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} = \frac{1}{330} + \frac{1}{220} = \frac{1}{132\Omega}$
ou, no caso de cálculo com somente dois resistores:
 $R_{eq} = (R1 \times R2) / (R1 + R2) = (330 \times 220) / (330 + 220) = 132\Omega$

RESOLUÇÃO 31

Fonte: Os autores.

São atividades introdutórias no ambiente virtual *Tinkercad* para que os participantes possam se familiarizar com a ferramenta. O docente inicia a atividade explorando o ambiente junto com os participantes e a partir do terceiro exercício o deve permitir que os mesmos tentem resolver sozinhos, podendo solicitar o auxílio do professor quando necessário.

Nestas atividades os participantes terão o primeiro contato com ferramentas como o multímetro digital e o *protoboard*⁹. O docente deve realizar a explicação sobre o funcionamento dessas ferramentas.

Os participantes deverão identificar o valor de cada resistor utilizando a tabela de código de cores ou a calculadora para código de cores e realizar o cálculo da associação correspondente. Foi inserido um *link* no “Caderno de Atividades do Estudante” onde, ao clicar, será direcionado a uma calculadora para código de cores de resistores¹⁰. Ao inserir as cores das faixas de um determinado resistor, será informado o valor do mesmo. Na figura 10 simulamos um resistor de 4 faixas com as cores: Faixa 1 – *Laranja*, Faixa 2 – *Laranja*, Faixa 3 (Fator multiplicador) – *Marrom* e


⁹ Também é conhecida como matriz de contatos ou placa de ensaio. Nela que podemos montar circuitos eletrônicos para testes.

¹⁰ Disponível em <https://br.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator>.

Faixa 4 (Tolerância) – *Ouro*, resultando no valor de resistor de: 330 Ohms com 5% de tolerância.

Figura 10 - Exemplo da calculadora para código de cores de resistores.

Número de faixas	Faixa 1
4	Laranja (3)
Faixa 2	Multiplicador (faixa 3)
Laranja (3)	Marrom (10 Ω)
Tolerância (Faixa 4)	Valor de resistor
Ouro (\pm 5%)	330 Ohms 5%



Fonte: Os autores.

Atividade 3 – Calculando o valor do resistor para ligar o LED

A **Atividade 3**, mostrada na figura 11, consiste em ligar o LED. Para que isso aconteça os estudantes precisam calcular o valor do resistor corretamente. Os participantes trabalharão com os seguintes componentes virtuais: bateria 9V, LED e resistor. Esta atividade deve ser realizada em grupo sob a mediação do professor, quando necessário.

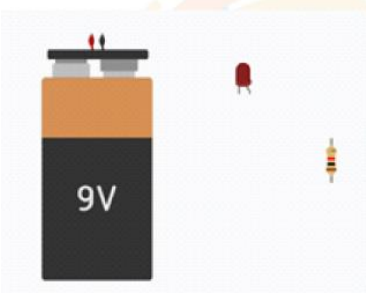
Figura 11 - Atividade 3.

ATIVIDADE 03
Calculando o valor do resistor para ligar o LED

ATIVIDADE EM GRUPO

OBJETIVO DESTA ATIVIDADE É LIGAR O LED.

PARA QUE ISTO ACONTEÇA VOCÊ DEVE DETERMINAR O VALOR DO RESISTOR E INTERLIGAR OS COMPONENTES.



A. QUAL O VALOR DO RESISTOR?

B. A SIMULAÇÃO ACONTECEU CORRETAMENTE NA PRIMEIRA TENTATIVA? CASO A RESPOSTA SEJA NEGATIVA, DESCREVER O QUE FOI FEITO PARA CORRIGIR O PROBLEMA.

C. COM O AUXÍLIO DO MULTÍMETRO DIGITAL, INFORME O VALOR DA TENSÃO NOS TERMINAIS DO RESISTOR.

D. INFORME TAMBÉM O VALOR DA TENSÃO NOS TERMINAIS DO LED.

E. TESTE COM RESISTORES DE 10 Ω , 220 Ω e 10 M Ω . DESCREVA O QUE ACONTECE.

10 Ω -

220 Ω -

10 M Ω -

RESOLUÇÃO **35**

Fonte: Os autores.

Para o determinar o valor do resistor deve-se observar a equação 1 a seguir:

$$R = \frac{(V_{ALIMENTAÇÃO} - V_{LED})}{i} \quad (1)$$

A maioria dos LEDs podem suportar uma corrente máxima de 20 mA antes de serem danificados. No Quadro 39 são apresentadas as especificações elétricas dos LED de algumas cores. No entanto é importante consultar o *datasheet*¹¹ do componente para identificar as especificações do fabricante.

Quadro 39 - Especificações elétricas do LED.

Cor do LED	Faixa de tensão	Corrente máxima
Vermelho	1,8 V – 2,0 V	20 mA
Amarelo	1,8 V – 2,0 V	20 mA
Laranja	1,8 V – 2,0 V	20 mA
Verde	2,0 V – 2,5 V	20 mA
Azul	2,5 V – 3,0 V	20 mA
Branco	2,5 V – 3,0 V	20 mA

Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/aprenda-como-calcular-resistor-para-led/>.

Como uma bateria será utilizada para alimentação, que é de 9V, e considerando que esteja utilizando um LED vermelho, podemos calcular a resistência conforme equação 2:

$$R = \frac{(9,0 - 2,0)}{0,02} = 350\Omega \quad (2)$$

Para proteger o LED devemos utilizar um resistor de 350 Ω ou um pouco maior. Como não existe um resistor com o valor de 350 Ω , então devemos utilizar o resistor com valor mais próximo do calculado, sendo 360 Ω (resposta ao item A). Um resistor com valor muito baixo pode reduzir a vida útil do LED ou mesmo queimá-lo e um resistor com valor muito alto interfere na intensidade da luz produzida pelo LED.

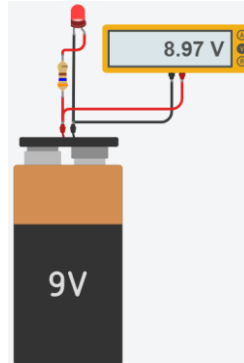
Após o cálculo o docente pode solicitar aos participantes **quais são as cores** do resistor utilizado por meio da consulta da tabela de código de cores.

Durante a simulação pode acontecer do LED **não** ligar. Neste caso os estudantes deverão identificar o problema observando se não **inverteram a polaridade** ou se interligaram os componentes de forma errada. Deverão relatar o erro conforme solicitado no item B.

¹¹ *Datasheet*: documento contendo os dados e ou especificações de determinado componente.

No Item C da atividade os participantes devem informar o valor da tensão antes da resistência utilizando o multímetro digital. Nesse caso o valor deve ser próximo ao valor nominal da bateria, ou seja, **8,97V**, conforme a figura 12. Há uma pequena redução da d.d.p. devido aos elementos presentes no circuito.

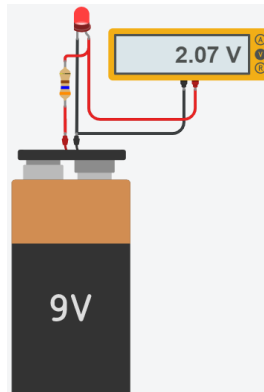
Figura 12 - Item C da Atividade 3.



Fonte: Os autores.

Também é solicitado aos participantes, no item D, o valor da tensão no trecho de circuito após a resistência elétrica. O resultado aproximado deste valor deve ser 2V (figura 13), que equivale à d.d.p. aplicada ao LED.

Figura 13 - Item D da Atividade 3.



Fonte: Os autores.

No Item E é solicitado que testem o circuito com alguns resistores diferentes, descrevendo os resultados.

10 Ω : O multímetro digital apresenta uma tensão de 4,46 V. “A corrente no LED atual é de 395 mA, enquanto o máximo absoluto é de 20 mA”.

220 Ω : A corrente no LED atual é de 30,9 mA, enquanto o máximo recomendado é de 20 mA. A vida útil do LED pode ser reduzida”.

10 MΩ: O multímetro digital apresenta uma tensão no LED de 1,48 Volts, reduzindo o brilho do LED.

Atividade 4 – Pisca LED com Arduino

Esta atividade prática deve ser realizada pelo docente para que os participantes tenham compreensão dos conceitos sobre o Arduino, pois possivelmente este é o primeiro contato dos mesmos com este componente. Esta atividade também serve de preparação para realizar a Atividade 5.

As instruções para realização da atividade estão dispostas nas figuras 14 e 15.

Figura 14 - Atividade 4 (a).

**ATIVIDADE
ORIENTADA**

ATIVIDADE 04
Pisca LED com Arduino

Objetivo: Acender um **LED** por um segundo e depois apagar por um segundo, repetidamente.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

1º PASSO

Figura 1: Componentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ADICIONAR OS COMPONENTES

CLIQUE NOS COMPONENTES E ARRASTE PARA ÁREA DE TRABALHO

- ARDUINO
- LED
- RESISTOR

SABENDO QUE A TENSÃO DE SAÍDA NO PINO 13 DO ARDUINO É DE 5V, DETERMINE O VALOR DO RESISTOR.



Fonte: Os autores.

52

No diagrama esquemático da **Atividade 04**, mostrado na figura 15, o pino digital D13 do Arduino conecta-se com um LED. Um resistor limitador de corrente é conectado ao LED. O cátodo, normalmente a perna mais curta do LED, é conectado ao GND (Terra) do Arduino. A energia necessária para alimentar o circuito é fornecida pela conexão USB do computador.

Figura 15 - Atividade 4 (b).

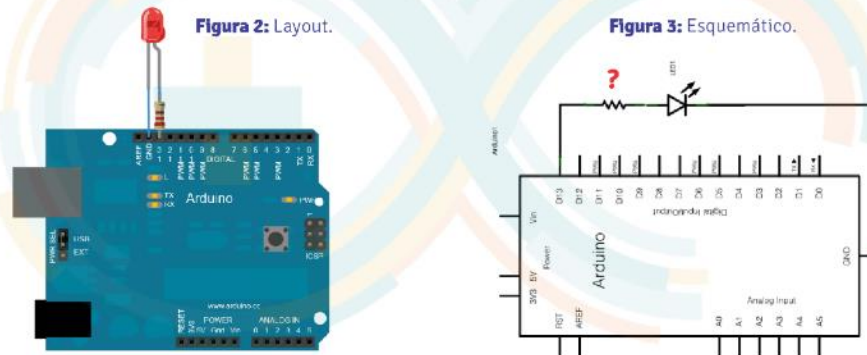
ATIVIDADE 04 Pisca LED com Arduino

ATIVIDADE
ORIENTADA

Objetivo: Acender um **LED** por um segundo e depois apagar por um segundo, repetidamente.

2º
PASSO

INTERLIGAR OS COMPONENTES



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/Blink>

53

Fonte: Os autores.

Como os participantes já tiveram a experiência, por meio da Atividade 3 realizada anteriormente, de como calcular o valor de um resistor, o docente pode questionar os estudantes sobre valor correto da resistência elétrica. Este valor pode ser calculado utilizando a equação 3.

$$R = \frac{(V_{ALIMENTAÇÃO} - V_{LED})}{i} \quad (3)$$

Considerando que a conexão USB que será utilizada para alimentação fornece uma tensão de 5V e que o estudante esteja utilizando um LED vermelho, podemos calcular a resistência conforme a equação 4:

$$R = \frac{(5,0 - 2,0)}{0,02} = 150\Omega \quad (4)$$

Para proteger o LED devemos utilizar um resistor de 150 Ω ou um pouco maior. Um resistor com valor muito baixo pode reduzir a vida útil do LED ou mesmo queimá-lo e um resistor com valor muito alto interfere na intensidade da luz produzida pelo LED. Analisaremos o código representado no Quadro 40.

Quadro 40 - Código da Atividade 4.

```
1 void setup () {
2     pinMode (LED_BUILTIN, OUTPUT);
3 }
4
5 void loop () {
6     digitalWrite (LED_BUILTIN, HIGH);
7     delay(1000);
8     digitalWrite (LED_BUILTIN, LOW);
9     delay(1000);
10 }
```

Fonte: Os autores.

- **Linha 1.** Executa a função `setup()`. Possui apenas uma instrução, `pinMode()`, que diz ao Arduino que desejamos definir o modo de um de seus pinos como saída (`OUTPUT`).
- **Linha 2.** Inicializando o pino `LED_BUILTIN` como um pino de saída;
- **Linha 3.** Término de execução da função `setup()`.
- **Linha 5.** Executa a função `loop()`. Esta é a função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
- **Linha 6.** Atribui nível lógico alto para o pino de saída, ou seja, fornece uma tensão de 5V no pino 13, ligando o LED.
- **Linhas 7 e 9.** Essa instrução diz ao Arduino para esperar 1.000 milissegundos, ou seja, 1 segundo.
- **Linha 8.** Atribui nível lógico baixo para o pino de saída, ou seja, fornece uma tensão de 0V no pino 13, desligando o LED.
- **Linha 10.** Término de execução da função `loop()`. Reinicia desde o princípio e assim infinitamente até que o Arduino seja desligado ou o botão *Reset* pressionado.

Na figura 16 podemos observar um ícone com um *link* no canto inferior direito do *slide* que, ao ser clicado, direciona para o *Youtube*, como se vê na figura 17, que mostra um diagrama indicando o comportamento da tensão em relação ao tempo.

Figura 16 - Atividade 4 (c).

ATIVIDADE 04 Pisca LED com Arduino

ATIVIDADE
ORIENTADA

Objetivo: Acender um **LED** por um segundo e depois apagar por um segundo, repetidamente.

3º
PASSO

CÓDIGO

CLICAR →

Código ▶ Iniciar simulação ▶ Exportar ▶ Compartilhar

```

/* a função de configuração é executada uma vez quando você pressiona reset ou
liga a placa */
void setup () {
  // inicializa o pino digital LED_BUILTIN como uma saída.
  pinMode (LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
// a função de loop é executada repetidamente para sempre
void loop () {
  digitalWrite (LED_BUILTIN, HIGH); // liga o LED (ALTO é o nível de tensão)
  delay(1000); // espere um segundo
  digitalWrite (LED_BUILTIN, LOW); // desligue o LED tornando a tensão BAIXA
  delay(1000); // espere um segundo
}

```

4º
PASSO

INICIAR SIMULAÇÃO

AUMENTE/DIMINUA O DELAY E OBSERVE O QUE ACONTECE!



DIAGRAMA DE
TEMPO

54

Fonte: Os autores.

Figura 17 - Atividade 4 (d).



Fonte: Os autores.

Atividade 5 – Semáforo

Na Atividade 5 os grupos devem simular o funcionamento de um semáforo conforme a temporização definida. Também devem dimensionar o valor dos resistores, desenhar o diagrama esquemático do projeto, elaborar o diagrama da tensão(V) x tempo(s) e desenvolver a codificação, de acordo com as figuras 18 a 21.

Figura 18 - Atividade 5(a) – primeiro passo (adicionar os componentes).

ATIVIDADE 05
Semáforo

ATIVIDADE
EM GRUPO

Objetivo: Simular o funcionamento de um semáforo.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

1º PASSO

Figura 1: Componentes.

ADICIONAR OS COMPONENTES

CLIQUE NOS COMPONENTES E ARRASTE PARA ÁREA DE TRABALHO

- 1 ARDUINO
- 3 LED's
- 3 RESISTORES

SABENDO QUE A TENSÃO DE SAÍDA NOS PINOS DO ARDUINO É DE 5V, DETERMINE O VALOR DE CADA RESISTOR.



RESOLUÇÃO Fonte: Elaborado pelo autor.

55

Fonte: Os autores.

Figura 19 - Atividade 5 (b) – segundo passo (interligar os componentes).

ATIVIDADE 05
Semáforo

ATIVIDADE
EM GRUPO

Objetivo: Simular o funcionamento de um semáforo.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

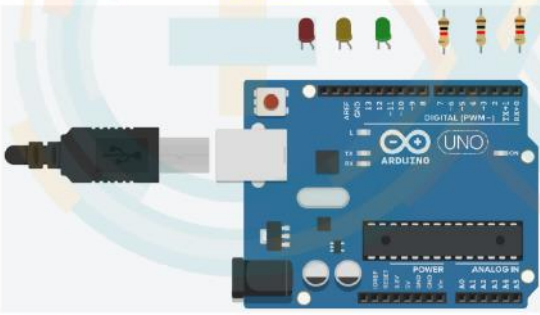
2º PASSO

INTERLIGAR OS COMPONENTES

Figura 2: Layout.

DESENVOLVA O ESQUEMÁTICO

Enviar no formato de imagem no Google Chat



RESOLUÇÃO Fonte: Elaborado pelo autor.

56

Fonte: Os autores.

Como mencionado anteriormente na seção 4.2.3, a sequência de acionamento dos LEDs foi repassada de forma equivocada. Ao instruir os participantes no desenvolvimento desta atividade, foi informado que a sequência de acionamento seria vermelho / amarelo / verde. A sequência correta foi corrigida no Produto Educacional do Guia Docente e no Caderno do Estudante.

Figura 20 - Atividade 5 (c) – terceiro passo (codificar).

ATIVIDADE 05
Semáforo

ATIVIDADE
EM GRUPO

Objetivo: Simular o funcionamento de um semáforo.

3º PASSO CODIFICAR CLICAR →

Para desenvolver o código, considere os seguintes parâmetros:

Semáforo Vermelho: 2 segundos
Semáforo Amarelo: 1 segundo
Semáforo Verde: 2 segundos



4º PASSO INICIAR SIMULAÇÃO

Observar o acionamento dos LEDs e os respectivos intervalos de tempo.

5º PASSO DESENVOLVA O DIAGRAMA DE TEMPO DA TENSÃO (V) x TEMPO (s)

RESOLUÇÃO 57

Fonte: Os autores.

O diagrama de tempo da tensão deve ser desenvolvido em um arquivo modelo disponibilizado na ferramenta *Google Planilhas*, como pode ser visto na figura 21. Para isso cada grupo recebeu um *link* do arquivo para o desenvolvimento deste diagrama.

Figura 21 - Atividade 5 (d) – diagrama da tensão versus tempo.

ATIVIDADE 05
Semáforo

ATIVIDADE
EM GRUPO

Objetivo: Simular o funcionamento de um semáforo.

Diagrama de Tempo - Semáforo Vermelho

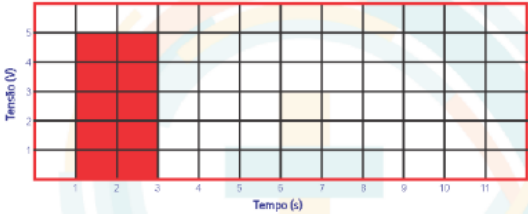


Diagrama de Tempo - Semáforo Verde

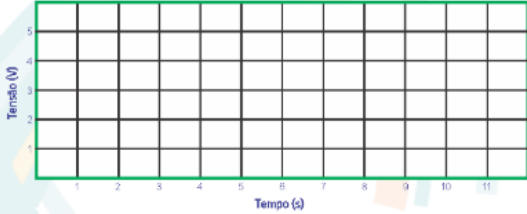
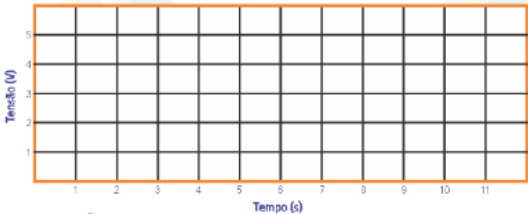


Diagrama de Tempo - Semáforo Amarelo



Grupo 01
<https://bit.ly/2ZemuWq>

Grupo 02
<https://bit.ly/3AsJZIT>

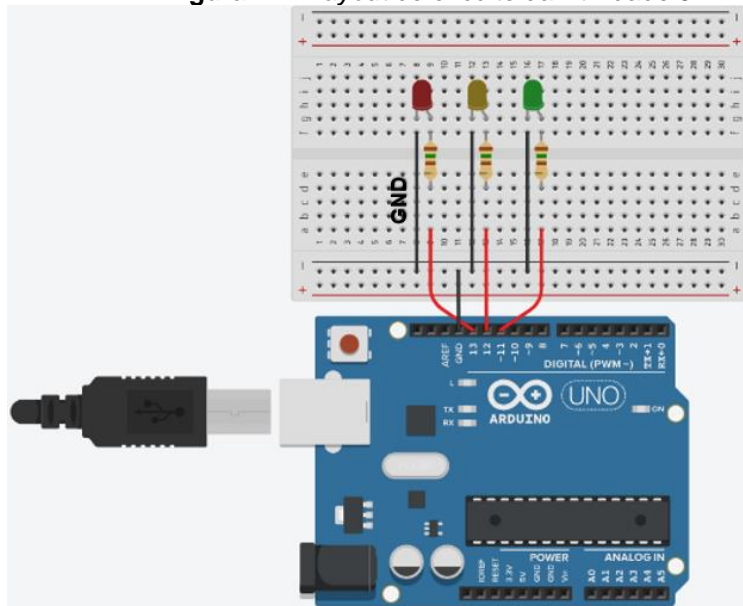
Grupo 03
<https://bit.ly/2Z8TvTH>

RESOLUÇÃO 58

Fonte: Os autores.

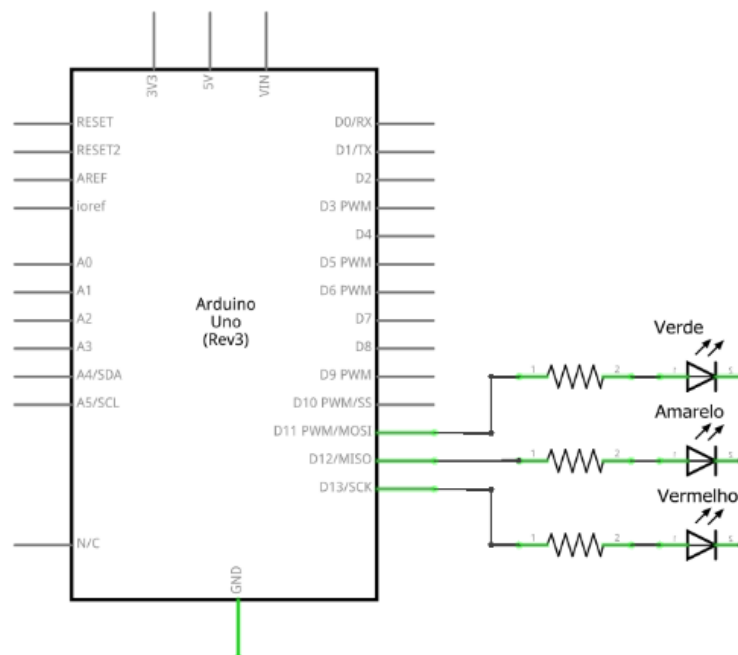
Sabemos, por meio da resolução da atividade 4 realizada anteriormente, que o valor de cada resistor corresponde a 150Ω , uma vez que cada uma das portas digitais do Arduino pode fornecer uma tensão de 5V e uma corrente elétrica de 40mA. Nesse sentido, os participantes precisam conectar cada resistor a uma porta digital do Arduino, conforme *layout* e esquemático apresentados nas figuras 22 e 23.

Figura 22 - *Layout* do circuito da Atividade 5.



Fonte: Os autores.

Figura 23 - Esquemático da Atividade 5.

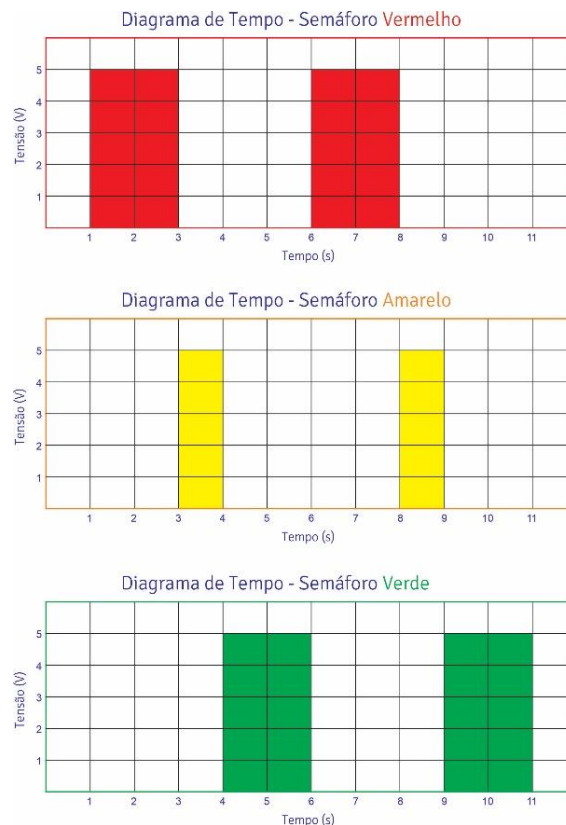


Fonte: Os autores.

Podemos observar, no exemplo representado nas figuras 22 e 23, que um terminal de cada resistor foi conectado nos pinos digitais 13, 12 e 11 do Arduino. O outro terminal do resistor foi conectado ao terminal ânodo (positivo) de cada LED. Sendo assim, o ânodo do LED Vermelho foi conectado ao resistor ligado ao pino 13, o LED Amarelo ligado ao resistor conectado ao pino 12 e o LED Verde no resistor que está conectado no pino 11. O terminal cátodo (negativo) de cada LED foi conectado ao pino GND do Arduino.

Na figura 24 observamos como deve se comportar a tensão em relação ao tempo em cada porta digital utilizada nesta atividade. No intervalo de tempo entre 1 e 3 segundos o LED vermelho deve estar ligado enquanto o amarelo e verde devem estar desligados, ou seja, o pino digital 13 está fornecendo uma tensão de 5V neste período enquanto os pinos 12 e 11 estão com uma tensão de 0V. No intervalo entre 3 e 4 segundos o LED Amarelo é acionado enquanto o vermelho e verde estão desligados. No próximo estado o LED Verde está ligado nos intervalos de tempo entre 4 e 6 segundos enquanto os demais estão desligados. Esse processo se repete indefinidamente até que o Arduino seja desligado ou resetado.

Figura 24 – Diagrama de tempo.



Fonte: Os autores.

Os participantes podem sentir dificuldade no desenvolvimento desta atividade, uma vez que precisam definir o *layout* e esquemático do circuito, bem como desenvolver o código para o seu funcionamento. O Quadro 41 apresenta o detalhamento do código.

Quadro 41 - Código da Atividade 5.

```

01 int vmPin = 13;    //LED vermelho conectado ao pino 13
02 int amPin = 12;    //LED amarelo conectado ao pino 12
03 int vdPin = 11;    //LED verde conectado ao pino 11
04
05 void setup() {
06     pinMode(vmPin, OUTPUT);    //Define o vmPin como saída
07     pinMode(amPin, OUTPUT);    //Define o amPin como saída
08     pinMode(vdPin, OUTPUT);    //Define o vdPin como saída
09 }
10
11 void loop() {
12     digitalWrite(vmPin, HIGH);    //LIGA o LED vermelho
13     digitalWrite(amPin, LOW);    //DESLIGA o LED amarelo
14     digitalWrite(vdPin, LOW);    //DESLIGA o LED verde
15     delay(2000);    //Aguarda 2 segundos
16     digitalWrite(vmPin, LOW);    //DESLIGA o LED vermelho
17     digitalWrite(amPin, HIGH);    //LIGA o LED amarelo
18     digitalWrite(vdPin, LOW);    //DESLIGA o LED verde
19     delay(1000);    //Aguarda 1 segundo
20     digitalWrite(vmPin, LOW);    //DESLIGA o LED vermelho
21     digitalWrite(amPin, LOW);    //DESLIGA o LED amarelo
22     digitalWrite(vdPin, HIGH);    //LIGA o LED verde
23     delay(2000);    //Aguarda 2 segundos
24 }

```

Fonte: Os autores.

Podemos resumir o desenvolvimento da codificação em três estados. O primeiro estado liga o LED vermelho e apaga o amarelo e verde durante dois segundos. O segundo estado apaga os LEDs vermelho e verde e liga o amarelo por 1 segundo. O terceiro estado apaga os LEDs vermelho e amarelo e liga o verde por 2 segundos. Após terminar o tempo o programa retorna para o primeiro estado e o processo se repete em um *loop* infinito até que o Arduino seja desligado ou resetado.

Atividade 6 – Potenciômetro

Na atividade 6 os participantes terão contato com novos conceitos, tais como potenciômetro, função *analogRead()*, valores analógicos, entre outros, como mostram

as figuras 25 e 26. Portanto, as mediações do docente tendem a ser ainda mais importantes.

Figura 25 - Atividade 6 (a).

ATIVIDADE 06
Potenciômetro

ATIVIDADE ORIENTADA

Objetivo: Realizar a leitura do **potenciômetro** por meio da por analógica do Arduino.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

1º PASSO

Figura 1: Componentes.



ADICIONAR OS COMPONENTES

CLIQUE NOS COMPONENTES E ARRASTE PARA ÁREA DE TRABALHO

- ARDUINO
- POTENCIÔMETRO 10 KΩ

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fonte: Os autores.

Figura 26 - Atividade 6 (b).

ATIVIDADE 06
Potenciômetro

ATIVIDADE ORIENTADA

Objetivo: Realizar a leitura do **potenciômetro** por meio da por analógica do Arduino.

2º PASSO

INTERLIGAR OS COMPONENTES

Figura 2: Layout.

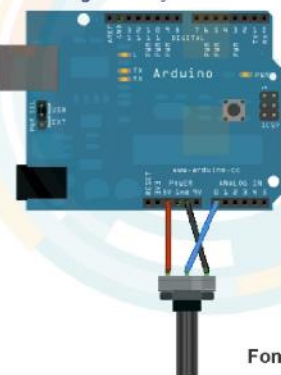
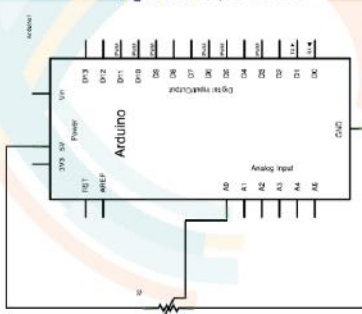


Figura 3: Esquemático.



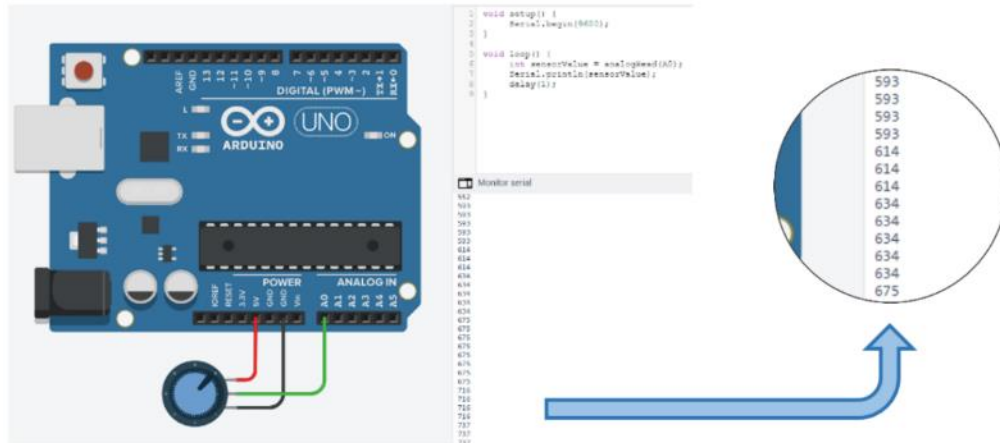
Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/AnalogReadSerial>

Fonte: Os autores.

O *layout* e o esquemático indicam que os terminais externos do potenciômetro estão conectados na alimentação. O pino do meio está conectado na porta analógica A0 do Arduino. Os participantes devem observar que, conforme varia a posição do potenciômetro, o valor lido pelo pino analógico do Arduino também varia. Essa

mudança nos valores pode ser observada utilizando a *interface serial monitor* do Arduino (figura 27). Também é possível converter esse valor analógico, que varia de 0 – 1023, para um valor de tensão correspondente.

Figura 27 – Valores lidos pela entrada analógica.



Fonte: Os autores.

Observamos que o valor lido pela entrada analógica varia conforme alteramos a posição do potenciômetro. Para saber qual o valor da tensão correspondente ao valor analógico bastaria inserir uma linha de código:

```
float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023);
```

Por exemplo, o valor 511 lido pelo pino analógico equivale a uma tensão de 2.5V (figura 28). Para exibir no *monitor serial* é utilizado o comando:

```
Serial.println(voltage);
```

Figura 28 – Valor de tensão correspondente à entrada analógica.



Fonte: Os autores.

Detalharemos a estrutura do o código (Quadro 42) a seguir:

Quadro 42 - Código da Atividade 6.

```
1 void setup() {
2     Serial.begin(9600);
```

```

3  }
4
5  void loop() {
6      int sensorValue = analogRead(A0);
7      Serial.println(sensorValue);
8      delay(1);
9  }

```

Fonte: Os autores.

- **Linha 1.** Executa a função `setup()`.
- **Linha 2.** Inicia a comunicação serial entre a placa do Arduino e o computador a 9600 *bits* por segundo;
- **Linha 3.** Término de execução da função `setup()`.
- **Linha 5.** Executa a função `loop()`. É a função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
- **Linha 6.** Determina uma variável, `sensorValue`, do tipo inteira para armazenar o valor lido do potenciômetro (valor entre 0 a 1023), que está conectado no pino `A0`.
- **Linha 7.** Essa instrução imprime as informações na janela do **serial monitor**.
- **Linha 8.** Aguarda 1 milissegundo.
- **Linha 9.** Término de execução da função `loop()`. Reinicia desde o princípio e assim infinitamente até que o Arduino seja desligado ou o botão *Reset* pressionado.

Atividade 7 – Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro

A Atividade 7 deve ser realizada em grupo e tem como objetivo regular o brilho do LED por meio de um potenciômetro (figuras 29 e 30). O brilho do LED deve mudar conforme a variação do potenciômetro. Os participantes também devem desenvolver o *layout* e o esquemático do circuito. O docente deve mediar a resolução do problema explicando os funcionamentos da função `map()` e Modulação por Largura de Pulso (PWM), pois tratam-se de conceitos novos para os participantes.

Figura 29 - Atividade 7 (a).

ATIVIDADE 07
Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro

ATIVIDADE EM GRUPO

Objetivo: Realizar o controle de brilho do LED por meio da variação do potenciômetro.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

1º PASSO

Figura 1: Componentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

ADICIONAR OS COMPONENTES

CLIQUE NOS COMPONENTES E ARRASTE PARA ÁREA DE TRABALHO

- ARDUINO
- LED
- RESISTOR
- POTENCIÔMETRO 10 KΩ
- PROTOBOARD (Placa de Testes)

75

Fonte: Os autores.

Figura 30 - Atividade 7 (b).

ATIVIDADE 07
Regulando o brilho do LED por meio do Potenciômetro

ATIVIDADE EM GRUPO

Objetivo: Realizar o controle de brilho do LED por meio da variação do potenciômetro.

2º PASSO

INTERLIGAR OS COMPONENTES



DESENVOLVA O ESQUEMÁTICO

Enviar no formato de imagem no Google Chat

3º PASSO

CODIFICAR

CLICAR → Código ▶ Iniciar simulação ▶ Exportar ▶ Compart.

4º PASSO

INICIAR SIMULAÇÃO

Variar o potenciômetro e observar o que acontece com o LED.

RESOLUÇÃO

76

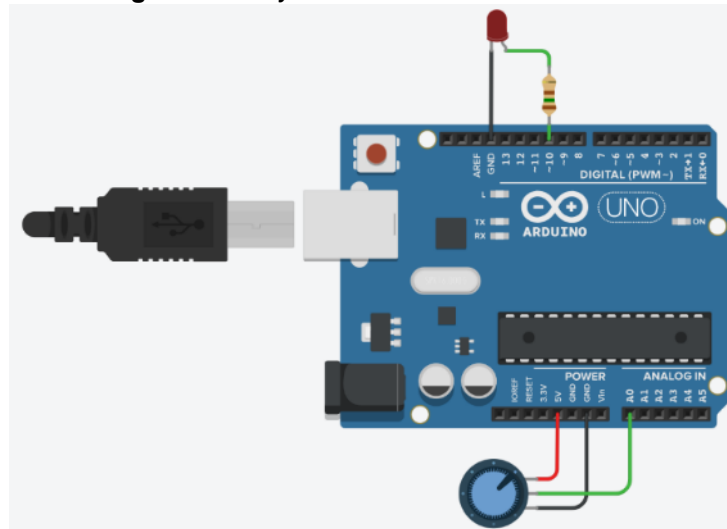
Fonte: Os autores.

Os participantes poderão encontrar dificuldades no desenvolvimento desta atividade, pois somente alguns pinos do Arduino permitem utilizar o PWM. Poderão ocorrer também dificuldades na implementação do código.

Observamos no *layout* (figura 31) e no esquemático (figura 32) que o LED está conectado no pino digital 10 do Arduino. Os terminais externos do potenciômetro estão

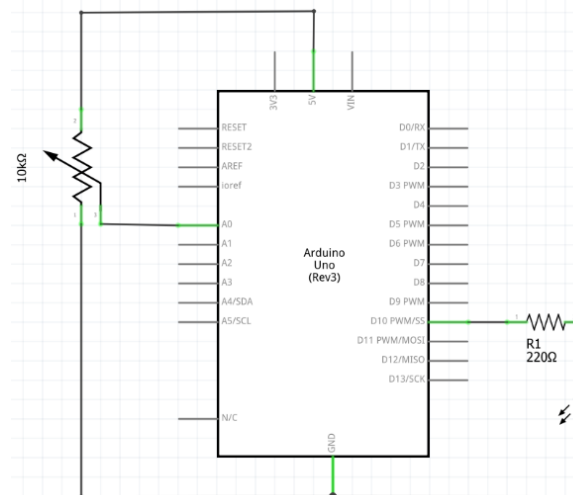
conectados à alimentação do Arduino e o terminal central está ligado no pino A0.

Figura 31 - Layout do circuito da Atividade 7.



Fonte: Os autores.

Figura 32 - Diagrama esquemático da Atividade 7.



Fonte: Os autores.

O detalhamento do código pode ser analisado no Quadro 43.

Quadro 43 - Código da Atividade 7.

01	//Pino de entrada analógica ao qual o potenciômetro está conectado
02	int POT = A0;
03	//Pino de saída analógica ao qual o LED está conectado
04	int LED = 10;
05	
06	int valorPOT = 0; //Valor lido do potenciômetro
07	int valorLED = 0; //Valor de saída para o PWM (saída analógica)

```

08
09 void setup() {
10     Serial.begin(9600); //Inicializa a comunicação serial a 9600 bps
11 }
12
13 void loop() {
14     valorPOT = analogRead(POT); //Lê o valor analógico
15     //Mapeia para o intervalo da saída analógica
16     valorLED = map(valorPOT, 0, 1023, 0, 255);
17     //Muda o valor de saída analógica
18     analogWrite(LED, valorLED);
19     //Imprime os resultados no monitor serial
20     Serial.print("Valor do potenciometro = ");
21     Serial.print(valorPOT);
22     Serial.print("\t Valor do LED = ");
23     Serial.println(valorLED);
24     //Aguarda 2 milissegundos antes do próximo loop
25     delay(2);
26 }

```

Fonte: Os autores.

- **Linha 2.** Pino de entrada analógica ao qual o potenciômetro está conectado.
- **Linha 4.** Pino de saída analógica ao qual o LED está conectado
- **Linha 6.** Armazena na variável `valorPOT` o valor lido do potenciômetro.
- **Linha 7.** Armazena na variável `valorLED` o valor de saída para o PWM (saída analógica).
- **Linha 9.** Executa a função `setup()`.
- **Linha 10.** Inicia a comunicação serial entre a placa do Arduino e o computador a 9600 *bits* por segundo;
- **Linha 11.** Término de execução da função `setup()`.
- **Linha 13.** Executa a função `loop()`. É a função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
- **Linha 14.** Armazena o valor lido no pino analógico e armazena na variável `valorPOT`.
- **Linha 16.** O código utiliza a função chamada `map()`, que converte o valor lido da entrada analógica, entre 0 e 1023, para um valor entre 0 e 255 (8 *bits*), que será utilizado para ajustar o brilho do LED. A sintaxe dessa função é a seguinte:
`map(valor, de_menor_valor, de_maior_valor, para_menor_valor, para_maior_valor)`. É representado no código: `outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 255);`
O `valorPOT` é lido do potenciômetro e será um valor entre 0 e 1023. Este valor

será convertido entre 0 e 255, sendo atribuído à variável `valorLED`. A função PWM é similar a uma saída analógica através de uma saída digital. O estado da porta varia do nível lógico 0 para 1, ou 0V para 5V, muito rapidamente, simulando uma tensão entre 0 e 5 volts.

- **Linha 18.** Muda o valor de saída analógica.
- **Linhas 20, 21, 22 e 23.** Imprime os valores no serial monitor.
- **Linha 25.** Aguarda 2 milissegundos antes do próximo loop.
- **Linha 26.** Término de execução da função `loop()`. Reinicia desde o princípio e assim infinitamente até que o Arduino seja desligado ou o botão *Reset* pressionado.

Atividade 8 – Lendo o valor de um LDR

A Atividade 8 (figuras 33 e 34) é similar à Atividade 6 e deve ser realizada juntamente com o professor, pois participantes terão contato com novos conceitos. A diferença entre os códigos está somente na forma de declarar as variáveis e na forma de exibir os dados no *serial monitor*, mostrando aos participantes que existem formas diferentes de desenvolver o código para executarem a mesma ação.

Figura 33 - Atividade 8 (a).

ATIVIDADE
ORIENTADA


ATIVIDADE 08
Lendo o valor de um LDR

Objetivo: Realizar a leitura do LDR por meio da porta analógica do Arduino.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

1º PASSO

Figura 1: Componentes.



Resistor Fotoresistor

Fonte: Elaborado pelo autor.

ADICIONAR OS COMPONENTES

CLIQUE NOS COMPONENTES E ARRASTE PARA ÁREA DE TRABALHO

- ARDUINO
- RESISTOR 10 KΩ
- LDR ou Fotoresistor

Fonte: Os autores.

Figura 34 - Atividade 8 (b).

ATIVIDADE 08
Lendo o valor de um LDR

ATIVIDADE
ORIENTADA

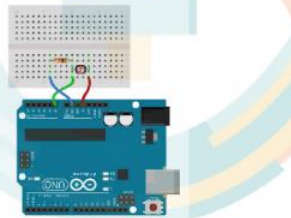
Objetivo: Realizar a leitura do LDR por meio da porta analógica do Arduino.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

2º
PASSO

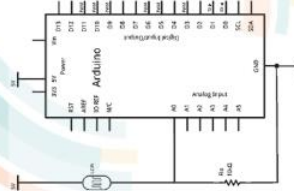
INTERLIGAR OS COMPONENTES

Figura 2: Layout.



Fonte: <https://create.arduino.cc/projecthub/krivania/working-with-light-dependent-resistor-ldr-1ded4f>

Figura 3: Esquemático.



Fonte: <https://www.luisllamas.es/medir-nivel-luz-con-arduino-y-fotoresistencia-ldr/>

73

Fonte: Os autores.

Nesta atividade os participantes devem observar que, conforme varia a intensidade luminosa sobre o LDR, o valor lido pelo pino analógico do Arduino também varia. Essa variação pode ser observada utilizando a interface serial monitor do Arduino. O LDR possui 2 terminais, sendo que um deles está conectado em 5V e o outro está conectado na entrada A0 junto com um resistor. O terminal do outro resistor está conectado ao GND do Arduino.

Conforme a incidência de luz aumenta sobre o LDR, a resistência deste componente diminui e, com a diminuição da intensidade de luz sobre o LDR, a resistência aumenta. O professor também pode abordar nesta atividade o conceito de divisor de tensão. O código para o funcionamento desta atividade está disposto no Quadro 44.

Quadro 44 - Código da Atividade 8.

```

01 int LDR = A0;
02 int valueLDR = 0;
03
04 void setup() {
05     Serial.begin(9600);
06 }
07
08 void loop() {
09     valueLDR = analogRead(LDR);
10     Serial.print("LDR Value is: ");
11     Serial.println(valueLDR);
12     delay(1000);
13 }

```

Fonte: Os autores.

- **Linha 1.** Pino de entrada analógica ao qual o LDR está conectado.
- **Linha 2.** Determina uma variável, `valueLDR`, do tipo inteira para armazenar o valor lido do LDR (valor entre 0 a 1023), que está conectado no pino A0. Inicialmente é atribuído o valor zero.
- **Linha 4.** Executa a função `setup()`. Possui apenas uma instrução, `Serial.begin(9600)`.
- **Linha 5.** Inicia a comunicação serial entre a placa do Arduino e o computador a 9600 *bits* por segundo.
- **Linha 6.** Término de execução da função `setup()`.
- **Linha 8.** Executa a função `loop()`. É a função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
- **Linha 9.** A variável `valueLDR` recebe o valor lido do LDR.
- **Linhas 10 e 11.** Essas instruções imprimem as informações na janela do *serial monitor*.
- **Linha 12.** Aguarda 1 segundo.
- **Linha 13.** Término de execução da função `loop()`. Reinicia desde o princípio e assim infinitamente até que o Arduino seja desligado ou o botão *Reset* pressionado.

Atividade 9 – Acionando um LED por meio do LDR

O objetivo da Atividade 9 (figuras 35 e 36) é ligar ou desligar o LED conforme a intensidade luminosa do ambiente. Esta atividade foi planejada para ser desenvolvida em grupo. Se houver pouca luz no ambiente o LED deverá ser ligado. Caso contrário, se houver bastante luz no ambiente, o LED será desligado.

Os participantes desenvolverão conceitos sobre a estrutura condicional (*if/else*). Se houver dificuldades o professor realiza a mediação. Também deverão desenvolver o *layout*, o esquemático e o código da atividade.

Figura 35 - Layout do circuito da Atividade 9.

ATIVIDADE 09
Acionando um LED por meio do LDR


ATIVIDADE
EM GRUPO

Objetivo: Ligar / Desligar o LED conforme a intensidade luminosa do ambiente.

UTILIZANDO SIMULADOR VIRTUAL TINKERCAD

1º PASSO

Figura 1: Componentes.



Resistor LED Fotorresistor

Fonte: Elaborado pelo autor.

ADICIONAR OS COMPONENTES

CLIQUE NOS COMPONENTES E ARRASTE PARA ÁREA DE TRABALHO

- ARDUINO
- LED
- 2 RESISTORES
- LDR
- PROTOBOARD (Placa de Testes)

77

Fonte: Os autores.

Figura 36 - Componentes do circuito da Atividade 9.

ATIVIDADE 09
Acionando um LED por meio do LDR

ATIVIDADE
EM GRUPO

Objetivo: Ligar / Desligar o LED conforme a intensidade luminosa do ambiente.

2º PASSO

INTERLIGAR OS COMPONENTES



DESENVOLVA O ESQUEMÁTICO

Enviar no formato de imagem no Google Chat.

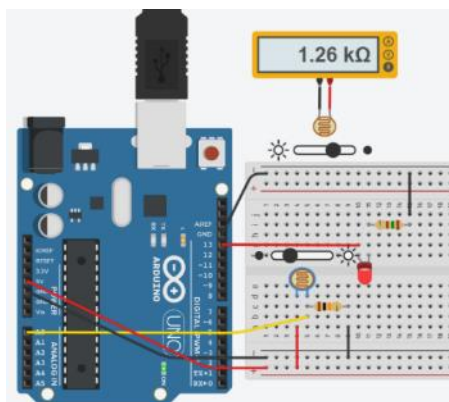
RESOLUÇÃO

78

Fonte: Os autores.

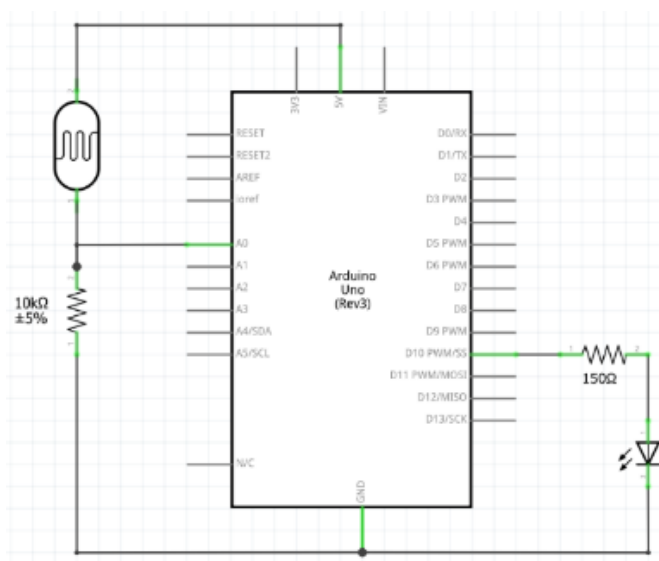
Conforme *layout* e esquemático, o LED foi ligado junto ao resistor que está conectado no pino 10 do Arduino (figuras 37 e 38).

Figura 37 - Layout do circuito da Atividade 9.



Fonte: Os autores.

Figura 38 - Diagrama esquemático da Atividade 9.



Fonte: Os autores.

No Quadro 45 apresentaremos o detalhamento do código.

Quadro 45 - Código da Atividade 9.

```

01 int pinLed = 10;
02 int LDR = A0;
03 int valueLDR = 0;
04
05 void setup() {
06     pinMode(pinLed, OUTPUT);
07 }
08 void loop() {
09     valueLDR = analogRead(LDR);
10     if(valueLDR < 750) {
11         digitalWrite(pinLed, HIGH);
12     }

```

```

13     else {
14         digitalWrite(pinLed, LOW);
15     }
16     delay(10);
17 }

```

Fonte: Os autores.

- **Linha 1.** Armazena o valor do pino na variável `pinLED`.
- **Linha 2.** Pino de entrada analógica ao qual o LDR está conectado, ou seja, `A0`.
- **Linha 3.** Determina uma variável, `valueLDR`, do tipo inteira para armazenar o valor lido do LDR (valor entre 0 a 1023), que está conectado no pino `A0`. Inicialmente é atribuído o valor zero.
- **Linha 5.** Executa a função `setup()`. Possui apenas uma instrução, `pinMode()`, que diz ao Arduino que desejamos definir o modo de um de seus pinos como saída (`OUTPUT`).
- **Linha 6.** Inicializando o pino da variável `pinLED` como saída;
- **Linha 7.** Término de execução da função `setup()`.
- **Linha 8.** Executa a função `loop()`. Esta é a função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
- **Linha 09.** Armazena o valor lido no pino `LDR` na variável `valueLDR`.
- **Linha 10.** Compara se (*if*) o valor da variável `valueLDR` com o valor `750`. Se for menor, liga o LED, caso contrário mantém o LED desligado.
- **Linha 11.** Atribui nível lógico alto para o pino de saída, ou seja, fornece uma tensão de 5V no pino `10`, ligando o LED.
- **Linha 12.** Finaliza a estrutura condicional “se”. “Pula” para a instrução `delay`.
- **Linha 13.** Executa a instrução senão (*e/se*) se valor da variável `valueLDR` for maior que `750`.
- **Linha 14.** Atribui nível lógico baixo para o pino de saída, ou seja, fornece uma tensão de 0V no pino `10`, desligando o LED.
- **Linha 15.** Finaliza a estrutura condicional “senão”.
- **Linha 16.** Essa instrução diz ao Arduino para esperar 10 milissegundos.
- **Linha 17.** Término de execução da função `loop()`. Reinicia desde o princípio e assim infinitamente até que o Arduino seja desligado ou o botão *Reset* pressionado.

APÊNDICE B - CARTA DE ANUÊNCIA – CAMPUS COXIM IFMS

À Senhora Diretora-Geral do *Campus* Coxim do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
Angela Kwiatkowski

Solicitamos gentilmente carta de anuência institucional para realização da pesquisa intitulada: **“Proposta de aplicação de atividades práticas *on-line* integrando eletrodinâmica e Arduino”**, de autoria do pesquisador Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar, discente do Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica da rede PROFEPT, no *Campus* Campo Grande do IFMS.

Esse estudo seguirá sob a orientação do Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello e tem o objetivo de investigar a aprendizagem dos estudantes do Curso Técnico Integrado em Informática do IFMS *Campus* Coxim por meio da aplicação de atividades práticas *on-line* baseadas na Teoria de Vygotsky, integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino. As atividades relativas à pesquisa serão realizadas no âmbito do *Campus* Coxim.

O público alvo desta pesquisa são estudantes do sexto semestre do Curso Técnico Integrado em Informática. A coleta de dados ocorrerá mediante a realização de uma avaliação diagnóstica, em sala de aula, para fins de levantamento do conhecimento prévio em relação aos conteúdos sobre eletrodinâmica. De acordo com o resultado da avaliação, haverá, ou não, necessidade de realizar aulas preparatórias abordando conteúdos sobre eletrodinâmica antes da aplicação das atividades práticas *on-line*.

Durante a aplicação do Produto Educacional (PE), os participantes serão divididos em pequenos grupos para realização das atividades práticas. Após esta etapa, os participantes responderão dois questionários por meio do *Google Forms*, onde o primeiro será a avaliação da aprendizagem e o segundo sobre as percepções sobre a aplicação do PE.

Salienta-se que a coleta de dados iniciar-se-á somente após aprovação do Projeto de Pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos das Resoluções 196/96, 466/2012 e 512/2016 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo: 1) o não uso das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades; 2) ao anuente solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa; 3) que não haverá nenhuma despesa para esta instituição a qual seja decorrente da participação dessa pesquisa; e 4) a liberdade do anuente de retirar a anuência a qualquer momento da pesquisa, sem penalização alguma, caso não sejam cumpridos os compromissos dispostos nesta Carta de Anuência.

Coxim, 14 de abril de 2021.

Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar
Pesquisador responsável
e-mail: hugo.siscar@ifms.edu.br
Tel.: (67) 99135-9898

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Para responsáveis dos estudantes menores de 18 anos)

Como responsável pelo(a) estudante _____, autorizamos que ele(a) participe de uma pesquisa que fará parte da dissertação de Mestrado **“Proposta de aplicação de atividades práticas *on-line* integrando eletrodinâmica e Arduino”**, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica - PROFEPT, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS, *Campus* Campo Grande, sob a coordenação do mestrando Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar e orientação do Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello.

Esta pesquisa tem o objetivo de investigar a aprendizagem dos estudantes do Curso Técnico Integrado em Informática do IFMS Campus Coxim por meio da aplicação de atividades práticas *on-line* baseadas na Teoria de Vygotsky, integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino. As atividades relativas à pesquisa serão realizadas no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus* Coxim.

Dessa forma, tal pesquisa justifica-se pelo fato de disponibilizar ao docente um Produto Educacional (PE) no formato digital (PDF interativo) para apoio pedagógico às suas aulas, com vistas a proporcionar uma melhor interação entre professor/aluno e/ou aluno/aluno e potencializar a relação ensino-aprendizagem.

Caso você concorde com a participação do (a) menor, será realizado uma avaliação diagnóstica *on-line*, para fins de levantamento do conhecimento prévio dos participantes em relação aos conteúdos de eletrodinâmica. De acordo com o resultado da avaliação, haverá ou não a necessidade de realizar aulas preparatórias abordando conteúdos sobre eletrodinâmica e sobre Arduino antes da aplicação das atividades práticas *on-line*. Durante a aplicação do PE, os participantes serão divididos em pequenos grupos para realização das atividades. Após esta etapa, os participantes responderão dois questionários por meio do *Google Forms*, onde o primeiro será a avaliação da aprendizagem e o segundo sobre as percepções sobre a aplicação do Produto Educacional.

As respostas serão utilizadas exclusivamente para análise e compor observações dentro do campo pesquisado. Os dados gerais coletados poderão constar de apresentação visual do trabalho ou de impressão, sempre resguardando a identificação dos participantes.

Todas as atividades serão gravadas e/ou filmadas para análise posterior. Considera-se que essa pesquisa possui alguns riscos mínimos concernentes à possibilidade remota de vazamento de dados pessoais, mas para que isso não ocorra apenas o pesquisador responsável pelo estudo ficará em posse de todos os dados coletados, arquivando-os com máxima segurança e guardando-os em anonimato.

Também há o risco de um eventual constrangimento de alguns participantes por conta da filmagem das aulas, o que costuma ser minimizado devido à dinâmica das atividades, além do esclarecimento por parte do pesquisador que as filmagens não serão divulgadas e que serão utilizadas apenas para análise dos dados da pesquisa.

Para participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade e você não terão nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira.

Todas as informações que desejar sobre esta pesquisa poderão ser respondidas pelo pesquisador e vocês estarão livres para participarem ou para recusarem a participar. Você, como responsável pelo(a) menor, poderá retirar seu

consentimento ou interromper a participação dele(a) a qualquer momento. A participação dele(a) é voluntária e o fato de não deixá-lo(a) participar não trará penalidades ou mudanças na forma com que ele(a) será atendido(a). Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do(a) menor não será liberado sem a sua permissão. O(A) menor não será identificado(a) em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em **duas vias** originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa, e a Resolução 510/2016, que trata de pesquisas em Ciências Humanas e Sociais que envolvem a utilização de dados obtidos com os participantes ou de informações identificáveis.

Além disso, em caso de dúvidas a respeito dos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o pesquisador pelo e-mail: hugo.siscar@ifms.edu.br e/ou pelo telefone (67) 99135-9898 ou pelo CEP UNIDERP pelo telefone (67) 3309-6504 e/ou no endereço: Rua Alexandre Herculano, 1.400 (Anexo a Secretaria de Pesquisa e Pós-Graduação Stricto Sensu – Bloco E2), Bairro Jardim Veraneio, Campo Grande – MS, CEP: 79.037-280, e-mail: cep.uniderp@uniderp.br.

Assim sendo, Eu, _____, portador(a) do CPF _____, nascido(a) em ____/____/_____, residente no endereço _____, na cidade de _____, Estado _____, podendo ser contatado(a) pelo número telefônico () _____ fui informado(a) dos objetivos desta pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Concordo que os materiais e as informações obtidas relacionadas a(o) estudante sob minha responsabilidade poderão ser utilizados em atividades de natureza acadêmico-científica, desde que assegurada a preservação de sua identidade. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de autorizar a participação, se assim o desejar, de modo que declaro que autorizo a participação do(a) estudante _____ neste estudo, desde que ele(a) expresse sua vontade em participar por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. Declaro que recebi uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Coxim-MS, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do(a) Responsável

Assinatura do Pesquisador

Pesquisador responsável: Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar
Bacharel em Engenharia da Computação – Especialista em Educação Profissional e Tecnológica
Mestrando em Educação Profissional Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Rua Salime Tanure, s/nº, Santa Tereza. Coxim – MS

Contato do pesquisador: (67) 99135-9898 / **E-mail:** hugo.siscar@ifms.edu.br

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Para estudantes maiores de 18 anos)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa que fará parte da dissertação de Mestrado **“Proposta de aplicação de atividades práticas *on-line* integrando eletrodinâmica e Arduino”**, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica - PROFEPT, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS, *Campus* Campo Grande, sob a coordenação do mestrando Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar e orientação do Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello.

Esta pesquisa tem o objetivo de investigar a aprendizagem dos estudantes do Curso Técnico Integrado em Informática do IFMS *Campus* Coxim por meio da aplicação de atividades práticas *on-line* baseadas na Teoria de Vygotsky, integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino. As atividades relativas à pesquisa serão realizadas no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus* Coxim.

Dessa forma, tal pesquisa justifica-se pelo fato de disponibilizar ao docente um Produto Educacional (PE) no formato digital (PDF interativo) para apoio pedagógico às suas aulas, com vistas a proporcionar uma melhor interação entre professor/aluno e/ou aluno/aluno e potencializar a relação ensino-aprendizagem.

Caso você concorde com essa pesquisa, sua participação se dará mediante a realização de uma avaliação diagnóstica *on-line*, para fins de levantamento do conhecimento prévio dos participantes em relação aos conteúdos de eletrodinâmica. De acordo com o resultado da avaliação, haverá ou não a necessidade de realizar aulas preparatórias abordando conteúdos sobre eletrodinâmica e sobre Arduino antes da aplicação das atividades práticas *on-line*. Durante a aplicação do PE, os participantes serão divididos em pequenos grupos para realização das atividades. Após esta etapa, os participantes responderão dois questionários por meio do *Google Forms*, onde o primeiro será a avaliação da aprendizagem e o segundo sobre as percepções sobre a aplicação do produto educacional.

As respostas serão utilizadas exclusivamente para análise e compor observações dentro do campo pesquisado. Os dados gerais coletados poderão constar de apresentação visual do trabalho ou de impressão, sempre resguardando a identificação dos participantes.

Todas as atividades serão gravadas e/ou filmadas para análise posterior. Considera-se que essa pesquisa possui alguns riscos mínimos concernentes à possibilidade remota de vazamento de dados pessoais, mas para que isso não ocorra apenas o pesquisador responsável pelo estudo ficará em posse de todos os dados coletados, arquivando-os com máxima segurança e guardando-os em anonimato.

Também há o risco de um eventual constrangimento de alguns participantes por conta da filmagem das aulas, o que costuma ser minimizado devido à dinâmica das atividades, além do esclarecimento por parte do pesquisador que as filmagens não serão divulgadas e que serão utilizadas apenas para análise dos dados da pesquisa.

Para participar você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você poderá ser esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar, sendo livre para participar ou recusar-se a participar. Você poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador. Os resultados da

pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem sua a permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em **duas vias** originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra lhe será fornecida. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa, e a Resolução 510/2016, que trata de pesquisas em Ciências Humanas e Sociais que envolvem a utilização de dados obtidos com os participantes ou de informações identificáveis. Para quaisquer esclarecimentos a respeito da pesquisa você poderá consultar o pesquisador por meio dos contatos que seguem no final deste termo.

Além disso, em caso de dúvidas a respeito dos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o pesquisador pelo e-mail: hugo.siscar@ifms.edu.br e/ou pelo telefone (67) 99135-9898 ou pelo CEP UNIDERP pelo telefone (67) 3309-6504 e/ou no endereço: Rua Alexandre Herculano, 1.400 (Anexo a Secretaria de Pesquisa e Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Bloco E2), Bairro Jardim Veraneio, Campo Grande – MS, CEP: 79.037-280, e-mail: cep.uniderp@uniderp.br.

Sendo assim, Eu, _____, portador(a) do CPF _____, nascido(a) em ____/____/_____, residente no endereço _____, na cidade de _____, Estado _____, podendo ser contatado(a) pelo número telefônico () _____ fui informado(a) dos objetivos desta pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o termo de consentimento do(a) meu(minha) responsável já sido assinado, declaro que concordo em participar desse estudo e que recebi uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Coxim-MS, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do(a) estudante

Assinatura do pesquisador

Pesquisador responsável: Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar

Orientador: Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello

Endereço profissional: Rua SalimeTanure, s/nº, Santa Tereza. Coxim – MS

Contato do pesquisador: (67) 99135-9898 / **E-mail:** hugo.siscar@ifms.edu.br

APÊNDICE E - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Para menores de idade)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa que fará parte da dissertação de Mestrado “**Proposta de aplicação de atividades práticas *on-line* integrando eletrodinâmica e Arduino**”, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica - PROFEPT, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – IFMS, *Campus* Campo Grande, sob a coordenação do mestrando Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar e orientação do Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello.

Esta pesquisa tem o objetivo de investigar a aprendizagem dos estudantes do Curso Técnico Integrado em Informática do IFMS *Campus* Coxim por meio da aplicação de atividades práticas *on-line* baseadas na Teoria de Vygotsky, integrando conceitos de eletrodinâmica e Arduino. As atividades relativas à pesquisa serão realizadas no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus* Coxim.

Dessa forma, tal pesquisa justifica-se pelo fato de disponibilizar ao docente um Produto Educacional (PE) no formato digital (PDF interativo) para apoio pedagógico às suas aulas, com vistas a proporcionar uma melhor interação entre professor/aluno e/ou aluno/aluno e potencializar a relação ensino-aprendizagem.

Caso você concorde com essa pesquisa, sua participação se dará mediante a realização de uma avaliação diagnóstica *on-line*, para fins de levantamento do conhecimento prévio dos participantes em relação aos conteúdos de eletrodinâmica. De acordo com o resultado da avaliação, haverá ou não a necessidade de realizar aulas preparatórias abordando conteúdos sobre eletrodinâmica e sobre Arduino antes da aplicação das atividades práticas *on-line*. Durante a aplicação do PE, os participantes serão divididos em pequenos grupos para realização das atividades. Após esta etapa, os participantes responderão dois questionários por meio do *Google Forms*, onde o primeiro será a avaliação da aprendizagem e o segundo sobre as percepções sobre a aplicação do produto educacional.

As respostas serão utilizadas exclusivamente para análise e compor observações dentro do campo pesquisado. Os dados gerais coletados poderão constar de apresentação visual do trabalho ou de impressão, sempre resguardando a identificação dos participantes.

Todas as atividades serão gravadas e/ou filmadas para análise posterior. Considera-se que essa pesquisa possui alguns riscos mínimos concernentes à possibilidade remota de vazamento de dados pessoais, mas para que isso não ocorra apenas o pesquisador responsável pelo estudo ficará em posse de todos os dados coletados, arquivando-os com máxima segurança e guardando-os em anonimato.

Também há o risco de um eventual constrangimento de alguns participantes por conta da filmagem das aulas, o que costuma ser minimizado devido à dinâmica das atividades, além do esclarecimento por parte do pesquisador que as filmagens não serão divulgadas e que serão utilizadas apenas para análise dos dados da pesquisa.

Para participar o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento e você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você poderá ser esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar, sendo livre para participar ou recusar-se a participar. O (A) responsável por você poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do (a) responsável por você.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em **duas vias** originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra lhe será fornecida. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa, e a Resolução 510/2016, que trata de pesquisas em Ciências Humanas e Sociais que envolvem a utilização de dados obtidos com os participantes ou de informações identificáveis. Para quaisquer esclarecimentos a respeito da pesquisa você poderá consultar o pesquisador por meio dos contatos que seguem no final deste termo.

Além disso, em caso de dúvidas a respeito dos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o pesquisador pelo e-mail: hugo.siscar@ifms.edu.br e/ou pelo telefone (67) 99135-9898 ou pelo CEP UNIDERP pelo telefone (67) 3309-6504 e/ou no endereço: Rua Alexandre Herculano, 1.400 (Anexo a Secretaria de Pesquisa e Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Bloco E2), Bairro Jardim Veraneio, Campo Grande – MS, CEP: 79.037-280, e-mail: cep.uniderp@uniderp.br.

Sendo assim, Eu, _____, portador(a) do CPF _____, nascido(a) em ____/____/_____, residente no endereço _____, na cidade de _____, Estado _____, podendo ser contatado(a) pelo número telefônico () _____ fui informado(a) dos objetivos desta pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o termo de consentimento do (a) meu (minha) responsável já sido assinado, declaro que concordo em participar desse estudo e que recebi uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Coxim-MS, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do(a) responsável

Nome do(a) menor

Assinatura do pesquisador

Pesquisador responsável: Hugo Eduardo Pimentel Motta Siscar

Orientador: Prof. Dr. Dante Alighieri Alves de Mello

Endereço profissional: Rua SalimeTanure, s/nº, Santa Tereza. Coxim – MS

Contato do pesquisador: (67) 99135-9898 / **E-mail:** hugo.siscar@ifms.edu.br

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO 01: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Este questionário será realizado para fins de levantamento prévios sobre corrente elétrica e resistores.

PARTE 1 – INFORMAÇÕES PESSOAIS

IFMS *Campus* Coxim

Curso: _____

Semestre: _____ Idade: _____

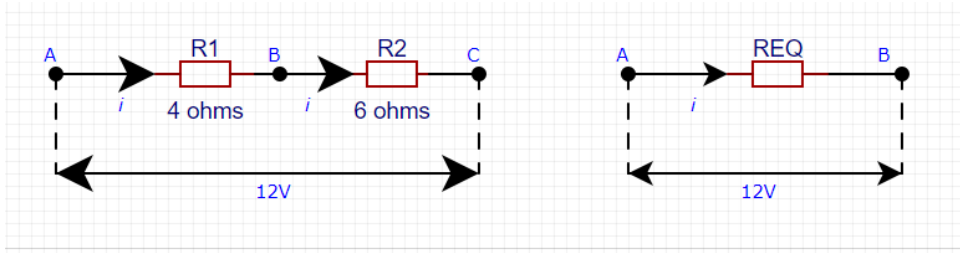
PARTE 2 – CONCEITOS

Considerando seus conhecimentos sobre os assuntos citados, responda as questões a seguir:

Questão 1. A corrente elétrica está presente no dia-a-dia das pessoas, seja no celular, aparelhos eletrônicos, no uso da eletricidade em casa, dentre outros. Assim, conceitue corrente elétrica.

Questão 2. Alguns componentes elétricos estão presentes no nosso dia-a-dia mas nem sempre os percebemos. Um exemplo disso são os resistores. O que são resistores? Onde eles são frequentemente utilizados?

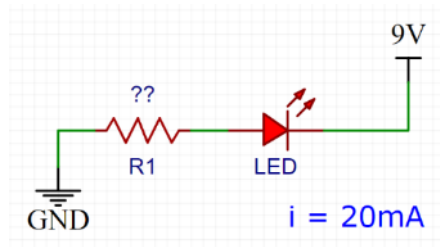
Questão 3. Frequentemente, em determinados tipos de “pisca-pisca” de Natal, diversas lâmpadas são associadas em série. Em condições específicas as lâmpadas podem ser consideradas resistores ôhmicos. Com o objetivo de estudar estes circuitos um estudante associou em série por um condutor ideal dois resistores ôhmicos, de valores 4Ω e 6Ω . Uma bateria ideal fornece aos extremos da associação uma diferença de potencial (ddp) de 12V, como mostra a figura abaixo.



Calcule:

- a resistência equivalente da associação;
- a intensidade da corrente elétrica de cada resistor;

Questão 4. O circuito abaixo possui uma fonte de alimentação de 9V, um resistor R1 e um LED (*light-emitting diode* ou diodo emissor de luz). Considerando que o LED necessite de uma tensão de 2V e uma corrente de 20mA para funcionar corretamente, calcule o valor do resistor para acionar esse LED.

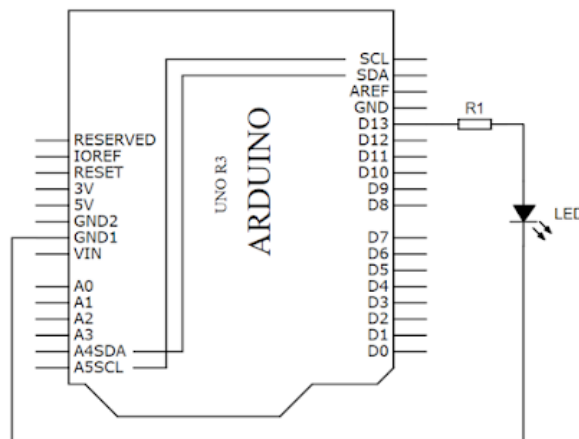


APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO 02: AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Este questionário será realizado para fins de avaliação da aprendizagem.

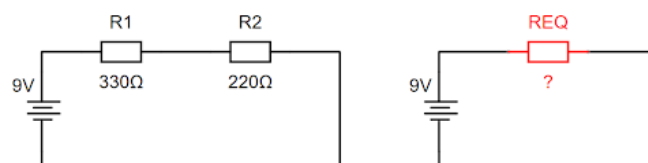
Nome completo: _____

Questão 1. A porta digital 13 do Arduino fornece uma alimentação de 5V para o circuito. Considerando que o LED necessita de uma tensão de 2V e uma corrente de 20mA para funcionar corretamente, calcule o valor do resistor R1 para acionar esse LED.



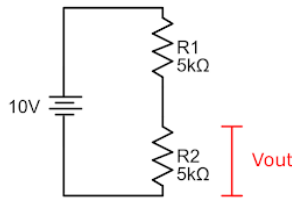
Questão 2. Considerando que as portas digitais do Arduino podem assumir dois estados, LOW e HIGH (nível baixo ou alto, ligado ou desligado), qual a tensão correspondente em cada estado?

Questão 3. Frequentemente, em determinados tipos de “pisca-pisca” de Natal, diversas lâmpadas são associadas em série. Em condições específicas as lâmpadas podem ser consideradas resistores ôhmicos. Com o objetivo de estudar estes circuitos um estudante associou em série por um condutor ideal dois resistores ôhmicos, de valores $R_1 = 330\Omega$ e $R_2 = 220\Omega$. Uma bateria ideal fornece aos extremos da associação uma diferença de potencial (ddp) de 9V, como mostra a figura abaixo. Com base nessas informações, calcule: (a) a resistência equivalente da associação. (b) a intensidade de corrente elétrica. (c) a tensão em cada resistor:

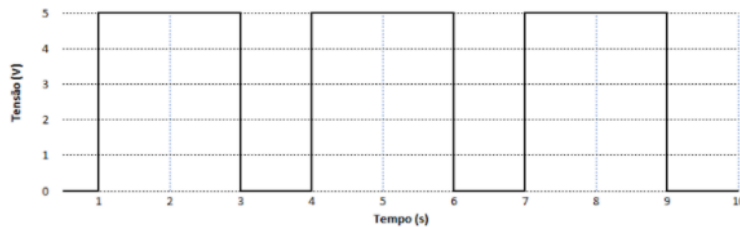
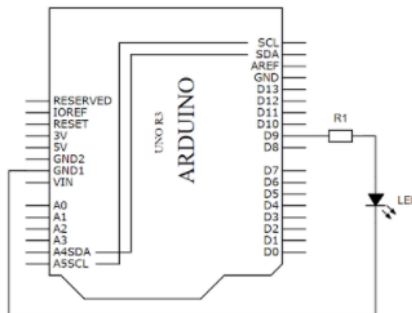


Questão 4. Quatro resistores idênticos de $R = 40\Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:

Questão 5. O potenciômetro pode assumir diversas funções dentro de um circuito, dentre elas pode funcionar como um divisor de tensão. Observe o esquemático abaixo e informe a tensão de saída em R2 (V_{out}).



Questão 6. Observe o esquemático e a forma de onda do gráfico abaixo. Desenvolva um algoritmo (ou código em Linguagem C++) que representa o funcionamento deste circuito.



Questão 07. Existem dois tipos de corrente elétrica. Quais são as características de cada tipo de corrente?

Questão 8. Qual o Arduino de corrente utilizada pelo Arduino?

APÊNDICE H - SOBRE O CONTEÚDO: ELETRODINÂMICA E ARDUINO

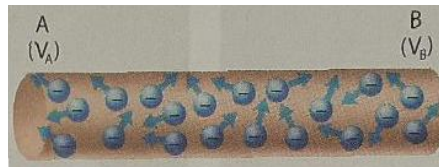
Os livros didáticos do Ensino Médio discorrem sobre Eletrodinâmica como sendo uma parte da Física que se ocupa com circuitos elétricos, sistemas fechados em que valem os princípios de Conservação de Carga e de Conservação da Energia (YAMAMOTO e KAZUHITO, 2017, p. 96). Esta seção relaciona os conceitos dos conteúdos abordados neste projeto sob a ótica dos livros didáticos.

CORRENTE ELÉTRICA

A corrente elétrica é definida como movimento ordenado de elétrons livres no interior de um condutor. Em um condutor metálico em forma de fio, inicialmente em equilíbrio eletrostático: o campo elétrico no seu interior é nulo ($E = 0$), porque não há diferença de potencial elétrico entre suas extremidades ($V_A = V_B$). Os elétrons livres estão em um movimento desordenado.

Figura 39 - Elétrons livres em movimento desordenado.

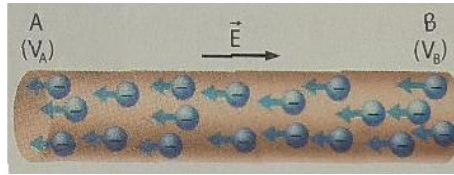
Condutor em equilíbrio: $\vec{E} = \vec{0}$; $V_A = V_B = \text{constante}$.



Fonte: YAMAMOTO e KAZUHITO, 2016, p. 97.

Ao estabelecer-se uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades A e B, surge em seu interior um campo elétrico $E \neq 0$. Devido a isso, cada partícula eletrizada com carga elétrica q fica sujeita a uma força elétrica de intensidade $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$. Essa força é o que causa o movimento ordenado dos elétrons, em sentido contrário ao do vetor \vec{E} , originando a corrente elétrica.

Figura 40 - Elétrons livres em movimento ordenado.
 Condutor sob diferença de potencial: $E \neq 0; V_A - V_B = \text{constante} \neq 0$.



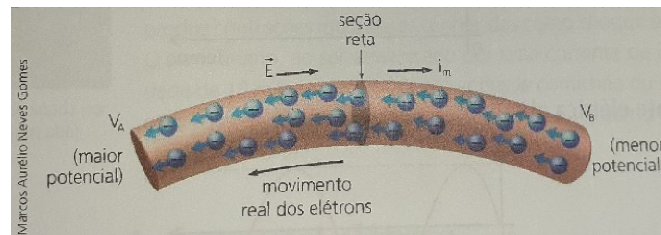
Fonte: YAMAMOTO e KAZUHITO, 2016, p. 97.

Os elétrons livres movimentam-se no interior de um condutor sempre no sentido de aumento do potencial elétrico, ou seja, do potencial elétrico menor para o maior.

A **intensidade média de corrente elétrica** i_m pode ser obtida pelo quociente entre a quantidade de carga elétrica q que atravessa uma seção reta do condutor e o respectivo intervalo de tempo Δt gasto para percorrê-lo, como mostra a equação 5.

$$i_m = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (5)$$

Figura 41 – Fluxo ordenado de elétrons.



Fonte: YAMAMOTO e KAZUHITO, 2016, p. 99.

Sendo n o número de elétrons que passam pela seção reta do condutor em um intervalo de tempo Δt e o valor absoluto da carga de um elétron (carga elementar $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$), podemos escrever $q = n \cdot e$ assim, a expressão que calcula a corrente se converte em:

$$i_m = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \quad (6)$$

A **unidade de medida** da intensidade da corrente elétrica é o Ampère (A). Como a unidade de medida da quantidade de carga elétrica no Sistema Internacional

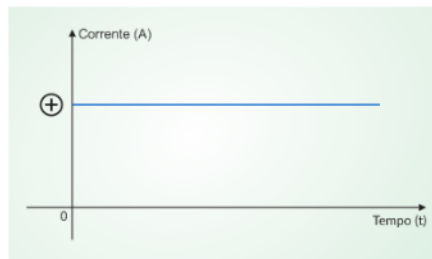
de medidas (SI) é o Coulomb (C) e o tempo é medido em segundos, temos:

$$1A = \frac{1C}{1s} \quad (7)$$

Corrente contínua

A corrente elétrica contínua (CC) possui sempre uma intensidade constante ao longo do tempo.

Figura 42 – Corrente elétrica contínua (CC).

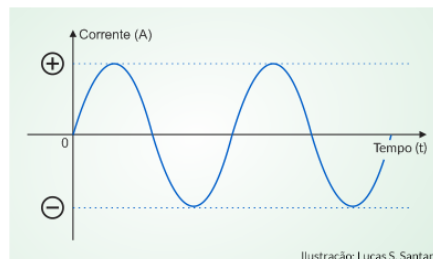


Fonte: <https://blog.bluesol.com.br/corrente-alternada-e-continua-diferencas/>

Corrente alternada

A corrente alternada (CA) varia a sua intensidade em função do tempo de forma senoidal. No Brasil a alternância tem frequência de 60 Hz (60 ciclos por segundo).

Figura 43 – Corrente alternada.



Fonte: https://blog.bluesol.com.br/corrente-alternada-e-continua-diferencas

RESISTORES

Resistência elétrica é a capacidade de um objeto de opor-se à passagem de corrente elétrica quando submetido a uma diferença de potencial. A figura 44 apresenta a simbologia elétrica do resistor no padrão europeu e americano,

respectivamente.

Figura 44 – Simbologia elétrica do Resistor.



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Upor_simbol1.png

Primeira Lei de Ohm: aplicando uma ddp U nos terminais de um resistor sabemos que ele é percorrido por uma corrente elétrica i . George Simon Ohm (1789 – 1854) demonstrou experimentalmente que, se a temperatura do resistor permanecer constante, a intensidade de corrente i mantém-se diretamente proporcional à ddp U empregada:

$$U = R \times i \quad (8)$$

No Sistema Internacional (SI) a unidade de medida da resistência elétrica é o ohm (Ω).

Sendo: $U = 1V$ (volt) e $i = 1A$ (ampère) e $R = \frac{U}{i}$, temos $R = \frac{1V}{1A} = 1\Omega$ (*ohm*). (9)

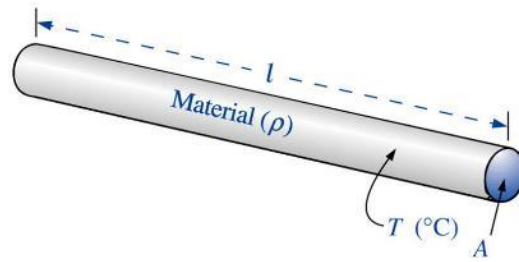
Segunda Lei de Ohm (Resistividade): resistividade é uma grandeza característica do material e depende da temperatura alcançada por ele.

Tendo um resistor em forma de fio, Ohm verificou experimentalmente que sua resistência elétrica é diretamente proporcional ao seu comprimento l e inversamente proporcional à área A de uma seção transversal dele:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (10)$$

Essa expressão representa a **Segunda Lei de Ohm**, em que ρ (letra grega rô) é a constante de proporcionalidade denominada resistividade, grandeza que depende do material e da temperatura alcançada pelo resistor.

Figura 45 – Fatores que afetam a resistência de um condutor.



Fonte: BOYLESTAD, 2012, p. 52.

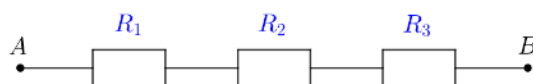
$$\text{No SI, } \rho = \frac{1\Omega.m^2}{1m} = 1\Omega.m \text{ (ohm.metro)}. \quad (11)$$

Associação de resistores

Os resistores podem ser associados em série, em paralelo ou de forma mista. Qualquer que seja o tipo de associação existe sempre um resistor “único”, de resistência equivalente (R_e), que tem o valor correspondente a todos os resistores componentes da associação. Esse resistor é chamado resistor equivalente e o seu valor é a resistência que, substituindo todos os resistores do conjunto, deixa passar a mesma corrente.

Na **associação em série** todos os resistores são percorridos pela mesma intensidade de corrente. Entretanto, as *d.d.p's* entre os extremos de cada um serão diferentes se os resistores associados forem diferentes. A figura 46 mostra n resistores de resistências iguais a R_1, R_2, \dots, R_n , associados em série:

Figura 46 – Associação em série de n resistores entre os pontos A e B.

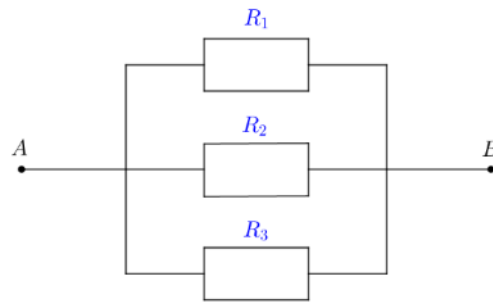


Fonte: <https://noic.com.br/materiais-fisica/cursos/aula-5-6-associacoes-de-resistores>

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (12)$$

Já na associação em paralelo todos os resistores devem estar sob a mesma diferença de potencial. Entretanto as intensidades de corrente que atravessam cada resistor são diferentes se os resistores associados não são iguais.

Figura 47 - Associação em paralelo de n resistores entre os pontos A e B.



Fonte: <https://noic.com.br/materiais-fisica/cursos/aula-5-6-associacoes-de-resistores>

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (13)$$

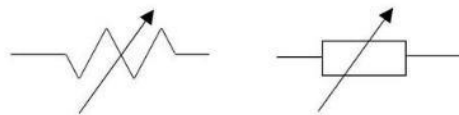
Para o cálculo com dois resistores, temos:

$$R_{eq} = \frac{(R_1 \times R_2)}{(R_1 + R_2)} \quad (14)$$

Potenciômetro

Potenciômetros, ou pots, permitem que você ajuste a resistência continuamente. Pots são dispositivos de três terminais, o que significa que proporcionam três locais para se conectar ao mundo externo (PLATT, 2016). Entre os terminais externos existe uma resistência fixa – o valor máximo do pot. A figura 48 apresenta a simbologia do potenciômetro no padrão americano e europeu, respectivamente.

Figura 48 – Símbolo do potenciômetro.



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Potenciometre_simbol.jpg

Entre o terminal central e a extremidade de qualquer terminal final a quantidade de resistência varia dependendo da posição de um eixo rotativo ou outro mecanismo de controle na parte externa do potenciômetro.

Dentro do potenciômetro há uma trilha de resistência com conexões em ambas as pontas e um cursor que se move ao longo da trilha. Cada ponta da trilha de resistência está eletronicamente conectada a um dos dois terminais finais no lado

externo do potenciômetro, motivo pelo qual a resistência entre os dois terminais finais é fixa e igual ao valor máximo do potenciômetro.

O cursor dentro do potenciômetro é eletricamente conectado ao terminal central e mecanicamente conectado a um eixo ou parafuso, dependendo do tipo de potenciômetro. Ao mover o cursor, a resistência entre o terminal central e um dos terminais fixos varia de 0 (zero) até o valor máximo, enquanto a resistência entre o terminal central e o outro terminal fixo varia do valor máximo até 0 (zero). Não é surpresa que a soma das duas resistências variáveis sempre seja igual à resistência máxima fixa (ou seja, a resistência entre os dois terminais finais).

LDR – Light Dependent Resistor

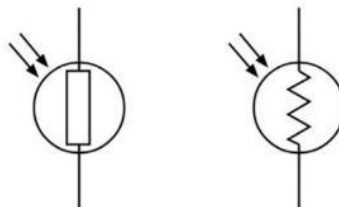
Platt (2016) conceitua LDR como sendo dispositivos cuja resistência varia com a intensidade da luz que incide sobre eles. A resistência diminui com o aumento da intensidade da luz. Conforme a incidência de luz diminui sob o LDR, a resistência aumenta. A figura 49 apresenta um LDR e a figura 50 mostra sua simbologia utilizada em circuitos.

Figura 49 – LDR 5mm.



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LDR-gs-2012.jpg>

Figura 50 – Símbolo do LDR.



Fonte: https://www.usinainfo.com.br/resistor/ldr-sensor-de-luminosidade-5mm-2982.html?search_query=ldr&results=19

Na seção seguinte apresentaremos o Arduino, as especificações do hardware, o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) e linguagem de programação utilizada para desenvolver as atividades deste projeto de pesquisa.

CONHECENDO O ARDUINO

Arduino é o que chamamos de uma plataforma de computação física embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software* (MCROBERTS, 2011). Para fazer isso utiliza-se a linguagem de programação Arduino (baseada em *Wiring*) e o *Software* Arduino (IDE¹²), baseado em *Processing*, que envia um conjunto de instruções para o microcontrolador da placa (ARDUINO, 2021).

Para McRoberts (2011) a maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a sua facilidade de utilização. As pessoas podem aprender o básico e criar projetos em um tempo relativamente curto, mesmo não tendo conhecimentos técnicos sobre *hardware* ou programação.

O Arduino possui *hardware* e *software* de fonte aberta, ou seja, qualquer pessoa pode utilizá-lo livremente para qualquer finalidade. Neste sentido existem várias placas “clone” disponíveis no mercado. Como o nome “Arduino” é uma marca registrada, não pode ser utilizado sem a permissão da equipe do Arduino. Neste projeto de pesquisa utilizaremos o Arduino Uno que é:

[...] uma placa microcontrolada baseada no ATmega328P, possuindo 14 pinos de entrada / saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um ressonador de cerâmica de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), uma conexão USB, um conector de alimentação, um conector ICSP e um botão de reinicialização (ARDUINO, 2021).

A seguir serão apresentadas as características do *hardware* do Arduino Uno, as formas de alimentação e funções de alguns pinos de Entrada/Saída.

Hardware do Arduino Uno

Evans, Noble e Hochenbaum (2013) destacam que a maior diferença entre o Uno e seus antecessores é a inclusão de um microcontrolador programado ATmega8U2 como um conversor USB / Serial, substituindo o chipset FTDI. No Quadro 46 observamos o detalhamento das especificações técnicas do Arduino Uno.

Quadro 46 - Especificações técnicas do Arduino Uno.

Especificações técnicas	
Microcontrolador	ATmega328P

¹² *Integrated Development Environment* (IDE) – “Ambiente de Desenvolvimento Integrado”.

Tensão operacional	5V
Tensão de entrada (recomendado)	7-12V
Tensão de entrada (limite)	6-20V
Pinos de E / S digitais	14 (dos quais 6 fornecem saída PWM)
Pinos de E / S digital PWM	6
Pinos de entrada analógica	6
Corrente DC por pino de I / O	20 mA
Corrente DC para pino de 3,3 V	50 mA
Memória <i>flash</i>	32 KB (ATmega328P) dos quais 0,5 KB usados pelo <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidade do relógio	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Comprimento	68,6 mm
Largura	53,4 mm
Peso	25 g

Fonte: <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>.

De acordo com o *datasheet*¹³ do Arduino Uno podemos utilizar a conexão USB ou uma fonte de alimentação externa para fornecer a energia necessária alimentar o Arduino Uno. A fonte de alimentação externa pode ser um adaptador de corrente alternada (CA) para corrente contínua (CC) ou uma bateria. A tensão da fonte externa pode variar de 6 a 20 volts, porém recomenda-se alimentá-lo com uma tensão na faixa de 7 a 12 volts para melhor estabilidade. O Quadro 47 relaciona os pinos de alimentação.

Quadro 47 - Pinos de alimentação do Arduino Uno.

Pinos	Funções
VIN	A entrada de alimentação para a placa Arduino quando se está utilizando uma fonte de alimentação externa (em oposição à conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada). Você pode fornecer alimentação através deste pino, ou se estiver fornecendo tensão por meio do conector de alimentação acesse-o por meio deste pino.
5V	A fonte de alimentação regulada usada para o microcontrolador e para outros componentes na placa. Pode vir tanto do VIN através do regulador embarcado ou da conexão USB ou outra fonte regulada em 5V.
3V3	Uma fonte de 3,3V gerada pelo regulador embarcado. A corrente máxima suportada é de 50mA.
GND	Pinos terra.

Fonte: <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>

Cada um dos 14 pinos digitais podem ser utilizados como uma entrada ou uma

¹³ *Datasheet*, ou folha de dados, é um termo técnico usando para identificar um documento relativo a um determinado produto, conteúdo suas especificações técnicas (Fonte: Wikipédia). *Datasheet* do Arduino pode ser acessado pelo link: <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>

saída utilizando-se as funções *pinMode()*, *digitalWrite()*, e *digitalRead()*. Eles operam a 5V. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo de 40mA e tem um resistor *pull-up* interno (desconectado por padrão) de 20-50kΩ. O Quadro 48 descreve as funções especializadas de alguns pinos do Arduino Uno, a seguir:

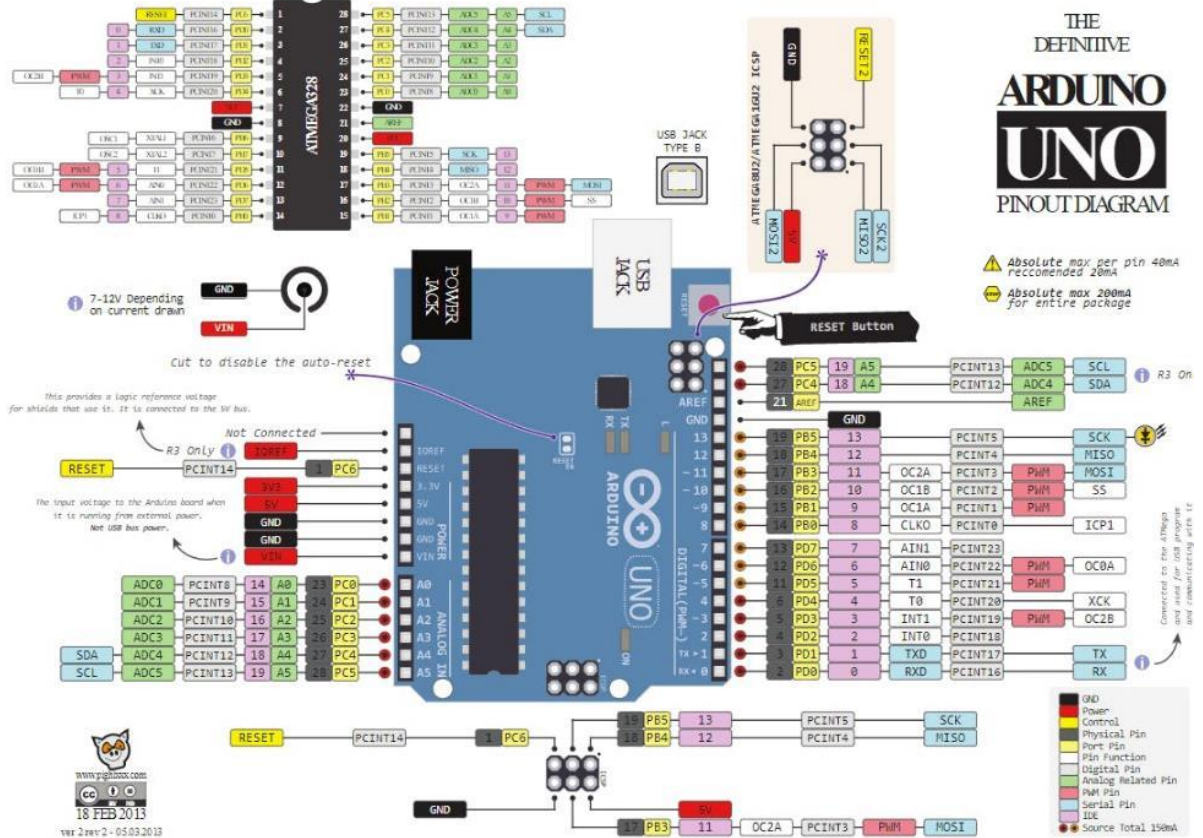
Quadro 48 - Funções especializadas de alguns pinos do Arduino Uno.

Pinos	Funções
Serial: 0 (RX) e 1 (TX)	Usados para receber (RX) e transmitir (TX) dados seriais TTL. Estes pinos são conectados aos pinos correspondentes do chip serial USB-para-TL ATmega8U2.
Interruptores Externos: 2 e 3	Estes pinos podem ser configurados para disparar uma interrupção de acordo com alguma variação sensível pelo circuito. Veja a função <code>attachInterrupt()</code> para mais detalhes.
SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)	Estes pinos dão suporte a comunicação SPI utilizando a biblioteca SPI.
LED: 13	Há um LED integrado ao pino digital 13. Quando este pino está no valor HIGH este LED está aceso, quando o pino está em LOW o LED está apagado.
I2C: 4 (SDA) and 5 (SCL)	Fornecem suporte a comunicação I2C (TWI) utilizando a biblioteca Wire.
AREF	Voltagem de referência para as entradas analógicas. Utilizado com a função <code>analogReference()</code> .
Reset	Envio o valor LOW para esta linha para resetar o microcontrolador. Tipicamente usado para adicionar um botão de reset para Shields montados sobre a placa original.

Fonte: <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>

A figura 51 apresenta o diagrama de pinagem do Arduino Uno, os pinos de alimentação, analógicos e digitais (PWM).

Figura 51 - Diagrama de pinagem do Arduino UNO.



Fonte: <https://www.circuito.io/blog/arduino-uno-pinout/>

Software para o Arduino

O IDE do Arduino¹⁴ fornece tudo o que é necessário para programá-lo, incluindo vários exemplos de programas ou *sketchs* (blocos de códigos), que demonstram como conectá-lo e comunicá-lo com alguns dispositivos, tais como LEDs, LCDs e alguns sensores (EVANS, NOBLE e HOCHENBAUM, 2013). Também podemos programá-lo por meio da *interface Arduino Web Editor*, que possui todas as funcionalidades da versão *off-line* e pode ser utilizado gratuitamente em por meio do *link* <https://create.arduino.cc>, bastando criar uma conta na plataforma.

Após instalar o *Arduino IDE Desktop* podemos explorar suas funcionalidades. A figura 52 exibe a tela inicial da IDE preenchida com as duas funções básicas do Arduino: *setup()* e *loop()*. McRoberts (2011) aponta que a função *setup()* é executada somente uma vez no início do programa e é nela que serão emitidas as instruções

¹⁴ Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>

gerais para preparar o programa antes que o loop principal seja executado, como a definição dos modos dos pinos, das taxas de transmissão serial, etc. A função `loop()` é a função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.

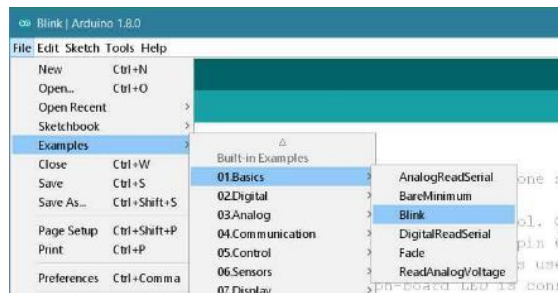
Figura 52 – Tela inicial da IDE Desktop.



Fonte: https://create.arduino.cc/projecthub/Arduino_Genuino/getting-started-with-the-arduino-desktop-ide-623be4

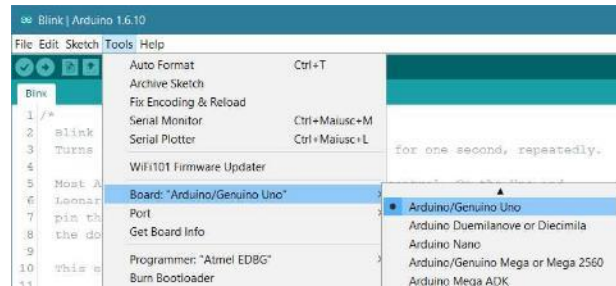
A figura 53 mostra o passos para abrir o exemplo do *sketch* “*Blink*”, por meio do caminho: *File* > *Examples* > *01.Basics* > *Blink*.

Figura 53 – Abrindo um exemplo.



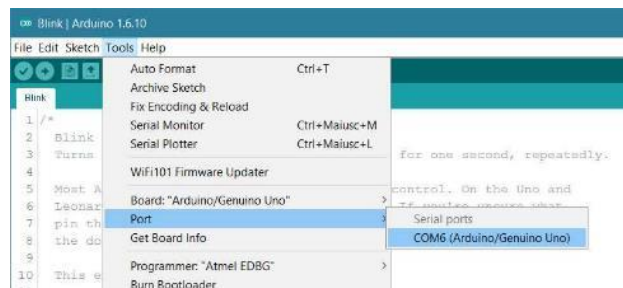
Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>

Considerando que o Arduino esteja conectado via cabo USB no computador, devemos selecionar a placa correspondente ao modelo do Arduino que o usuário possui, no nosso caso, o Arduino/Genuino Uno, conforme demonstrado na figura 54.

Figura 54 – Selecionando a placa.

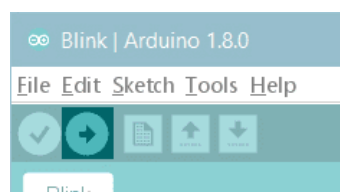
Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>.

Para que o Arduino possa comunicar-se corretamente com o computador é necessário configurar a porta correta na qual ele está conectado. Essa etapa pode ser visualizada na figura 55. Normalmente as portas COM1 e COM2 são reservadas para as portas seriais de *hardware*, então é provável que a porta correta seja a COM3 ou superior.

Figura 55 – Configurando a porta.

Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>

Após realizar essas configurações e inserir o programa de exemplo podemos clicar no botão "Upload", identificado na figura 56. O botão "Upload" serve para verificar se não houve nenhum erro de sintaxe e enviar o código fonte para o Arduino.

Figura 56 – Botão "Upload".

Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>

Logo os LEDs RX e TX piscarão na placa Arduino. Após o *Upload* concluído, devemos observar o LED do pino 13 piscar na placa.

Os conhecimentos básicos necessários para programar o Arduino utilizando o Linguagem de Programação C++ serão apresentados no próximo tópico.

Noções básicas de programação em C++

Este tópico apresenta os principais conceitos de programação que serão necessários para compreensão das atividades propostas neste projeto de pesquisa. Salienta-se que são conceitos introdutórios visando estimular a aproximação do docente que não tem familiaridade com o mundo do Arduino.

A linguagem do Arduino é baseada em C/C++. Conforme a Documentação de Referência da Linguagem Arduino (ARDUINO.CC, 2021), a linguagem de programação do Arduino pode ser dividida em três partes principais: estruturas, valores (variáveis e constantes) e funções. Veremos um pouco mais sobre elas a seguir.

Alguns elementos de sintaxe

Ponto e vírgula – ;

Esse símbolo informa ao compilador que a instrução está completa. Esquecer de finalizar uma linha com ponto e vírgula causa erro de compilação (ARDUINO.CC, 2021).

Chaves – { }

Todo o código dentro da função está contido entre chaves. Um símbolo { inicia o bloco de código, e um símbolo } termina o bloco. Tudo que existir entre esses dois símbolos, no código, fará parte da função (MCROBERTS, 2011, p.43).

Comentário - //

Qualquer texto que inicie dessa forma é ignorado pelo compilador. Comentários são essenciais em seu código; eles ajudam a compreender como seu código funciona

(MCROBERTS, 2011).

Comentário em bloco - /* */

O começo de um **comentário em bloco** ou **comentário de múltiplas linhas** é marcado pelo símbolo `/*` e o símbolo `*/` marca o seu final. Esse tipo de comentário é chamado assim pois pode se estender por mais de uma linha; uma vez que o compilador encontre o símbolo `/*` ele ignora o texto seguinte até encontrar um `*/` (ARDUINO.CC, 2021). Observe o exemplo a seguir:

Exemplo: `/*` Todo o texto dentro das
 barras e dos asteriscos
 é um comentário, e será
 ignorado pelo compilador `*/`

Operadores

Operadores **aritméticos** são usados para desenvolver operações matemáticas. No Quadro 49 apresentamos uma lista resumida de operações aritméticas do C/C++.

Quadro 49 - Operadores aritméticos.

Operação	Descrição
+	adição
-	subtração
*	multiplicação
/	divisão
%	resto da divisão

Fonte: Os autores.

Operadores **relacionais** ou de comparação (Quadro 50) realizam comparações entre as variáveis. Há também as operações de **booleanas**, listadas no Quadro 51.

Quadro 50 - Operadores de comparação.

Operação	Descrição
==	igual
!=	diferente
<	menor
>	maior

<=	menor igual
>=	maior igual

Fonte: Os autores

Quadro 51 - Operadores booleanos

Operação	Descrição
&&	e
	ou
!	não

Fonte: Os autores.

Estruturas de controle

As instruções de controle, ou condicionais, controlam o fluxo do seu código. A instrução *if* (se) é um exemplo de uma estrutura de controle, cujo propósito é verificar se determinada condição foi ou não atingida. Caso a condição seja verdadeira, a instrução executa o código dentro de seu bloco de código (MCROBERTS, 2011).

Se utilizarmos a instrução *if* junto com *else* (senão), no caso da sentença *if* for falsa, serão executados os comandos entre as chaves do *else*. Observe a sintaxe:

```

1 | if (condição1) {
2 |     comando a;
3 | }
4 | else if (condição2) {
5 |     comando b;
6 | }
7 | else {
8 |     comando c;
9 | }
```

Podemos analisar o código acima da seguinte forma: se (*if*) a determinada condição1 for satisfeita, execute os comandos entre chaves (comando a), caso contrário se (*else if*), ou seja, se a condição1 não for satisfeita, verifica a condição2. Se a condição2 for satisfeita, executa o comando b, caso contrário será executado o comando c.

A estrutura de repetição permite que uma sequência de instruções seja repetida quantas vezes o programador desejar. A função *loop()* já faz algo semelhante. Os principais comandos de repetição são o *for()* e o *while()*.

A sintaxe do comando *for* é:

```
for (inicialização; condição; incremento) {
  //comando(s);
}
```

A **inicialização** ocorre primeiro e apenas uma vez. A cada repetição do loop, a **condição** é testada; se é verdadeira, o bloco de comandos, e o **incremento** são executados. Quando a **condição** se torna falsa, o loop termina. (ARDUINO.CC, 2022).

Já a sintaxe do comando while é:

```
while (condição) {
  //código a ser executado repetidamente
}
```

A condição é uma expressão booleana que resulta em *verdadeiro (true)* ou *falso(false)*. (ARDUINO.CC, 2022)

Variáveis

McRoberts (2011) define uma variável como um local que podemos armazenar dados. Na linguagem C++ o nome da variável deve iniciar com uma letra e o restante pode ser formado por letras, números e *underscores (underline)*. Uma variável possui esse nome porque pode ser modificada. Existe uma diversidade de variáveis. A variável e o seu tipo devem ser declaradas antes de utilizá-las no código.

Evans, Noble e Hochenbaum (2013) afirmam que não é necessária a atribuição de um valor à variável, no entanto é considerada uma boa prática pois ajuda na localização de erros no código. Assim sendo, as duas instruções a seguir estão corretas:

```
1 | int media;           //cria a variável "media" do tipo inteiro (int).
2 | int media = 0;     //atribui o valor "0" à variável "media".
```

O Quadro 52 relaciona e descreve alguns tipos de variáveis. A Referência completa por ser consultada no em <https://www.arduino.cc/reference/pt/>.

Quadro 52 - Tipos de variáveis

Tipo de variável	Descrição	Exemplo de código
byte	Um número inteiro de 8 bits com um intervalo de 0 a 255.	byte myVariable = 215;

int	Abreviação de número inteiro; um número inteiro de 16 bits com um intervalo 32.767 a -32.768.	<code>int myVariable = 32.000;</code>
long	Um número inteiro longo armazenado como um valor de 32 bits com um intervalo de 2.147.483.647 a -2.147.483.648.	<code>long myVariable = 320.000</code>
float	Um número que tem um ponto decimal, armazenado como um valor de 32 bits com um intervalo de 3,4028325E+38 a -3,4028325E+38	<code>float myVariable = 3,14;</code>
unsigned int	Um número inteiro sem quaisquer valores negativos, armazenado como um valor de 16 bits com um intervalo de 0 a 65.545.	<code>unsigned int myVariable = 45.000;</code>
unsigned long	Um número inteiro sem quaisquer valores negativos, armazenado como um valor de 32 bits com um intervalo de 0 a 4.294.967.296.	<code>unsigned long myVariable = 569.124;</code>
word	Um número sem sinal, armazenado como um valor de 16 bits com um intervalo de 0 a 65.545 (o mesmo que um número inteiro sem sinal).	<code>word myVariable = 53.000;</code>
boolean	Uma variável booleana que detém um dos dois valores: verdadeiro ou falso.	<code>boolean myVariable = true;</code>
char	Um único caractere ASCII, armazenado como um número de 8 bits, ou byte. Isso permite que os caracteres possuam funções aritméticas executadas neles. O caractere 'c' é armazenado como o número 99, então você pode adicionar 2 a ele e obter 'e'.	<code>char myVariable = 'c';</code> <code>char myVariable = 99;</code>

Fonte: EVANS, NOBLE e HOCHENBAUM, 2013, p. 398 – 399.

Funções

Em linguagens de programação, funções são um conjunto de instruções que podem ser chamadas em qualquer parte do programa. Com esses conjuntos de instruções, a função pode retornar um valor ou executar uma determinada tarefa.

O Arduino possui algumas funções predefinidas: *pinMode()*, *digitalWrite()*, *delay()*, entre outras. As funções também podem ser criadas pelo programador, geralmente antes da função *setup()*.

```

1 | type functionName (parameters) {
2 |     //instruções de código;
3 | }
```

Fonte: Evans, Noble e Hochenbaum (2013, pg. 412)

É obrigatório que seja determinado o tipo de retorno quando a função retornar um valor. O tipo das variáveis de entrada (“*variáveis dentro dos parênteses*”) também deve ser informado. O trecho de código abaixo mostra uma função que converte a temperatura de Fahrenheit para Celsius e retorna o valor em Celsius.

```

1 | float calcTemp (float fahrenheit) {
2 |     float celsius;
3 |     celsius = (fahrenheit-32)*5/9;
4 |     return celsius;
5 | }
```

Fonte: Evans, Noble e Hochenbaum (2013, pg. 412)

A função é declarada como tipo `float` e é passado um valor para `fahrenheit`. Subtraindo 32 de `fahrenheit` e então dividindo por 1,8 tem-se o valor em `celsius`. A instrução `return` retorna o valor de `celcius` (EVANS, NOBLE E HOCHENBAUM, 2013, pg. 412).

Analisando o código da Atividade 04 – Pisca LED

A maioria das placas Arduino possuem um pino conectado a um LED on-board através de um resistor. A constante `LED_BUILTIN` é o número do pino ao qual o LED on-board está conectado. Na maioria das placas, esse LED é conectado ao pino digital 13 (ARDUINO.CC, 2021).

```

1 | // A função setup é executada uma vez quando você pressiona "reset" ou
2 | // liga a placa.
3 | void setup() {
4 |     // Inicializa o pino digital LED_BUILTIN como uma saída.
5 |     pinMode (LED_BUILTIN, OUTPUT);
6 | }
7 |
8 | // A função loop é executada repetidamente para sempre.
9 | void loop() {
10 |     digitalWrite (LED_BUILTIN, HIGH); // Liga o LED (HIGH é o nível de
11 | // tensão;
12 |     delay(1000); // Aguarda por um Segundo (1000 milissegundos)
13 |     digitalWrite (LED_BUILTIN, LOW); // Desliga o LED tornando a tensão
14 | // baixa.
15 |     delay(1000); // Aguarda por um segundo (1000 milissegundos)
16 | }
```

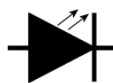
- **Linhas 1, 2, 4, 8, 11, 14.** Comentários gerais.

- **Linha 3.** Executa a função `setup()`. Possui apenas uma instrução, `pinMode()`, que diz ao Arduino desejamos definir o modo de um de seus pinos como saída (OUTPUT).
- **Linha 5.** Inicializando o pino `LED_BUILTIN` como um pino de saída;
- **Linha 6.** Término de execução da função `setup()`.
- **Linha 9.** Executa a função `loop()`. A função principal do programa e executa continuamente enquanto o Arduino estiver ligado.
- **Linha 10.** Atribui nível lógico alto para o pino de saída, ou seja, fornece uma tensão de 5V no pino 13, ligando o LED.
- **Linha 12 e 15.** Essa instrução diz ao Arduino para esperar 1.000 milissegundos, ou seja, 1 segundo.
- **Linha 13.** Atribui nível lógico baixo para o pino de saída, ou seja, fornece uma tensão de 0V no pino 13, desligando o LED.
- **Linha 16.** Término de execução da função `loop()`. Reinicia desde o princípio e assim infinitamente até que o Arduino seja desligado ou o botão *Reset* pressionado.

SOBRE O LED – Light Emitter Diode

Light Emitter Diode (LED), em português Diodo Emissor de Luz, “é um componente eletrônico semicondutor, mesma tecnologia utilizada nos *chips* dos computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz” (SCOPACASA, 2004, p. 5). A função do diodo nos circuitos eletrônicos é permitir a passagem da corrente elétrica em apenas uma direção. Caso a corrente tente retornar o diodo impede que ela o faça (MCROBERTS, 2011). A figura 57 mostra a representação elétrica do LED.

Figura 57 – Simbologia do LED.

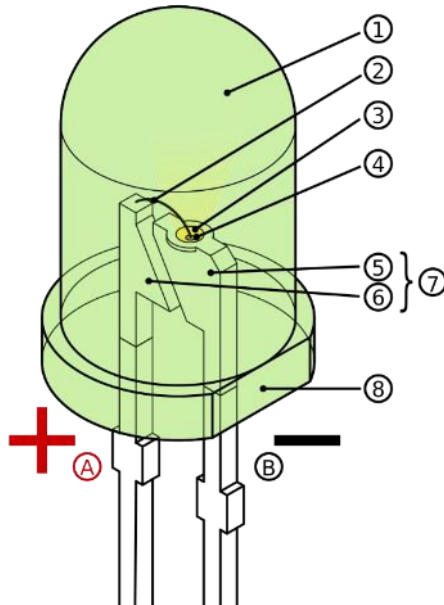


Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diodo_LED.png

Scopacasa (2004) aponta que o LED é um componente do tipo bipolar, ou seja, tem um terminal chamado ânodo e outro chamado cátodo. Dependendo de como for

polarizado permite ou não a passagem da corrente elétrica e, conseqüentemente, a geração ou não de luz. Os componentes que compõem a estrutura do LED são relacionados na figura 58.

Figura 58 – Componentes de um LED.



Rótulo	Descrição
A	Ânodo
B	Cátodo
1	Lente Epóxi / Encapsulamento
2	Fio condutor
3	Cavidade reflexiva
4	Semicondutor
5	Bigorna
6	Plaquetária
7	Estrutura
8	Borda plana

Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED,_5mm,_green_\(int\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED,_5mm,_green_(int).svg)

Ao observar um LED percebemos que os terminais tem comprimentos diferentes e um lado chanfrado (borda plana). São indicadores de qual terminal é o ânodo (positivo “+”), que possui o maior comprimento e deve ser conectado na alimentação de energia positiva, e o cátodo (negativo “-”), onde seu terminal tem menor comprimento e o lado chanfrado, devendo ser conectado ao terra.

Em se tratando de circuitos de baixa corrente elétrica o LED não será danificado se as polaridades forem conectadas da forma invertida. No entanto, McRoberts (2011) afirma que é essencial ligar o LED em série com um resistor limitador de corrente para não danificar permanentemente esse componente.

O dimensionamento errado do valor do resistor pode fazer com que a vida útil do LED seja reduzida ou não funcione adequadamente, podendo até mesmo queimá-lo. A maioria dos LEDs podem suportar uma corrente máxima de 20 mA antes de serem danificados. Estão disponíveis em diversas cores: vermelho, amarelo, laranja, verde, azul e branco. A Tabela 1 relaciona a faixa de tensão de acordo com a cor do LED.

Tabela 1 – Relação: cor x tensão x corrente do LED.

Cor do LED	Faixa de tensão	Corrente máxima
Vermelho	1,8 V – 2,0 V	20 mA
Amarelo	1,8 V – 2,0 V	20 mA
Laranja	1,8 V – 2,0 V	20 mA
Verde	2,0 V – 2,5 V	20 mA
Azul	2,5 V – 3,0 V	20 mA
Branco	2,5 V – 3,0 V	20 mA

Fonte: os autores.

A cor da luz emitida pelo LED é determinada pelo material semicondutor e não pela cor do encapsulamento. Os materiais que compõem o LED vermelho são: Fosforeto de Gálio (GaP); Fosforeto de Gálio e Arsênio (GaAsP); O LED amarelo e verde: Fosforeto de Gálio (GaP); Fosforeto de Índio, Gálio e Alumínio (InGaAlP) e o LED infra-vermelho: Arseneto de Gálio (GaAs); Arseneto de Fosforeto de Alumínio e Gálio (GaAlAs).

Os LEDs estão disponíveis nos mais diversos modelos, sendo alguns deles: difusos, de alto brilho, fitas de LED, bicolores, RGB ou tricolores, SMD, matriz de LEDs, entre outros. Também atendem a uma ampla gama de aplicações estando presente nos relógios, televisões, iluminação automotiva, residencial e pública, dispositivos móveis. Estudos revelam a utilização do LED no tratamento de saúde¹⁵.

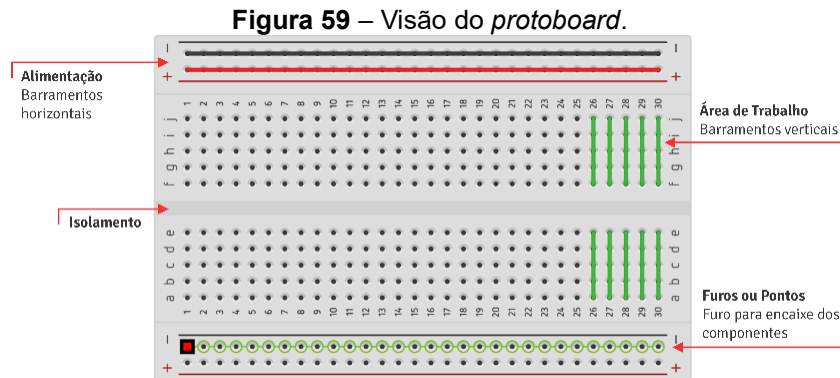
Na próxima seção discorreremos sobre um equipamento essencial para montagem e testes de circuitos eletrônicos, o *protoboard*.

ENTENDENDO O PROTOBOARD

Protoboard, placa de ensaio, *breadboard*, matriz de contato, placa de prototipagem são algumas denominações que encontraremos para o mesmo objeto. Platt (2016) caracteriza o protoboard como sendo uma pequena placa de plástico com furos separados por intervalos de 0,25 cm, conforme mostra na figura 59. Nela encaixamos os componentes e os fios (“jumpers”) nos furos de uma forma mais

¹⁵ Disponíveis em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/tratamento-com-leds-reduz-dor-em-pacientes-com-osteoartrite-no-joelho/> e <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/download/81/79/>

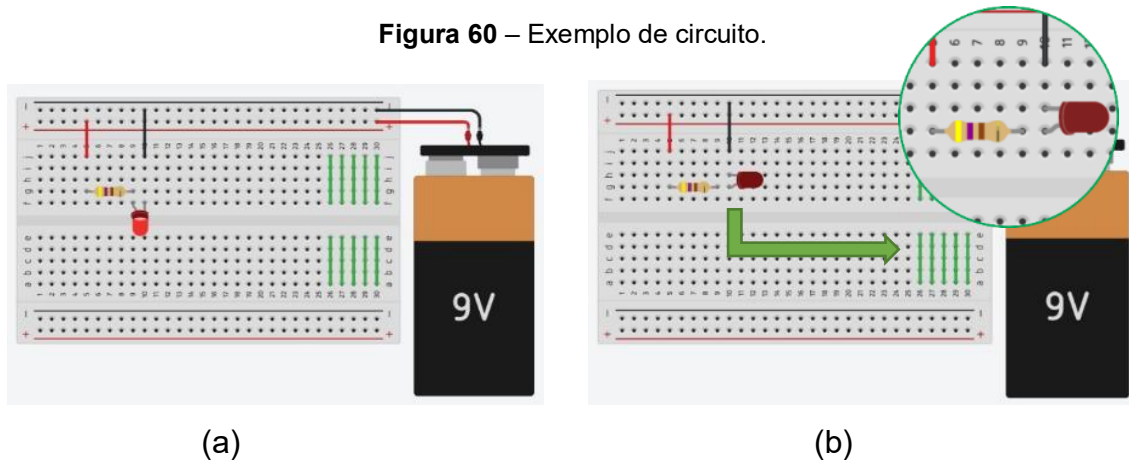
organizada. Os condutores que fazem as conexões ao longo das fileiras estão ocultos sob o material isolante.



Fonte: Os autores.

Note, na figura 60, que o barramento vertical da coluna 30, entre os pontos A e E, não é o mesmo barramento da coluna 30 entre os pontos F e J, existindo um espaço isolando-os. No entanto, devemos ter cuidado ao conectar os componentes para evitar curto-circuito. A figura 60a mostra a todos os componentes conectados corretamente.

Figura 60 – Exemplo de circuito.



Fonte: Os autores.

Como se vê na figura 60a, a bateria de 9V alimenta os barramentos horizontais. Destes barramentos são “puxados” os fios que conectam no resistor e LED, energizando todo o circuito. Observamos que o terminal do resistor conectado no ponto G9 e o terminal do LED conectado no ponto F9 estão no mesmo barramento vertical proporcionando um caminho para passagem de corrente elétrica. No caso da figura 60b observamos que os terminais do resistor e LED estão em barramentos verticais diferentes, portanto não estão conectados entre si, impedindo o fluxo ordenado de elétrons pelo circuito.