



Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física durante a formação docente

Adriana de Andrade

**São Paulo
2021**

Adriana de Andrade

**Um estudo das Representações Sociais
sobre a automatização da coleta de dados
no laboratório didático de física durante a
formação docente**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Vinicius Corrallo

São Paulo
2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos – IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pela autora

S237u ANDRADE, Adriana de

Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física durante a formação docente/ Adriana de Andrade. São Paulo: [s.n.], 2021. 205 f. il.

Orientador: Marcio Vinicius Corrallo

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFP, 2021.

1. Ensino de Física. 2. Automatização da coleta de dados. 3. Arduino. 4. Formação docente. 5. Representações Sociais. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.

ADRIANA DE ANDRADE

Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no
laboratório didático de física durante a formação docente

Dissertação apresentada e aprovada em 17
de dezembro de 2021 como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Marcio Vinicius Corrallo
IFSP – *Campus* São Paulo
Orientador e Presidente da Banca

Prof. Dr. Osvaldo Canato Junior
IFSP – *Campus* São Paulo
Membro da Banca

Prof. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira
IFSP – *Campus* Caraguatatuba
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marcio Vinicius Corrallo, pela paciência, atenção e apoio durante o processo de orientação, me apoiando sempre que precisei e me animando para enfrentar cada dificuldade em meio a pandemia, e principalmente por sempre ter me escutado.

Agradeço aos professores do programa, que mesmo remotamente, tivemos excelentes aulas, o que tanto contribuiu para o meu crescimento científico e intelectual.

Agradeço as valiosas contribuições durante o exame de qualificação do Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo da FEUSP e do Prof. Dr. Osvaldo Canato Junior, professor do programa.

Agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira por toda contribuição desde o início da minha trajetória acadêmica.

Agradeço à Diretoria de Pesquisa, Extensão e Pós-graduação (DPE) por conceder auxílio para que eu participasse de um congresso internacional, que contribuiu sobremaneira com o meu crescimento intelectual.

Agradeço aos meus amados filhos Gustavo e Alícia, cada um à sua maneira, me deram muito apoio e compreenderam a minha vontade de estudar.

Agradeço aos colegas do programa, mesmo que a pandemia encurtou a nossa convivência pessoalmente, a empatia nos ajudou a unir forças e enfrentar a pandemia, nos apoiando no ensino remoto. Quero agradecer em especial, aos colegas de turma Wesley, Glaucia, a Lígia e Juliana, que não mediram esforços para me ouvirem e hoje os chamo de amigos.

Agradeço aos colegas do Grupo de Pesquisa em Inovação Tecnológica para o Ensino de Física pelas contribuições, em especial aos colegas Luiz Finatti e Lucas Mortale, que sempre me motivaram e apoiaram.

Por fim, os meus agradecimentos vão para todos que participaram do curso de extensão, que foi o meu produto educacional, e aos professores e alunos da licenciatura em física que participaram do questionário de pesquisa, no momento pandêmico não foi fácil coletar dados.

“Cada sonho que você deixa pra trás,
é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.”
Steve Jobs

"Não se pode ensinar a alguém coisa alguma,
pode-se apenas auxiliar a descobrir por si mesmo."
Galileu

RESUMO

ANDRADE, Adriana de. **Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física durante a formação docente**. 2021. 205 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São Paulo, 2021.

Esta dissertação apresenta um estudo sobre as Representações Sociais de professores e estudantes de cursos de formação docente realizados em uma Instituição Pública de Ensino Superior. O referencial teórico-metodológico adotado foi a Teoria do Núcleo Central de Jean-Claude Abric, a qual se respalda na Teoria das Representações Sociais de Moscovici. A coleta de dados foi estruturada pela associação livres de palavras, tendo como termo indutor a automatização da coleta de dados, seguida da hierarquização e justificativa dos termos evocados. Participaram 55 respondentes, dentre eles, professores universitários, professores da educação básica, estudantes e egressos de cursos de licenciatura em física. Os dados foram processados pelo *software* Iramuteq, para a indicação da saliência por meio da análise prototípica. As análises apontaram os termos “agiliza_processos”, “dados_precisos” e “arduino” como possíveis candidatos a ocuparem o núcleo central da representação, demonstrando que o grupo não apresenta resistência, no entanto, percebe a automatização para benefício próprio. O produto educacional desta pesquisa foi um curso de extensão, intitulado “Arduino como recurso didático ao ensino de física”. O resultado do curso de extensão demonstrou que os professores se apropriaram da linguagem de programação, de modo a conseguirem manipular o Arduino, uma vez que, no projeto final, foram estruturados com o Arduino físico 6 projetos, e 5 projetos foram estruturados na plataforma TinkerCad, demonstrando que os professores na condição de cursistas conseguiram articular as leis da física com o Arduino. Outro resultado complementar foi obtido utilizando o indicador de centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality), que mostrou o nó “agiliza_processo” como o nó de maior importância na rede, indicando que a automatização da coleta de dados para estes grupos tem cunho demonstrativo e/ou verificador. Por fim, ressaltamos a necessidade de novas pesquisas que possam ampliar a discussão sobre o entendimento dos professores em relação à automatização da coleta de dados no laboratório didático de física.

Palavras-chave: Ensino de Física; Automatização da coleta de dados; Arduino; Formação docente; Representações Sociais.

ABSTRACT

ANDRADE, Adriana de. **A study of Social Representations on the automation of data collection in the physics teaching laboratory during teacher education.** 2021. Master's thesis (Master in Science and Mathematics Teaching) – Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo. São Paulo, 2021.

This dissertation presents a study on the Social Representations of teachers and students from teacher training courses carried out in a Public Institution of Higher Education. The theoretical-methodological framework adopted was Jean-Claude Abric's Theory of the Central Nucleus, which is supported by Moscovici's Theory of Social Representations. Data collection was structured by the free association of words, having as inducing term the automation of data collection, followed by the hierarchy and justification of the evoked terms. Fifty-five respondents participated, including university professors, basic education teachers, students and graduates of physics degree courses. Data were processed by the Iramuteq software, to indicate the salience through prototypical analysis. The analyzes pointed out the terms “agiliza_processes”, “precise_data” and “arduino” as possible candidates to occupy the central core of the representation, demonstrating that the group does not show resistance, however, they perceive automation for their own benefit. The educational product of this research was an extension course, entitled “Arduino as a didactic resource for teaching physics”. The result of the extension course showed that the teachers appropriated the programming language, in order to be able to manipulate Arduino, since, in the final project, 6 projects were structured with the physical Arduino, and 5 projects were structured on the TinkerCad platform, demonstrating that the professors as students were able to articulate the laws of physics with the Arduino. Another complementary result was obtained obusing the eigenvector centrality indicator (Eigenvector Centrality), which showed the node "agiliza_processo" as the most important node in the network, indicating that the automation of data collection for these groups is demonstrative and/or checker. Finally, we emphasize the need for further research that can broaden the discussion on the understanding of teachers in relation to the automation of data collection in the physics teaching laboratory.

Keywords: Teaching Physics; Automating data collection; Arduino; Teacher training; Social Representations.

Sumário

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	15
1.1 <i>Motivação</i>	15
1.2 <i>Objetivos</i>	17
<i>Objetivo geral</i>	17
<i>Objetivos específicos</i>	17
1.3 <i>Justificativa</i>	17
CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 <i>O uso de Arduino no laboratório didático de física</i>	20
CAPÍTULO III: A FORMAÇÃO DOCENTE E A TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS	27
3.1 <i>Teoria das Representações Sociais</i>	27
3.2 <i>Teoria do Núcleo Central</i>	31
3.3 <i>As Funções das Teorias Sociais</i>	33
3.4 <i>Aspectos teórico-metodológicos da Teoria do Núcleo Central</i>	36
3.4.1 <i>Técnica de Associação Livre de Palavras – TALP</i>	36
3.4.2 <i>Análise prototípica</i>	37
3.4.3 <i>Análise de Similitude</i>	39
CAPÍTULO IV: METODOLOGIA.....	42
4.1 <i>Desenho da Pesquisa</i>	42
4.4 <i>Sujeito da Pesquisa</i>	46
4.2 <i>Softwares para análise de dados</i>	49
CAPÍTULO V: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	52
5.1 <i>ANÁLISE PROTOTÍPICA</i>	53
5.2. <i>Análise de Similitude</i>	61
5.3 <i>Análise dos comentários e justificavas das evocações</i>	64
5.4 <i>Análise do Curso de Extensão</i>	67
5.5 <i>Análise Complementar</i>	83
CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO.....	94
APÊNDICE B – LISTA DE EVOCAÇÕES	97
APÊNDICE C: PRODUTO EDUCACIONAL	107

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1: DISTRIBUIÇÃO DE ZIPF	53
GRÁFICO 2: PROFESSORES, POR USO DO COMPUTADOR E DA INTERNET PARA REALIZAR ATIVIDADES COM OS ALUNOS – CRIAÇÃO DE PROJETOS E INTERAÇÃO (2017).	59
GRÁFICO 3: ALUNOS, POR USO DA INTERNET EM ATIVIDADES ESCOLARES (2017).	60
GRÁFICO 4: CENTRALIDADE DE AUTOVETOR (EIGENVECTOR CENTRALITY).	84

Lista de Quadros

QUADRO 1: OPERADOR BOOLEANO OR E PALAVRAS-CHAVE.	20
QUADRO 2: CRITÉRIOS DE ANÁLISE	21
QUADRO 3: NÚMERO DO ARTIGO, TÍTULOS, AUTORES DOS ARTIGOS E INSTITUIÇÃO.	21
QUADRO 4: DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO ARTICULADO AO ENSINO DE FÍSICA.	23
QUADRO 5: FINALIDADE DO EXPERIMENTO	24
QUADRO 6: SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS DO NC E DA PERIFERIA NA TNC.....	34
QUADRO 7: INDICADORES DE CENTRALIDADE PARA UM TERMO EVOCADO.....	37
QUADRO 8: ANÁLISE PROTOTÍPICA – TERMO INDUTOR “DINHEIRO”.	38
QUADRO 9: EXEMPLO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICA DE ANÁLISE DO IRAMUTEQ.	50
QUADRO 10: ANÁLISE PROTOTÍPICA – GRUPO GERAL (N=55).	54
QUADRO 11: RESPOSTAS DOS PROFESSORES SOBRE O OBJETIVO DE FAZER O CE.	68
QUADRO 12: DINÂMICA DO PLANTÃO DE DÚVIDAS DO CE	69
QUADRO 13: EXCERTO DE RESPOSTAS SOBRE MODELAGEM NO ENSINO DE FÍSICA.	75
QUADRO 14: ATIVIDADES DA SEMANA 5.	76
QUADRO 15: RELATO DOS CURSISTAS SOBRE AS MUDANÇAS EM RELAÇÃO AO CE	77
QUADRO 16: EXTRATO DOS DEPOIMENTOS DE ALGUNS CURSISTAS DO GPF.	79
QUADRO 17: AVALIAÇÃO DOS CURSISTAS SOBRE O CE.	81
QUADRO 18: JUSTIFICATIVA EM RELAÇÃO A CARGA HORÁRIA DO CE	82

Lista de Figuras

FIGURA 1: ÁRVORE MÁXIMA DE SIMILITUDE – TERMO INDUTOR “DINHEIRO”	40
FIGURA 2: ÁRVORE MÁXIMA DE SIMILITUDE COM AGRUPAMENTO – TERMO INDUTOR.....	41
FIGURA 3: LAYOUT DO SOFTWARE IRAMUTEQ.	49
FIGURA 4: ESQUEMA DO CIRCUITO COM SENSOR DE TEMPERATURA..	56
FIGURA 5: ARVORE MÁXIMA DE SIMILITUDE COM O TERMO INDUTOR AUTOMATIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS NO LDF.....	62
FIGURA 6: MONTAGEM ERRADA DE UM SEMÁFORO	69
FIGURA 7: EXEMPLO DE LINK DEMONSTRANDO A CÓPIA DE PROJETO	71
FIGURA 8: EXEMPLO DE LINK COM AUTORIA PRÓPRIA DO PROJETO	71
FIGURA 9: DIZERES DA CULTURA MAKER ‘COPIAR E USAR	72
FIGURA 10: EXEMPLO DE CÓDIGO COPIADO.....	73
FIGURA 11: REDE COM MAPA DE CALOR DO INDICADOR DE CENTRALIDADE DE AUTOVETOR (EIGENVECTOR CENTRALITY)	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CE	Curso de Extensão
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTSA	Ciências Tecnologia Sociedade Ambiente
IPES	Instituição Pública de Ensino Superior
IRAMUTEQ	Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires
GPC	Grupo de professoras cursistas
GEL	Grupo estudantes licenciatura
GRAF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - USP
NC	Núcleo Central
OME	Ordem Média de Evocação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto educacional
PTT	Produtos Técnico Tecnológicos
RS	Representações Sociais
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TNC	Teoria do Núcleo Central
TRS	Teoria das Representações Sociais

Capítulo I: Introdução

1.1 Motivação

As atividades práticas experimentais no laboratório didático de física, em especial, durante a coleta de dados não podem se traduzir numa atitude passiva dos alunos, sem um ensino investigativo mediado pelo professor. Corroboram com essa assertiva as pesquisas de Borges (2002), Haag, Araújo e Veit (2005), Ricardo (2010), Corrallo e Junqueira (2015), Weintrop (2016), Barbosa e Corrallo (2020), Borges, Menezes e Fagundes (2021) e Parreira (2021), nas quais os autores asseveram que nas atividades práticas experimentais, o aluno seja o protagonista, ou seja, tenha a oportunidade em argumentar, sem medo de expor o raciocínio, explicando o fenômeno, e construindo suas hipóteses com liberdade, exercendo a sua liberdade intelectual. Nas palavras de Andrade e Teixeira (2017, p. 2): “O ensino de ciências, portanto, deve oferecer as oportunidades de reflexão e de ação para o aluno, produzindo as condições para o seu próprio amadurecimento.”

Diante do exposto, percebi que quando se trabalha com experimentos, em especial no laboratório didático de física (LDF), o professor pode proporcionar um ensino investigativo, na medida que tenha clareza, sobretudo, na intencionalidade pedagógica, uma vez que precisa estar calcada no processo de aprendizagem do aluno. No entanto, algumas questões vêm me incomodando durante minha trajetória acadêmica. Todos os trabalhos que desenvolvi, inclusive em cursos com o Arduino, trouxeram dúvidas sobre como a experimentação (mesmo virtual) pudesse ser melhor aplicada ao ensino de física, e assim, surgiu a dúvida sobre quais possíveis obstáculos estão ligados com essa implementação, pois, os trabalhos de Almeida *et al.* (2019), Cassaro *et al.* (2019), Lima e Ferreira (2019), Admiral (2020) e Oliveira (2020) trazem proposição didática, entretanto, sem a aplicação direta na sala de aula. Desse modo, surgiu a seguinte indagação: “A formação docente pode trazer mudanças para cursistas e estudantes em suas representações sociais (RS) sobre a automatização da coleta de dados em apoio ao LDF?”

Nesse viés, surgiu a minha pesquisa intitulada “Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física



durante a formação continuada”, que relata os resultados de uma investigação sobre as representações sociais (RS) de participantes de cursos de formação docente realizados em uma Instituição Pública de Ensino Superior (IPES) na cidade de São Paulo, verificando as possíveis diferenças nas RS de professores, estudantes e egressos das licenciaturas de física sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física. Por fim, este texto está organizado por capítulo.

No capítulo dois, buscamos trazer um estudo bibliográfico para investigar como está sendo realizada a inserção da automatização da coleta de dados no laboratório didático de física. No capítulo três discutiremos a formação docente articulada com a Teoria das Representações Sociais (TRS) e a Teoria do Núcleo Central (TNC), bem como o ferramental teórico-metodológico, a Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) e a análise prototípica para identificarmos os elementos do núcleo central (NC) e periferia. No capítulo 4 apresentamos os procedimentos metodológicos e os sujeitos da pesquisa. No capítulo 5, apresentamos os resultados pela análise prototípica e pela análise de similitude. Como análise complementar apresentamos um estudo sobre a centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality). No capítulo 6 apresentamos a conclusão.

No apêndice A, apresentamos o questionário que foi utilizado tanto para os professores de física que estiveram na condição de cursista, como estudantes do curso de Licenciatura em Física, da IPES. No apêndice B, apresentamos a lista das palavras que necessitaram de um tratamento categorização semântica¹ e foram tratadas estatisticamente pelo *software*. No apêndice C, apresentamos as 10 semanas do curso de extensão, intitulado "Arduino como recurso didático ao ensino de física", que foi o produto educacional e é parte desta pesquisa.

¹ Wachelke e Wolter (2011, p. 523), destacam que a “Categorização semântica das respostas tende a alterar a distribuição dos dados, aumentando a homogeneidade das frequências”.

1.2 Objetivos

Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa foi investigar as RS sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física de participantes de cursos de formação docente realizados em uma Instituição Pública de Ensino Superior.

Objetivos específicos

- Mapear as Representações Sociais dos cursistas do curso de extensão intitulado “Arduino como recurso didático ao ensino de física”, e investigar as possíveis mudanças geradas nas RS após a participação.
- Aplicar e analisar um questionário sobre estratégias para a automatização de coleta de dados em apoio às atividades práticas experimentais no laboratório didático de física, e mapear as RS dos respondentes, entre eles, cursistas do curso de extensão e licenciandos em física da IPES.

1.3 Justificativa

É inquestionável que há tempos as tecnologias vêm sendo inseridas gradativamente na educação; apesar disso, a velocidade e as estratégias variam muito para os diversos níveis de ensino, bem como as redes de ensino que contemplam a educação brasileira. Para minimizar a falta de um curso específico sobre o uso de tecnologias em atividades de ensino, entendemos que os cursos de formação continuada podem trazer elementos capazes de provocar mudanças de paradigmas na prática do professor de física, isto é, provocar mudanças em suas RS, em especial sobre a automatização de coleta de dados em apoio ao laboratório didático de física. Segundo Valente (2013, p. 1232), deve-se: “Propiciar ao professor condições para entender o computador como uma nova maneira de representar o conhecimento [...]”, ou seja, proporcionar ao professor que se aproprie de novos letramentos, entendendo a sua aplicabilidade da automatização no laboratório didático



de física. Mediante ao exposto, acreditamos que a formação continuada poderá contribuir para aumentar os percentuais da utilização de tecnologias nas atividades desenvolvidas nos laboratórios pelos alunos, sobretudo, na automatização da coleta de dados em apoio ao laboratório didático de física.

CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos referentes à automatização da coleta de dados no laboratório didático de física (LDF) ainda estão nos moldes das proposições didáticas. Os trabalhos de Da Silva e Veit (2006), Novikoff (2016), Barbosa e Corrallo (2020), Borges, Menezes e Fagundes (2021), Parreira (2021) fazem referência que no LDF é possível a implementação de tecnologias na coleta de dados articulando ao ensino de física.

Segundo Haag, Araújo e Veit (2005), existem vários motivos para se automatizar um experimento para viabilização da coleta de dados no LDF, mas, em especial, destacamos que:

Enriquecer as experiências de aprendizagem [...] explorar experiências que requeiram um longo período. [...] Propiciar redução no tempo gasto para a coleta de dados, permitindo que o aluno disponha de maior tempo para desenvolver outras habilidades e competências [...] (HAAG; ARAÚJO; VEIT, 2005, p.70).

São variáveis que podem influenciar no desempenho dos alunos. Nesse sentido, os autores mencionam que a automatização da coleta de dados permite ao aluno compreender os procedimentos de um experimento, construindo a representação sobre a aplicabilidade da ciência e da tecnologia no contexto científico.

Entendemos que a automatização da coleta de dados pode ser uma estratégia didática facilitadora para o aluno compreender o conceito físico. Entretanto, deve desenvolver as capacidades investigativas, sobretudo, quanto ao experimento estudado. Nessa perspectiva, torna-se pertinente citar que na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em Brasil, (2020, p. 553) na área de ciências da natureza e suas tecnologias, é incumbência do ensino médio propiciar um ensino que desenvolva competências investigativas, permitindo ao estudante desenvolver argumentos científicos e desenvolvendo o pensamento computacional no aluno: “[...] o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos [...]” (BRASIL, 2017; p. 271).

Em torno dessas incumbências para o ensino de ciências da natureza e suas tecnologias, Weintrop *et al.* (2016, p. 127) acrescentam que o pensamento computacional está articulado em quatro categorias principais, sendo elas: “[...] práticas de modelagem, simulação computacional, práticas de resolução de

problemas e práticas de pensamento sistêmico [...]”. Nesse viés, apresentaremos um estudo sobre trabalhos que trataram a plataforma de prototipagem Arduino articulando ao ensino de física no LDF.

2.1 O uso de Arduino no laboratório didático de física

Nesta seção mostraremos alguns trabalhos que tiveram como objetivo demonstrar possibilidades em automatizar um LDF com a placa de prototipagem Arduino². Automatizar a coleta de dados, remete a importância em apresentar atividades experimentais, levando em conta a vivência do aluno em relação ao conteúdo e suas aplicações.

Desse modo, procuramos selecionar artigos que, mesmo que apresentando em seus textos proposições didáticas sobre o Arduino articulado ao ensino de física, possam servir de base para a implementação de tecnologias no LDF. Iniciamos com uma busca na base dados do Scientific Electronic Library Online (SCIELO) usando os descritores: Arduino, ensino de física e modelagem, com o operador booleano or conforme Quadro 1. A escolha do operador booleano or se deu por conta da combinação dos termos, como por exemplo, faculdade ou universidade. Deste modo, selecionamos a área temática da Física, o idioma em português e espanhol, o periódico escolhido foi Revista Brasileira do Ensino de Física, volume 42, ano de 2020 e foram encontrados 132 artigos.

Quadro 1 - Operador booleano OR³ e palavras-chave.

Fonte de Dados	Busca
Scielo	Arduino or ensino de física or modelagem

Fonte: autoria própria

Para selecionar os artigos, utilizamos como critério de análise a relação entre o enfoque e a justificativa sobre a utilização da Arduino, e selecionamos 13 artigos

² Arduino é uma plataforma de computação desenvolvida na Itália no ano de 2005, e foi desenvolvida com código aberto, de modo a atender aqueles “designers” que tinham pouco conhecimento em informática e eletrônica, mas que almejavam ter uma fonte livre para a elaboração de seus experimentos científicos. Disponível em <http://www.arduino.cc>. Acesso: 16 nov. 2021.

³ A escolha pelo operador booleano OR foi devido ao buscador entender que ao apresentar o resultado, contenham pelo menos uma das palavras da caixa de busca.

dos 132 encontrados, utilizando o seguinte critério de inclusão e exclusão, conforme quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de análise.

Critérios de inclusão/exclusão:	Consideramos artigos cujo foco foi ensinar conceitos físicos adotando como recurso didático o Arduino no ensino de Física. Foram excluídos deste estudo, artigos que usavam Smartphone, Tracker, entre outros recursos tecnológicos para a coleta de dados no laboratório didático de física.
Critério de Qualidade:	Consideramos apenas os artigos que descreviam a modelagem no contexto do uso do Arduino articulado com o ensino de Física.

Fonte: autoria própria

No quadro 3, apresentamos os 13 artigos, sendo, na primeira coluna enumeramos de 1 a 13 os artigos, na segunda inserimos o título dos artigos, na terceira inserimos os nomes dos autores, e na quarta coluna inserimos a instituição em que o último autor tem vínculo.

Quadro 3 – Número do artigo, títulos, autores dos artigos e instituição.

Nº	Título	Autores	Instituição
01	Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional	LIMA, J. R.; FERREIRA, H.	Instituto Federal de Pernambuco e Universidade Federal Rural de Pernambuco.
02	Construção de uma maquete experimental automatizada para o estudo da polarização da luz e comprovação experimental da Lei de Malus com o auxílio da plataforma Arduino	OLIVEIRA, I.N.; SILVA, W. L.; RAMOS, J. A. P.; MELO, C. A. O.; TAKIYA, C.; CHAVES, V. D.	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.
03	Construção de uma maquete do Sistema Solar com Controle de Temperatura para Alunos com Deficiência Visual	ALMEIDA, M. S.; CASTRO, J.N.M.; CRUZ, W. T.; ALMEIDA R. Q.	Instituto Federal do Ceará
04	Determinación del rendimiento de un motor de Stirling usando Arduino: una propuesta para la enseñanza de	F. Savall-Alemany, M. Esparza-Garcia, J. F. Alvarez-Herrero, S. Rosa-Cintas	Universidad de Alicante, España.

	la termodinámica en los cursos introductorios		
05	Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino	OLIVEIRA, N.I.; RAMOS, J. A. P.; SILVA, W. L.; CHAVES, V. D.; MELO, C. A. O.	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia e Instituto Federal Baiano
06	Experimento de difração luminosa utilizando coleta de dados totalmente automatizada por Arduino	ADMIRAL, T.D.	Instituto Federal Fluminense e Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes
07	Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada	SOUSA JR, Itamar V. de; MIRANDA, J. O. S.; NASCIMENTO, A. C. S.; ARAÚJO, F. R. V.	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus São Raimundo Nonato
08	Forças no sistema de referência acelerado de um pêndulo: estudo teórico e resultados experimentais	SILVA, C. B. C. da; FAGUNDES, B. B.; RIBEIRO, J. D.; TONEL, A. P.; SILVEIRA, F. L. da; DORNELE, P. F.	Universidade Federal do Pampa e Universidade Federal do Rio Grande do Sul
09	Medindo os parâmetros de Stokes: Uma nova prática para ensino de óptica	LIMA, R. L. S.; SILVA, E. S.; RODRIGUES, A. G.; ARAÚJO, P. T.; BARBOSA NETO; N. M.	Universidade Federal do Pará, Faculdade de Física e University of Alabama, United States
10	Modelagem no ensino de Física via produção de stop motion, com o computador Raspberry Pi	RODRIGUES, E. V.; LAVINO, D.	Universidade de São Paulo e Universidade Federal do Espírito Santo
11	Velocidade do som em metais pelo método do tempo de voo	SOUZA JR, D. B. de; ARAÚJO, J. W. B. de; KAKUNO E. M.	Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé e Universidade Federal do Rio Grande

12	Uso do Arduíno como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais	ALVES, P. V.; REIS, L. H. S.; QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L.; FEITOSA JR, A. A.; MARTINS, P. A. da S.	Universidade Federal do Amazonas e Universidade Federal de Alagoas
13	Utilização de um sensor de umidade para o Arduino na determinação da curva característica de retenção de água por um sistema poroso	CÁSSARO, F. A. M.; OLIVEIRA, J. A. T. de; CRUZ, H.; PIRES, L. F.	Universidade Estadual de Ponta Grossa

Fonte: autoria própria.

Na sequência do estudo, no quadro 4, descrevemos de forma sucinta informações sobre o uso do experimento articulado ao ensino de física.

Quadro 4: Descrição do experimento articulado ao ensino de física.

Artigo	Descrição do recurso didático
01	Sequência de ensino e aprendizagem do fenômeno do encontro de corpos em movimento uniforme utilizando a simulação com dois carros-robôs.
02	Procedimentos para a construção de uma maquete experimental automatizada para a comprovação da lei de Malus com o auxílio da plataforma Arduino, em consonância com o plano de automatização das práticas laboratoriais dos Laboratórios de Física Geral.
03	Maquete com hemisférios dotados de pastilhas de Peltier para simulação de escala de temperatura de planetas do Sistema Solar.
04	Foi construído o motor Stirling para o estudo termodinâmico envolvendo as transformações isotérmicas e isocóricas.
05	Construção de uma maquete experimental automatizada que contém um circuito eletrônico ligado a um computador utilizando o protocolo USB com o auxílio da plataforma Arduíno. O experimento permite a observação do espectro de difração da radiação emitida pelo LED numa régua graduada.
06	Experimento de difração automatizado com Arduino, permitindo calcular a espessura de um fio de cabelo com erro estimado de 3%, e visualizar graficamente a distribuição de intensidade luminosa por meio de gráficos ao longo de todo espectro de difração.
07	Experimento para estudo do som emitido por cordas vibrantes para investigação da relação entre esta força e a frequência do som emitido utilizando em conjunto com o Arduino

08	Experimento composto por um pêndulo físico, com uma placa microcontrolada Arduino, um sensor acelerômetro e um módulo Bluetooth para investigar se for fixado no centro de oscilação de um pêndulo, ele deverá registrar um valor variável sobre o eixo orientado radialmente e um valor nulo no eixo alinhado tangencialmente ao movimento do pêndulo.
09	Construção de um simulador de polarização formado por uma fonte de luz (Laser em 670 nm) e combinado com diferentes elementos ópticos polarizantes para investigar os parâmetros de Stokes.
10	Proposta de uso didático de um experimento de captura e reprodução de stop motions (animando uma queda livre e um lançamento horizontal, simultâneos), construído com um computador de baixo custo e utilizando software gratuito, desenvolvido especificamente para a função.
11	Experimento capaz de determinar a velocidade do som em barras metálicas
12	Experimento de baixo custo para medir radiação solar global
13	O Experimento consistiu na utilização de um sensor de umidade para o Arduino no levantamento da curva de retenção de água (CRA) de amostras porosas constituídas de areia.

Fonte: autoria própria

No quadro 4, os autores Admiral (2020), Alves *et al.* (2020), Cassaro *et al.* (2020). Lima *et al.* (2020), Oliveira *et al.* (2020), Oliveira *et al.* (2020), Rodrigues e Lavino (2020), Savall-Alemany *et al.* (2020), Silva *et al.* (2020), Sousa *et al.* (2020), Souza, Araújo e Kakuno (2020) mencionam que a plataforma de prototipagem Arduino se apresenta como ferramenta para automatização da coleta de dados no LDF, demonstrando o desenvolvimento de modelos e expressões matemáticas.

Quadro 5 - Finalidade do Experimento.

Finalidade do Experimento	Artigo	%
Experimento desenvolvido para estudo teórico	02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13	80
Experimento apresentado para pessoas com deficiência visual durante a 15ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Juazeiro do Norte-CE.	03	10
Experimento montado para pesquisa aplicada com 14 professores de Física e estudantes do ensino médio	01	10

Fonte: autoria própria

Notamos no quadro 5 que os autores Admiral (2020), Alves *et al.* (2020), Cassaro *et al.* (2020), Lima *et al.* (2020), Oliveira *et al.* (2020), Oliveira *et al.* (2020), Rodrigues e Lavino (2020), Savall-Alemany *et al.* (2020), Silva *et al.* (2020), Sousa *et al.* (2020), Souza, Araújo e Kakuno (2020) utilizaram o microcomputador como instrumento de medida no LDF, ou seja, apresentam como proposições didáticas demonstrativas, no entanto, não encontramos um aprofundamento sobre a compreensão que houve por parte do aluno sobre ver o experimento na prática, se facilitou ou não, o conceito estudado.

No Artigo 6, o autor denotou uma preocupação com o experimento, mas, não houve uma reflexão, em relação ao protagonismo do aluno sobre o seu aprendizado, quando em contato com o experimento automatizado.

A metodologia forneceu uma alternativa interessante para a coleta de dados, podendo ser utilizada tanto para realizar a comparação metodológica quanto para visualizar a variação da intensidade na figura de difração. Ainda nesse sentido, reconhecemos que há pontos que podem ser explorados, no intuito de aperfeiçoar ainda mais a resolução do protótipo. (ADMIRAL, 2020, p. 7).

No artigo 4, os autores reconhecem a importância da experimentação em relação aos conceitos físicos trabalhados sobre fazer sentido para o aluno. Entretanto, não há uma reflexão que aprofunde como essas atividades construtoras de conhecimentos vão determinar se o aluno aprendeu ou não aprendeu.

Além disso, descobrimos que os modelos teóricos do ciclo termodinâmico que são normalmente apresentados em textos de física e no ensino regular são diferentes daqueles obtidos experimentalmente quando se estuda o funcionamento de motores reais. Os processos termodinâmicos envolvidos (isotérmicas e isocóricas [sic], no caso do motor Stirling) são aproximações teóricas que só ocorrem aproximadamente a nível experimental. (SAVALL-ALEMANY *et al.*, 2020, p. 11).

Notamos que em 80% dos artigos, os autores não relataram nenhuma atividade realizada fora dos muros das universidades, levando-nos a crer que os experimentos com Arduino foram desenvolvidos para fins de estudo teórico, apresentando proposições didáticas de cunho demonstrativo, visto que não encontramos nenhuma outra ação que indicasse a realização didática em alguma atividade.

Vale ressaltar que os 13 artigos estão publicados no volume 42, da Revista Brasileira de Ensino de Física, portanto, por se tratar de um periódico de ensino, pressupomos que encontraríamos mais artigos articulando o Arduino ao ensino de física. Entretanto, em 80% dos artigos encontrados, apuramos existir a descrição dos

conceitos físicos, a demonstração matemática e a confecção do experimento, tratados como proposição didática. Não há discussão sobre métodos pedagógicos ou estratégias didáticas.

Dos 13 artigos selecionados, somente dois artigos relataram ações após a construção do experimento. O artigo 03 desenvolveu o experimento e apresentou em um evento científico, e o artigo 01, desenvolveu o experimento para ser estratégia didática em pesquisa realizada em uma escola da rede particular do ensino médio no município de Recife, em Pernambuco.

É importante enfatizar que a automatização da coleta de dados no LDF, em relação ao processo de aprendizagem, permite a redução de tempo em sobre à coleta de dados e da apresentação dos dados, proporcionando ao aluno obter dados com maior precisão e assim, pressupondo haver mais tempo para compreender a física vinculada nas experiências. No entanto, os trabalhos analisados denotaram a apresentação de proposições didáticas sem aplicação em sala de aula. No trabalho de Andrade, Mortale, Finatti e Corrallo (2021) foram analisados 2 periódicos da área de ensino de física sobre a inserção de elementos tecnológicos no ensino de física, constatou que 24% oscilam entre ensino ou educação e 76% dos autores são oriundos das áreas técnicas, entendendo área técnica⁴. Os autores acrescentam que “[...] é fundamental que a área de ensino de física assuma o protagonismo do movimento de inserção das tecnologias digitais, revendo carga horária e ementas de disciplinas das licenciaturas [...]” (ANDRADE; MORTALE; FINATTI; CORRALLO, 2021, p. 1708).

Por fim, vale ressaltar que este trabalho não tem como intuito indicar o Arduino ou outro recurso para a automatização da coleta de dados no LDF, mas, entendemos que a automatização da coleta de dados com materiais relativamente econômico, como o Arduino, pode ser uma alternativa para o professor utilizar no LDF.

⁴ São considerados, autores da área técnica, os autores, com formação principal (título mais elevado) em diversas áreas da física e da engenharia (exceto ensino e educação), foram categorizados como representantes da área técnica.

CAPÍTULO III: A FORMAÇÃO DOCENTE E A TEORIA DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

Neste capítulo, discutiremos os fundamentos da Teoria das Representações Sociais (TRS) articulando com o processo de formação do docente, e os aspectos teórico-metodológicos em relação a Teoria do Núcleo Central.

3.1 Teoria das Representações Sociais

A TRS originou-se pela tese de doutorado do Serge Moscovici, em 1961, intitulada “*La psychanalyse - Son image et son public*”, sendo caracterizada como Psicologia Social do Conhecimento. Nas palavras de Moscovici (2007, p. 15), “A teoria das representações social busca entender o pensamento humano e sua relação com a ação, ao mesmo tempo que nos emancipando de uma visão prévia e fixa do que deveria ser este pensamento”. O autor acrescenta que:

[...] enquanto as formas “clássicas” de psicologia cognitiva (incluindo a cognição social, que se tomou a forma contemporânea predominante de psicologia social) tratam a representação como um elemento estático da organização cognitiva, na teoria da Representação Social o próprio conceito de representação possui um sentido mais dinâmico, referindo-se tanto ao processo pelo qual as representações são elaboradas, como às estruturas de conhecimento que são estabelecidas. (MOSCOVICI, 2007, p. 20).

Nesse sentido, a TRS se apresentou como uma nova maneira de compreender e se comunicar com a realidade social, uma vez que, as representações moldam o indivíduo, introduzem representações que induz a reprodução no mundo. Nas palavras de Moscovici, as “[...] representações individuais ou sociais fazem com que o mundo seja o que pensamos que ele é ou deve ser [...]”. O autor acrescenta que: “[...] uma representação social é a organização de imagens e linguagem, porque ela realça e simboliza atos e situações que nos tornam comuns.” (MOSCOVICI, 2007, p. 25). Abric (2001, p. 20), acrescenta que “[...] transforma o significado dos outros elementos constituintes da representação, e por meio deles esses elementos ganham um sentido e um valor. É, nesse sentido, que o elemento unifica e se estabiliza na representação”. Em outras palavras, o significado de uma representação torna-se precursora das nossas RS a partir do momento que interiorizamos os elementos do nosso contexto social, tornando-se conhecimentos elaborados da sociedade.

De acordo com Novikoff (2016), o conhecimento socialmente elaborado e compartilhado contribui para a construção de uma realidade em comum dentro da sociedade. “Este conhecimento, sendo utilizado pelos grupos na vida cotidiana, cria um senso comum, ingênuo e natural, diferente do conhecimento científico.” (NOVIKOFF, 2016, p. 52). No entanto, vale destacar que esses conhecimentos socialmente compartilhados por parte de relações explícitas e implícitas formam o pensamento social, e essas representações desenvolvidas sempre estarão limitadas à nossa incapacidade de acessar o objeto real. Entretanto, vale ressaltar que essa internalização de algo socialmente valorizado torna-se compartilhado em grupos sociais, tornando consenso, induzindo os indivíduos a terem sensação de pertencimento à situação comum dentro de um grupo social.

Nesse sentido, o consenso sendo característica de qualquer grupo, tem como oculto, a coesão social, que tem um papel crucial em desenvolver no indivíduo a sensação de pertencimento à situação comum. Por conseguinte, esse processo de ancoragem ocorre quando tornamos um objeto estranho em algo conhecido, ou seja, o indivíduo internaliza as características do grupo. Corrallo (2007, p. 75) menciona que a “[...] ancoragem é um mecanismo capaz de tornar aquilo que é estranho em algo familiar e comum. É um mecanismo que transforma o não-familiar em familiar.” Dessa forma, o novo objeto é ancorado quando ele faz parte dos elementos de uma representação social, ou seja, o percurso de interiorização tornou-se natural.

A TRS se refere ao estudo dos conceitos das teorias do senso comum, segundo Santos e Almeida (2005), essas teorias são um conjunto de conceitos que tem origem nas interações sociais e orientando condutas. É importante mencionar que não é qualquer conhecimento do senso comum que pode ser considerado representação social, deve configurar um contexto social, ou seja, que tenha relevância cultural para um grupo social e deve ser entendida perfeitamente por esse grupo.

Na visão de Novikoff (2016, p. 151), as representações são entendidas como “[...] conhecimento do sujeito sobre mundo, coisas, o outro, a ciência etc., são comunicadas de modo singular e com a função de tornar o não-familiar em algo familiar.” Bertoni e Galinkin (2017, p. 102) salientam que as Representações Sociais (RS) “[...] são modalidades de conhecimento que circulam em nosso cotidiano. Por

meio da interação com os outros, temos a necessidade de nomear e tornar concreto o que ainda não se tornou familiar. “

Em conformidade com as premissas apresentada anteriormente, Prass (2014), menciona que a TRS é uma excelente ferramenta para entender as RS, tanto dos professores quanto dos alunos.

A Teoria das Representações Sociais é uma valiosa ferramenta dentro e fora do âmbito da psicologia social, pois oferece um marco explicativo sobre os comportamentos dos indivíduos que não se limita às circunstâncias particulares da interação, mas, que transcende ao marco cultural e as estruturas sociais mais amplas como, por exemplo, as motivações para estudar e aprender. (PRASS, 2014, p. 13).

De forma similar, “[...] na sala de aula, costuma ser representada, via de regra, a partir de alguns elementos: objetos, perspectivas espaciais, professor, colegas e o próprio aluno [...]” (SOUZA, 2007, p. 223). Assim, é razoável acreditar que as RS se desenvolvem durante o processo de escolarização do futuro professor. Almeida, Santos e Trindade (2014) destacam ainda que

[...] a atividade docente envolve a integração de saberes da experiência, saberes pedagógicos e ideológicos, saberes curriculares e saberes disciplinares, mas compreende que é o amálgama entre esses saberes realizados por sujeitos concretos, em um espaço e contexto definido, que definirá uma prática docente. (ALMEIDA; SANTOS; TRINDADE, 2014, p. 832).

Não raro, a formação do professor deve ser moldada entre as interações e subjetividades enquanto aluno, construindo assim, as RS que permearão a sua prática na escola. Novikoff (2016, p. 64) diz que as RS do professor estão “[...] presentes na prática e discurso informal dos sujeitos e que o reconhecimento destas podem delinear qual a melhor metodologia ou conteúdo a considerar [...]”.

O futuro professor é submetido às várias caracterizações diferenciadas que se enraíza entre as experiências cotidianas, como sublinha Denise Jodelet (2019):

Do ponto de vista tipológico, várias caracterizações são distinguidas: pelo compartilhamento simples, pela identidade de valores morais e dimensões afetivas, por enraizando-se na experiência cotidiana, por meio de sua desvalorização como forma de conhecimento em relação à ciência, pela racionalidade, pelo seu potencial de revolta ou contrário pelo conformismo. Conceitualmente, o bom senso é analisado como característica epistêmica de um grupo, em seu conteúdo, sua formação, sua transmissão e seu papel na coesão social. (JODELET, 2019, p. 19, tradução nossa).

A autora acrescenta que as RS que se instauram nas interações durante o processo de interação social acabam criando um consenso entre os membros, assim, a “[...] coesão é assegurada por rituais e laços emocionais que nem sempre implicam harmonia e por meio de comunicação direta, boca a boca, que tem função instituidora. Nesse sentido, a autora complementa que remete a ideia de “[...] ‘fantasia’ ou no ‘mito’, ou seria melhor falar de formas de agregação ou associação instável [...]” (JODELET, 2019, p. 23, tradução nossa). Esses laços são mantidos por fortes laços emocionais, tornando estável a representação social. Moscovici (2007, p. 41) diz que as RS “[...] são entidades quase tangíveis. Elas circulam, cruzam-se e se cristalizam incessantemente através de uma fala, um gesto, um encontro, em nosso universo cotidiano.”

Segundo Abric (2001, p. 20), “[...] esse processo denominado núcleo figurativo se esquematiza-se na seleção de alguns elementos concretos [...]”, ou seja, o pensamento gerado pelo grupo organiza-se em torno do núcleo figurativo, gerando um nó representativo, gerando discursos e práticas dos autores.

Indo mais além, o núcleo figurativo permeia nas interações educacionais, em que, conforme Novikoff (2016, p. 26), “[...] os professores fazem as suas escolhas a partir da vivência de doutrinas filosóficas e as materializam em atitudes que impedem a inovação do ensino e comprometem negativamente o processo de pesquisa na graduação, bem como a ciência.” Por conseguinte, o futuro professor construirá as suas RS durante o processo de formação, indicando que as escolhas teórico-metodológica sejam similares aos seus professores, mas deve haver algum crivo que permita descartar ou adotar algumas estratégias que lhe foram apresentadas em sua formação. A autora ainda acrescenta que:

[...] os professores fazem as suas escolhas a partir da vivência de doutrinas filosóficas e as materializam em atitudes que impedem a inovação do ensino e comprometem negativamente o processo de pesquisa na graduação, bem como a ciência. (NOVIKOFF; 2016, p. 26).

Dessa forma, as escolhas teórico-metodológicas do futuro professor podem acabar se familiarizando com a prática que o professor se identificou enquanto aluno, no processo de formação.

Para Santos e Almeida (2005, p. 25), “[...] a representação social é uma construção do sujeito sobre o objeto e não a sua reprodução, essa reconstrução se

dá a partir de informações que ele recebe de e sobre o objeto[...].” Além disso, o futuro professor não reproduzirá a prática do seu professor, mas, construirá a sua prática a partir das interações sociais que ocorrem todo o processo de formação e possível ao longo de sua carreira.

Segundo Jodelet (2019), a comunidade é tratada como um espaço simbólico, ou seja, “[...], com uma carga de memória, onde a identidade social é forjada a desenvolver um senso de pertencimento e interações positivas ou de confronto com membros de seu grupo e de outros grupos.” (JODELET, 2019, p. 25, tradução nossa). Sá (2002) complementa que a:

[...] referência às representações como definindo a identidade de um grupo vai por outro lado desempenhar um papel importante no controle social exercido pela coletividade sobre cada um de seus membros, em particular nos processos de socialização” (SÁ, 2002, p. 44).

Por fim, Präss (2014) menciona que a transformação dos elementos periféricos do professor acontecerá mediante às novas explicações que integrem condicionalmente aos elementos conflitantes, possibilitando as modulagens das RS, orientando, assim, o indivíduo a se posicionar em relação às mudanças que venha vivenciar em sua vida profissional. Dessa maneira, entendemos que essa orientação não é só individual, mas social, uma vez que os indivíduos estão ligados com outros, compondo todo o corpo educacional.

3.2 Teoria do Núcleo Central

A Teoria do Núcleo Central (TNC) foi proposta por Jean Claude Abric, em 1976, em sua tese de doutorado⁵ na Université de Provence na França. O autor propôs para a TRS uma abordagem estrutural, entre o núcleo central (NC) e a periferia. No núcleo central, está a memória permanente (resistente à mudança), e essa memória pode ter uma dimensão funcional ou dimensão normativa. A dimensão funcional está relacionada à finalidade operatória e a dimensão normativa está relacionada aos valores e sócios-afetivos, pertencentes ao meio social do grupo. Nesse sentido, os

⁵ ABRIC, J. C. Jeux, conflits et représentations sociales. (Tese de Doutorado) Université de Provence, Aix-en-Provence, 1976.

elementos que compõem as organizações hierárquicas de uma representação são organizados a partir de elementos centrais. Nas palavras de Abric (2001):

A ideia de centralidade, como a de núcleo, não é nova. Desde 1927, e em um dos primeiros textos de F Heider - a respeito do estudo dos fenômenos de atribuição, existe a ideia de que as pessoas tendem a atribuir os eventos que ocorrem em seu ambiente a núcleos unitários, internamente condicionados, e que são, de certa forma, os centros da textura causal do mundo [...] (ABRIC, 2001, p. 28).

Para Vogel (2016), Abric entendia que as RS são constituídas por uma estrutura que orienta os processos de uma representação, entretanto, Abric retoma o trabalho de Moscovici apresentando algumas modificações essenciais em relação a estrutura da TRS. Em relação ao núcleo central, o autor salienta que “[...] toda representação organiza os termos que a compõem, determinando sua significação pela relação de organização interna desses termos [...]” (VOGEL, 2016, p. 42). Nas palavras do autor:

O reconhecimento do Núcleo Central é importante até para a determinação do objeto da representação, ou seja, para que se possa saber o que está sendo representado por um determinado grupo, pois nem todo objeto é considerado um objeto de representação. Para ser um objeto de representação, os elementos organizadores da representação devem estar ligados diretamente ao objeto. (VOGEL, 2016, p. 42).

De acordo com Sá (1996a), o NC encontra-se dentro da concepção de núcleo figurativo, isto é, o NC acompanha todo o processo da construção de uma objetificação das RS. Assim, entendemos que esse conceito se forma a partir das crenças do indivíduo dentro de um grupo social, o que indica mudança de seu próprio comportamento, transformando as suas crenças para se sentir integrado no grupo social. Nas palavras do autor:

Em linhas gerais, o núcleo figurativo é uma estrutura imagética em que se articulam, de uma forma mais concreta ou visualizável, os elementos do objeto de representação que tenham sido selecionados pelos indivíduos ou grupos em função de critérios culturais e normativos. (SÁ, 1996a, p. 65).

Esses critérios culturais e normativos têm sempre a sua origem em experiências pessoais formadas no campo da percepção, alimentada por sensações, que nesse caso, envolve duas funções primordiais no NC, a primeira é gerar sentido às RS e aos elementos da estrutura periférica, e a segunda é organizar a relação entre os vários elementos das RS que orientam o comportamento.

Segundo Sá (1996a, p. 73), no sistema periférico, atualizamos e contextualizamos as informações contidas no NC, ou seja, é no sistema periférico que acontece possíveis mudanças, devido maior mobilidade e flexibilidade nas RS. Nessa condição, é no sistema periférico que está a memória recente, sendo assim, mais suscetível à mudança, isto é, funciona como uma atualização de memórias para a manutenção das RS.

Para Abric, o NC constitui em elementos que ocupam a estrutura de uma representação, ou seja, “[...] ele é determinado de uma parte pela natureza do objeto representado, de outra parte pela relação que o sujeito - ou o grupo - mantém com esse objeto.” (ABRIC, 2001, p. 23).

De acordo com Sá (1996a, p. 61), a TNC contribui com proposições atuais ao refinamento conceitual, teórico e metodológico do estudo das RS complementando a TRS, com característica, em relação ao “[...] envolvimento sistemático com a prática experimental”.

De acordo com Borges (2016, p. 41), a construção de processos avaliativos das hipóteses em relação a uma dada representação apresenta duas características: “[...] rígidas e flexíveis e consensuais e marcadas pela individualidade de seus componentes [...]”.

3.3 As Funções das Teorias Sociais

Para Abric (2001), toda representação de um objeto social se estrutura em torno do NC. Já o sistema periférico é uma interface da realidade concreta e o sistema central, permitindo a atualização das representações, refletindo sobre a realidade momentânea, tornando-se mais flexível. O sistema central, apresenta-se características normativas, com memórias coletivas estáveis, com regras, preservando a identidade da representação, logo, resistente às mudanças.

Quadro 6: Síntese das características do NC e da periferia na TNC.

Sistema Central	Sistema Periférico
Ligado à memória coletiva e ao processo de construção histórica do grupo	Proporciona a integração entre o que é comum e as experiências individuais

Consensual - define a homogeneidade do grupo	Abarca a heterogeneidade do grupo social
Estável, coerente e rígido	Flexível, suporta as contradições geradas pelas individualidades
Resistente a mudanças	Evolutivo
Imune ao contexto imediato	Uma almofada que absorve o impacto do contexto imediato
É organizador, gera o processo de significação da representação	Protege o sistema central, permitindo a adaptação à realidade apresentada no contexto imediato; permite a diferenciação do conteúdo

Fonte: Vogel, 2016, p. 43.

Abric (2001) menciona sobre as representações do indivíduo e salienta que “[...] têm a função de colocar indivíduos e grupos em um campo social [...]” (ABRIC, 2001, p. 15). O ainda autor acrescenta que:

Uma representação social é um conjunto organizado e estruturado de informações, crenças, opiniões e de atitudes; ela constitui um sistema sócio-cognitivo (“sic”) particular composto de dois subsistemas em interação: um sistema central (ou núcleo central) e um sistema periférico. (ABRIC, 2001, p. 2).

Levando em conta que é no núcleo central que os estão os elementos fundamentais de uma representação, existem duas funções que determina o significado e a organização de uma representação, são a função geradora e a função organizadora, ambas no núcleo central.

Função geradora: é o elemento por meio do qual se cria, se transforma o significado dos demais elementos constituintes da representação. É através deles que esses elementos ganham um significado, um valor. Função organizadora: é o núcleo central que determina a natureza dos laços que unem, incluindo os elementos de representação. É, nesse sentido, o elemento unificador e estabilizador da representação. (ABRIC, 2001, p. 20, tradução nossa).

Para Abric (2001), o sistema periférico das RS indica três funções “1) função concreta: depende do contexto; 2) função de regulação: ação flexível; 3) função de defesa: resiste à mudança”. Outras quatro funções essenciais que desempenham um papel fundamental para a manutenção das RS no indivíduo, são elas: função saber,

função identidade, função orientação, função justificativa. Nas palavras de Abric (2001):

Função saber: permite ao indivíduo adquirir conhecimentos e se integrar ao grupo, em coerência com seu funcionamento cognitivo e com os valores aos quais o grupo aderem. Função de identidade: têm a função de situar indivíduos e grupos no campo social, [permitem] a elaboração de uma identidade social e pessoal gratificante; isto é, compatível com os sistemas de normas e valores social e historicamente determinados. Em referência às RS que definem a identidade de um grupo irá, por outro lado, desempenhar um papel importante no controle social exercido pela comunidade sobre cada um de seus membros, particularmente nos processos de socialização. Função Orientação: determina a orientação de comportamentos pela RS do sujeito, ou seja, essa função define o que é legal, tolerável ou inaceitável em um determinado contexto social. Função Justificativa: permitem que os indivíduos expliquem e justifiquem seu comportamento em uma situação ou em consideração ao grupo. [...] Assim, em uma situação de relações competitivas, as RS do grupo adversário serão progressivamente elaboradas, de forma a atribuir características que justifiquem comportamentos hostis a eles. (ABRIC, 2001, p. 17, tradução nossa).

Nesse sentido, Abric (2001) explicita que além de os elementos periféricos serem prescritores de comportamentos, as funções indicam o que é normal de se fazer em determinada situação. Em outras palavras, a função saber proporciona ao indivíduo que se aproprie das especificidades do grupo, enquanto a função identidade propõe ao indivíduo a criação de uma identidade que se encaixe dentro das características do grupo. A função orientação conduz que o indivíduo desenvolva um comportamento aceitável dentro do grupo, e por fim, a função justificativa induz o indivíduo a se justificar em detrimento ao se integrar no grupo.

Abric (2001) menciona que as funções são elaboradas por meio do senso comum; da construção de identidade social; pelas expectativas e antecipações que gera; e por fim, pela justificativa que se dá origem às práticas sociais. Nas palavras do autor a “[...] função da representação é perpetuar e justificar a diferenciação social, podendo - como os estereótipos - reivindicar discriminação ou manter uma distância social entre os respectivos grupos.” (ABRIC, 2001, p. 17, tradução nossa). O autor acrescenta que “[...] a representação social é definida pela homogeneidade da população [...]” (ABRIC, 2001, p. 33, tradução nossa).

Nesse contexto, as RS têm um caráter explicativo em relação as comunicações subjetivas dos indivíduos e dos grupos. Essa comunicação subjetiva desenvolve nos indivíduos comportamentos coercitivos, derivando em um controle comportamental de um grupo social, portanto, uma representação social tem um papel importante em relação ao processo de socialização dentro de um grupo.

3.4 Aspectos teórico-metodológicos da Teoria do Núcleo Central

Nesta seção apresentaremos o ferramental teórico-metodológico para a análise dos dados da Teoria das Representações Sociais, técnicas aceita pela comunidade acadêmica. Deste modo, apresentaremos a Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), e a análise dos dados por meio da Análise Prototípica.

3.4.1 Técnica de Associação Livre de Palavras – TALP

A Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) aborda a memória, ou seja, utiliza a recuperação de informações que foram interiorizadas durante as interações sociais. Sá (1996) ressalta que a TALP “[...] consiste em se pedir aos sujeitos que, a partir de um termo indutor [...] apresentado pelo pesquisador, digam as palavras ou expressões que lhe tenham vindo imediatamente à lembrança.” (SÁ, 1996, p. 115). Machado e Aniceto (2010) acrescentam que:

A técnica de associação livre de palavras [TALP] é um tipo de investigação aberta que se estrutura a partir da evocação de respostas dadas com base em um estímulo indutor, o que permite colocar, em evidência, universos semânticos relacionados a determinado objeto. (MACHADO; ANICETO, 2010, p. 353).

Jean-Claude Abric (2001) salienta, sobretudo, da importância de o questionário estar respaldado dentro do contexto cognitivo e social dos respondentes, permitindo que haja elementos que sustentassem a análise no âmbito das RS. Nas palavras do autor:

A vantagem deste método [TALP] além das da análise de similaridade, é que dá origem a uma abordagem quantitativa que permite comparar em diferentes grupos a importância relativa de certos elementos de representação. (ABRIC, 2001, p. 68, tradução nossa)

Em síntese, a TALP consiste em estimular o respondente a partir de um termo indutor a evocar palavras que se relacionem ao estímulo dado. Nesse aspecto, outro ferramental que está em consonância com a TALP é a análise prototípica. Por meio da análise prototípica é feito o cálculo de frequência e a sequência da ordem da evocação das palavras, sendo como critério a coocorrências das palavras, ou seja, avaliando a frequência dos termos evocados.

3.4.2 Análise prototípica

Vergès (1992) desenvolveu um método para o acesso ao NC a partir da evocação de palavras. O termo indutor utilizado por ele foi o “dinheiro”. A sua pesquisa envolveu 367 indivíduos adultos de ambos os sexos e as respostas eram registradas na ordem em que foram evocadas por cada sujeito. Bertoni e Galinkin (2017) destacam que:

A análise de evocação permite identificar tanto a estrutura quanto a organização interna das representações em função de dois critérios: a frequência e a ordem de evocação. É o cruzamento desses critérios que possibilita identificar a relevância dos elementos que se associam ao termo indutor. (BERTONI; GALINKIN, 2017, p. 116).

Vergès (1992) ressalta ainda que a TALP possibilita identificar os elementos estruturais das RS que fazem parte do núcleo central a partir da frequência e Ordem Média de Evocação (OME) das palavras citadas pelos respondentes. No quadro 2, Vogel (2016, p. 48) indica que “[...] para identificar a centralidade de um termo, é necessário identificar e interpretar os indicadores sumariados no Quadro [...]”

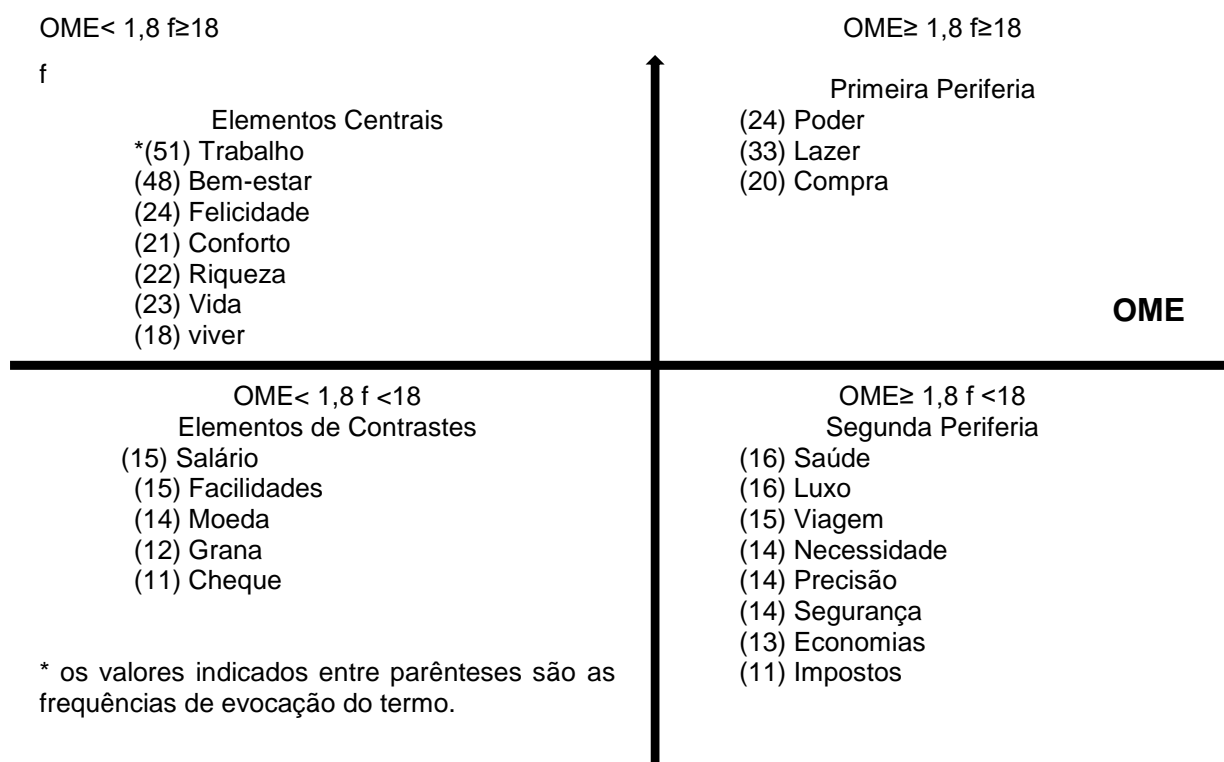
Quadro 7: Indicadores de centralidade para um termo evocado.

- Valor simbólico: refere-se à importância do item, isso é, trata-se de uma propriedade qualitativa associada à Teoria das Representações Sociais, indicando a inegociabilidade do termo. É um valor subjetivo que indica a importância do termo em relação ao objeto social, que pode ser refletida na hierarquia escolhida para o termo e em sua saliência.
- Saliência: é uma consequência do valor simbólico das representações, que faz com que o termo prevaleça em relação a outros no discurso dos sujeitos pertencentes a um grupo social determinado – a saliência é refletida na hierarquia, expressa na escolha dos termos em primeiras posições pelo sujeito pertencente a um grupo social e pela frequência, que é a repetição dos termos por diferentes sujeitos pertencentes ao grupo social.
- Conexidade: está ligada ao valor simbólico e expressa a relação que os termos estabelecem entre si, destacando o processo de co-ocorrência das evocações de sujeitos pertencentes ao mesmo grupo social.
- Poder associativo: é a capacidade de polissemia dos termos centrais, relacionada à capacidade de ligação destes termos com outros termos da RS do objeto social.
- Ordem Média (OME) de apresentação ou faixa média de apresentação de evocação: a ordem média depende do valor simbólico, expresso pela hierarquia e da frequência com que um termo é evocado. Para determiná-la, empregam-se equações matemáticas que expressam a ordem de um termo específico em relação à população de termos coletados.

Fonte: Vogel, 2016, p.48.

Para entender como funciona a análise prototípica ou quadrante de Vergès, o Quadro 8 (Sá, 1996, p.117) apresenta a pesquisa de Pierre Vergès com o tema indutor dinheiro, ele telefonou para pessoas aleatórias e fez a seguinte pergunta: “Quais são para você as palavras ou expressões que o dinheiro lhe faz pensar?” As respostas foram registradas seguindo a ordem de evocação, conforme especificada no quadro 3.

Quadro 8: Análise Prototípica – Termo indutor “dinheiro”.



Fonte: Adaptado de Sá, 1996, p.117.

O quadro 8 demonstra a estruturação de uma análise prototípica, que são organizados em quadrantes, em dois eixos, vertical, relacionando a frequência da evocação das palavras, e no eixo horizontal, relacionando a ordem média dessa evocação.

No quadrante superior no lado esquerdo, em conformidade com a TNC, encontra-se as palavras: trabalho, bem-estar, felicidade, conforto, riqueza, vida e viver. Essas palavras indicam ser os possíveis elementos do NC da representação social sobre dinheiro desse grupo social estudado.

No quadrante superior no lado direito, encontra-se as palavras: poder, lazer e compra, que podem indicar os elementos da primeira periferia da representação. Cabe

acrescentar que esses termos dialogam com os termos do NC, mas podem servir de proteção ou barreira de proteção à representação constituída.

No quadrante inferior direito - segunda periferia - encontram-se: saúde, luxo, viagem, necessidade, precisão e segurança. Nesse quadrante os termos representam pouca evocação, com um grau baixo de importância.

No quadrante inferior esquerdo temos os elementos de contraste: salário, facilidades, moeda, grana, cheque, que demonstram contraste com o núcleo central. Podem indicar um subgrupo com representações ligeiramente diferente do grupo social analisado.

Note que para estabelecer os valores de intersecção dos eixos (1,8; 18), utilizou-se a frequência média e a média ponderada das Ordens Médias de Evocação (OME), isto é, Média Ponderada das Ordens Médias de Evocação (MOME), que pode ser obtida usando a equação 1, sendo $i \in \mathbb{N}$, f a frequência e OME a ordem média de evocação.

$$MOME = \frac{\sum_{i=1}^n (OME_i f_i)}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad \text{equação (1)}$$

Fonte: Corrallo, 2017, p.90.

De acordo com Sá (1996): “O levantamento das ligações entre os diversos elementos envolve métodos de coleta de dados que variam bastante [...] isto inclui também o aproveitamento das informações obtidas através de técnicas elaboradas para a detecção da saliência dos elementos.” (SÁ, 1996, p. 123). Vogel (2016, p. 50) menciona que “[...] quanto mais frequente e de maior hierarquia for o termo, maior seu valor simbólico e maior a probabilidade de que seja um termo do NC.”

3.4.3 Análise de Similitude

Na TRS, a análise de similitude “[...] pode ser aplicada diretamente às evocações ou a categoria construída por procedimentos de análise textual discursiva (Vogel, 2016, p. 51). Os resultados podem mostrar elementos comuns (geralmente ausentes de pesquisas específicas, análise de correspondências ou classificações lexicais), e os vários elementos das variáveis relacionadas com o *corpus*, nesse caso,

o *corpus* é a discussão primárias (MARCHAND; RATINAUD, 2012). O tratamento das evocações é por meio da matriz de similitude. Vogel (2016) explica que:

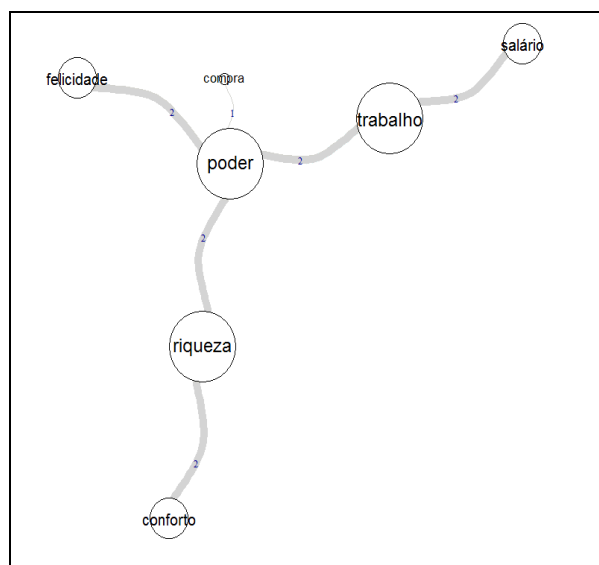
O cálculo do índice de similitude gera uma matriz de similitude, estruturada a partir do cálculo dos índices. Tal matriz pode ser simplificada com o uso de grafos, que são designados árvores de similitude máximas, uma seleção dos índices mais significativos das aproximações entre as evocações [...] Através da verificação da similitude encontram-se as condições de conexidade existente entre os termos, identificando como eles co-ocorrem nas evocações dos sujeitos de um mesmo grupo social. Aliando os resultados obtidos no Quadrante de Vergès aos da Árvore de Similitude Máxima é possível identificar os termos de maior valor simbólico para cada grupo pesquisado. Assim, indicam-se os termos presentes em cada um dos elementos da RS, identificando os pertencentes à centralidade e às periferias da estrutura da RS (VOLGEL, 2016, p. 51).

De acordo com Andrade e Corrallo (2020), a árvore máxima de similitude permite visualizar termos importantes presentes no texto:

Permitindo estudar as relações entre os termos mais significativos presentes em um *corpus*. Como produto da análise de similitude temos a árvore máxima de similitude, que é um grafo, no qual a espessura das arestas indica o grau de conexidade, e a dimensão das palavras e/ou expressão aponta a frequência dos termos empregados no *corpus* do trabalho analisado. (ANDRADE; CORRALLO, 2020, p. 2).

Segundo Corrallo (2017), na figura 1, temos a demonstração da análise de similitude, que “[...] consiste nas relações valoradas entre os termos, permitindo ao pesquisador entender melhor as relações entre os termos”. Nesse sentido, o autor menciona o estudo sobre o termo indutor: “dinheiro”, nos grafos abaixo:

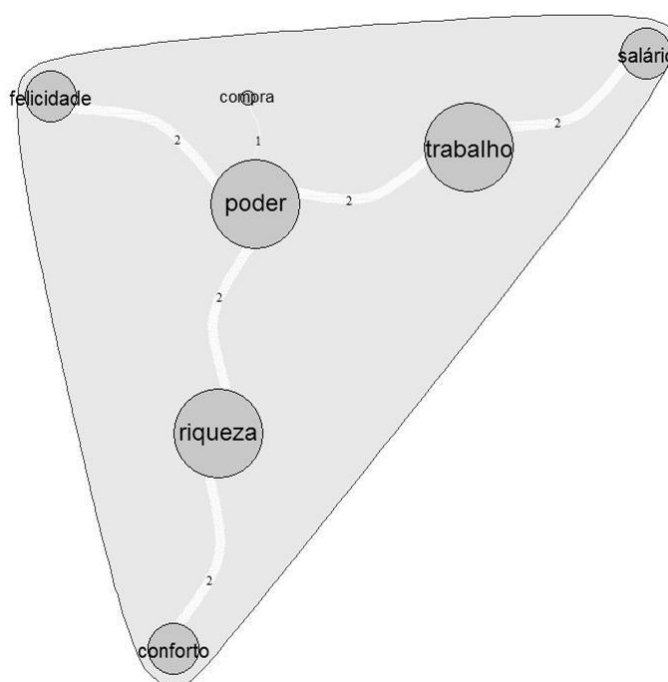
Figura1 – Árvore Máxima de Similitude – termo indutor “dinheiro”.



Fonte: Corrallo, 2017, p. 36.

Nesse estudo, optaremos pela formatação Kamada Kawai com agrupamento por comunidade. Corrallo (2017, p. 97) menciona que a formatação Kamada Kawai é “[...] um algoritmo que associa o vértice a uma massa e a aresta a uma mola, dispondo, portanto, a um sistema massa-mola bidimensional”. Em outras palavras, a formatação Kamada Kawai busca o menor estado de energia do sistema, ou seja, o algoritmo se configura da melhor maneira atendendo tal estado gráfico. Observe na figura 2 como se apresenta uma árvore máxima de similitude configurada com agrupamento.

Figura 2: Árvore Máxima de Similitude com agrupamento – termo indutor: “dinheiro”.



Fonte: Corrallo, 2017, p.97.

Dessa forma, o agrupamento em comunidades contribui para uma nova associação de termos por proximidade entre palavras, e a sua conectividade proporciona maiores conexão entre os termos dentro do *corpus*, facilitando a análise por similitude.

Capítulo IV: Metodologia

Neste capítulo apresentaremos os procedimentos metodológicos para o estudo realizado por meio de questionário de coleta de dados estruturado em conformada com a TALP e a análise sob à luz da análise prototípica e análise de similitude, junto aos estudantes e egressos de curso de formação docente em uma IPES.

4.1 Desenho da Pesquisa

A pesquisa se caracteriza por um estudo descritivo, pois buscou mapear os elementos das RS de uma população, com uma abordagem qualitativa, mas apoiada em estatística descritiva. Da mesma forma, o escopo da pesquisa se assemelha a uma pesquisa explicativa, pois, segundo Gil (2002), essa modalidade busca desvendar os fatores ligados a um determinado fenômeno, isto é, o comportamento dos sujeitos frente à automatização da coleta de dados no laboratório didático de física.

Devido ao momento pandêmico⁶ no qual a pesquisa ocorreu, o levantamento de dados se deu em duas etapas de forma remota. A primeira etapa foi por meio de visitas às salas virtuais de disciplinas do um curso de licenciatura em física em uma IPES, localizada na cidade de São Paulo. A segunda etapa foi com os cursistas do curso de extensão ofertado pela mesma IPES, o qual visava apresentar o uso da plataforma de prototipagem Arduíno como apoio ao ensino de física, destinado à professores, licenciandos e egressos da licenciatura de física

O convite foi feito por meio de um vídeo disponível em canal do *YouTube* seguido por visitas em salas virtuais de diversos semestres do curso de licenciatura em física. A dinâmica das visitas durava em torno de 15 minutos. Após a apresentação e agradecimentos, o convite era feito aos estudantes para responder a pesquisa, disponível no *link* <https://forms.gle/5ePimmYc112QDJTL6>, para os cursistas, fizemos a apresentação e disponibilizamos o *link* para as respostas no primeiro dia de aula

⁶ PORTARIA N° 343, DE 17 DE MARÇO DE 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376> . Acesso em 9 out. 2021.

síncrona, e deixamos no *chat* da sala virtual, garantido que toda a análise (quantitativa) dos dados foram feitas com base ao que os cursistas pensavam antes de realização o curso, sem nenhuma influência sobre o termo indutor. No total tivemos 55 respostas que foram a base de dados para a análise prototípica, árvore máxima de similitude e análise da centralidade de autovetor.

A elaboração do questionário baseou-se na revisão da literatura conforme mencionamos no capítulo II, e em questões adaptadas de Corrallo (2017). Como estratégia central do questionário, utilizamos a TALP. Segundo, Neves *et al.* (2014) menciona que:

[...] estudos da cognição que abordam sobre a temática dos tipos de memória são importantes na codificação, armazenamento e recuperação da informação, pois auxiliam na compreensão de como ocorrem as interações do conhecimento humano. (NEVES *et al.*, 2014, p. 65).

Assim, delineamos a questão com o intuito de ter acesso às RS dos sujeitos da pesquisa. A questão indutora foi: “Escreva 5 palavras ou expressões que lhe venham à mente ao pensar sobre automatização da coleta de dados no laboratório didático de física em apoio às atividades práticas experimentais”. Após a evocação, foi solicitado que se justificasse as suas escolhas, a saber: “justifique a sua escolha para cada palavra ordenada”. A justificativa dos termos colaborou com a análise no sentido de entender a evocação escolhida, na sua ordem de mais importante, trazendo a interpretação do termo de forma mais clara, proporcionando, assim, informações que pudessem ser ordenadas em agrupamento e/ou reordenamento aos termos para a análise prototípica, conforme mencionado no capítulo III.

Note que a primeira evocação complementa a primeira justificativa, e assim oportuniza ao participante da pesquisa a fazer reflexões sociocognitivas em relação as suas RS sobre o objeto social investigado, entendendo que a TRS dá o aporte para que possamos entender que as RS do indivíduo se relacionam com as RS sobre o objeto social. Portanto, as perguntas sobre a frequência do uso das atividades práticas e a descrição de uma atividade prática com apoio da automatização de coleta de dados no laboratório didático de física promoveu a representação do objeto e de fatos que são provenientes ao meio social que o indivíduo interagiu.

Vale mencionar que capítulo III, a TALP aborda a memória, ou seja, utiliza a recuperação de informações que foram interiorizadas durante as interações sociais

passadas. Segundo Corrallo (2017, p. 107), “[...] o sujeito foi questionado sobre a palavra ou expressão que julgasse mais relevante e, também, justificasse a sua escolha dentre as que descreveu no processo inquisitivo.” Assim, as perguntas relacionadas ao objeto proporcionaram ao respondente buscar na sua memória elementos que pudessem revelar as opiniões e pensamentos identificando as suas RS.

Em relação aos efeitos de polissemia e confusão semânticas, tomamos os devidos cuidados durante o processo de análise da evocação. Cotanda (2014, p. 830) menciona que, em “[...] pesquisa em Ciências Humanas é comum encontrarmos inúmeros termos cujos significados são polissêmicos”. Para evitar um efeito negativo do termo, verificamos a justificativa em relação ao termo evocado, e assim não mudar o contexto argumentativo do termo. No que se refere ao tratamento dos dados, Corrallo (2017) menciona que:

i) leitura das palavras ou evocações anteriores e posteriores às evocações, principalmente, as que remetessem à ambiguidade; ii) utilização das justificativas para as escolhas da primeira evocação. Acreditamos que essas estratégias associadas à leitura geral das evocações nos deram maior confiança na escolha do agrupamento para cada evocação. (CORRALLO, 2017, p. 118).

Na análise dos dados, o tratamento das evocações se seguiu de um tratamento categorização semântica de cada evocação, e de uma leitura interpretativa dos argumentos sobre a justificativa. Assim, tomamos os devidos cuidados para que no processo de lematização mantivéssemos proximidades com os dados brutos. Para exemplificar, o termo “experimentação” se repetiu em diferentes terminologias, tais como: “experimento, experimento físico, experiência”, dessa forma, para facilitar o tratamento estatístico, a palavra ficou “experimentacao”. Para reduzir os termos, optamos pelo processo de unificação utilizando o “underline”, o termo escolhido foi “agiliza_processos”, que substitui termos como por exemplo, rapidez, rápido. No Apêndice C disponibilizamos todo o tratamento categorização semântica.

Torna-se pertinente salientar que a análise quantitativa se outorgou tanto com observações no curso de extensão, em especial, nas correções de atividades em aulas assíncronas proposta ao longo do curso, e parte com observações nas dúvidas esplanadas pelos cursistas em aulas síncronas e plantões de dúvidas, quanto, por

meio da análise estatísticas dos dados pelo *software* IRAMUTEQ versão 0.7 alpha⁷. Com o *software* foi possível aprofundar no estudo, sobretudo, no mapeamento das RS dos participantes da pesquisa sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física.

Sobre o produto educacional, ele é uma edição reestruturada de dois cursos presenciais que trabalharam com a mesma temática, isto é, a formação continuada sobre automatização da coleta de dados em atividades práticas experimentais com a plataforma de prototipagem Arduino, realizadas presencialmente nos anos de 2014 e 2015, dando aporte para a implementação digital a ser realizada no primeiro semestre do ano de 2021.

Os cursos dos anos de 2014 e 2015 foram ofertados para professores da rede pública do Estado de São Paulo. A metodologia almejava buscar estratégias tecnológicas que visavam atender as demandas dos professores, desenvolvendo um trabalho em equipe, dialogando para convergir à uma prática investigativa. Em análise aos principais resultados do ano de 2014, de modo presencial, foi evidenciado a dificuldade em construir experimentos com base na reprodução de experimentos encontrados nos artigos apresentados durante o curso. Em relação às RS dos professores/cursistas, o resultado mostrou ter suas representações em relação ao ensino de física, uma prática tecnicista, que é solidificada desde a formação inicial embasada na reprodução. Na edição de 2015, de modo presencial, a estratégia didático-pedagógica pressupôs o empréstimo da placa de prototipagem Arduino aos cursistas durante a vigência do curso. A mudança foi considerável, resultando em um maior engajamento, repercutindo diretamente em experimentos próximos de suas realidades. O resultado foi tão promissor que os cursistas apresentaram os seus experimentos em um evento na IPES.

Neste sentido, atendendo à legislação⁸, foi necessário desenvolver um produto educacional que fique disponível em apoio a qualquer docente. Por conseguinte, o produto educacional desta pesquisa foi um curso de extensão (CE) que procurou

7 Desenvolvido por: Pierre Ratinuad (Université de Toulouse – Laboratoire LERASS), Sébastien Déjean (Université de Toulouse), David Skalinder (Mash Strategy), sob licença GNU GPL.

8 PORTARIA NORMATIVA No 7, DE 22 DE JUNHO DE 2009. Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES- Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/port_mestrado_profissional1.pdf Acesso em: 03 jun. 2021.

trabalhar o ensino de física articulado com a placa de prototipagem Arduino, embasado nas edições presenciais. Desse modo, o curso foi elaborado e aplicado para docentes de física, tanto docentes que lecionam no ensino médio, quanto docentes que lecionam no ensino superior.

O CE buscou apresentar a plataforma de prototipagem Arduino como ferramenta de apoio ao ensino de física, articulado estratégias pedagógicas virtuais que permitissem uma maior reflexão sobre essas tecnologias, e alinhadas às propostas investigativas de ensino de ciências.

Nesse sentido, escolhemos como ferramenta didática, o Arduino⁹, por ser uma tecnologia livre (*software e hardware*), sendo possível, assim, a implementação da automatização de dados no laboratório didático de física, podendo proporcionar uma maior participação do aluno durante as atividades experimentais. A estrutura do curso foi de 40 horas, sendo ofertado no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) Moodle¹⁰ da IPES com aulas síncronas e assíncronas. Foram disponibilizadas sugestões de materiais sobre o aprofundamento do tema. Para as atividades práticas utilizamos o AVA Tinkercad¹¹. O objetivo principal desse produto educacional foi estimular os cursistas a automatizarem a coleta de dados em atividades práticas experimentais no laboratório didático de física. Sobre as escolhas metodológicas. No apêndice C disponibilizamos o plano de aula das 10 semanas.

4.4 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa são formados por dois grupos: o primeiro grupo são os cursistas (professores de física e estudantes/egressos de licenciatura em física) do curso de extensão, intitulado “Arduino como recurso didático ao ensino de física” e o segundo grupo são os estudantes da licenciatura em física da IPES. Tanto para o grupo de cursistas quanto para o grupo de estudantes, as perguntas do questionário

9 Arduino é uma plataforma de computação desenvolvida na Itália no ano de 2005, e foi desenvolvida com código aberto <<http://www.arduino.cc>>

10 Moodle é um sistema de código aberto e se originou na Austrália em 2001. Disponível em: https://docs.moodle.org/310/en/About_Moodle Acesso em: 13 de out. de 2020

11 Tinkercad é um produto da empresa Autodesk, Inc, e permite desenvolver projetos 3D, programas e circuitos eletrônicos de forma gratuita. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 13 de out. de 2020.

se assemelham no sentido de trazer maior homogeneidade aos respondentes, diante disso, decidimos unir os dois grupos.

A IPES que escolhemos tem avaliação do MEC nota 4,0, oferece o curso de licenciatura em física desde o ano de 2001. O ingresso de novos estudantes acontece duas vezes ao ano. Também é uma instituição que possui seis laboratórios de uso exclusivo para o curso de física, tendo estrutura para o desenvolvimento de experimentos de todas as grandes áreas da física clássica e com experimentos de física moderna, nuclear e estado sólido. Além desses laboratórios, o IPES tem um laboratório compartilhado que contém equipamentos que podem ser emprestados para professores, inclusive a placa de prototipagem Arduino. No rol de disciplinas, existe uma eletiva que discute sobre tecnologia em apoio ao ensino de física, porém não é ofertada todo semestre. Nos documentos oficiais do curso, não encontramos nenhuma paridade com a temática da pesquisa.

Na tabela 1 apresentamos os respondentes da pesquisa. Os professores cursistas estão separados pela área profissional e os estudantes são da licenciatura em física da IPES.

Tabela 1 – Descrição dos respondentes.

Grupos		Nº de respondentes
Professor cursista	Ensino Superior	4
	Ensino Médio	12
	Ensino Fundamental	2
Total de Professores		18
Estudante/egresso	Licenciatura em física	37
Total de Estudantes/egresso		37
Total Geral		55

Fonte: autoria própria.

Entendemos que a formação acadêmica tem um papel importante nas RS dos sujeitos da pesquisa. Entretanto, a decisão em juntá-los, outorgou-se pelos professores estarem na condição de cursistas, sobretudo, em um aprendizado específico, tal como os algoritmos conceituais da linguagem de programação específica para controlar a placa de prototipagem Arduino. Nesse sentido, pelos dois grupos serem da área da física, unimos os professores e os futuros professores de física.

Para facilitar a leitura, resumimos os termos tratados na abaixo:

Tabela 2– Sujeitos da Pesquisa.

GRUPO	SIGLA
Grupo de Professores Cursistas	GPC
Grupo de Estudantes Licenciatura em Física	GEL

Fonte: autoria própria.

Na tabela 3 apresentamos a formação dos docentes que estão na condição de cursistas no CE.

Tabela 3 – Formação acadêmica dos professores/cursistas.

FORMAÇÃO ACADEMICA DOS PROFESSORES	
Bacharel e licenciado em Física, mestre e doutor em Astronomia	1
Bacharel Física, Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências	2
Licenciatura em física, mestrado em educação	1
Licenciatura em física	8
Licenciatura em ciências exatas	1
Licenciatura ciências biológicas, da saúde e química. Bacharel odontologia.	1
Bacharel + Complementação Pedagógica	1
Superior completo (não mencionou o curso)	1
Mestrado (não mencionou o curso)	1
Doutorado (não mencionou o curso)	1
Total	18

Fonte: autoria própria.

Na tabela 4 temos faixa etária dos respondentes predominava, que entre os professores a idade que predomina é 34 a 40 anos, e entre os estudantes a idade que predomina é 21 a 28 anos. No entanto, tivemos respondentes entre. Os estudantes entre 18 e 20 anos até professores e estudantes acima de 50 anos.

Tabela 4: Faixa etária dos respondentes

Idade	Professores	Estudantes
18 a 20 anos	0	5
21 a 28 anos	2	22
29 a 33 anos	3	5
34 a 40 anos	7	2
41 a 50 anos	3	2
Mais de 50 anos	3	1
Total	18	37

Fonte: autoria própria.

Sobre o gênero, entre os docentes foram 11 respondentes do sexo masculino, e 7 respondentes do sexo feminino, entre os estudantes, foram 23 respondentes do sexo masculino, e 14 respondentes do sexo feminino. Totalizou 34 respondentes do sexo masculino e 21 respondentes do sexo feminino.

4.2 Softwares para análise de dados

Esta pesquisa usou para a análise de dados o *software* IRAMUTEQ¹², que permite analisar os dados textuais com cálculo de frequência de palavras. Neste trabalho colaborou para a codificação de termos evocados pelo questionário de pesquisa estruturado na TALP que teve como termos de evocação, a automatização da coleta de dados no LDF. Na figura 3, apresentamos o *layout* do *software* IRAMUTEQ, que é amplamente usado nas pesquisas de ciências sociais.

Figura 3: *Layout* do *software* IRAMUTEQ.



Fonte: www.iramuteq.org.

Os autores Camargo e Justos (2013) discorrem sobre as funcionalidades do IRAMUTEQ em relação a análise de dados, no sentido em identificar os elementos centrais das RS do grupo de respondentes, segue:

[...] identifica a quantidade de palavras, frequência média e número de hapax (palavras com frequência um); pesquisa o vocabulário e reduz das palavras com base em suas raízes (lematização); cria dicionário de formas reduzidas,

12 Desenvolvido por: Pierre Ratinaud (Université de Toulouse – Laboratoire LERASS), Sébastien Déjean (Université de Toulouse), David Skalinder (Mash Strategy), sob licença GNU GPL

identifica formas ativas e suplementares. (CAMARGO, JUSTOS, 2013, p. 515)

O IRAMUTEQ é usado para análise de *corpus* textual, ou seja, por meio estatístico, ele determinar o grau de similitude das evocações e das categorias “[...] possibilita identificar as coocorrências entre as palavras e seu resultado traz indicações da conexidade entre as palavras, auxiliando na identificação da estrutura da representação.” (CAMARGO; JUSTOS, 2013, p. 2). Os autores acrescentam ainda que “[...] análise textual com a finalidade comparativa, relacional, comparando produções diferentes em função de variáveis específicas que descrevem quem produziu o texto.” (CAMARGO; JUSTOS, 2013, p. 514).

No quadro 9 temos o exemplo do resultado da análise estatística textual, em que o IRAMUTEQ oferece a frequência média das palavras, frequência total, classificação gramatical e as formas reduzidas, e todos esses dados são gerados em planilhas no próprio *software* podendo exportá-la ao Microsoft Excel.

Quadro 9: Exemplo das principais características de análise do IRAMUTEQ.

Número de textos (<i>nombre de textes</i>) = 117 (o programa reconhece a separação do corpus em 117 unidades de texto iniciais).
Número de segmentos de textos (<i>nombre de segments de textes</i>) = 204 (o programa reparte em 204 segmentos de texto)
Número de formas distintas (<i>nombre de formes</i>) = 1491.
Número de ocorrências (<i>nombre d'occurrences</i>) = 5676
Frequência média das formas (<i>moyenne d'occurrences par forme</i>) = 3.80
Número de classes (<i>nombre de classes</i>) = 5
Retenção de segmentos de texto: 157 segments classés sur 204 (76.96%)

Fonte: Camargo e Justos, 2013, p. 13.

Nota-se no quadro 9 que o IRAMUTEQ reúne um conjunto variado de procedimentos de análise textual. Pode-se gerar, via *software*, a análise prototípica, a análise de similitude, a análise fatorial por correspondência, a classificação hierárquica descendente, a nuvem de palavras e as estatísticas textuais clássicas. A análise fatorial por correspondência e a classificação hierárquica descendente são métodos para encontrar a relação entre os elementos de um *corpus* e os conjuntos lexicais. As estatísticas textuais são por meio de textos e evocações, por meio do

processo linguístico de lematização. A nuvem de palavras representa as ocorrências dos termos mais citados. A análise de similitude produz um grafo que também por meio das ramificações representa as coocorrências das palavras.

Vale ressaltar que o *software* faz duas ações ao mesmo tempo, a primeira é identificar as coocorrências de termos e a segunda é a distribuição de classes por proximidade das palavras.

CAPÍTULO V: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Como mencionado no capítulo I, o objetivo desta pesquisa foi investigar as RS sobre o uso da automatização da coleta de dados no laboratório didático de física de participantes de cursos de formação docente, realizado em uma IPES, na cidade de São Paulo. Para tanto, como mencionado no capítulo IV, tivemos dois públicos para a coleta dos dados. O primeiro grupo foram os docentes que estavam na condição de cursistas de um curso de extensão, intitulado “Arduino como recurso didático ao ensino de física” realizado virtualmente na IPES, e o segundo grupo foram os estudantes do curso de licenciatura em física da IPES, com aulas remotas devido ao momento pandêmico que atualmente vivemos.

Nesse contexto, escolhemos unificar os dois grupos para fazer a análise dos dados, entretanto, ora refletimos sobre o GPC e ora refletimos sobre o GEL. Vale mencionar novamente que o questionário foi estruturado pela TALP, e a pergunta indutora foi solicitada igualmente aos dois grupos, a saber: “Escreva 5 palavras ou expressões que lhe venham à mente ao pensar sobre automatização da coleta de dados no laboratório didático de física em apoio às atividades práticas experimentais, sendo que a primeira palavra é considerada a mais importante e a última palavra é a menos importante”. Dentro desse contexto, Abric (2001, p. 66) nos assegura que as palavras evocadas são as “[...] mais importantes são citados primeiro quando o assunto se associa”. Em seguida foi solicitado ao respondente que justificasse a escolha de cada palavra ordenada. Esse processo foi importante para ajudar no entendimento da evocação, e, assim, caso houvesse a necessidade de substituição de palavras, a escolha fosse mais assertiva.

Além da coleta de dados por meio do questionário, a autora desta pesquisa desenvolveu um curso de extensão (CE) sobre o Arduino como recurso didático ao ensino de física. O leitor poderá encontrar as 10 semanas completas do curso no Apêndice C, em que, foi o produto educacional desta pesquisa. Vale salientar que teremos uma seção que refletiremos acerca do CE.

Por fim, neste capítulo, apresentaremos a análise prototípica, análise de similitude, análise textos complementares dos IDX e análise de tutoria no CE. De

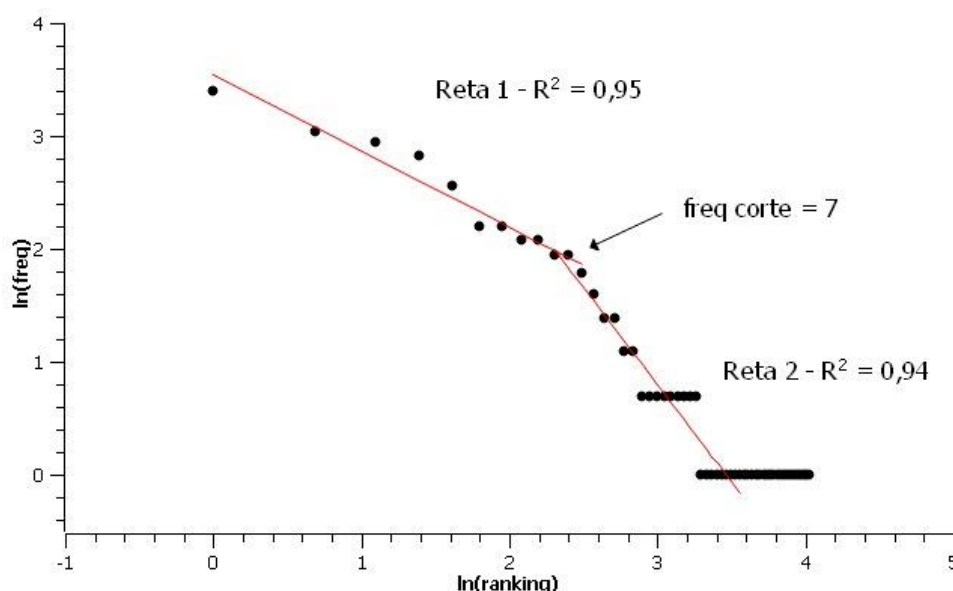
caráter complementar, apresentaremos o a análise de rede utilizando a indicador chamado centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality).

5.1 Análise Prototípica

Nesta seção apresentamos a Análise Prototípica, que buscou identificar as RS do GPC e GEL, em relação a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física.

No gráfico 1¹³ apresentamos a distribuição da Lei de Zipf¹⁴, que relaciona a frequência com o ranking (posição) das palavras evocadas. Utilizando o processo de linearização, isto é, aplicando logaritmo em ambos os eixos, pudemos aproximar a curva original (que sugere uma hipérbole) em duas retas. No gráfico também é possível observar que as retas ajustadas 1 e 2 trazem excelentes coeficientes de correlação Pearson. Nota-se que há um ponto de inflexão (2,323;1,985), ou seja, as duas retas se tocam. Isso nos faz crer que há uma ruptura. Exatamente nesse ponto adotamos como a frequência de corte ou frequência mínima $f = e^{1,92} = 7$, com 69% da frequência acumulada das evocações.

Gráfico 1 - Distribuição de Zipf.



¹³ Gráfico produzido no SciDAVis (software gratuito) - Disponível em: <http://scidavis.sourceforge.net/> Acesso em: 18 dez. 2021.

¹⁴ A lei de Zipf é uma função de potência do tipo $f(x) = bx^a$, onde a e b são constantes.

Fonte: autoria própria.

No Quadro 9, apresentados estatisticamente pela análise prototípica mostram o valor de 2,76 para o Média Ponderada das Ordens Médias de Evocação (MOME) e a frequência média foi o valor de 7,35. A distribuição do termo de evocação: “automatização da coleta de dados no laboratório didático de física”, e os dados estão apresentados em forma de quadrantes, divididos conforme a distribuição de frequência da ordem média de evocação.

Para entender o Quadro 10, deve-se notar que a frequência alta significa que a palavra foi mencionada muitas vezes, e como mencionado no capítulo IV, o IRAMUTEQ utiliza no tratamento dos dados, a Média Ponderada das Ordens Médias de Evocação (MOME), conforme equação 1, no capítulo III. Dessa forma, a palavra que foi lembrada primeiro tem maior peso do que a palavra que foi lembrada depois, mesmo que a palavra lembrada depois tenha sido mais vezes evocada. No quadro 9, observa-se que o termo “tecnologia” teve a frequência 21 e está na primeira periferia, enquanto o termo “arduino” teve frequência 17 e está no quadrante que indica pertencer ao núcleo central, demonstrando que a primeira evocação tem maior peso por ser a primeira palavra lembrada, e as palavras subsequentes terão peso menor.

Quadro 10: Análise prototípica – Grupo Geral (N=55).

Núcleo Central $OME \leq 2,76$			1ª Periferia $OME > 2,76$			
	f	OME		f	OME	
< 7,35 Frequência $\geq 7,35$	agiliza_processos	30	2,7	tecnologia	21	3
	dados_precisos	19	2,1	computador	13	3,7
	arduino	17	2,2	experimentacao	9	3,3
				sensor	9	3,2
				analise_de_dados	8	2,8
				aprendizagem	8	2,8
Zona de Contraste			2ª Periferia			
	f	OME		f	OME	
	coleta_de_dados	6	2,7	motivacao	7	3,3
	inovacao	5	2,6	software	7	2,9
	virtualizacao	4	2,5	componentes_eletronicos	4	2,8
	linguagem_programacao	3	2,3			
	relatorio	2	2,5			
	laboratorio	2	2,5			
	dificuldade	2	2,1			

Fonte: autoria própria.

No primeiro quadrante superior (à esquerda) temos listado os potenciais elementos do NC da representação dos grupos GPC e GEL. O termo “agiliza_processo” e “dados_precisos” demonstrou que para os respondentes, a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física está conexas a um sistema de coleta de dados rápido e preciso, articulando a praticidade de seu uso. Percebe-se que os respondentes não percebem a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física como ferramenta auxiliar ao aprendizado. Segundo Corrallo, Junqueira e Schuler (2018, p. 642), “[...] somente a manipulação dos dados experimentais não é capaz de garantir a concepção de um modelo mais geral (isto é, até aqui corremos o risco de adoção de metodologia apoiada na concepção empirista-indutivista) [...]”. Com a menção dos autores, entendemos que a utilização da tecnologia no laboratório tendo os fins na própria tecnologia, reforça uma ação unicamente focada na experiência, correlacionando ao empirismo-indutivismo.

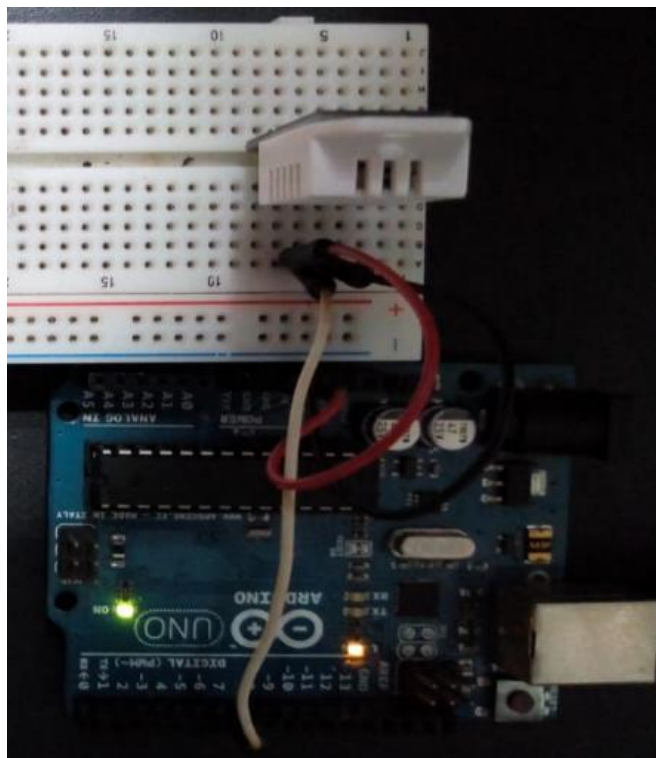
O termo “arduino”, que aparece no NC, está mencionado como recurso didático-pedagógico em duas disciplinas ofertadas para os primeiros semestres (uma obrigatória e outra eletiva) do curso de licenciatura em física. Nesse sentido, é razoável afirmar que os integrantes do grupo GEL, em algum momento do curso, foram apresentados à plataforma de prototipagem Arduino durante as aulas experimentais.

É imprescindível enfatizar a diferença entre automatização e automação. Os autores Maffei, Viero e Walber (2013, p. 38) definem a diferença dos termos automação e automatização.

Trabalhos automáticos executados por equipamentos de produção são obtidos pela automatização [...] A responsabilidade da condução do processo através de programação e retroalimentação (feedback) automática de dados que servirão de parâmetros para os comandos, dá-se o nome de automação. (MAFFEI; VIERO; WALBER, 2013, p. 38).

Nesse viés, o termo automatização está relacionado a automatizar processos, por exemplo, na figura 4 temos um circuito montado com uma placa de Arduino, um sensor de temperatura e uma placa de ensaio. Este experimento se caracteriza como um experimento automatizado para a coleta de dados no LDF.

Figura 4: Esquema do circuito com sensor de temperatura.



Fonte: autoria própria.

O termo automação está relacionado ao nosso contexto social, ou seja, a automação está presente em nosso dia a dia, e já se consolidou nas nossas RS, um exemplo é no banco, retiramos ou depositamos dinheiro sem se dirigir ao caixa, agimos normalmente quando os portões ou portas abrem e fecham, ou mesmo, nos prédios ao adentrarmos nos andares, a noite o acendimento muitas das vezes das luzes são automático, em locais climatizados, o controle de temperatura em ambientes nos favorece em dias de calor e não notamos, apenas apreciamos. Devemos notar que a automação está presente no nosso dia a dia como agente facilitador, não sendo o escopo desta pesquisa mencionar as consequências sociais. Então, dentro do curso de licenciatura em física, é razoável dizer que o termo “automatização” está nas RS do GEL como algo que proporciona uma praticidade no LDF. Tanto é que, na análise prototípica, os termos: “agiliza_processos”, “dados_precisos” e “arduino” aparecem como o NC desse grupo. Vale destacar que ¹⁵excluimos todas as duplicidades dos termos presentes nos dados, assim, tivemos 17 vezes a palavra “arduino” como a

¹⁵ Excluir as duplicidades significa que quando o respondente repetiu o termo em mais de uma evocação, deixamos a primeira evocação e excluimos as demais.

primeira evocação. Nesse sentido, é razoável dizer que o GEL em algum momento do curso de licenciatura em física se deparou a automatização da coleta de dados no LDF da IPES, uma vez que a instituição possui toda a infraestrutura necessário para propiciar a automatização de experimentos utilizando a placa de prototipagem Arduino ou equipamentos similares e podem realizar a automatização da coleta de dados de experimentos no LDF.

No segundo quadrante superior, constituem a primeira periferia, em que, encontramos os termos: “tecnologia”, “computador”, “experimentação”, “sensor”, “analise_de_dados” e “aprendizagem”. Nota-se que os cinco primeiros termos constituem uma prática usual dentro do LDF, entretanto, apareceu o termo aprendizagem. Para entendermos o termo “aprendizagem”, disponibilizamos na tabela 5, os termos evocados e as respectivas substituições, fazendo com que apareça o termo “aprendizagem”. Sendo assim, apresentamos na coluna 1 o termo original evocado, na segunda coluna, aparece a ordem em que o termo foi lembrado (1 = Mais importante; 5 = Menos importante). Na terceira coluna é a justificativa do respondente, e na quarta coluna é a substituição do termo da coluna 1. O critério de substituir por meio da análise da justificativa, tomando o cuidado para não mudar o sentido da evocação.

Tabela 5: Apresentação do termo Aprendizagem.

Evocação	Ordem	Justificativa	Substituição
Experimentos	2	Experimentos ajudam a compreender os fenômenos	Aprendizagem
Respostas objetivas	2	Os alunos se sentem mais confortáveis em escrever o que pensam	Aprendizagem
Entendimento	2	A prática de automatização poderá proporcionar um melhor entendimento das análises conclusivas.	Aprendizagem
Ciência	2	O objetivo é aprender ciência	Aprendizagem
Ensino	3	Ajuda a conhecer melhor os pesquisados, pois se sentem mais livres para manifestarem suas respostas	Aprendizagem
Melhoria	3	Esta ação poderá gerar uma melhoria na aprendizagem.	Aprendizagem
Investigação	3	O objetivo de aprender a desenvolver essas atividades é estimular a investigação.	Aprendizagem
Ensino	3	Auxiliando o processo de experimentação, facilita-se o Ensino do tema a ser experimentado	Aprendizagem
Didática	4	Tendo uma facilidade do processo de ensino, surge uma nova didática	Aprendizagem
aprendizagem significativa	5	Tendo professor certo para ensinar aprende sim	Aprendizagem

Capacidade	5	Isto poderá aumentar a capacidade de cada estudante.	Aprendizagem
------------	---	--	--------------

Fonte: autoria própria.

Percebe-se na tabela 5, na coluna 3, nas justificativas que existe uma perspectiva positiva em relação a automatização da coleta de dados no LDF, com viés em proposições didáticas, despertando a motivação, tanto no GPC quanto no GEL. Os autores Corrallo e Junqueira (2015), mencionam que:

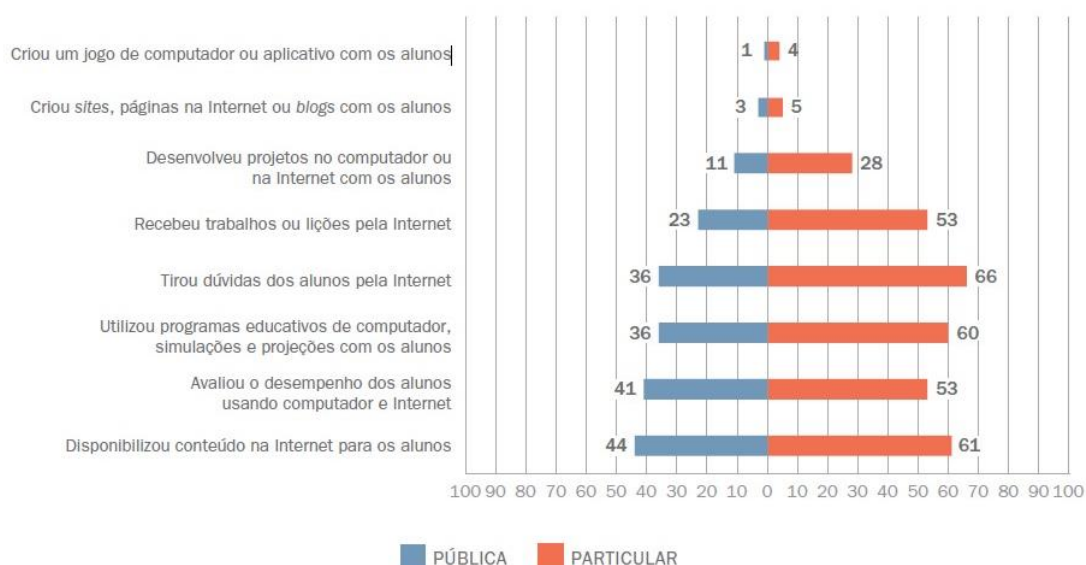
[...] a incorporação de automação [automatização] a partir da plataforma Arduino contempla um tripé: ensino de física, programação e microeletrônica. Não se trata de inserimos novos conteúdos nos cursos de Física, mas, de alguma forma, apresentar e sugerir o uso dessas novas ferramentas para que se possa resolver problemas de Física. Acreditamos que o uso de ferramentas dessa natureza possa gerar oportunidades de reflexão sobre fundamentos e limites dos modelos propostos pelos alunos. (CORRALLO; JUNQUEIRA, 2015, p. 7).

Nesse sentido, mesmo o termo “aprendizagem” sendo uma proposição, o contexto do termo aprendizagem estando na primeira periferia, tende a oportunizar mudanças nas escolhas pedagógicas do professor ou futuro professor, ou seja, é muito importante entender a automatização como algo positivo, mesmo que seja no início para benefício próprio. O importante é que percebemos que aparentemente não existem obstáculos em relação a automatização, isto é um resultado positivo para futuras incorporações de estratégias didático-pedagógicas que envolvam o processo de coleta de dados a partir da automatização do laboratório didático de física.

No terceiro quadrante inferior esquerdo, constituem a zona de contraste, que, por sua vez, referem-se aos termos muito importantes para um possível subgrupo (ABRIC, 2001). Encontramos os termos como “coleta_de_dados”, “inovação”, “virtualização”, “linguagem_programação”, “relatório”, “laboratório” e “dificuldade”.

O Gráfico 2, elaborado pelo NIC.br (2018), apresenta um estudo comparativo entre professores de escolas públicas e professores de escolas particulares, do ano de 2017, nota-se que os indicadores possuem percentual de semelhantes em relação ao uso de tecnologias de comunicação e informação, como para disponibilizar conteúdo para alunos. E conforme vai aumentando o grau de dificuldade em elaborar uma atividade, diminui também o percentual.

Gráfico 2: Professores, por uso do computador e da internet para realizar atividades com os alunos – criação de projetos e interação (2017).



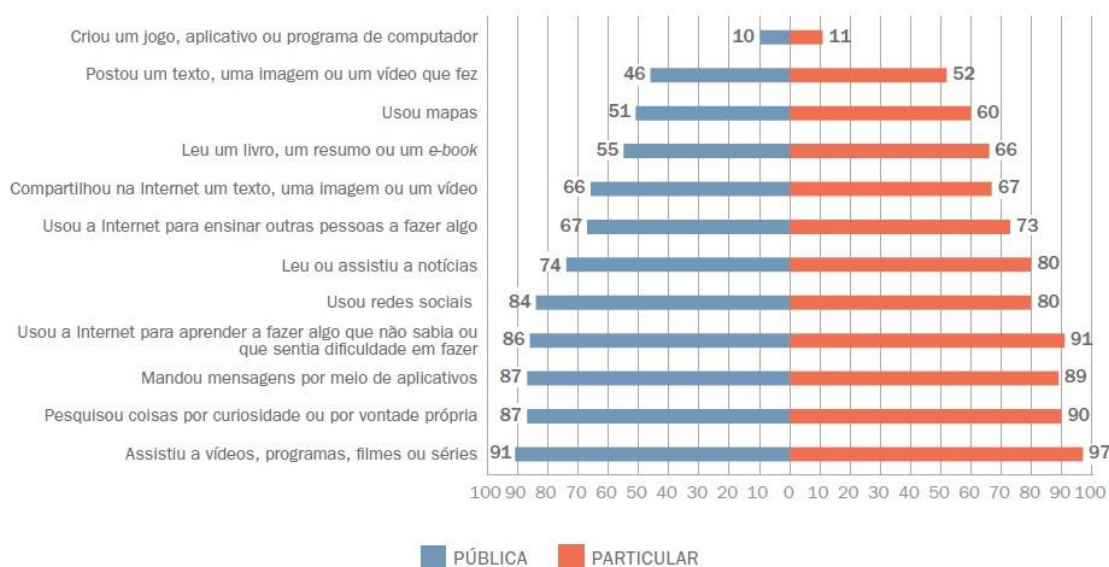
Fonte: NIC.br, 2018, p. 138.

É possível observar, no gráfico 2, que o percentual cai drasticamente quando precisa-se criar um jogo de computador ou aplicativo com os alunos. Há 1% de professores da escola pública e 4% de professores da escola particular que desenvolvem jogos no computador e aplicativos no celular. Vale ressaltar que a linguagem de programação utilizada no Arduino se baseia na linguagem C++. E nesse caso, o Arduino se enquadra no topo do gráfico, ou seja, com os professores desenvolvedores, ficando com o baixo percentual de 1% ou 4%. Segundo Corrallo, Junqueira e Schuler (2018 p.642), “[...] é importante lembrar que a lógica e a programação são elementos essenciais para se executar um projeto [com o Arduino]. A desmistificação e abertura de ‘caixas pretas’ é um ponto que demanda maior investimento por parte do professor.” Nesse sentido, os autores indicam ao professor, que possa compreender cada função da programação, conhecendo os seus principais comandos, se apropriando do novo letramento, e poderá propor uma ressignificação da prática pedagógica.

Os termos: “coleta de dados”, “relatório” e “laboratório”, sem nenhum termo relacionado as metodologias ativas, torna-se termos relacionados a simples verificação. O autor acrescenta que em relação ao Arduino, os alunos aprendem fazendo (SILVA, 2018). Nesse sentido, o estudo elaborado pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) representado pelo gráfico 3, mostra que os alunos, em relação a atividades com o uso da Internet, como criação de jogos, aplicativos ou

programa de computador, na escola pública estão em 10% e na escola privada está em 11%. Os dados mostram que os alunos, tanto do ensino privado quanto do ensino público podem ter tido a aprendizagem, muitas das vezes fora do ambiente escolar.

Gráfico 3: Alunos, por uso da internet em atividades escolares (2017).



Fonte: NIC.br, 2018, p.141.

Na tabela 6 estamos trazendo um recorte da análise prototípica, em que, no quadrante denominado zona de contraste encontramos o termo “virtualizacao”, que indica a simulação de algo real se apresentando de modo virtual. Entretanto, é possível observar que na justificativa os termos estão equivocados em relação ao termo indutor, uma vez que, os termos: “pesquisa virtual”, “robótica”, “redução de impacto ambiental”, “inclusão” e “experimentos online”, são termos fora de escopo desta pesquisa. Vale destacar que alguns termos se assemelham com a definição de automação, visto que, a automação está relacionada a inteligência artificial, e muitas das vezes reduzindo impactos ambientais.

Tabela 6: Virtualização para termos equivocado.

Termo evocado	Justificativa	substituição
Pesquisa virtual	Devido à automatização	virtualização
Robótica	Automatização remete a uso de inteligência artificial	virtualização
Redução de impacto ambiental	Devido à redução de impressões de papeis para coletar dados	virtualização
Inclusão	Abrange um número maior de estudantes devido ser online	virtualização

Experimentos online	Práticas online chegam a mais pessoas	virtualização
---------------------	---------------------------------------	---------------

Fonte: autoria própria.

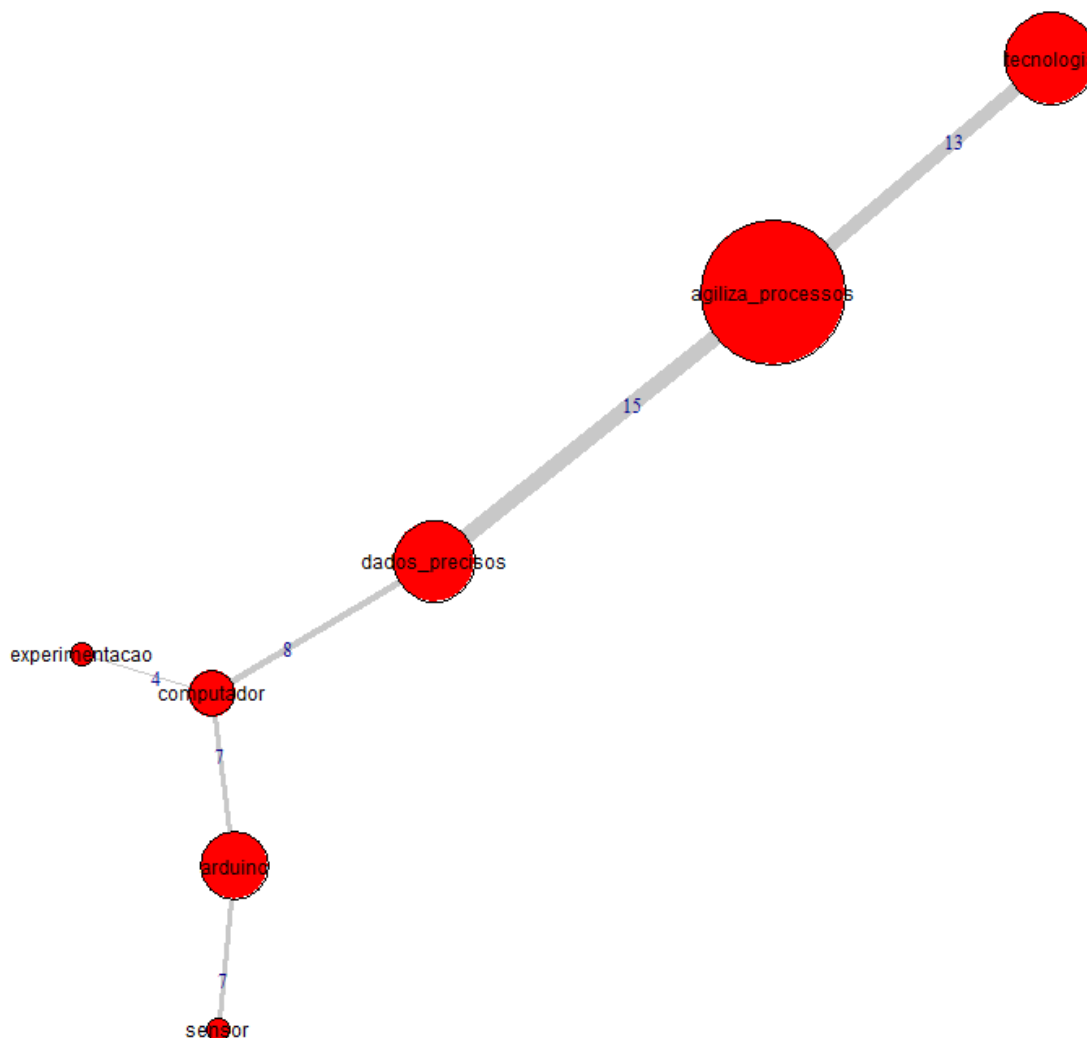
Ainda em relação a tabela 6, o termo “inclusão” e o termo “experimentos online” têm o mesmo sentido em abranger muitas pessoas ao mesmo tempo, entretanto, demonstra uma percepção equivocada em relação ao termo indutor, pois, indica que a menção foi em relação aos laboratórios virtuais. É razoável mencionar que na IPES, falta discussão sobre a automatização da coleta de dados, e o GEL usa para benefício próprio. Essas atitudes fazem com que o sujeito construa as suas RS a partir de como percebe as informações que ele recebe sobre o objeto (SANTOS; ALMEIDA, 2005), pois, o GEL não relacionou a automação com a aprendizagem.

Na segunda periferia, os termos referem-se ao contexto imediato. Nesse sentido, temos na segunda periferia: “motivação”, “software”, “componentes_eletrônicos”, “modelagem”, “automatização”, “interatividade”, “baixo_custo”, “internet”, “física” e “ensino”. Segundo Sá (1996, p.72), em relação a esquematização da periferia “[...] pode ficar mais fácil demonstrar de que tipos de reflexões e testagens experimentais, nem sempre muito simples ou óbvias, decorreu o reconhecimento da importância dos elementos periféricos[...]”, ou seja, na segunda periferia encontra-se as reflexões e testagens experimentais decorrentes do grau de importância para reflexões imediatas, tendo particularidade com o comportamento.

5.2. Análise de Similitude

Nesta seção apresentaremos os dados por meio da confecção da Árvore Máxima de Similitude (vide figura 5), na qual é possível perceber a conexão entre os vértices, ou seja, é possível visualizar aspectos da saliência dos vértices mais frequentes, bem como a conexão entre as ocorrências dos termos mais relevantes, sendo possível identificar os elementos e inferir os termos elegíveis a ocupar o NC das RS.

Figura 5: Arvore Máxima de Similitude com o termo indutor automatização da coleta de dados no LDF.



Fonte: elaborado pelo *software* IRAMUTEQ.

Tratando-se aqui de uma análise de similitude entre os diferentes conceitos, que aqui se organizam e hierarquizam, compondo esta árvore máxima, que se representa na figura 5 e, sendo o método de análise utilizado o das coocorrências, constatamos a existência de três nós de evidente saliência: “agiliza_processo”, “dados_precisos” e “tecnologia”, que se relacionam e hierarquizam entre si, e com outros elementos que se localizam ou, dito de outra forma, incorporam as periférias das RS.

Relativamente ao conceito “dados_precisos”, ancoram nele, de forma direta ou próxima, os termos: “computador”, “Arduino”, “experimentação” e “sensor”, demonstrando a prática automatizada da coleta de dados no LDF para uso próprio. Por outro lado, e no que se refere às ancoragens do termo “arduino”, esse é ancorado em “computador” e se dissipa para sensor. Segundo Andrade, Morate, Finatti e Corrallo (2021):

[...] uma grande valorização do termo “conceitos_fisicos”, mas dissociado do termo aprendizagem, indicando que as proposições devem estar pautadas em um caráter demonstrativo e confirmatório no uso da experimentação para o ensino de física. (ANDRADE; MORTALE; FINATTI; CORRALLO, 2021, p. 1707)

Os autores ainda acrescentam que em relação ao Arduino como possível recurso para automatização da coleta de dados no LDF, entendem que se não articular o uso desse ferramental com metodologias ativas, pode-se gerar um “[...] forte apelo ao tecnicismo, mas talvez encoberto pela integração da novidade tecnológica do Arduino, como um novo aparato educacional.” (ANDRADE; MORTALE; FINATTI; CORRALLO, 2021, p. 1707). Com pouca menção, apareceu na árvore os termos “inovação” e “motivação”, provavelmente ocupando o lugar periférico nas RS do grupo social.

Nesse sentido, Abric (2001), menciona que a função identidade tende a situar o indivíduo no campo social, entretanto, é razoável supor que o GEL tem uma forte tendência a entender a automatização como ferramental para uso próprio e como facilitador na elaboração do relatório, por exemplo, no LDF. No entanto, é um fator positivo, uma vez que o GEL são nativos digitais e não tem resistência em relação a automatização da coleta de dados no LDF.

Na tabela 7, apresentamos o número de vezes que os termos foram evocados, separando em colunas, o número de coocorrência e o número de frequência.

Tabela 7: Saliência e conexidade do GPC e CEL

termo	Frequência	Nº Arestas	Σ coocorrência
Agiliza_processos	30	2	28
Tecnologia	21	1	13
Dados_precisos	19	2	28
arduino	17	2	14
computador	13	3	19

sensor	9	1	7
experimentacao	9	1	4

Fonte: autoria própria.

Na tabela 7, podemos identificar quais palavras foram mais evocadas. O termo “agiliza_processos”, “tecnologia”, “dados_precisos” e “arduino” são os possíveis elegíveis a ocupar o NC das RS do grupo social em estudo. Lembrando que na análise prototípica tivemos, como ocupante do NC, os termos: “agiliza_processos”, “dados_precisos” e “arduino”, portanto, tudo indica que os termos “agiliza_processo” e “dados_precisos” estão no NC desses dois grupos. O termo “arduino” foi excluído devido que na análise da árvore máxima de similitude, o termo apareceu com baixa coocorrência.

5.3 Análise dos comentários e justificativas das evocações

Nesta seção destacamos alguns excertos das justificativas dadas pelos respondentes para as escolhas das evocações. A fim de manter o anonimato dos respondentes, utilizamos a indicação como IDXX, onde o XX é a sua posição em nossa base de dados.

Um olhar mais apurado nas justificativas das evocações, temos o ID53 que possui licenciatura em ciências biológicas e licenciatura em física, atua há 4 anos na rede estadual, no ensino fundamental no município de Jaú, no estado de São Paulo. O professor mencionou que faz uso quinzenalmente de atividades experimentais, mas indicou que utiliza a tecnologia de maneira tradicional. A primeira evocação foi computador e a justificativa foi: “[...] pois utilizamos computador”. A segunda evocação foi o termo “informática”, com a justificativa: “Área que permite que colemos dados”. Na terceira evocação ele listou o termo: “tecnologia” e com a justificativa, disse: “área de conhecimento”. Na quarta evocação, elencou: “protótipo” e a como justificativa: “Sempre é importante para realizar análises”, e, por fim, a quinta evocação, temos: “aparato experimental” e com a justificativa: “Não há coleta sem Instrumento experimental”. O professor relata que conhece a automatização da coleta de dados, mas não menciona palavras que possam instigar um ensino com viés investigativo, e entendemos que o aparato pode ser o Arduino, pois, o termo indutor foi automatização da coleta de dados.

Nesse contexto, (VALENTE *et al.*, 2017) discute sobre a apropriação de termos da informática na educação, uma vez que, na BNCC e em outros documentos norteadores sugerem ao professor a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula e em desenvolver o pensamento computacional. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)¹⁶, já se preconizava a inserção da lógica de programação por meio do desenvolvimento do pensamento computacional, em que, a orientação era para o aluno entender e se situar “[...] nos diversos suportes usados pelos homens para criá-la e dela se apropriar, tais como papiros, pedras, placas de barro, papel, livros e computadores”. Na BNCC, cabe a matemática salientar [...] a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática”. Na área de ciências da natureza e suas tecnologias, as competências investigativas estão “[...] em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (BRASIL, 2020, p. 553). Entretanto, os autores dizem: “Entendemos que esse movimento em torno do pensamento computacional é ainda um campo em construção, avaliado ainda de maneira pouco crítica [...]” (VALENTE *et al.*, 2017, p.19). É razoável afirmar que os termos mencionados nas evocações do ID53 transitam entre os professores de física, mas com significado fragmentado.

O ID49 é uma professora, com 20 anos de atuação, e menciona que tem doutorado e atua na rede federal de ensino, demonstrando forte conhecimento das atividades experimentais, realiza atividades experimentais quinzenalmente, e salienta que em relação a automatização da coleta de dados:

Obtenção de dados de forma prática e até mesmo remota; permite discutir também tecnologias de medição e de transmissão de dados coletados; automatização permite aquisição de mais dados, ou de dados por um período de tempo maior, que pode ajudar a ter diferentes conjuntos de dados para trabalhar e comparar; com mais conjuntos de dados é possível discutir questões de modelagem matemática e das variáveis que podem e/ou devem fazer parte do modelo. (ID 49)

É razoável acreditar que a adequação do ambiente de trabalho, juntamente com a formação profissional atuam como elementos fundamentais para que a prática

16 Parâmetros Curriculares Nacionais, (ENSINO MÉDIO) Parte I - Bases Legais – Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciah.pdf> Acesso em 14 mar.2021, p. 26.

da professora seja articulada ao método investigativo apoiada na modelagem, uma vez que, a ID49 exemplifica que o professor precisa refletir de forma crítica em relação ao uso da tecnologia para propor atividades que articule um conceito científico com uma atividade que leve em conta o protagonismo do aluno, ou seja, propor uma atividade que o aluno construa todo o processo, exercendo assim a sua liberdade intelectual. Nesse aspecto, articular conceitos científicos com atividades experimentais, evidência, tanto o estudante quanto o professor, ambos ganham em relação ao protagonismo do processo de ensino e aprendizagem.

O ID45 é uma professora, mestre em educação, atuando na rede federal de ensino, com aproximadamente 10 anos, menciona que realiza atividades experimentais mensalmente. Seguem as justificativas da professora:

Difícil, Caro e de difícil acesso; preciso de muito tempo de preparação; Ensino remoto em pandemia; facilita a análise de dados; o uso é difícil, a tecnologia me odeia, sempre falha. Muitos materiais têm que ser pagos ou exigem buscar em meios muito técnicos as explicações de como usar. Sou péssima com tecnologia e tenho pouco tempo para preparar minhas aulas. Não vejo como usar sensores ou outros itens em ensino remoto. Se fosse mais fácil, provavelmente eu usaria mais. (ID 45)

Com a justificativa do ID45 temos um contraexemplo, mostrando que não basta a instituição educacional oferecer condições físicas para as atividades práticas, é necessário a articulação em diversas demandas, como a formação continuada do professor. Borges (2002) menciona existir um nó nesse contexto, no qual, algumas escolas possuem laboratório didático de física, mas, não são usados pelos professores de Física, segue: “[...] várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados [...]”. (BORGES, 2002, p. 294). A dificuldade apontada pela professora é recorrente e pode ser encontrada na literatura, como o trabalho de Berribili *et al.* (2019), o qual discorre sobre as dificuldades da docência no cenário digital, em que os autores identificaram que:

Os professores que não dominam esse conteúdo cibernético e que acreditam na “instrução” em vez da “construção do conhecimento” sentem perder o controle que supostamente seriam deles na sala de aula. Nesse processo, pode-se imaginar uma parte do conflito em lidar com as TDIC [tecnologias digitais da informação e comunicação]. (BERRIBILI *et al.* 2019, p. 306).

Entretanto, como a ID45 é formadora de outros professores, as representações dessa professora em relação à automatização da coleta de dados no LDF, tem especial influência nas RS de seus alunos, uma vez que serão os futuros professores

de física. Quadros *et al.* (2005) menciona que o efeito espelho se desenvolve a partir de experiências vividas no cotidiano da sala de aula, cunhando assim, as representações do futuro professor dentro de sua própria singularidade.

A peculiaridade da formação do professor, por ter em seu mundo de trabalho o mesmo "espaço" no qual foi formado, ou seja, a sala de aula, favorece a que ele assuma, depois de formado, não só a posição física de seus professores, mas também a postura, atitudes, formas de ensinar etc, fazendo um efeito "espelho". (QUADROS *et al.*, 2005, p. 6)

O ID44 é um professor de física, doutor em ciências e atua há 16 anos em ensino superior na rede particular. Realiza atividades práticas experimentais semanalmente, e para coleta de dados usa o *software* Tracker¹⁷. Em relação à automatização da coleta de dados, o professor menciona que:

Os alunos têm uma camada extra de teoria para interpretar os dados. O registro e a análise se tornam mais padronizadas. Várias formas de automatização passam pelo aprendizado de linguagens de programação. Automatização pode trazer maior rapidez no processamento dos dados. Cansei de pensar no assunto. (ID44).

O ID44 inicialmente desenvolve um raciocínio articulado, denotando uma prática voltada ao método tradicional reportado ao termo "padronizado", no entanto, na quinta evocação, ele escreveu "nenhuma" e justifica que "cansou de pensar". No ID 44 vale mencionar que em nenhum momento ele evocou algum termo que se relacionasse com um ensino investigativo. De acordo com Moscovici (2012, p. 46), uma resposta é considerada uma preparação da ação, ou seja, "[...] atribuímos uma virtude preditiva, uma vez que, segundo o que um indivíduo diz, pode-se deduzir o que ele vai fazer".

5.4 Análise do Curso de Extensão

Nesta seção apresentamos algumas observações feitas na condição de tutora no curso de extensão, intitulado "Arduino como recurso didático ao ensino de física". Não terá uma ordem cronológica, mas, seguirá uma linha de raciocínio mediante as observações em relação ao mapeamento das RS dos cursistas.

Na semana 1, do curso de extensão (CE), foi solicitada uma tarefa que perguntava sobre o objetivo em se matricular no curso de extensão, sobretudo, tendo

¹⁷ Tracker é uma ferramenta gratuita de modelagem e análise de vídeo baseada na estrutura Java Open Source Physics. Ele é projetado para ser usado no ensino de física. Disponível em: <https://physlets.org/tracker/> Acesso em: 28 out.2021.

o Arduino em apoio ao ensino de física. A segunda tarefa solicitou que os cursistas escrevessem um algoritmo sobre uma atividade experimental, de preferência que envolvesse a coleta de dados. Dessa maneira, encontramos uma forma de conhecer melhor o cursista, devido ao momento pandêmico, e mesmo virtual, colaborou positivamente para as tutorias serem proveitosas em conversas no *chat* do Moodle.

Em destaque, no quadro 11, temos alguns professores numerados como professora 1, professor 2, professora 3 e professor 4 que foram exemplos de superação, pois, começaram o curso sem nenhum conhecimento de linguagem de programação, mas apresentaram motivação para aprender desde o início. Desse modo, selecionamos algumas respostas de professores.

Quadro 11: Respostas dos professores sobre o objetivo de fazer o CE.

Desde o início da minha carreira como professora sentia que os alunos não compreendiam muito bem a aplicabilidade dos conceitos aprendidos em sala. E, tenho total consciência que essa falta de compreensão se deve a minha pouca competência em ligar os conceitos do livro didático com a vida cotidiana. Eu sei que estamos inseridos em uma era digital e o entendimento de eletrônicos se faz mais do que necessário, então acredito que o conhecimento de Arduino consiga estimular a minha criatividade na criação de projetos em sala que consigam fazer com que meus alunos possam refletir sobre essas ferramentas tecnológicas e seus impactos. (professora 1).

Meu objetivo em fazer o curso de Arduino é me tornar um especialista no assunto e aplicar ao nível médio! Gostaria de elaborar um grupo de robótica na escola na qual eu trabalho... com intuito de participar de feiras científicas, olimpíadas, competições etc. (professor 2).

No futuro gostaria de trabalhar com robótica e programação. Com a mudança da BNCC, estou buscando me reinventar e aprender conteúdos novos para proporcionar um bom aprendizado aos meus alunos. Gostaria de tirá-los do básico da sala de aula e incentivá-los a estudar física e mostrar o quanto pode ser divertido e interessante. (professora 3).

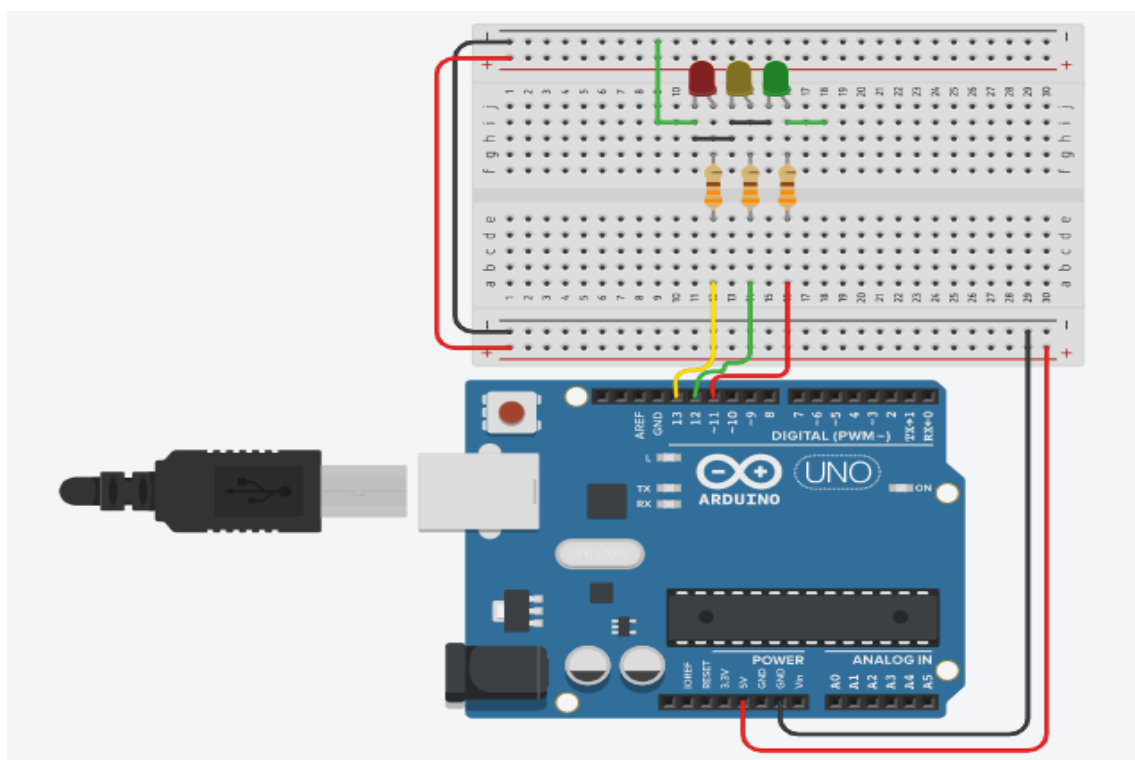
Como professor de Física, sempre busco alternativas para que meu ensino em Física seja o mais compreensível possível. Tento levar leveza em uma disciplina que, em princípio, é uma das mais temidas e por isso bloqueia o aprendizado de alguns alunos. Neste contexto, procurando um curso de capacitação para melhorar minhas aulas, encontrei no [...] a oportunidade. (professor 4).

Fonte: autoria própria.

Percebemos muita motivação por parte dos cursistas em aprender a manipular o Arduino, e integrá-lo como ferramenta de apoio ao ensino de física, já que todos os cursistas eram professores de física, seja do ensino básico ou no ensino superior. Este estudo sugere que se aprofunde em um estudo de caso com os cursistas, uma vez que, no capítulo II, em uma revisão de literatura, encontramos 80% dos artigos são proposições didáticas, positivas em relação ao uso do Arduino em apoio ao ensino de física; no entanto, não passaram dos muros das universidades. Desse modo, ver os professores engajados, tornou o curso muito motivador, com encontros síncronos todas as segundas-feiras e plantão de dúvidas, todas as quartas-feiras, durante as dez semanas.

Na atividade da semana 3, no CE, notamos disparidade com a montagem do circuito por alguns cursistas. No plantão de dúvidas, a dificuldade maior concentrou-se na montagem do circuito, conforme figura 6, demonstrando uma estranheza por parte de alguns cursistas em relação às atividades experimentais.

Figura 6: Montagem equivocada de um semáforo



Fonte: Imagem gerada por www.tinkercad.com.

No quadro 12 apresentamos alguns questionamentos dos cursistas durante o plantão de dúvidas na sala virtual do CE. A dinâmica era o aluno tornar-se apresentador e mostrar a sua tela do AVA Tinkercad e apresentar a sua dúvida.

Quadro 12 – dinâmica do plantão de dúvidas do CE.

<p>Atividade proposta:</p> <p>Como atividade da semana, pedia-se a montagem (circuito e código) no TinkerCAD de:</p> <p>a) um semáforo do modelo inglês;</p> <p>b) um semáforo do modelo brasileiro.</p>	
<p>Explicação: Para não queimarmos um LED vermelho (a voltagem máxima é diferente para cada tipo de LED, mas não deve ser menor que 2V e muito maior que 3V), devemos ligá-lo em série com um resistor R. Para sabermos o valor mínimo desta resistência, usamos a Lei de Ohm. Suponha que o LED suporte até 2V de tensão e corrente de 10 mA = 0,010 A e seja ligado em uma fonte de 5V. Se ele suporta apenas 2V, então 3V da fonte deve ir para o resistor R.</p> <p>$V_{res} + V_{LED} = 5\text{ V} \rightarrow V_{res} = 5\text{ V} - 2\text{ V} = 3\text{ V}$</p> <p>Pela Lei de Ohm, o valor mínimo da resistência deve ser:</p> <p>$V_{res} = R \cdot i \rightarrow R = V_{res} / i = 3 / 0,01 = 300\ \Omega$</p>	
<p>Quando o professor 1 tornou-se apresentador e abriu o seu projeto diretamente da plataforma do Tinkercad, a sua dúvida era em relação ao valor do resistor e perguntou:</p>	
Professor 1	Posso chutar o valor do resistor?
<p>Já o Professor 2 quando se tornou apresentador havia montado o seu circuito totalmente errado, demonstrando nenhuma familiaridade com a atividade.</p>	
Professor 2	O circuito foi montado sem observar a posição do terminal do LED em relação ao anodo e catodo e o valor do resistor.

Fonte: autoria própria.

O quadro 12, denotou a falta de prática dos professores cursistas em relação a atividades práticas experimentais, pois o conteúdo sobre a Lei de Ohm é fundamental para entender a eletricidade.

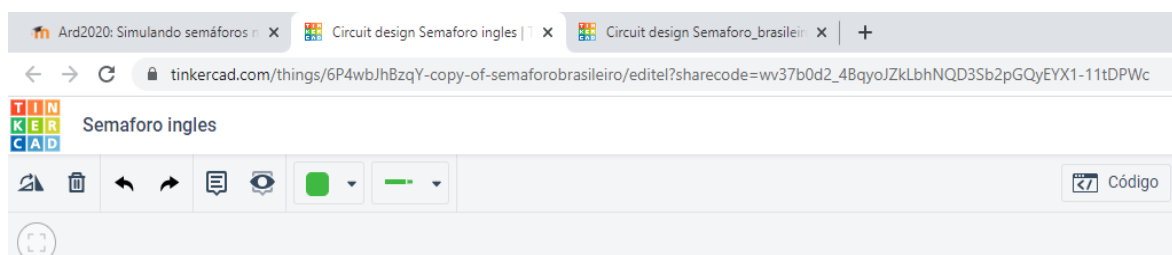
Outro fato peculiar foi na entrega de atividade por parte de alguns alunos em relação às tarefas realizadas no TinkerCad em que, ele gera um *link*, e por meio desse *link* é possível observar quando o projeto foi copiado. E neste caso, percebeu-se em alguns cursistas a importância sobre entregar a atividade. É razoável dizer que isto seja reflexo de suas próprias vivências enquanto estudantes. Abric (2001) menciona

sobre a função saber, em que, o indivíduo tem que adquirir conhecimentos para se integrar ao grupo em questão. Nesse sentido, ocorreu nas entregas das atividades das semanas 2, 3 e 4 um o comportamento recorrente por parte de alguns cursistas sobre se apropriar de outros projetos, oriundos de desenvolvedores de circuitos na plataforma Tinkercad, sendo entregues como tarefa de autoria própria da semana.

Note que com esse comportamento, demonstra uma grande importância em entregar a atividade, sobressaindo ao seu crescimento cognitivo. Esses comportamentos recorrentes durante essas 4 semanas muito nos preocuparam, pois, o nosso objetivo é que a formação continuada possa, de alguma forma, trazer mudanças em relação as RS sobre a automatização da coleta de dados em apoio ao laboratório didático de física por parte dos cursistas. Como no início do curso precisamos ensinar ligar um LED, montar circuitos simples, eles são facilmente encontrados na Internet. Desse modo, a partir da semana 4, as atividades sugeridas tinham características mais autorais e complexas, e assim desmotivando a busca na Internet de soluções para as situações propostas.

Entretanto, entenda como observamos a cópia. Note que na plataforma AVA Tinkercad gera um *link*, conforme demonstrado na figura 7, e este *link* tem os dizeres: “copy-of-semaforobrasileiro” mesmo escrito na descrição do projeto “Semaforo inglês”.

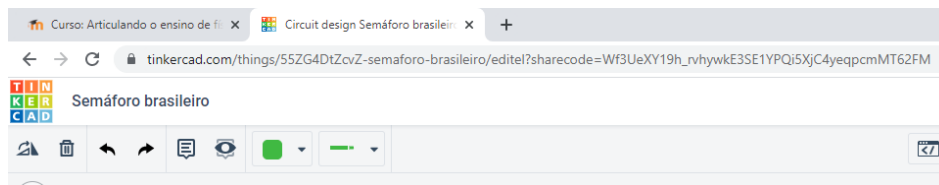
Figura 7: Exemplo de *link* demonstrando a cópia de projeto.



Fonte: Imagem gerada por www.tinkercad.com.

Note que na figura 8 a diferença do AVA TinkerCad em gerar o *link* quando o próprio cursista desenvolveu o seu projeto, e nesse caso, não gerou no *link* o termo “copy-of”. Cabe esclarecer que os cursistas depositavam o *link* de suas tarefas no AVA Moodle para correção e comentários, semanalmente.

Figura 8: Exemplo de *link* com autoria própria do projeto.



Fonte: Imagem gerada por www.tinkercad.com.

Vale salientar que não é proibido copiar, e em todos os projetos públicos do AVA Tinkercad, do lado direito e inferior da tela encontra-se os dizeres conforme a figura 9, que remetem à cultura *maker* sobre copiar e usar.

Figura 9: Dizeres da cultura maker ‘copiar e usar’



Fonte: Imagem gerada por www.tinkercad.com.

No entanto, na figura 7 temos uma imagem que demonstra a cópia de um código. Vale reforçar que não somos contra que o cursista copie o código (figura 9), mas, reforçamos nos encontros síncronos que, ao compartilhar um projeto e editar, deve-se procurar traduzir para o português os dizeres depois da barra dupla, isto é, o comentário das instruções ou rotinas do código (//), demonstrando que estudou o código, e procurou se apropriar do novo letramento, e automaticamente treinando a montagem do circuito.

Na Figura 10 temos o exemplo de um código copiado, demonstrando não ter sentido os termos em inglês, “Wait for 2000 millisecond (s)”.

Figura 10: Exemplo de código copiado


```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(2000); // Wait for 2000 millisecond(s)
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(11, HIGH);
  delay(2000); // Wait for 2000 millisecond(s)
  digitalWrite(11, LOW);
  digitalWrite(12, HIGH);
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
  digitalWrite(12, LOW);
}
```

Fonte: Imagem gerada por www.tinkercad.com.

Quando aparece o termo “copy” no link gerado, indica que o projeto foi desenvolvido anteriormente por outro usuário do TinkerCad, e nesse caso, foi copiado. Na pesquisa de Silva *et al.* (2019, p. 6), foi perguntado aos estudantes do curso de engenharia: “Você já ‘colou’ em alguma prova do seu curso superior?” a resposta apresentada foi que 82,4% de estudantes do curso de engenharia já colaram, e apenas 17,6% não colaram. Os autores elencaram justificativas sobre o ato de colar, e dentro do contexto, assemelhamos as possíveis justificativas ao GPC: “A necessidade de alcançar uma meta (mínimo) [...] A necessidade de não reprovar [...] “Medo da reprovação.” (SILVA *et al.*, 2019, p. 9). Um dos motivos para a conclusão do curso ter 40 horas¹⁸ e ele entra como incentivo aos professores da educação básica.

Na ementa do CE, a avaliação para as atividades propostas corresponde a 40% da nota e os outros 60% conseguem-se por meio da elaboração de um projeto utilizando a plataforma de prototipagem Arduino, consulte Apêndice C. Como o curso tem requisitos mínimos para certificação, entregar as atividades pode ser um grande

18 Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-27-de-outubro-de-2020-285609724> Acesso em: 14 jun. 2021.

percurso para conclusão do curso. Este comportamento em não construir conhecimento desde o início do curso pode causar a dificuldade. Segundo Bosse (2020, p.100), “[...] os dados nos mostraram o surgimento de dificuldades em determinados tópicos pela falha no aprendizado de outros, mostrando dependência entre eles [...]”. Assim, o ato de copiar o código, causa dificuldades nas atividades futuras, podendo causar a evasão, ou até atribuir que aprender programação é difícil. No entanto, a autora destaca que a falta de participação também gera dificuldades, e nesse contexto, percebemos a baixa participação nos plantões de dúvidas.

Em contrapartida, tivemos alguns professores com outro tipo de comportamento, isto é, mais proativo. Nesse caso, tivemos um professor que é coordenador na área de ciências da natureza e matemática, e brilhantemente se apropriou do novo letramento (código de programação e montagem de circuito), desenvolvendo os algoritmos, e despertando o próprio prazer em desenvolver os seus projetos sobre a automatização da coleta de dados. Não faz parte do escopo deste estudo, mas vale ressaltar que esse professor é um bom exemplo da autoeficácia¹⁹, ou seja, ele constrói o seu projeto desde o início, mostrando claramente que está se apropriando a cada dia do novo letramento. Na semana 1 solicitamos uma atividade para o cursista contar um pouco sobre o objetivo em se matricular no CE. Nas palavras desse professor: “Nesse curso, vejo uma oportunidade de me aprofundar nos dois conteúdos (a Física e o Arduino) para orientar os professores de física na prática pedagógica, e me aperfeiçoar como professor.” Este professor comprou o Arduino físico, durante o curso, e montou circuitos e aproveitou os plantões para tirar dúvidas sobre os seus experimentos com o Arduino.

Uma atividade proposta na semana 3 foi a partir da leitura do texto. Foi solicitado aos cursistas que exemplificassem como a modelagem poderia ser implementada em suas aulas de física. No Quadro 12 selecionamos alguns excertos das repostas dadas por dois cursistas, destacando como Professor (A) e Professor (B).

19 “Pode-se dizer que as crenças de autoeficácia estão diretamente associadas com as práticas docentes presentes em sala de aula e, particularmente, com as práticas inovadoras.” (ROCHA; RICARDO, 2014, p. 335). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n2p333/27321>. Acesso em: 19 out. 2021.

Quadro 13: Excerto de respostas sobre modelagem no ensino de física.

Professor (A)

Em aulas de física a modelagem pode ser implementada como alternativa para inserção de conteúdos e conhecimentos proporcionando aos alunos uma visão do todo sobre a natureza e do conhecimento científico. Para o aluno um exemplo ou mesmo um exercício de cinemática envolvendo a movimentação de dois corpos, utilizando tão somente a matemática como base de propagação do conhecimento pode a não compreender apropriadamente pontos cruciais do fenômeno físico enquanto a partir da exploração de uma realidade a construção da compreensão poderá permitir ao aluno responder em um formato em que “viu” tal fenômeno.

Professor (B)

No contexto apresentado por Elio Carlos Ricardo, entendo que a modelagem deva ser implementada em meio a uma problematização e não como mera exemplificação ou aplicação de conteúdos supostamente aprendidos em uma aula.

Tomando, por exemplo, a temática da associação de resistores, é muito comum que primeiramente se apresente ao aluno a matematização envolvida na questão, de modo a que ele aprenda a como calcular o valor da resistência equivalente para, então, aplicar esse conceito na resolução de exercícios envolvendo os mais variados, criativos e ... abstratos circuitos elétricos.

Em contraponto a isso gosto muito da metodologia sugerida nas publicações do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - USP) em que o conceito de resistência elétrica e de associações de resistores são apresentados a partir da situação problema de como funcionam os aparelhos resistivos, em particular um chuveiro elétrico, propondo ao aluno a desmontagem desses equipamentos a fim de investigar o resistor elétrico ali dentro presente e de como sua ligação permite o funcionamento do chuveiro nas diversas estações, "verão" e "inverno", por exemplo.

Fonte: autoria própria.

No quadro 13 temos duas respostas selecionadas, instituídas como repostas dadas pelo professor (A) e resposta dadas pelo professor (B). Nota-se que o professor (A), parece adequado dizer que o professor utiliza nas aulas de física, como alternativa, explorar uma realidade e demonstrar o fenômeno físico. Entretanto, encontramos na resposta do professor (B) como uma prática calcada no ensino investigativo. O professor (B) menciona sobre a modelagem em ser implementada por meio de uma problematização, ou seja, que tenha como ponto de partida a

investigação sobre determinado fenômeno físico. Nessa perspectiva, a resposta do professor (B) dialoga com o Ricardo (2010), sobre um ensino com viés investigativo.

A contextualização sucede a problematização e a teorização ou modelização. É na etapa da modelização que os saberes a ensinar serão trabalhados. Ela responde, em certo sentido, à seguinte pergunta: que saberes são necessários para se compreender a situação problema que se apresenta nesse momento? É por isso que tal situação tem que ser construída. Ela não é dada nos programas ou livros didáticos. (RICARDO, 2010, p. 44).

Nesse sentido, a resposta do professor (B), demonstra um apreço ao Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - USP (GREF²⁰) sobre disponibilizar propostas de ensino de física, a partir de experiências cotidianas, sobretudo, articulando as leis da física como instrumento para o estudante compreender e atuar no meio social.

Notamos que no CE temos professores comprometidos em se apropriar do novo letramento. Também, temos aqueles professores que desejam o certificado. A evasão aumentou a partir da semana 5, em que, procuramos elaborar atividade com questões inéditas, procurando trabalhar com o conteúdo básico da introdução a programação, mas mudando detalhes de modo que houvesse a construção de conhecimentos. Também, nessa semana trabalhamos com textos como sugestão de leitura.

Quadro 14: Atividades da semana 5.

<p>Desenvolva um sketch e circuito no TinkerCAD com dois LEDs e dois botões, cada um em um pino digital.</p> <p>Cada botão deverá acionar um LED.</p> <p>Exemplo: Botao1 aciona LED1; Botao2 aciona LED2</p> <p>Crie seu projeto no TinkerCAD e compartilhe nesta atividade.</p> <p>Bom trabalho!</p>
<p>Pede-se nesta atividade a montagem de um circuito e um sketch na plataforma TinkerCAD [é a expressão utilizada para tratar a rotina ou programa que roda no IDE Arduino ou no TinkerCAD]. Para tal, deve-se usar um botão para incremento e outro para decremento de uma variável. O valor corrente da variável deve ser apresentado continuamente no Monitor Serial.</p> <p>Crie seu projeto no TinkerCAD e compartilhe nesta atividade.</p> <p>Bom trabalho!</p>

Fonte: autoria própria

20 GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - USP). Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html> Acesso em: 02 jul. 2021.

No quadro 14, a atividade foi elaborada para não somente aprender a sintaxe, mas, para saber generalizar e analisar o uso da sintaxe, e assim saber desenvolver outros projetos com a mesma sintaxe. Entretanto, tivemos uma baixa na entrega, demonstrando que, quem não estava desenvolvendo os seus próprios projetos passou a ter dificuldade. E foi a partir da semana 5, que as cópias de códigos prontos pararam. Todavia, tivemos a desistência de 5 cursistas. Em especial, uma Professora ID46 cursistas que tinha o hábito de copiar se justificou:

Vou ser sincera, estou sabendo o que Arduino agora, está ficando muita coisa por cima, eu nunca tive aula com isso, nem imaginava o que era isso então está sendo muito puxado [...] eu trabalho em escola integral. (ID46).

Nesse sentido, Bosse (2020, p. 6) menciona que, no aprendizado de programação, uma aula é continuidade da outra para a construção do novo letramento. Nas palavras da autora: “As conexões mostram a influência que um aprendizado malsucedido de um tópico pode ter no aprendizado de outro [...]”. Assim, quando as atividades foram elaboradas com certo ineditismo e o conhecimento da aula anterior tornou-se necessário para resolver a atividade, a evasão aumentou. A autora acrescenta que “[...] aprender a sintaxe da linguagem de programação é um dos problemas enfrentados pelos alunos [...]”. Nesse viés, a Professora ID46, mesmo na quinta semana do CE não havia se apropriado do *sketch*²¹, desde quando foi ensinado acender a luz de um LED na placa de Arduino. Nesse sentido, Bosse (2020, p. 24) salienta que “[...] são vários os obstáculos que um aprendiz de programação enfrenta e, para ter sucesso, segundo alguns professores, é necessário um ritmo intenso de estudos, sem o qual fica difícil aprender programação[...]”.

Nas semanas 6, 7, 8 os conteúdos foram sobre componentes eletrônicos e sensores, desde medir a tensão do potenciômetro por meio de um LED até elaborar um projeto com componentes medindo a temperatura por sensores de temperatura, e a elaboração de gráficos de energia massa-mola. Bosse (2020, p. 25) menciona que “[...] a orientação e verificação do aprendizado são importantes [...]”, e nesse sentido essas 3 semanas foram cruciais, que exigiu um aprofundamento para que os cursistas buscassem novos conhecimentos para a elaboração do projeto final.

²¹ O software é um ambiente de desenvolvimento integrado, que é executado em um computador onde elabora-se sua programação, conhecida como *sketch*. (MAFIOLETTI; RIBEIRO, 2016, p.14)

Na semana 9, elaboramos uma questão aberta sobre como o cursista se avalia em relação a automatização da coleta de dados, e como foi o curso, o que aprendeu, o que mudou, e se pretende aplicar com os seus alunos o que aprendeu no curso de extensão. Dessa maneira, a pergunta foi: “Descreva possíveis mudanças que ocorreram na sua prática em relação às atividades práticas experimentais e se pretende implementar o Arduino nas atividades práticas experimentais?”. Selecionamos algumas respostas no quadro 15.

Quadro 15: Relato dos cursistas sobre as mudanças em relação ao CE.

<p>O curso proporcionou uma nova visão sobre as aplicações do Arduino. Até então, não imaginava a gama de sensores disponíveis para realizar experimentos práticos. Desse modo, os experimentos "triviais" de física podem ser aprimorados utilizando sensores e, com isso, uma maior precisão em relação à coleta de dados e explicação do(s) fenômeno(s). Outro fator importante é que, ao lidar com programação e as várias possibilidades de código para um mesmo objetivo, estamos trabalhando com algumas das habilidades propostas pela BNCC. E, com isso, os alunos poderão ser os protagonistas na realização das atividades com o Arduino.</p>
<p>Gostei bastante do curso, embora não tenha tido o tempo que gostaria para me dedicar a algumas leituras sugeridas. Mas achei que as atividades foram condizentes com a atual situação e os materiais elaborados bem explicativos e com referências bibliográficas de publicações da área. Vocês estão de parabéns... espero que esse curso continue a ser oferecido.</p>
<p>Primeiramente, gostaria de agradecer a Adriana e ao Marcio por disponibilizarem o tempo e a dedicação para ministrar o curso. Tive algumas dificuldades de tempo durante o curso e de saúde, o que me atrapalhou bastante para seguir com um bom rendimento. De fato, automatizar para ensinar física já é uma realidade há muito tempo. Acho que falta nas escolas propor a oportunidade para o aluno estar no centro da aprendizagem e vejo que, utilizar programação/instrumentação é um bom caminho para isto. Antes do curso sempre achei que fosse impossível para mim aprender ou implementar qualquer circuito relacionado a Arduino. Hoje eu já não tenho essa sensação. Sei que ainda há muito a aprender, mas o curso me deu ferramentas para buscar e aprofundar esse conhecimento. Ferramentas essas que antes eu não possuía. Sempre gostei de realizar experimentos em sala de aula. Hoje, pretendo fazê-lo juntamente com Arduino. Obrigado pelos ensinamentos.</p>
<p>O curso mudou a minha visão em relação a possibilidade real de aplicação de códigos de programação, coisa que para mim sempre foi difícil e realmente 'chato', em algo real. Acredito que isso pode de certo modo revolucionar a visão que os alunos têm da disciplina física já que nos experimentos (laboratório) eles poderão ter contato com algo real que se conecta com a tecnologia e não algo que ficaria dentro da sala de aula em quadros, cadernos e livros. É algo realmente libertador. Obrigado!</p>

Sim, acredito que a minha visão sobre o uso de experimentos com automação, nesse caso específico, do Arduino, mudou muito. Percebi que é possível trabalhar com a prática, no ensino de física, mesmo de maneira virtual, utilizando o Tinkercad, no caso da escola não possuir recursos para comprar um Arduino físico e seus componentes para experimentos. Adorei e pretendo rever as aulas gravadas e o material, para fixar melhor o aprendizado. Muito obrigada, estão de parabéns.

As leituras e atividades apresentadas ao longo do curso me ajudaram a enxergar melhor diversas possibilidades para experimentos. Já havia pensado em usar o Arduino para fazer experimentos de física, no entanto, eu pensava mais na ideia de automatização, ou seja, de deixar o Arduino “controlar” o experimento. Agora eu vejo que nem sempre é preciso chegar neste ponto. Um experimento que já era realizado antes sem o uso da eletrônica e da programação, pode ser muito enriquecido com elas. Neste caso, em que o Arduino, ou outro recurso eletrônico, é usado para coletar e trabalhar os dados, geralmente a complexidade e o custo é muito mais acessível do que quando usado para automatizar o experimento inteiro, logo é aplicável em muito mais realidades escolares. Enfim, além do conteúdo de programação e eletrônica em si, que já foi um ganho significativo, a maior mudança foi abrir a mente para novas possibilidades. Ainda não tive a oportunidade de utilizar em aula o que aprendi aqui. Mas estou ansioso para fazê-lo, estou com ótimas expectativas.

Fonte: autoria própria.

Mediante as palavras de todos os cursistas apresentada no quadro 14, que responderam à pergunta sobre a atividade reflexiva e avaliativa do CE, entendemos que o sucesso do curso se deu pelos textos de apoio e pelo conteúdo de programação ensinado. Mesmo o curso tendo 40 horas, trabalhamos a introdução a linguagem de programação, de modo que os cursistas pudessem se apropriar, sabendo ler, modificar e construir um *sketch*.

Derivando o quadro 15, extraímos alguns relatos dos cursistas sobre as mudanças de paradigma (RS) dos cursistas do CE, e apresentamos no Quadro 16 alguns destaques riquíssimos desses depoimentos.

Quadro 16: Extrato dos depoimentos de alguns cursistas do GPF.

[...] programação e as várias possibilidades de código para um mesmo objetivo, estamos trabalhando com algumas das habilidades propostas pela BNCC. E, com isso, os alunos poderão ser os protagonistas [...]

De fato, automatizar para ensinar física já é uma realidade há muito tempo [...] utilizar programação/instrumentação é um bom caminho para isto [...] hoje, pretendo fazê-lo juntamente com Arduino [...]
[...] O curso mudou a minha visão em relação a possibilidade real de aplicação de códigos de programação, é algo realmente libertador [...]
[...]mudou muito. [...] mesmo de maneira virtual, utilizando o Tinkercad [...]
[...] é usado para coletar e trabalhar os dados, geralmente a complexidade e o custo é muito mais acessível do que quando usado para automatizar o experimento inteiro, logo é aplicável em muito mais realidades escolares
[...]abrir a mente para novas possibilidades [...], mas estou ansioso para fazê-lo, estou com ótimas expectativas. [...]

Fonte: autoria própria.

No quadro 16 é possível notar que o CE foi o precursor em provocar no GPC uma mudança de paradigma, demonstrando que dominaram tanto os métodos e procedimentos tecnológicos, quanto os pressupostos de um ensino investigativo, resultando em novas RS para esses professores. Moscovici (2012, p.49) salienta que “[...] uma representação social é uma preparação para a ação [...]”, nesse caso, para esse grupo, a ação indica estar calcada em um ensino investigativo que leve em conta o protagonismo do aluno. Portanto, é razoável dizer que o CE provocou essa reflexão no professor, uma vez que, Moscovici (2012, p. 50) menciona que uma ação é modificada a partir de “[...] uma reação a um dado estímulo exterior [...]”. Nesse viés, a ação partiu do CE, em que o GPC teve acesso tanto ao conhecimento tecnológico do Arduino quanto ao conhecimento pedagógico em ensinar com o Arduino, resultando na resignificação da prática. Entretanto, os GEL indica ter algum conhecimento tecnológico em como usar o Arduino. Vale retomar os resultados da análise prototípica, em que, no NC encontramos os termos "agiliza_processos", "dados_precisos", "arduino", demonstrando que o GEL está tendo o acesso ao conhecimento tecnológico em reconhecer a automatização, mas, não está tendo o conhecimento pedagógico em como ensinar por meio da automatização. Nessa perspectiva, Moscovici (2012, p. 59) salienta que: “As representações sociais fazem com que o mundo seja o que pensamos que ele é ou deve ser [...]”. Desse modo, o GEL sai com uma fragilidade enquanto futuro professores de física, pois, para esse

grupo a automatização está ancorada aos elementos do cotidiano, como a automatização de portão, elevador, banco, supermercado, sendo um termo familiar e por este motivo, não apresenta resistência ao uso, no entanto, não entendem como uma ferramenta de aprendizagem.

Na última aula do curso tivemos as apresentações dos projetos versando sobre a aplicação da plataforma de prototipagem Arduino articulada ao LDF. Vale salientar que não foi solicitado a compra de nenhum material, e o curso foi 100% gratuito. Escolhemos a plataforma Tinkercad por ter um ambiente de aprendizagem com uma diversidade de recursos digitais capaz de criar sistemas eletrônicos elaborados, contribuindo, assim, como ferramenta didática para o ensino da física, como, em experimentos de mecânica, termodinâmica, eletrodinâmica e física moderna. Nesse ambiente, encontra-se diversos componentes eletrônicos, tais como: resistores, capacitores, sensores, diodo, indutor, potenciômetro, LED, motor de vibração, sensor infravermelho, placas microcontroladores e diversos instrumentos, como multímetro, fonte de energia, circuitos integrados, entre outros periféricos. Pelo acesso gratuito e *on-line*, pensamos na facilidade para o cursista montar o seu projeto. Na tabela 8 temos a descrição do projeto final, salientando que pode ser desenvolvido em grupo, portanto, tivemos 11 projetos realizados por 16 cursistas. Desses 11 projetos, 6 foram estruturados com o Arduino físico, mesmo sem termos mencionado que comprassem qualquer componente ou mesmo o Arduino, e 5 trabalhos foram estruturados totalmente no TinkerCad.

Tabela 8: Projeto final dos cursistas do CE.

Cálculo do calor sensível	TinkerCad
conceitos básicos dos elementos de onda	Arduino Físico
Projeto final Miniestação meteorológica	Arduino Físico
Medição de temperatura em uma transformação adiabática	Arduino Físico
Irrigação Automática com Arduino	Arduino Físico
Lei de Ohm	TinkerCad
Sensor de obstáculo para deficientes visuais	Arduino Físico
Radar de velocidade por meio de uma placa de Arduino	TinkerCad
Termômetro feito com Arduino na plataforma	TinkerCad
Constante elástica tratada pela Lei de Hook	TinkerCad
Relação custo-benefício de marcas de pilhas ou baterias	Arduino Físico

Pela qualidade dos trabalhos, notamos que o equilíbrio entre as leituras de apoio, e o conteúdo sobre a introdução à linguagem de programação baseada em C++, utilizada no Arduino, contribuiu para os projetos bem estruturados.

Por fim, conforme quadro 17, disponibilizamos um questionário para que os cursistas respondessem anonimamente e fizessem uma avaliação, tanto do curso quanto do trabalho da tutoria.

Quadro 17: Avaliação dos cursistas sobre o CE.

O curso proporcionou novos conhecimentos sobre o tema?	100% das respostas foram SIM.
As técnicas e métodos utilizados no curso foram adequados?	100% das respostas foram SIM.
A carga horária do curso foi adequada para o desenvolvimento das atividades propostas?	80 % das respostas foram SIM 20% das respostas foram NÃO.

Fonte: autoria própria.

No quadro 18 apresentamos as justificativas sobre o tempo não ser adequado tiveram as seguintes respostas.

Quadro 18: Justificativa em relação a carga horária do CE.

Para quem tem dificuldade de programação a carga é pouca.
Acredito que tiveram muito que não conseguiram acompanhar o curso por falta de pré-requisito como linguagem de programação.

Fonte: autoria própria.

Nesse sentido, torna-se pertinente retomar a discussão sobre o termo dificuldade, pois, encontramos também na análise prototípica. Segundo Bosse (2020, p. 24): “São vários os obstáculos que um aprendiz de programação enfrenta e, para ter sucesso, segundo alguns professores, é necessário um ritmo intenso de estudos [...]”. Como o CE teve 40 horas, e 20% dos cursistas disseram que o tempo não foi adequado para quem tem dificuldades, entendemos que o tempo pode ter sido um fator que causou dificuldades em alguns cursistas. Dessa maneira, nas versões futuras poderá levar em conta o aumentar a carga horária do curso.

5.5 Análise Complementar

Nesta seção apresentaremos um estudo sobre a centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality) proposta por Bonacich em 1987. De acordo com Messias (2020, p. 30) a centralidade de nós “[...] está relacionada com a centralidade dos outros nós aos quais eles estão conectados”. Nesse sentido, os nós mais importantes da rede terão alta conectividade.

A rede tem 56 nós, e por meio do indicador centralidade de autovetor, mostra-se uma rede simples; entretanto, confirmou os resultados da análise prototípica e análise de similitude, mostrando o nó (vermelho), agiliza_processo, o nó com maior força na rede, ou seja, o autovetor apresenta os termos mais importantes dentro da rede.

Figura 11: Rede com mapa de calor do indicador de centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality).

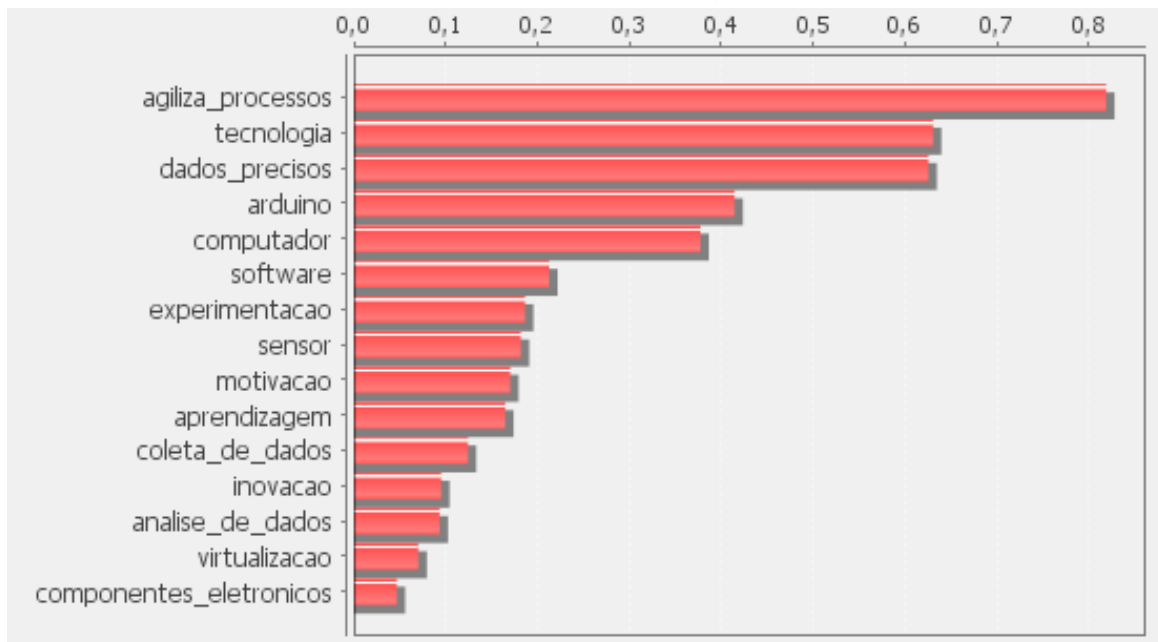


Fonte: elaborado via *software* ORA²².

²²Software sob licença gratuita, para uso em pesquisas, elaborado e distribuído pelo CASOS - Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems, Institute for Software Research International,

Na figura 11, podemos notar que os nós em vermelho possuem maior importância na rede, à medida que caminha para o azul, os nós apresentam menor conectividade e assim menor indicador de centralidade de autovetor. Nota-se, portanto, que o termo “dificuldade” na cor azul, na periferia da rede, demonstra que a automatização do LDF não é um obstáculo para o grupo social. E isso é um resultado positivo, pois é um grupo que não tem possivelmente não apresentaram resistência em possíveis implementações de automatização da coleta de dados no LDF em condição de aluno e de futuro professor. É razoável acreditar que, em algum momento, os GPC e GEL tiveram contato com a coleta de dados automatizada.

Gráfico 4: Centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality).



Fonte: autoria própria elaborado pelo software ORA.

O gráfico 4 evidencia três barras de evocações, sendo que duas se intersectam entre si “tecnologia” e “computador”. Nesse sentido, aferimos que existem diferenças estatisticamente significativas entre eles e o *agiliza_processos*. Os termos “*agiliza_processos*” e “*dados_precisos*” são dados registrados e confirmatórios que se localizam no NC das RS em contextos de análise prototípica. Assim, parece-nos constituir o que já tínhamos concluído com a análise prototípica, tema

recorrentemente evocado, a que os GEL e GPC atribuíram importância devido a ocupar o núcleo central.

Capítulo VI: Considerações Finais

Nosso estudo focou em entender as RS de docentes em condição de cursistas e estudante do curso de licenciatura em física, em uma IPES, em relação a automatização da coleta de dados no LDF. Para tanto utilizamos como ferramental teórico e metodológico as TRS e a TNC, consolidadas em entender as RS de grupos sociais. Para a análise dos dados apresentamos os resultados da Análise Prototípica, Árvore Máxima de Similitude e como análise complementar, o indicador centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality) de Redes Complexas e uma análise descritiva sobre os cursistas do CE. Conforme mencionado no capítulo IV, unificamos os grupos na análise, e é importante mencionar que, tanto o GPC quanto o GEL não manifestaram resistência em relação ao processo de automatização na coleta de dados no LDF.

O termo “agiliza-processos” e “dados_precisos” e “arduino”, na análise prototípica, teve uma alta frequência na primeira evocação, apontando como fortes candidato a ocuparem o NC desse grupo social, uma vez que as justificativas se basearam como o ID50, em que, mencionou que “[...] com o Arduino dá para coletar muitos dados se tiver sensor[...]”, ou como o ID51 que destacou: “Com o *software* temos dados precisos[...]”.

Na árvore máxima de similitude, o método de análise utilizado o das coocorrências, constatou a existência de três nós de evidente saliência: “agiliza_processo”, “dados_precisos” e “tecnologia”, que se relacionam e hierarquizam entre si. Dessa maneira, o termo “tecnologia” se relaciona com o “arduino”, já que o método analisa a coocorrência entre os termos evocados.

Por fim, como forma de análise complementar apresentamos um estudo utilizando o indicador de centralidade de autovetor (Eigenvector Centrality), em que, mostrou o nó “agiliza_processo” como o nó de maior importância na rede.

Desse modo, é razoável dizer que o termo “agiliza_processo” induz, aparentemente, que o GEL não apresenta resistência em relação a adoção de processo de automatização da coleta de dados no LDF. No entanto, percebem a automatização para uso próprio (inclusive durante o próprio curso) e não enxergam

como uma possibilidade de promoção da aprendizagem dele ou de seus futuros alunos.

O termo indutor “automatização da coleta de dados no LDF” não é ainda muito debatido na literatura, e está no âmbito das proposições didáticas, conforme análise bibliográfica no capítulo II. Entretanto, na BNCC, na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, diz que é fundamental a apropriação do conhecimento científico e tecnológico por parte dos estudantes, a saber: “Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão.” (BRASIL, 2017, p. 553). Ainda no documento encontramos que é incumbência da área de ciências da natureza e suas tecnologias, propiciar um ensino que desenvolva competências investigativas, permitindo ao estudante desenvolver argumentos científicos, ou seja, o professor deve propor soluções, conforme na BNCC “[...] em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) [...]” (BRASIL, 2020, p. 553).

Nesse sentido, alertamos para a necessidade dos cursos superiores de licenciatura em física para que potencializem aspectos formativos ligados à tecnologia, formando o futuro professor para de fato saber aplicar a tecnologia na escola, articulando o conhecimento disciplinar com o conhecimento pedagógico em saber ensinar por meio da tecnologia, levando em conta o protagonismo do aluno.

É muito provável que os termos em relação a automatização da coleta de dados no LDF, tais como: “isso é para poucos” ou a “tecnologia me odeia” serem discursos devido a uma deficiência no processo de formação, retomando Bosse (2020), “[...] aprender a sintaxe da linguagem de programação é um dos problemas enfrentados pelos alunos”. Nesse sentido, os cursos de formação continuada, são oportunidades para a ressignificação da prática, rompendo muitas das vezes com preposições embarcadas no método tradicional.

No CE, os encontros síncronos e os plantões de dúvidas foram essenciais para alcançarmos resultados positivos, uma vez que, os professores demonstraram que se apropriaram da linguagem de programação, de modo a conseguir manipular um Arduino, visto que, no projeto final, foram estruturados com o Arduino físico 6 projetos, e 5 projetos foram estruturados na plataforma TinkerCad. Salientamos que no CE, nunca se mencionou que comprassem a placa de Arduino, no entanto, a compra

superou o uso da plataforma, tudo indica que os professores que ficaram até o final do curso ressignificaram a sua prática, lembrando que iniciamos o curso com 24 alunos e terminamos com 19 alunos, mostrou uma ação proativa, apontada para a ressignificação da prática.

Em relação aos professores que evadiram indicou possivelmente dificuldades com a programação, pois, parte de alguns alunos que deixaram de participar do curso repentinamente foi quando aumentou o grau de dificuldade das atividades propostas em relação a construir um *sketch*.

No capítulo 5, temos o gráfico NIC.br (2018) que mostra somente 1% de professores das escolas públicas e 4% de professores das escolas particulares, professores que desenvolvem algoritmos, e vale salientar que a automatização por meio do Arduino deve se enquadrar nesses 1% ou 4% de professores, pois, requer do professor a capacidade de programar e criar uma atividade prática experimental no LDF envolvendo sensores e periféricos. No entanto, o NIC.br (2018) apresenta o gráfico em relação aos alunos, temos 10% de estudantes de escolas públicas e 11% de estudantes de escolas particulares, que desenvolvendo algoritmos. Esses dados mostram que os alunos, tanto do ensino privado quanto do ensino público, a aprendizagem ocorreu muitas das vezes fora do ambiente escolar. Nesse ponto, retornamos Valente (2017), que menciona sobre os formadores de professor serem os principais responsáveis para desenvolver capacidades relacionadas à tecnologia.

Por conta da pandemia, tivemos uma amostra pequena, equivalente a 12% dos estudantes da IPES, e as visitas tiveram que ser de modo virtual, por um tempo relativamente curto nas salas. Assim, reconhecemos a limitação da pesquisa, porém ressaltamos a necessidade de novas pesquisas que apontem para ampliar a discussão sobre o entendimento dos professores em relação a automatização da coleta de dados no LDF.

REFERÊNCIAS

- ABRIC, J.-C. **Metodología de recolección de las representaciones sociales**. Prácticas Sociales y representaciones. México, DF: Ediciones Coyoacán, 2001.
- ADMIRAL, T. D. Experimento de difração luminosa utilizando coleta de dados totalmente automatizada por Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, SP, v. 42, 2020.
- ALMEIDA, Â. M. de O; SANTOS, M. de F. S.; TRINDADE, Z. A. **Teoria das Representações Sociais: 50 anos**. Brasília: Techno Politik, 2014. Disponível em: <http://www.technopolitik.com.br/files/TRS%2050%20anos2aEdAbr17PDFsRp.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- ALMEIDA, M. S. *et al.* Construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2019.
- ALVES, P. V. *et al.* Uso do Arduino como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2020.
- ANDRADE, A. de.; FINATTI L. A.; MORTALE, L. A.; CORRALLO, M. V. As representações sociais sobre o uso do Arduino em apoio ao ensino de física: uma análise dos discursos evidenciados em artigos científicos In: CANÁDA, F; REIS, P. (coord.). **Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021**. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible.1 ed. Lisboa: Enseñanza de las Ciencias, 2021, v.1, p. 1705-1709. Disponível em: https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.
- ANDRADE, A. de; TEIXEIRA, R. R. P. Oficinas de experimentos de baixo custo no ensino de física. 2017. Disponível em: <http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0506-1.pdf> >. Acesso em: 06 nov. 2021.
- BARBOSA, L. G.; CORRALLO, M. V. Uma proposta de uso do arduino para automatizar a coleta de dados do experimento massa-mola. In: Congresso Internacional de Educação e Tecnologias| Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2020, São Carlos, **Anais do CIET: EnPED 2020**. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1879/1502> . Acesso: em 16 nov. 2021
- BERRIBILI, E. G. *et al.* Dificuldades da docência no cenário digital: contornos e práticas de sala de aula. **Momento-Diálogos em Educação**, Rio Grande do Sul, RS, v. 28, n. 1, p. 294-311, 2019.
- BERTONI, L. M.; GALINKIN, A. L. **Teoria e métodos em representações sociais. Notas teórico-metodológicas de pesquisas em educação**: concepções e trajetórias [online]. Ilhéus, BA: EDITUS, p. 101-122, 2017. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/yjxdq/pdf/mororo-9788574554938-05.pdf>. Acesso em: 07 maio 2021.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, K.; MENEZES, C. de; FAGUNDES, L. Projetos Maker como forma de promover o desenvolvimento do raciocínio formal. *In: XXII Workshop de Informática na Escola*, 2016, Uberlândia. **Anais**. Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre, 2016. p. 515-524. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2016.515>. Acesso em: 14 mar. 2021.

BOSSE, Y. **Padrões de dificuldades relacionadas com o aprendizado de programação**. 2020. 270 f Tese (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <https://bityli.com/9gYBO>. Acesso em: 23 set. 2021.

BRASIL. Secretaria de Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: **Ciências Humanas e suas Tecnologias**. Parâmetros curriculares nacionais, ensino médio, 2000. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciah.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em psicologia**, Ribeirão Preto, SP, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.

CÁSSARO, F. A. *et al.* Utilização de um sensor de umidade para o Arduino na determinação da curva característica de retenção de água por um sistema poroso. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2019.

CERVI, E. Análise de conteúdo automatizada para conversações em redes sociais online: uma proposta metodológica. *In: 42º Encontro ANPOQS*, 2018, Mato Grosso. **Anais [...]** São Paulo: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais, 2018.

CORRALLO, M. V. **Atividades práticas experimentais para o ensino de Física: uma investigação utilizando a Teoria do Núcleo Central**. 2017. 229 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CORRALLO, M. V.; DE CARVALHO J.A.; SCHULER, T. E. Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 35, n. 2, p. 634-659, 2018.

CORRALLO, M. V.; JUNQUEIRA, A. de C. A Lei de esfriamento de Newton utilizando a automatização da tomada dos dados por meio do Arduino. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2015, Uberlândia. **Anais [...]** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2015. Disponível em: <https://bityli.com/0QOGNb> Acesso em: 16 nov. 2021.

COSTA. M. A. F.; COSTA, M. F. B. **Projeto de Pesquisa: entenda e faça**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

FINKELSTEIN, Noah D. *et al.* When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. **Physical review special topics-physics education research**, New York, v. 1, n. 1, p. 010103, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física? **Física na escola**. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 69-74, 2005.

JODELET, D. La notion de commun et les representations sociales. *In*: SEIDMANN, S.; PIEVI, N. **Identidades y Conflictos Sociales**. Buenos Aires: Belgrano, 2019.

LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2019.

LIMA, R. L. S. *et al.* Medindo os parâmetros de Stokes: Uma nova prática para ensino de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2020.

MAFIOLETTI, D. A.; RIBEIRO, F. de S. **Sistema de controle da temperatura de água de bebedouro de aves**. 2016, 46. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

MAFFEI, A.; VIERO, C. F.; WALBER, M. Controles adaptativos como um diferencial competitivo. **Revista CIATEC-UPF**, Passo Fundo, RS, v. 4, n. 2, p. 35-41, 2013.

MARCHAND, P.; RATINAUD, P. L'analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française (septembre-octobre 2011). **Proceedings of the 11th International Days of Statistical Analysis of Textual Data**. JADT, v. 2012, p. 687-699, 2012.

MESSIAS JUNIOR, J. **Análise da estrutura conceitual do tema interações intermoleculares presente em um livro didático de ensino superior: obtenção e análise de redes conceituais e identificação de fatos, conceitos e princípios**. 2020, 165 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

NEVES, D. A. B. *et al.* Protocolo verbal e teste de associação livre de palavras: perspectivas de instrumentos de pesquisa introspectiva e projetiva na ciência da informação. **Ponto de Acesso**, Salvador, BA, v. 8, n. 3, p. 64-79, 2014.

NOVIKOFF, C. **Teoria das representações sociais: caminhos metodológicos em pesquisas na/para formação de professores**. São Paulo: Pontocom, 2016.

NIC.br -Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC**

educação, ano 2017. 2018. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_edu_2017_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.

OLIVEIRA, I. N. de *et al.* Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2019.

PARREIRA, A. L. Utilização de sensores para aquisição automática de dados em Física em contexto letivo no Brasil. **Repositório Aberto da Universidade do Porto**, Porto, Portugal, 2021. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/134248> Acesso em: 3 nov. 2021.

PRASS, A. R. **Representações sociais da física**. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado), Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/108541/000948632.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 set. 2021.

QUADROS, A. L.; CARVALHO, E.; COELHO, F. S.; *et al.* Os professores que tivemos e a formação da nossa identidade como docentes: um encontro com nossa memória. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 1–8, 2005.

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de (coord.). **Ensino de Física - Coleção Idéias em Ação**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2010.

RODRIGUES, E. V.; LAVINO, D. Modelagem no ensino de Física via produção de stop motion, com o computador Raspberry Pi. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2019.

SÁ, C. P. de. **Núcleo central das representações sociais**. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996a.

SÁ, C. P. DE. **Representações sociais: teoria e pesquisa do núcleo central**. Temas em Psicologia, Ribeirão Preto, SP, n. 3, p. 19–33, 1996.

SANTOS, M. de F. S.; DE ALMEIDA, L. M. **Diálogos com a teoria da representação social**. Recife, PE: Editora Universitária UFPE, 2005.

SAVALL-ALEMANY, F. *et al.* Determinación del rendimiento de un motor de Stirling usando Arduino: una propuesta para la enseñanza de la termodinámica en los cursos introductorios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, p. 1-13, 2020.

SILVA, A. B. *et al.* A prática de “colar” –visão de estudantes de engenharia. **Revista Espacios**, Caracas, Venezuela, v.40 n. 29 p.28-39, 2019. Disponível: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n29/a19v40n29p28.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.

SILVA, C. B. C. da *et al.* Forças no sistema de referência acelerado de um pêndulo: estudo teórico e resultados experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2019.

SILVA, L da.; VEIT, E. A. Uma experiência didática com aquisição automática de dados no laboratório de física do ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, Mato Grosso, MT, v. 1, n. 3, p. 18-32, 2006.

SILVA, W. C. Aplicando a computação física e o Arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: uma proposta de curso a distância com o uso de simulador. **Repositório UFPB**, João Pessoa, PB, 2018. Disponível em: <https://bitly.com/SCnsa> Acesso em: 03 jul. 2021.

SOUSA, I. V. de *et al.* Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2020.

SOUZA, D. B. de; DE ARAÚJO, J. WB; KAKUNO, E. M. Velocidade do som em metais pelo método do tempo de voo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 42, 2020.

TRIVINÕES, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALENTE, J. A. et al. Alan Turing tinha Pensamento Computacional? Reflexões sobre um campo em construção. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, SP, v. 4, n. 1, p. 7-22, 2017.

VERGÈS, P. L'evocation de l'argent: Une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. **Bulletin de Psychologie**, v. 45, n. 405, p. 203–209, 1992.

VOGEL, M. **Influências do PIBID na Representação Social de licenciandos em Química sobre ser “professor de Química”**, 2016. 220 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

WACHELKE, J. F. R.; WOLTER, R. Critérios de Construção e Relato da Análise Prototípica para Representações Sociais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 4, p. 521–526, 2011.

WEINTROP, D. *et al.* Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. **Journal of Science Education and Technology**, Chhattisgarh, India, 25, n. 1, p. 127-147, 2016.

Apêndice A: Questionário

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Declaro que li, compreendi o TCLE e aceito participar desta pesquisa. Você pode acessar uma cópia em PDF no link: <https://drive.google.com/drive/folders/1NU4tdQYxHo0ugUje0w-9lmzIWI1IBpGZ?usp=sharing> (Recomenda-se manter uma cópia do TCLE em seu poder.)

Declaro que li, compreendi o TCLE e que NÃO aceito participar desta pesquisa.

Você vai responder o formulário como:

Professor Estudante

Professor:

Qual o seu e-mail? A sua resposta é opcional. Caso se arrependa em participar dessa pesquisa, o seu e-mail será a única maneira de localizarmos as suas respostas para excluí-las. Portanto, deixamos essa pergunta como escolha livre.

R: _____

É professor:

Universitário Ensino Médio Ensino Fundamental Educação Infantil Outros _____

Sexo:

Masculino Feminino

Qual a sua faixa etária?

21 a 28 anos 29 a 33 anos 34 a 40 anos 41 a 50 anos mais de 51 anos

Tempo em magistério (em anos)

R: _____

Tempo de Magistério em Física (em anos):

R: _____

Atua em escola e/ou universidade:

Municipal Estadual Federal Particular

Cidade em que trabalha:

R: _____

Qual a frequência que faz o uso das atividades práticas experimentais para o ensino de física?

semanalmente quinzenalmente mensalmente bimestralmente semestralmente
 anualmente nunca faz uso

Descreva alguma situação que você tenha utilizado as atividades práticas experimentais com apoio da automatização de coleta de dados no laboratório didático de física, evidenciando se estava na condição de aluno ou de professor.

R: _____

Escreva 5 palavras ou expressões que lhe venham à mente ao pensar sobre automatização da coleta de dados no laboratório didático de física em apoio às atividades práticas experimentais.

Palavra 1:

Palavra 2:

Palavra 3:

Palavra 4:

Palavra 5:

Justifique a sua escolha para cada palavra ordenada:

Justificativa da palavra 1:

Justificativa da palavra 2:

Justificativa da palavra 3:

Justificativa da palavra 4:

Justificativa da palavra 5:

Estudante:

Qual o seu e-mail? A sua resposta é opcional. Caso se arrependa em participar dessa pesquisa, o seu e-mail será a única maneira de localizarmos as suas respostas para excluí-las. Portanto, deixamos essa pergunta como escolha livre.

R: _____

Sexo:

Masculino Feminino

Qual a sua faixa etária?

18 a 20 anos 21 a 28 anos 29 a 33 anos 34 a 40 anos 41 a 50 anos mais de 51 anos

Qual a frequência que faz uso das atividades práticas experimentais para o ensino de física?

semanalmente quinzenalmente mensalmente bimestralmente semestralmente
 anualmente nunca faz uso

Descreva alguma situação que você tenha utilizado as atividades práticas experimentais com apoio da automatização de coleta de dados no laboratório didático de física, evidenciando se estava na condição de aluno ou de professor.

R: _____

Em qual curso está matriculado: _____

Escreva 5 palavras ou expressões que lhe venham à mente ao pensar sobre automatização da coleta de dados no laboratório didático de física em apoio às atividades práticas experimentais.

Palavra 1:

Palavra 2:

Palavra 3:

Palavra 4:

Palavra 5:

Justifique a sua escolha para cada palavra ordenada:

Justificativa da palavra 1:

Justificativa da palavra 2:

Justificativa da palavra 3:

Justificativa da palavra 4:

Justificativa da palavra 5:

Apêndice B – Lista de evocações

Na análise dos dados, o tratamento das evocações necessita seguir de um tratamento categorização semântica para cada evocação, e de uma leitura interpretativa dos argumentos sobre a justificativa. Assim, nesta tabela encontra-se os termos lematizados, entretanto, como podem observar tomamos os devidos cuidados para manter proximidade com a evocação inicial. Vale ressaltar que somente após este cuidado que as evocações foram tratadas estatisticamente pelo software IRAMUTEQ.

Tabela 9: Lista de evocações e substituições

EVOCACÃO	SUBSTITUIÇÃO
complicado	dificuldade
Programação	programacao
Computador	computador
Pesquisa virtual	virtualizacao
Robótica	virtualizacao
Relatório	relatorio
Relatório	agiliza_processos
Coleta de dados	dados_precisos
Precisão	dados_precisos
Novidade	inovacao
praticidade	agiliza_processos
evolução tecnológica	inovacao
Arduino	arduino
Prático	agiliza_processos
medida	coleta_de_dados
facilidade	facilidade
precisão	dados_precisos
experimentos	experimentacao
Aluno	estudante
sensor	sensor
dados precisos	dados_precisos
arduino	arduino
Tecnologia	tecnologia
arduino	arduino
Tecnologia	tecnologia
maximização	dados_precisos
Demonstração	demonstracao
Análise	analise_de_dados
Arduino	arduino
Agilidade	agiliza_processos

Pesquisa	pesquisa
local	local
quantidade	agiliza_processos
Praticidade	agiliza_processos
Dinamismo	motivacao
viabilidade	facilidade
interface de experimentação	arduino
Difícil	dificuldade
Potencial de ajuda	agiliza_processos
eletrônicos	componentes_eletronicos
Arduino	arduino
dados	agiliza_processos
Ferramenta	arduino
Computador	computador
Experimentação	experimentacao
Tecnologia	tecnologia
rapidez	agiliza_processos
rapidez	agiliza_processos
dados precisos	dados_precisos
precisão	dados_precisos
dados precisos	dados_precisos
arduino	arduino
Arduino	arduino
Investigação	investigacao
Facilidade	facilidade
exclusivo	dificuldade
Arduino	arduino
Análise de dados	analise_de_dados
Menos contato humano	menos_contato_humano
Praticidade	praticidade
Experimentos	aprendizagem
Dados preciso	dados_precisos
Tecnologia	tecnologia
Experimento físico	experimentacao
Modernidade	inovacao
criatividade	agiliza_processos
alfabetização científica	analise_de_dados
Programação	linguagem_programacao
Rápido	agiliza_processos
tecnologia	tecnologia
engajamento	motivacao
rapidez	agiliza_processos
motivação	motivacao

Eletrônica	componentes_eletronicos
computador	computador
arduino	arduino
tecnologia	tecnologia
Laboratório com tecnologia	laboratorio
tecnologia	tecnologia
Respostas objetivas	aprendizagem
precisão	dados_precisos/
Inovação	inovacao
Pratica	praticidade/ analise_de_dados
Sensor	sensor
Precisão	dados_precisos
Ensino	ensino
registro	analise_de_dados
resultado	agiliza_processos
Precisão	dados_precisos
Produtividade	agiliza_processos
precisão	dados_precisos
uniformidade	agiliza_processos
Caro e de difícil acesso	dificuldade
Entendimento	aprendizagem
Programação	linguagem_programacao
coleta	coleta_de_dados
Leitura	arduino
Informática	coleta_de_dados
Estudo	agiliza_processos
Ciência	ciência/aprendizagem
tecnologia	tecnologia
precisão	dados_precisos
agilidade	agiliza_processos
rapidez	agiliza_processos
rapidez	agiliza_processos
precisão	dados_precisos
Sensor	sensor
Análise	analise_de_dados
Rapidez	agiliza_processos
para poucos	dificuldade
Automação	automatizacao
Experimento	experimentacao
Redução de impacto ambiental	virtualizacao
Ensino	aprendizagem
Aulas remotas	tecnologia
Rapidez	agiliza_processos

Dados precisos	dados_precisos
Tecnologia	tecnologia
Interatividade	interatividade
Interação	interatividade
modelagem científica	modelagem
Algoritmo	linguagem_programacao
Eficiente	dados_precisos
precisão	dados_precisos
visualização	agiliza_processos
tecnologia	tecnologia
materiais	materiais
Laboratório	laboratorio
Arduino	arduino
sensor	sensor
quarta revolução industrial	quarta_revolucao_industrial
Arduino	arduino
robotica	robotica
Inclusão	virtualizacao
flexibilidade	agiliza_processos
Acessibilidade	baixo_custo
Rapidez	agiliza_processos
Raspberry	computador
Acessibilidade	baixo_custo
Equipe	equipe
analise	analise_de_dados
praticidade	agiliza_processos
Eficiência	agiliza_processos
Tempo	agiliza_processos
ferramenta	ferramenta
programação	linguagem_programacao
Preciso de muito tempo de preparação	dificuldade
Melhoria	aprendizagem
Investigação	aprendizagem
tecnologia	tecnologia
Controle	arduino
Tecnologia	tecnologia
Ensino	aprendizagem
Método científico	metodo_cientifico
motivacao	motivacao
software	software
Software Tracker	software
software	software
relatório	dados_precisos

rapidez	agiliza_processos
precisão	dados_precisos
Teste	modelagem
Dados	coleta_de_dados
não me interessa	dificuldade
Experiência	experimentacao
Excel	software
Exclusividade	exclusividade
Tecnologia	tecnologia
Inteligência artificial	inteligência_artificial
Tecnologia	tecnologia
Computador	computador
Arduino	arduino
Tecnologia	tecnologia
Curiosidade	curiosidade
lógica-matemática	lógica_matemática
Sensor	sensor
Tecnologia	tecnologia
circuito	sensor
volume	coleta_de_dados
computador	computador
relevância	facilidade
Ensino	ensino
potenciometro	componentes_eletronicos
LED	componentes_eletronicos
tecnologia de ponta	tecnologia
Relatório	relatorio
computador	computador
Mais alunos sendo pesquisados	agiliza_processos
foco conceitual	agiliza_processos
Atualização	inovacao
Tempo	agiliza_processos
Internet das coisas	iot
Facilidade	facilidade
Escola	escola
reprodução	coleta_de_dados
diversificação	agiliza_processos
Agilidade.	agiliza_processos
Recurso	recurso
tecnologia	tecnologia
rapidez	agiliza_processos
Ensino remoto em pandemia	dificuldade
Desenvolvimento	aprendizagem

termômetro	sensor
Física	Física
interpretação	agiliza_processos
sensor	sensor
Protótipo	arduino
Didática	aprendizagem
Praticidade	agiliza_processos
inovação	inovacao
arduino	arduino
Tecnologia	tecnologia
relatório	agiliza_processos
planilha	software
computador	computador
rapidez	agiliza_processos
Experimentação	experimentacao
Precisão	dados_precisos
técnico	dificuldade
tensão	agiliza_processos
Internet	internet
Desigualdade tecnológica	desigualdade_tecnologica
Atualidade	atualidade
Experimentos online	virtualizacao
Arduino	arduino
Experimento	experimentacao
Computador	computador
Praticidade	facilidade
facilidade	facilidade
recurso didático	inovacao
Experimentação	experimentacao
Computador	computador
sensor	sensor
registro	agiliza_processos
simulação	computador
engajamento	motivacao
Física	Física
circuitos	sensor
computador	computador
internet	internet
software	software
aprendizagem significativa	aprendizagem
Sem influência externa	sem_influencia_externa
abstração	abstracao
Integração	integracao

Automático	automatizacao
Laser	laser
Debate	analise_de_dados
Compartilhamento	compartilhamento
estatística	analise_de_dados
possibilidades	agiliza_processos
Contato com tecnologias	tecnologia
Atrair	motivacao
potência	motivacao
Facilita a análise de dados	analise_de_dados
Capacidade	aprendizagem
Avaliação	avaliacao
modelagem	modelagem
motores	motores
Aparato experimental	experimentacao
Prática	agiliza_processos
Interação	interacao
precisão	dados_precisos
tecnologia	tecnologia
Computador	computador
computador	computador
computador	software
sensor	sensor
software	software
Diálogo	dialogo
Análise	analise_de_dados

Apêndice C: Produto Educacional



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Curso: Arduino como recurso didático ao ensino de física

Adriana de Andrade

Marcio Vinicius Corrallo

**São Paulo (SP)
2021**



Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

a553p Andrade, Adriana de
Produto educacional: curso de arduino como recurso didático ao ensino de física / Adriana de Andrade. São Paulo: [s.n.], 2021.
100 f. il.

Orientador: Marcio Vinicius Corrallo

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2021.

1. Arduino. 2. Ensino de Física. 3. Automatização da Coleta de Dados. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.

CDD 510

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 17 dezembro 2021.

AUTORES

Adriana de Andrade: Licenciada em Matemática pela Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) Campus Caraguatatuba e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Pesquisa sobre ambientes virtuais de aprendizagem (Moodle) e Tecnologias para o Ensino (simuladores, softwares para ensino de física e matemática, eletrônica etc.).

Marcio Vinicius Corrallo: Professor do Instituto Federal de São Paulo – IFSP – Campus São Paulo, desde 2010. Doutor em Ensino de Ciências (Modalidade Física) pela Universidade de São Paulo. Professor permanente do programa de mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática do IFSP. Líder do Grupo de Pesquisa em Inovação Tecnológica para o Ensino de Física – GPITEF. Atua em cursos e projetos de Educação a Distância no IFSP. Investiga principalmente o uso e as aplicações das atividades experimentais, com apoio de tecnologias, para a formação de professores de Física.



Sumário

Apresentação.....	5
Introdução.....	6
Referencial teórico.....	6
Curso: Arduino como recurso didático ao ensino de física.....	8
Objetivos.....	9
Metodologia.....	9
Conteúdo Programático.....	9
Avaliação.....	10
Bibliografia Básica.....	10
Bibliografia Complementar.....	10
Semana 1.....	11
Semana 2.....	14
Semana 3.....	21
Semana 4.....	25
Semana 5.....	42
Semana 6.....	51
Semana 7.....	60
Semana 8.....	69
Semana 9.....	72
Semana 10.....	93
Referências.....	94

Apresentação

O presente produto educacional faz parte do PTT (Produtos Técnicos Tecnológicos) e é parte da dissertação de mestrado intitulada: “Um estudo das Representações Sociais sobre a automatização da coleta de dados no laboratório didático de física durante a formação docente”, do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus São Paulo.

O objetivo deste material é apresentar o curso de extensão: “Arduino como recurso didático ao ensino de física” para que possa servir de apoio para qualquer professor que queira ministrar um curso de formação continuada. Para as aulas práticas, utilizamos o ambiente virtual Tinkercad²³. Nele é possível simular circuitos eletrônicos por meio de sensores, e realizar medições que auxiliam na compreensão de conceitos físicos. Vale ressaltar que o simulador utiliza o mesmo método de montagem e programação do Arduino físico.

Desse modo, esperamos que ao fim da aplicação do curso deste produto educacional, o cursista possa utilizar o Arduino como ferramenta didática nas principais temáticas da física, como em experimentos de mecânica, termodinâmica, eletrodinâmica e física moderna, tornando o Arduino uma ferramenta de alto potencial para o ensino de física.

Boa Leitura!
Os Autores.

²³ Tinkercad é um produto da empresa Autodesk, Inc, e permite desenvolver projetos 3D, programas e circuitos eletrônicos de forma gratuita. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>, Acesso em: 04 mar. de 2021.

Introdução

O curso foi desenvolvido para ser ministrado *on-line* e está dividido em 10 semanas de 4 horas, com sugestão de um encontro síncrono semanal.

Referencial Teórico

O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Tinkercad é um *software* da empresa Autodesk, Inc, que permite desenvolver projetos 3D e circuitos eletrônicos de forma gratuita. Possui uma diversidade de recursos digitais capazes de criar sistemas eletrônicos elaborados, contribuindo, assim, como ferramenta didática para as principais áreas da física, como em experimentos de mecânica, termodinâmica, eletrodinâmica e física moderna. Nesse ambiente, encontramos diversos componentes eletrônicos, tais como: resistores, capacitores, sensores, diodo, indutor, potenciômetro, LED, motor de vibração, sensor infravermelho, placas microcontroladores e diversos instrumentos, como multímetro, fonte de energia, circuitos integrados, entre outros periféricos.

É razoável supor que a utilização do AVA TinkerCAD, sob determinadas estratégias pedagógicas, pode oportunizar ao estudante a realização de atividades experimentais nos moldes “*Do-It-Yourself*”, ou seja, “Faça você mesmo”, remetendo à cultura *maker*, que está articulada com as metodologias ativas de ensino, potencializando o protagonismo do aluno.

A BNCC, na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, diz que é fundamental a apropriação do conhecimento científico e tecnológico por parte dos estudantes: “Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão.” (BRASIL, 2017, p. 553). Já Andrade e Corrallo (2020, p. 1) acrescentam que “[...] cabe ao professor, compreender os letramentos²⁴ do *maker*, e assim produzir multiletramentos para que os estudantes possam interagir com os conteúdos disciplinares com autonomia, dentro do AVA escolhido.”

²⁴Os letramentos são, em si mesmos, tecnologias e nos dão as chaves para usar tecnologias de forma mais amplas.” (LEMKE, 2010, p. 456).

A cultura *maker* está fundamentada por nove ideias chaves: “[...] faça, compartilhe, ensine, aprenda, use ferramentas (ou seja, ou tenha acesso seguro às ferramentas necessárias), jogue, participe, apoie e provoque mudanças[.]” (MEIRA; RIBEIRO; PRADO, 2016, p. 3). Os autores acrescentam ainda que é uma “[...] forma de estimular a inteligência colaborativa, a criatividade e o caráter prático do uso das tecnologias[.]”. Fortunato, Tardin, Pinheiro (2020, p. 2) salientam que cultura *maker* se relaciona

[...] as tecnologias e a pedagogia ‘mão na massa’ tendem a cativar estudantes, principalmente porque proporcionam a busca por mais conhecimentos. [...] todos acabam por exercitar sua criatividade ao desafiarem a si mesmos, testando e superando os próprios limites. (FORTUNATO; TARDIN; PINHEIRO, 2020, p. 2).

O AVA Tinkercad dialoga com a cultura *maker*, sobretudo, na automatização da coleta de dados, uma vez que, encontramos no AVA Tinkercad uma bancada para que o estudante construa os próprios circuitos eletrônicos, e, assim, o professor poderá articular uma compreensão dos conceitos físicos, demonstrados no circuito desenvolvido. Nesse contexto, em relação ao Arduino²⁵, Silva (2018, p. 14) destaca que:

Os conceitos e aplicações da Computação Física para a aprendizagem de programação, tal como sua inserção nos processos educacionais; O papel da plataforma Arduino nesse contexto, características do produto e possibilidades de uso, abordando especialmente o uso de simuladores; O papel da motivação sobre o processo de aprendizagem e sua influência no design instrucional [...]. (SILVA, 2018, p. 14).

Nesse sentido, em circuitos, o AVA Tinkercad articula-se ao ensino de física, e ainda conta com os principais benefícios da cultura *maker*, que é a democratização do conhecimento em relação ao “fazer”, proporcionando a adaptação de ferramentas tecnológicas no âmbito educacional.

É notório que o movimento *maker* vem sendo disseminado na educação, podendo enriquecer os processos de aprendizagem na sala de aula desde que haja um planejamento estratégico, com projetos pedagógicos bem elaborados para não

²⁵ Arduino Uno é uma placa microcontrolada baseada no ATmega328P (ficha técnica). Possui 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. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> Acesso em: 04.jun. 2021

resultar em prejuízo no processo de aprendizagem. Os autores Bacich e Moran (2018) indicam que:

As aprendizagens por experimentação, por design e aprendizagem *maker* são expressões atuais da aprendizagem ativa, personalizada, compartilhada. A ênfase na palavra ativa precisa sempre estar associada à aprendizagem reflexiva, para tornar visíveis os processos, os conhecimentos e as competências do que estamos aprendendo com cada atividade (BACICH; MORAN, 2018, p. 28).

De acordo com Andrade e Corrallo (2020), articular o Tinkercad em apoio ao ensino de física, tanto o estudante quanto o professor ganham em relação ao protagonismo do processo de ensino e aprendizagem. No entanto, os autores alertam sobre a importância da intencionalidade do professor, que precisa estar calcada, sobretudo, no processo de aprendizagem do estudante.

O AVA Tinkercad dialoga tanto com a cultura *maker* quanto com a BNCC, no sentido de desenvolver o protagonismo do estudante, principalmente na compreensão das tecnologias de forma crítica, significativa e reflexiva, produzindo conhecimentos e resolvendo problemas.

[...] a cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores. (BRASIL, 2017, p. 59).

Dentro desse contexto, a escola terá que formar cidadãos não para ser consumidores das tecnologias digitais, mas para serem cidadãos críticos em relação às tecnologias.



Curso de Arduino como recurso didático ao ensino de física

O curso está dividido em 10 semanas de 4 horas de curso

EMENTA - Curso: O Arduino como recurso didático ao ensino de física:

O curso almeja abordar de forma crítico-reflexiva a inserção de elementos tecnológicos para o ensino de física, e, em particular, a automatização da coleta de dados de experimentos amplamente utilizados nos diversos níveis de ensino. Com a adoção da plataforma de prototipagem Arduino, pretende-se desenhar, de forma colaborativa, itinerários pedagógicos que oportunizem: maior reflexão e discussão na tomada de dados, estratégias com um viés investigativo e testes de hipóteses de modelos subjacentes constituídos a partir dos dados coletados e/ou oriundos de

discussões preliminares. Além da ferramenta supracitada, pretende-se subsidiar o cursista com outras tecnologias que também possam integrar as atividades práticas experimentais, mesmo que de forma exclusivamente virtual.

OBJETIVOS:

O objetivo geral deste curso é contribuir com a formação acadêmica de estudantes/egressos de licenciatura em física e a formação continuada de docentes de física. Concebendo situações que possam permitir a reflexão e a construção de estratégias pedagógicas (apoiadas em recursos digitais) que estejam em consonância com uma participação mais ativa de seus estudantes durante as aulas práticas experimentais.

Como objetivos específicos, o presente curso tem por finalidade:

- compreender os conceitos básicos de funcionamento da plataforma de prototipagem Arduino (físico/virtual);
- compreender a eletrônica básica necessária para automatizar experimentos de física;
- compreender os aspectos físicos e o funcionamento de sensores e de periféricos;
- desenvolver códigos que permitam controlar, obter dados de sensores e periféricos e realizar modelagem;- articular experimentos de física com a plataforma de prototipagem Arduino (físico/virtual);
- planejar e executar projetos para o ensino de física com a plataforma de prototipagem Arduino (físico/virtual).

METODOLOGIA:

Como sugestão, o curso deverá ter duração de 40 horas, reservando ao menos uma aula para encontros síncronos. O material didático deverá ser hospedado na sua totalidade em uma plataforma virtual, como o Moodle Os materiais didáticos apresentados ao longo desse Produto Educacional foram escolhidos a partir de curadoria e deverão estar disponíveis para os cursistas, dentre eles, teremos: artigos, videoaulas (tutoriais de autoria própria e terceiros) e livro em versão digital. Também deverá ser utilizada uma plataforma com acesso gratuito on-line de circuitos elétricos digitais e analógicos, a qual é possível simular: a própria plataforma de prototipagem Arduino, diversos componentes eletrônicos, multímetros, sensores, entre outros, segue link: <https://www.Tinkercad.com> . Cabe ressaltar que os cursistas deverão ser assessorados, tanto nos encontros síncronos quanto pela plataforma virtual ao longo de todo o curso.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- Ambientação no espaço virtual.
- Papel do computador no processo ensino e aprendizagem.
- Ambientação no espaço virtual Tinkercad.
- Eletrônica básica.
- Programação básica. Comandos básicos e variáveis.

- Utilizando sensores/componentes e a plataforma de prototipagem Arduino.
- Automatizando experimentos de física.
- Modelagem e o ensino de física.
- Desenvolvimento de projeto final.

AVALIAÇÃO:

A sugestão é que a avaliação seja contínua e realizada por meio de atividades propostas e desenvolvidas com os recursos das plataformas digitais disponibilizadas aos cursistas, com nota para este item de até 4,0 pontos. A sugestão é que no final do curso aconteça uma apresentação de um projeto elaborado individualmente ou em grupo, versando sobre uma aplicação da plataforma de prototipagem Arduino articulada com o laboratório didático de física, sendo a nota máxima de 6,0 pontos para este item. Para aprovação será necessário a nota final igual ou superior a 6,0 pontos e realização de no mínimo 75% das atividades assíncronas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

HAUGEN, A. J.; MOORE, N. T. A model for including Arduino microcontroller programming in the introductory physics lab. **Physics Education**, New York, v.1. p.1-11, 2014.

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

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. *In*: CARVALHO, A. M. P. de (ed.). **Ensino de Física - Coleção Idéias em Ação**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. O papel do computador no processo ensino-aprendizagem. *In*: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. **Integração das Tecnologias na Educação: Salto para o futuro**. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005, p. 22-31 (Tópico 1.3). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/1sf.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

CAVALCANTE M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes, **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 33, n. .4, 2011.

CORRALLO, M. V.; JUNQUEIRA, A. C.; SCHULER, T. E. Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 634-659, set. 2018.

CROVADOR, Álvaro. **Física Aplicada à Robótica**. Curitiba: Contentus, 2020.

JESUS, V. L. B. **Experimentos e Videoanálise – Dinâmica**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

MONK, S.. **Projetos com Arduino e Android**: use seu smartphone ou tablet para controlar o Arduino. Porto Alegre: Bookman, 2014.

MONK, S. **30 projetos com Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

MOURÃO, O. **Arduino & ensino de Física**: automação de práticas experimentais. Tianguá: Clube dos Autores, 2018. Disponível em: <https://ifce.edu.br/sobral/campus-sobral/cursos/posgraduacoes/mestrado-1/mnpef/arquivos/5-produto-educacional-arduino-e-o-ensno-de-fisica.pdf> . Acesso em: 22 fev. 2021.

OLIVEIRA, R. **Informática Educativa**: dos planos e discursos à sala de aula. 17^a ed., Campinas: Papirus, 2015.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SILVA, R. B. *et al.* Estação meteorológicas de código aberto: um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 1, 2015.



O Produto Educacional traz uma versão similar à utilizada no ambiente virtual de aprendizagem – Moodle. As semanas foram separadas em abas (1...10) e, em cada semana, os materiais foram separados por tarjas, como descrito no quadro 1.

Quadro 1: Significado das tarjas utilizada ao longo do curso de extensão.

“**Para assistir**” refere-se à indicação de vídeos.

“**Para ler** - fundamentação teórica de física”

“**Para ler** - aspectos técnicos”.

“**Para ler** - aspectos pedagógicos”

“**Para fazer**” - sugestão de atividades para serem aplicadas ao longo do curso.

“**Para saber mais**” - indicação de materiais complementares.

“**Tarja mesclada em preto e branco**” indica o início da semana

Sugere-se ainda que em todas as semanas tenha um fórum referente aos assuntos tratados para a postagem de dúvidas.



SEMANA 1 – APRESENTAÇÃO DO CURSO

Nesta seção você encontra uma apresentação (<16 min) das potencialidades do Arduino, por Massimo Banzi (co-fundador do Arduino) e as atividades propostas para a semana 1, disponível no link <https://youtu.be/UoBUXOOdLXY>. Depois de assistir o vídeo, pede-se a realização da tarefa pré-curso. Na sequência aconselha-se a leitura do material sobre lógica de programação e a realização da tarefa de



elaboração de um algoritmo sobre coleta de dados. Por fim, sugere-se a realização do cadastro na plataforma Tinkercad e a leitura do tutorial de postagem de tarefa via Tinkercad.

Bons estudos!



Para fazer

Tarefa pré-curso

Conte um pouco sobre o seu objetivo em se matricular em nosso curso. (Aqui sugere-se solicitar ao cursista o envio de um pequeno texto sobre suas intenções na realização do curso. Talvez possa ser utilizado para um redirecionamento das atividades e calibração na complexidade das atividades.)



Para ler – aspectos técnicos

Vamos compreender a lógica de programação

Para iniciarmos, vamos entender o que é um algoritmo, e assim entendendo como "escrever um código" para "rodar" no Arduino.

O que é algoritmo?

Vamos começar entendendo por meio de um exemplo do nosso cotidiano. O algoritmo está presente na receita de um bolo. Para fazer o bolo devemos seguir uma sequência de ações para alcançar o objetivo pretendido, que é fazer o bolo.

De maneira análoga, isso se aplica ao Arduino. Para construir um projeto precisamos indicar os passos ao Arduino para que o circuito funcione. Nesse caso, vale ressaltar que se faltar um 'ponto e vírgula' no final da linha do código, o código dará erro. Igualmente no bolo, se não colocarmos o fermento, o bolo não crescerá. Portanto, é importante saber ler o código para perceber, por exemplo porque o LED não está acendendo verificar se os pinos estão conectados corretamente.

Elaboração de Algoritmos²⁶:

1. Identificar o problema, no âmbito em como resolver o problema.
2. Identificar as “entradas do sistema”, ou seja, quais informações serão fornecidas.
3. Identificar a “saída do sistema”, ou seja, como será disponibilizado o resultado.
4. Definir os passos a serem realizados, desenvolvendo uma sequência de passos que leve a solução do problema, e serão convertidas em entradas nas saídas).
5. Identificar as regras e limitações do problema;
6. Identificar as limitações do computador;
7. Determinar as ações que serão realizadas pelo computador.

²⁶ O texto foi inspirado em aula 7 proferida no CURSO FIC – CIRCUITOS & PROGRAMAÇÃO COM ARDUINO, ministrado pelo Prof. Danilo Henrique Santos, docente no IFSP Campus de Registro em dezembro de 2020.

8. Registrar os comandos, que será a forma de representar os algoritmos.
9. Teste da solução, execute cada passo do algoritmo, seguindo a sequência estabelecida.

Exemplo de uma atividade doméstica: Como trocar uma lâmpada?

Abaixo segue um exemplo dos passos a serem seguidos para a troca de uma lâmpada.

1. Verificar se o interruptor está desligado ou chave geral;
2. Pegar uma escada;
3. Pegar a lâmpada nova;
4. Posicionar a escada logo abaixo da lâmpada;
5. Subir na escada levando a lâmpada nova;
6. Retirar a lâmpada velha;
7. Colocar a lâmpada nova;
8. Descer da escada;
9. Testar a lâmpada nova utilizando o interruptor;
10. Descartar de forma adequada a lâmpada velha.

O que é Codificação?

O processo de codificação é quando o algoritmo é transformado em códigos da linguagem de programação escolhida para se trabalhar (ASCENCIO; CAMPOS, 2012).



Para fazer

Tarefa 1: Elaborar um algoritmo para a coleta de dados de um experimento de física.

Um algoritmo destina-se a resolver um problema, ou seja, fixar um padrão de comportamento a ser seguido. Para esta tarefa, você precisa elaborar o algoritmo sobre como coletar dados de um determinado experimento.

A escolha sobre o tipo de experimento é livre. O que será avaliado é o procedimento em relação a coleta de dados.

Boa atividade!

Cadastro no Tinkercad

Você terá a oportunidade em se cadastrar como educador e/ou aluno ou criar uma conta pessoal. Para tanto, siga os procedimentos, aqui daremos o exemplo de uma conta pessoal que contemplará a criação de projetos.

- Acesse, em seu navegador a URL www.tinkercad.com.
- Clique em "Inscrever-se" no canto superior direito, como indicado na imagem abaixo. Mas se você já tem conta no Tinkercad ou na Autodesk, basta clicar em "Entrar".
- Ao clicar em se inscrever abrirá a primeira tela do seu cadastro, você deverá escolher a opção "Criar uma conta pessoal", e clique em avançar.
- Na sequência, sugiro que escolha "Entrar com o Google".
- O próximo passo será aceitar os termos de serviço do Tinkercad.
- Se você seguiu os passos acima, a sua conta está criada.



SEMANA 2

Na semana 2, sugere-se a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler". Sendo que os dois primeiros itens tratam de uma abordagem técnica do Arduino e seus componentes. Os dois itens seguintes trazem uma discussão pedagógica sobre as tecnologias no ensino. Já o item "Atividade Blink" é uma proposição de construção de um pequeno *sketch* (programa) no Tinkercad. Na seção "Para fazer", você encontra um espaço para postagem da "Atividade Blink" e outro espaço para a postagem das respostas das questões relacionadas ao texto: "O papel do computador no processo ensino-aprendizagem".



Para ler – aspectos técnicos

Conhecendo a placa de prototipagem Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem de desenvolvimento associada com uma linguagem de programação intuitiva que se desenvolve utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE). Foi desenvolvido na Itália em 2005, por meio da cultura *open source*, isto é, incide em dispositivos físicos de tecnologia concebidos e oferecidos pelo movimento de código aberto. Por sua rápida difusão e capacidade e adaptabilidade, tornou-se uma excelente alternativa na concepção de projetos de diversas áreas do conhecimento. McRoberts (2013, p. 24) destaca que:

A maior vantagem do Arduino em relação a outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a sua facilidade de utilização, o que permite que pessoas que não sejam de áreas técnicas possam aprender o básico e criar seus próprios projetos em um período relativamente curto. Artistas, em especial, parecem considerá-lo a maneira ideal para criar obras de arte interativas rapidamente, sem a necessidade de um conhecimento especializado em eletrônica.

Seu *designer* permite ligá-lo em diferentes sensores, como: temperatura, luz, velocidade, aceleração, força, pressão, umidade do ar entre outros. Também temos como possibilidade de saída o controle de lâmpada de LED (Light Emitting Diode), motores, alto-falantes e display, por exemplo. A interface com o computador pode ser via entrada/saída USB/WiFi/Bluetooth. É possível, também, armazenar os dados em um cartão de memória MicroSD e, posteriormente, recolher os dados, além de disponibilizá-los em servidor próprio ou a partir de Cloud Computing. Isto, por sinal, é bastante usado para a chamada Internet das Coisas (IOT – Internet of Thing), na qual o usuário pode disponibilizar seus dados ou controlar periféricos remotamente. Já existem vários serviços dessa natureza adaptados para a plataforma Arduino, sendo que alguns necessitam de pagamento; no entanto, temos alguns serviços que podem ser contratados, para pequenos projetos, sem custo aos usuários não comerciais. Um desses serviços é o site Thingspeak, disponível em: <https://thingspeak.com> (CORRALLO, CARVALHO, SCHULER, 2018).



Figura 1: Arduino. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/adafruit/5027882580>

A plataforma Arduino opera com uma camada simples de *software* implementado na placa, que é um *bootloader* (é uma espécie de sistema operacional que roda no microcontrolador AVR, e que permite a gravação em memória Flash as rotinas geradas pelo Arduino IDE e compiladas pela biblioteca AVR-GCC). A interface pode ser feita por diversos *softwares*, geralmente *open source*, como: Processing (bastante interessante para a confecção de gráficos em tempo real, disponível para download em <https://processing.org>), Arduino IDE (Integrated Development Environment, interface, mais utilizado para programação do Arduino, disponível em <https://www.arduino.cc>) e Scratch (disponível em <https://scratch.mit.edu>). Em Scratch se programa utilizando blocos que se encaixam, tornando-se mais lúdica a programação, enquanto em Arduino IDE e Processing se utiliza uma linguagem baseada em C++, na qual o processo de programação é mais “duro” e requer conhecimento da linguagem e lógica de programação. A versão mais popular do Arduino é o Uno que está baseada no microcontrolador ATmega 328P, 8-bit, 16MHz, CPU com 2KB de memória RAM para execução das rotinas e 32KB de memória Flash para armazenar as rotinas (SOUZA *et al.*, 2011). Vale ainda mencionar que as bibliotecas, que permitem conectar sensores e periféricos ao Arduino, podem ser facilmente encontradas na Web (CORRALLO, CARVALHO, SCHULER, 2018).

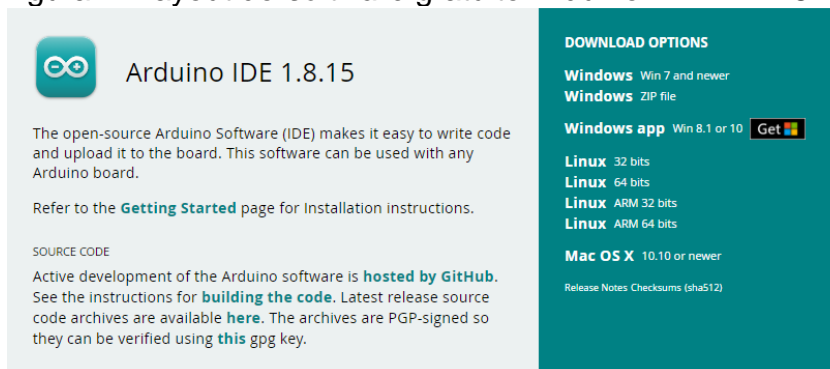
De maneira resumida, a placa de prototipagem Arduino Uno possui 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas

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.

Como se comunicar com o Arduino?

Para que o Arduino faça o que você deseja, é necessário programá-lo. Para isso, você pode utilizar o *software* gratuito Arduino IDE - v. 1.8.15 (veja figura 2), disponível em <https://www.arduino.cc/en/software>. Antes de baixar, verifique a versão adequada para seu sistema operacional.

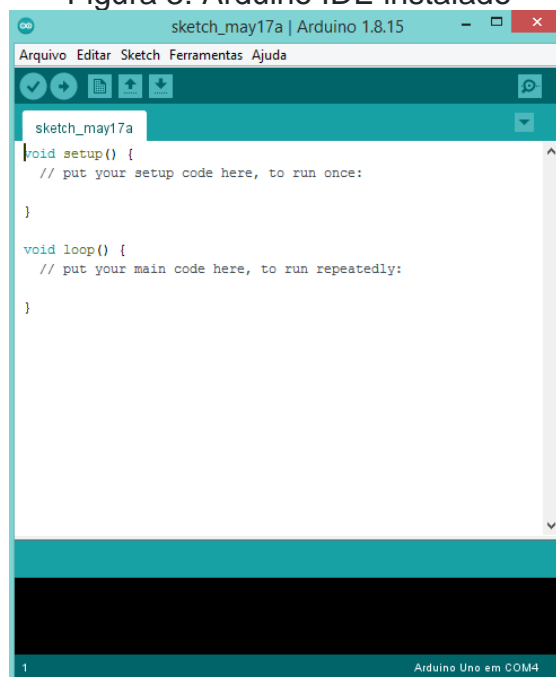
Figura 2: Layout do *software* gratuito Arduino IDE - v. 1.8.15



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/software>

Com o Arduino IDE instalado (veja figura 3), você poderá escrever os comandos para os projetos usando uma linguagem de programação, a qual estudaremos nas próximas semanas.

Figura 3: Arduino IDE instalado

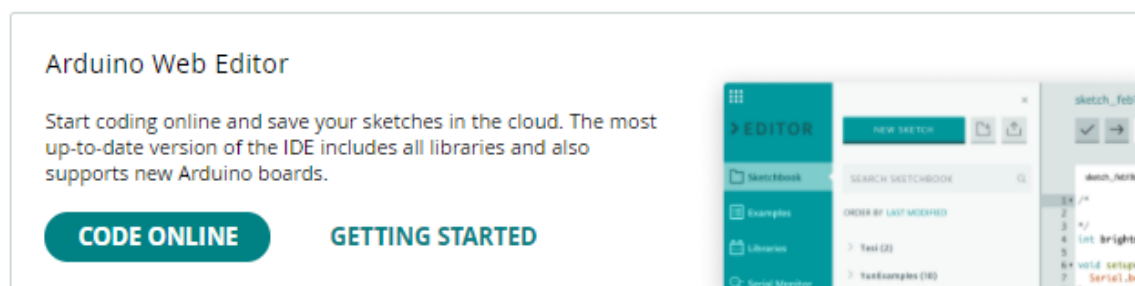


Fonte: <https://www.arduino.cc/en/software>

Arduino Web Editor

O Arduino Web Editor permite ao usuário cadastrado na plataforma seguir [link: https://www.arduino.cc/en/software](https://www.arduino.cc/en/software) "rodarem" seus *sketchs* (programas) de forma *on-line*, sem a necessidade de instalação do Arduino IDE no PC.

Figura 4: Layout Arduino Web Editor



Fonte: <https://www.arduino.cc/en/software>

Protoboard

É uma placa de plástico, também conhecida como matriz de contato, em que os orifícios são conectados internamente por trilhas metálicas. Os orifícios servem para a inserção de terminais de componentes e fios de conexão.

Listagem de componentes utilizados por usuários iniciantes

Abaixo segue listagem com os principais componentes e quantidades utilizados em projetos por usuários iniciantes. Vale mencionar que é possível encontrar no mercado *kits* para os diferentes estágios dos usuários.

Quadro 2: listagem com os principais componentes.

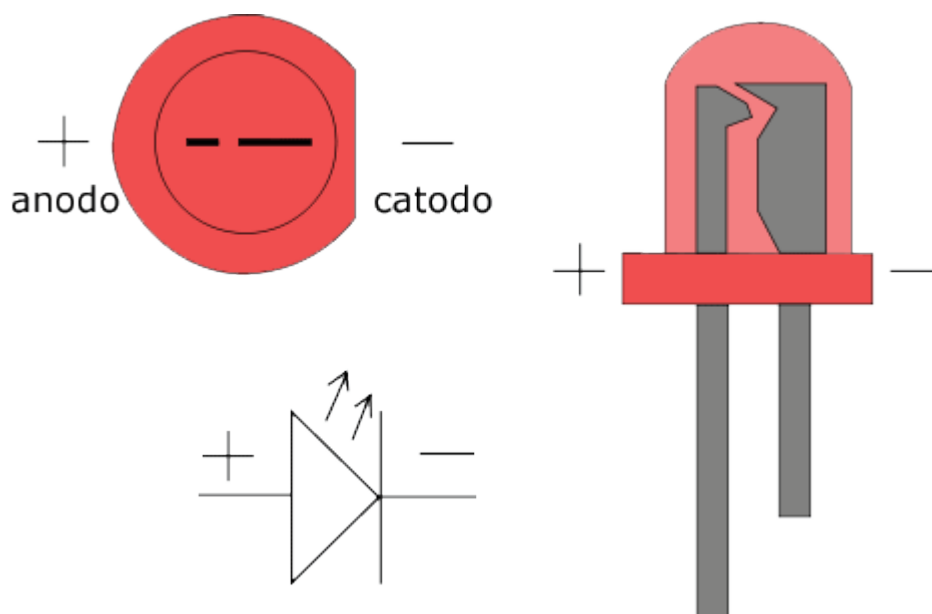
01 - Placa Uno R3	15 - Resistor 330Ω
01 - Cabo USB 30cm	05 - Resistor 1KΩ
01 - Protoboard 400 Pontos	05 - Resistor 10KΩ
30 - Jumper Macho-Macho	04 - Diodo 1N4007
01 - Micro Servo 9g SG90	01 - Potenciômetro 10KΩ
TowerPro	04 - Capacitor Cerâmico 10nF
01 - Sensor de Temperatura NTC	04 - Capacitor Cerâmico 100nF
01 - Sensor de Luz LDR	02 - Capacitor Eletrolítico 10uF
01 - Buzzer Ativo 5V	02 - Capacitor Eletrolítico 100uF
05 - LED Vermelho	05 - Chave Táctil (Push-Button)
05 - LED Amarelo	
05 - LED Verde	

Fonte: autoria própria.

Conhecendo o LED

O Diodo Emissor de Luz (LED = Light Emitting Diode) é um componente eletrônico emissor de luz baseado em material semicondutor. O LED é um componente bipolar, significando que ele conduz corrente elétrica apenas num sentido. Para descobrirmos qual a polarização correta para ligá-lo a uma fonte e acendê-lo, devemos olhar seus terminais. O maior, ou curvado, é o anodo (positivo) e o menor é o catodo (negativo). Na figura 5 encontramos a representação esquemática do LED.

Figura 5: Representação esquemática do LED



Fonte: Autor Desconhecido - licenciado em [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Para não “queimarmos” um LED (a voltagem máxima é diferente para cada tipo de LED, mas não deve ser menor que 2V e muito maior que 3V), devemos ligá-lo em série com um resistor R. Para sabermos o valor mínimo desta resistência, usamos a Lei de Ohm. Suponha que o LED suporte até 2 V de tensão e corrente de 10 mA = 0,010 A e seja ligado em uma fonte de 5 V (geralmente a saída do Arduino). Se ele suporta apenas 2 V, então 3 V da fonte deve ir para o resistor R.

$$V_{res} + V_{LED} = 5 \text{ V} \rightarrow V_{res} = 5 \text{ V} - 2 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

Pela Lei de Ohm, o valor mínimo da resistência deve ser:

$$V_{res} = R \cdot i \rightarrow R = V_{res} / i = 3 / 0,01 = 300 \ \Omega$$



Para ler – aspectos pedagógicos

Sugestão de leitura

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. O papel do computador no processo ensino-aprendizagem. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. **Integração das Tecnologias na Educação**: Salto para o futuro. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005, p. 22-31 (Tópico 1.3). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/1sf.pdf> . Acesso em: 16 nov. 2021.

O artigo traz uma análise sobre as questões técnicas e pedagógicas da informática na educação, apresentando os grandes desafios dessa combinação do técnico com o pedagógico, em especial, para o professor saber orientar e desafiar o aluno em atividades computacionais. Sugere-se a leitura do texto da página 22 até 31 - Tópico 1.3.

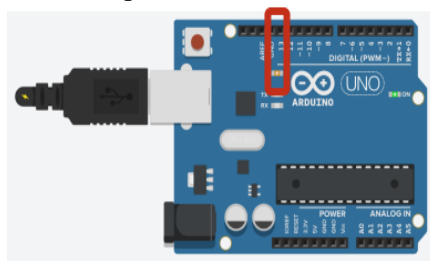


Para ler – aspectos técnicos

Blink

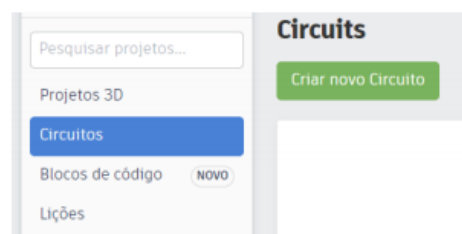
Blink é um exemplo bastante simples de uso do Arduino. Com ele podemos controlar o LED interno do Arduino figura 6, sem montagem de circuito, a partir da porta digital 13. Para iniciar, abra sua conta do Tinkercad.com e clique em “Circuitos”, no menu à esquerda da tela figura 7. Em seguida, clique no botão “Criar novo Circuito”.

Figura 6: LED interno do Arduino



Fonte: imagem gerada via plataforma www.tinkercad.com.

Figura 7: menu à esquerda no Tinkercad



Fonte: imagem gerada via plataforma www.tinkercad.com

Figura 8: Componentes Básico no Tinkercad.

Na tela seguinte, você encontrará, no menu à direita, “Componentes Básico”, localize o Arduino UNO R3 (fig. 8) e arraste-o para o lado esquerdo da tela.



Fonte: imagem gerada via plataforma Tinkercad.com.

Em seguida, clique em “Código” e escolha “Texto”, conforme a figura 8. Na caixa de texto, transcreva o código do quadro 3.

Fonte: imagem gerada via plataforma Tinkercad.com

Quadro 3– Código blink

```
//blink – controle do LE interno do Arduino,.  
Int pino = 13;
```

```

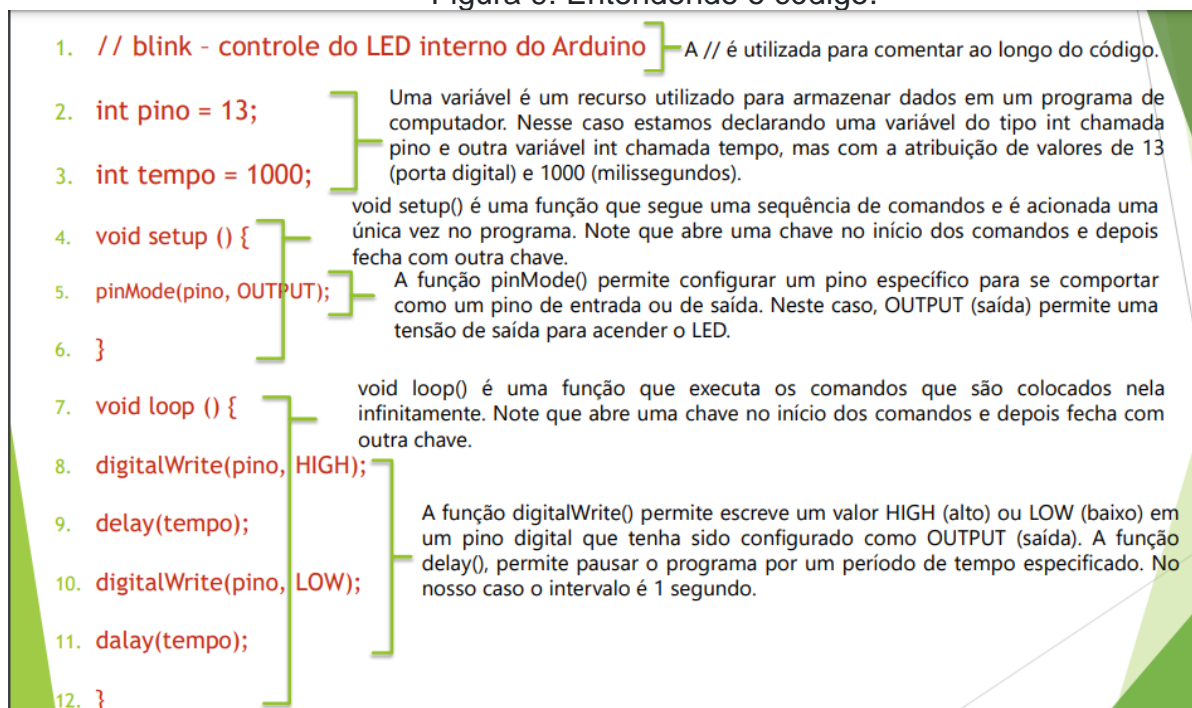
Int tempo =1000;
void setup () {
    pinMode (pino, OUTPUT);
}
void loop() {
digitalWrite(pino, HIGH);
    delay (tempo);
    digitalWrite(pino, LOW);
    delay (tempo);
}

```

Fonte: adaptado do exemplo Blink, disponível em IDE Arduino.

Por fim, clique em “Iniciar simulação” e observe o LED interno do Arduino. Sugere-se realizar alterações no intervalo de tempo de espera.

Figura 9: Entendendo o código.



1. `// blink - controle do LED interno do Arduino` } A // é utilizada para comentar ao longo do código.
2. `int pino = 13;`
3. `int tempo = 1000;` } Uma variável é um recurso utilizado para armazenar dados em um programa de computador. Nesse caso estamos declarando uma variável do tipo int chamada pino e outra variável int chamada tempo, mas com a atribuição de valores de 13 (porta digital) e 1000 (milissegundos).
4. `void setup () {`
5. `pinMode(pino, OUTPUT);` } void setup() é uma função que segue uma sequência de comandos e é acionada uma única vez no programa. Note que abre uma chave no início dos comandos e depois fecha com outra chave.
6. `}` } A função pinMode() permite configurar um pino específico para se comportar como um pino de entrada ou de saída. Neste caso, OUTPUT (saída) permite uma tensão de saída para acender o LED.
7. `void loop () {`
8. `digitalWrite(pino, HIGH);`
9. `delay(tempo);`
10. `digitalWrite(pino, LOW);` } void loop() é uma função que executa os comandos que são colocados nela infinitamente. Note que abre uma chave no início dos comandos e depois fecha com outra chave.
11. `delay(tempo);`
12. `}` } A função digitalWrite() permite escreve um valor HIGH (alto) ou LOW (baixo) em um pino digital que tenha sido configurado como OUTPUT (saída). A função delay(), permite pausar o programa por um período de tempo especificado. No nosso caso o intervalo é 1 segundo.

Fonte: os autores.



Para assistir

Vídeo de 39 segundos demonstrando no Arduino físico (fig.10), o exemplo Blink, no LED embutido da porta 13 – link: https://youtu.be/q-2_7ijDOck

Figura 10 - Imagem do experimento capturada pelo vídeo.



Fonte: os autores.



Para fazer

Atividade Blink

Na "Atividade Blink" (descrito no tópico anterior "Blink") sugere-se a inserção de intervalos de tempo distintos, como apresentado no vídeo da semana 2.



Para ler – aspectos pedagógicos

Questões referentes ao texto: "O papel do computador no processo ensino-aprendizagem" p.22-31

Sugere-se a leitura do artigo "O papel do computador no processo ensino-aprendizagem", p.22-31, e relacione os aspectos pedagógicos relevantes durante a leitura do texto, disponível no link: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/1sf.pdf>
Acesso em: 17 nov. 2021



SEMANA 3

Nesta seção você encontra indicação de leitura/consulta sobre eletricidade. Na seção "Para fazer" tem a atividade "Simulando semáforos no Tinkercad" e outra sobre modelagem no ensino de física.



Para ler - fundamentação teórica de física



1. Onde não está a eletricidade?
2. Pondo ordem dentro e fora de casa
3. Elementos dos circuitos elétricos
4. Cuidado! É 110 ou 220?
5. A conta de luz
6. Exercícios

Figura 11 – Layout da página do GREF – eletromagnetismo.

Para uma revisão sobre eletricidade e as grandezas físicas envolvida, sugestão dos capítulos 1, 2 e 3 do texto do GREF. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro1.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2021.

 **Para ler** – aspectos pedagógicos

Problematização e Contextualização no Ensino de Física

Sugestão de texto para leitura.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 29-48, 2010.

CÓDIGO DE CORES - RESISTORES

Tabela 1: valores dos resistores

Cor	Dígito	Multiplicador	Tolerância
Prata	-	x 0,01	± 10%
Dourado	-	x 0,1	± 5%
Preto	0	x 1	-
Marrom	1	x 10	± 1%
Vermelho	2	x 100	± 2%
Laranja	3	x 1K	-
Amarelo	4	x 10K	-
Verde	5	x 100K	± 0,5%
Azul	6	x 1M	± 0,25%
Violeta	7	x 10M	± 0,1%
Cinza	8	-	± 0,05%
Branco	9	-	-

Fonte:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabela_de_cores_de_um_resistor.jpg

Esta calculadora de código de cores de resistor é desenvolvida para encontrar os valores de resistência e tolerância, segue link: [:https://br.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator](https://br.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator)

Os resistores são dispositivos eletrônicos que, limitando a intensidade, conseguem resistir a corrente elétrica. Assim, ela pode transformar energia elétrica em energia térmica, fenômeno que recebe o nome de efeito joule.

Resistores não possuem um polo positivo ou negativo e você não precisa se preocupar em qual posição o resistor estará no seu circuito em série, pois ele funcionará da mesma forma.

Primeira e segunda lei de Ohm

As leis de Ohm permitem calcular importantes grandezas físicas, como a tensão, corrente e a resistência elétrica dos mais diversos elementos presentes em um circuito.

Corrente (i) - Tensão (V) elétrica - Resistência (R). *A relação entre eles é dado pela Lei de Ohm.*

Figura 12: Quadro resumo leis de Ohm.

Primeira lei de Ohm - permite calcular importantes grandezas físicas, como a tensão, corrente e a resistência elétrica dos mais diversos elementos presentes em um circuito.

V → tensão (V)

R → resistência elétrica (Ω)

I → corrente elétrica (A)

$$V = Ri \quad \text{equação 1}$$

Segunda Lei de Ohm - relaciona as características físicas que determinam a resistência de um condutor, ou seja, um condutor depende do tipo do material do qual é construído, de suas dimensões e da temperatura, conforme as equações 2 e 3.

R₂₀ → resistência a 20°C (Ω)

α₂₀ → coeficiente de temperatura

T → temperatura (T)

ρ → resistividade elétrica (Ω.m)

A → área da seção transversal (m²)

L → comprimento (m)

$$R = R_{20}(1 + \alpha_{20}(T - 20)) \quad \text{equação 2}$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad \text{equação 3}$$

Ligação em série- Na ligação em série, a resistência equivalente é igual à soma das resistências. $R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$

Ligação em paralelo- A associação em paralelo é obtida quando os resistores são ligados de modo que a **corrente elétrica divide-se ao passar por eles**. Nesse tipo de associação, a resistência elétrica equivalente será sempre menor do que a menor das resistências.

Soma do inverso das resistências individuais:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$
$$R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Calculo de dois resistores em paralelo}$$

Fonte: os autores.

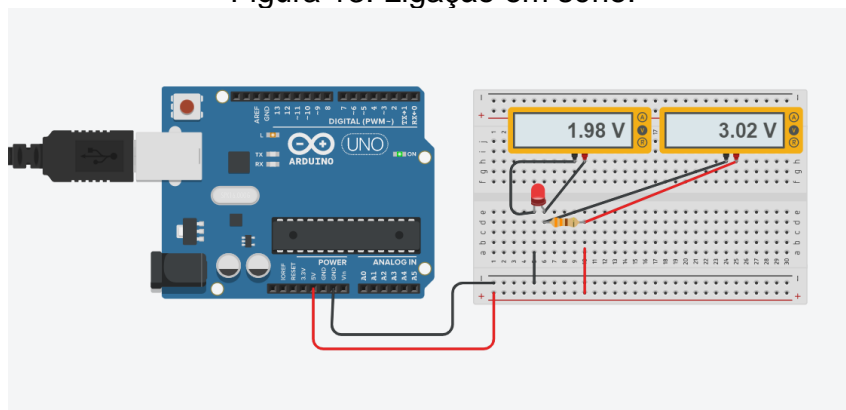
Associação de resistor no Tinkercad

Como visto na semana 2, a associação em série pode ser usada para proteção de componentes em um circuito. Na descrição a seguir veremos como montar uma associação de um LED e resistor em série, e observar a voltagem a partir de volímetros ligados em paralelo aos componentes do circuito.

Note na figura 14 que o LED está associado em série com um resistor (código de cor: laranja, laranja e marrom), isto é, 330 ohms. Também é possível observar que os

voltímetros estão associados em paralelo aos componentes. A leitura de cada voltímetro se aproxima de 2,0 V e 3,0 V, respectivamente, permitindo que o LED esteja protegido pelo resistor limitador. Cabe ainda mencionar que realização desta montagem não necessita de um código de programação para sua simulação, bastando, portanto, estabelecer a ligação adequada e, em seguida, clicar em, no menu de controle do Tinkercad.

Figura 13: Ligação em série.



Fonte: imagem gerada via plataforma Tinkercad.com



Para assistir

O vídeo apresenta uma descrição e sugestão de montagem de semáforo do modelo inglês e do modelo utilizado no Brasil. Disponível no link <https://youtu.be/2WOjIX34Ek>. Acesso em 10 jan. 2022.



Para fazer

Como atividade da semana, pede-se a montagem (circuito e código) no Tinkercad de:

- um semáforo do modelo inglês (veja figura 14)

Figura 14: Semáforo modelo inglês.



Fonte: autor desconhecido está licenciado em CC BY-NC-ND.

b) e outro do modelo utilizado no Brasil, conforme descrito no vídeo presente na seção "Para assistir"

Dica: para a montagem do circuito, recomenda-se utilizar a simulação apresentada na proposta "Associação em série e paralelo no Tinkercad", já para a montagem do código de programação, sugere-se retornar à "Atividade Blink" da Semana 2.

Após a montagem dos semáforos (circuito e código), você deve ter um local para que o aluno COMPARTILHE OS LINKS no espaço "Simulando semáforos no Tinkercad".

IMPORTANTE: No Tinkercad, para compartilhar o link não basta copiar a URL que aparece no navegador. Você deve clicar no botão "COMPART.", em seguida "Convidar pessoas" e então copiar o link que aparece. Salve estes os links no espaço indicado para a entrega.

c) A partir da leitura do texto sugerido na seção "Para Ler – aspectos pedagógicos", exemplifique como a modelagem poderia ser implementada em suas aulas de física.



SEMANA 4

É aconselhável a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler". Neste tópico apresenta-se um resumo sobre as portas digitais e analógicas, variáveis, Serial Monitor, expressões lógicas e o Código Morse. Também, sugere-se a leitura do artigo "A model for including Arduino microcontroller programming in the introductory physics lab".



Para ler – aspectos técnicos

Entendendo as portas digitais

Funções em linguagem de programação são pequenos blocos de instruções ou procedimentos que compõem o programa principal, são escritas para realizar uma tarefa de modo que se possa ser reutilizada, dessa maneira o código do programa fica menor e mais fácil de entender.

Função `setup()` é executada no início do código, tudo que estiver nesta função é executado apenas uma vez. Insere-se aqui as configurações iniciais do programa.

Função `loop()` é uma função que fica em constante execução. Dentro desta função fica o código principal do programa.

Alguns comandos:

- O comando `pinMode` indica a configuração do pino que queremos usar como modo entrada ou saída, isto é, (INPUT, OUTPUT). É importante ressaltar que o default dos pinos digitais é como INPUT. Recomenda-se sempre declarar tanto INPUT quanto OUTPUT. Como corrente elétrica nos pinos temos no máximo 40 mA.

Exemplo:

```
void setup() {  
  pinMode(7, INPUT); // o pino 7 está defino no modo de entrada.  
  pinMode(8, OUTPUT); // o pino 8 está defino no modo de saída.  
}
```

- O comando `digitalWrite` permite enviar para os pinos informados níveis de tensão, que podem ser alto/ligado (HIGH) ou baixo/desligado (LOW).

- O comando `digitalRead`() é utilizado para ler o estado de um pino digital. O `digitalRead`() recebe os parâmetros HIGH ou LOW.

Exemplo:

```
digitalRead(10); //Lê a porta digital 10 (HIGH OU LOW)
```

- O comando `delay`() é utilizado quando necessita de uma pausa de determinado tempo no programa.

É importante destacar que o Arduino executa as instruções linha a linha. Após executar uma instrução, ele passa para a próxima, na linha seguinte. O sinal de “;” (ponto-e-vírgula) avisa que o comando da linha acabou.

Exemplo:

```
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  Delay(1000);  
}
```

É importante destacar que a função `loop`() se repete indefinidamente.

Figura 15: programação: códigos de comando.

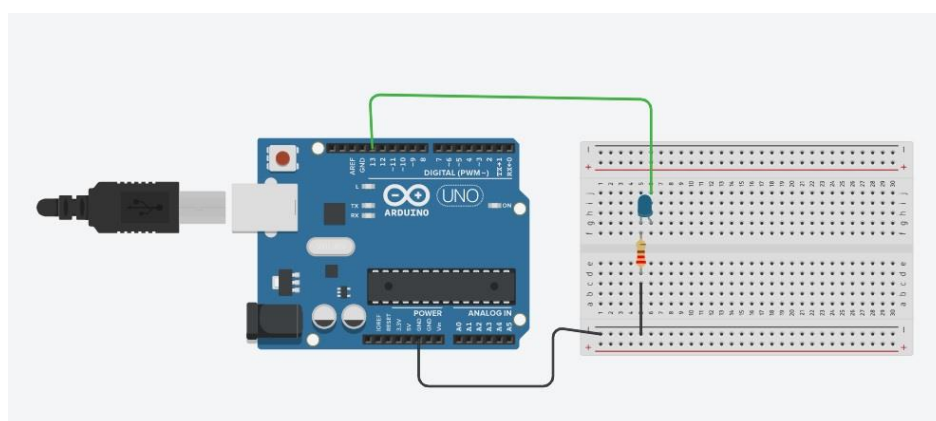
```
Definições {
  Void setup () {
    // inicializa o pino digital como uma saída.
    // O pino 13 tem um LED conectado na maioria das
    placas Arduino:
    pinMode (13,OUTPUT); (Pino de saída)
  }

Laço: Repete indefinidamente {
  Void loop () {
    digitalWrite (13, HIGH); // Saída para LED (HIGH = 5V)
    delay (1000); //Espera 1000ms
    DigitalWrite (13, LOW); //Saída para LED (LOW = 0 V)
    delay (1000); //Espera 1000ms
  }
}
```

Fonte: os autores.

Vamos entender cada parte de código de um LED piscando:

Figura 16: Montagem de um circuito com a ligação de um LED.



Fonte: imagem gerada via plataforma Tinkercad.com

Quadro 4: adaptado do exemplo blink, disponível em IDE Arduino.

```
void setup() // é a primeira função e é executada uma só vez.
{
  pinMode(13, OUTPUT); // é o modo de trabalho do pino 13 e você define se é
  entrada ou saída.
}
```

```
void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH); // aqui está mandando ligar o pino 13
  delay(1000); // Aguarde 1 segundo
  digitalWrite(13, LOW); // aqui está mandando desligar o pino 13
  delay(1000); // Aguarde 1 segundo
}
```

Fonte: os autores

Importante: o Arduino não lê nada após as duas barras (//), ou seja, você pode comentar o programa. Já as chaves iniciam e encerram uma função.

Tipos de Variáveis no IDE Arduino

Variáveis são expressões que você pode usar em programas para armazenar valores, como, por exemplo, a leitura de um sensor a partir de um pino analógico. As variáveis devem ser declaradas informando seu tipo e nome (identificação da variável).

Tabela 2: Tipos de Dados.

Tipos de dados	Definição	RAM	Intervalo numérico
Void	Indica tipo indefinido. Usado geralmente para informar que uma função não retorna nenhum valor.	N/A	N/A
Boolean	Os valores possíveis são true (1) e false (0). Recomenda-se utilizar o bool.	1 Byte	0 a 1 (false)
Char	Ocupa um byte de memória. Pode ser uma letra ou um número. A faixa de valores é de -128 a 127.	1 Byte	-128 a 127
Unsigned char	O mesmo que o char, mas a faixa de valores válida é de 0 a 255.	1 Byte	0 a 255
Byte	Ocupa 8 bits de memória. A faixa de valores é de 0 a 255.	1 Byte	0 a 255
Int	Armazena números inteiros e ocupa 16 bits de memória. A faixa de valores é de -32.768 a 32.767.	2 Bytes	-32.768 a 32.767
Unsigned int	equivalente ao int, mas a faixa é de 0 a 65.535.	2 Bytes	0 a 65.535
Word	Equivalente ao unsigned int	2 Bytes	0 a 65.535
Long	Armazena números até 32 bits. A faixa de valores é de -2.147.483 a 2.147.483.647.	4 Bytes	-2.147.483 a 2.147.483.647.
Unsigned long	Equivalente ao long.	4 Bytes	0 até 4.294.967.295.
Short	Armazena número de até 16 bits	2 Bytes	-32.768 a 32.767
Float	Armazena valores de ponto flutuantes (reais) e ocupa 32 bits	4 Bytes	-3.40282235E-38 a 3.4028235E+38
Double	equivalente ao float	4 Bytes	-3.40282235E-38 a 3.4028235E+38

Fonte: os autores.

Exemplos de uso e sintaxe dos diversos tipos de variáveis podem ser encontrados no link: <https://www.arduino.cc/reference/pt/>

LED piscando S.O.S. em Código Morse

Na figura 17 temos o Código Morse, que é um sistema binário de representação a distância de números, letras e sinais gráficos, utilizando-se de sons curtos e longos, pontos e traços para transmitir mensagens. Os caracteres são representados por uma combinação específica de pontos e traços, conforme exposto na tabela acima. Para formar as palavras, basta realizar a combinação correta de símbolos. (FRANCISCO, 2021)

Figura 17: Código Morse com representação de letras e números.

A ●-	J ●---	S ●●●
B -●●●	K -●-	T -
C -●-●	L ●-●●	U ●●-
D -●●	M --	V ●●●-
E ●	N -●	W ●--
F ●●-●	O ---	X -●●-
G --●	P ●-●●	Y -●--
H ●●●●	Q --●-	Z --●●
I ●●	R ●-●	

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fig5_tipaper.jpg

A letra “S” é representada com 3 pontos curtos e a letra “O” é representada por 3 pontos longos. Representaremos estes pontos em acionamentos do LED, acendendo e apagando 3 vezes rapidamente para representar o “S” e acendendo e apagando 3 vezes lentamente para representar a letra “O”:

Figura 18: representação do SOS em Código Morse.

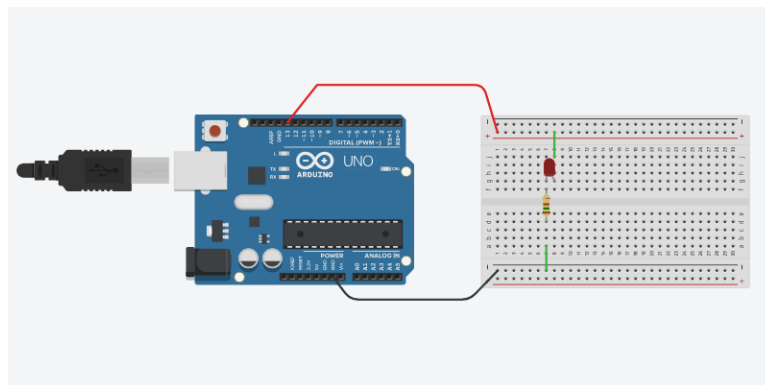


Fonte: os autores.

LED PISCANDO SOS EM CÓDIGO MORSE

Na figura 19, temos a montagem de um circuito no Tinkercad acenda um LED na porta 13 do Arduino e insira o código para ver o LED piscando SOS em código Morse.

Figura 19: Montagem de um circuito com a ligação de um LED.



Fonte: imagem gerada via plataforma TinkerCAD.com.

Quadro 5: Código para o LED piscar SOS em código Morse.

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop()
{
  //LETRA S
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(13, HIGH);
```



```
delay(300);
digitalWrite(13, LOW);
delay(300);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(13, LOW);
delay(800);

//LETRA O
digitalWrite(13, HIGH);
delay(700);
digitalWrite(13, LOW);
delay(300);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(700);
digitalWrite(13, LOW);
delay(300);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(700);
digitalWrite(13, LOW);
delay(800);

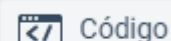
//LETRA S
digitalWrite(13, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(13, LOW);
delay(300);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(13, LOW);
delay(300);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(13, LOW);
delay(2000);
}
```

Fonte: os autores

O que é Serial Monitor?

O Monitor Serial é uma ferramenta que auxilia o Arduino no recebimento e envio de dados para a placa sem a necessidade de recorrer a uma ferramenta externa.

Para acessar o Serial Monitor no TinkerCAD, basta clicar em



e, em seguida, no ícone , logo abaixo do código.

Serial.begin()

Esta função deve ser utilizada sempre que formos fazer a comunicação serial. Ela inicializa a porta de comunicação do Arduino com base em uma taxa de transmissão (*baud rate*) definida nesta mesma função:

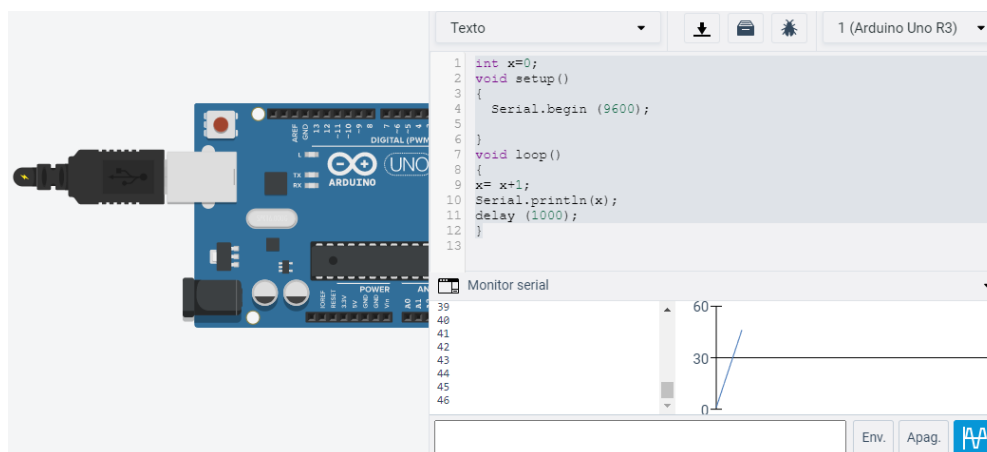
Exemplo: `Serial.begin(9600);`

É comum, por padrão, inicializarmos a comunicação serial dentro da função `Setup()`;

Utilizando o Monitor Serial

O código descrito na figura 20 permite imprimir a partir da função `Serial.println` valores sequenciados de (*x*) no Serial Monitor. Note que *x* é uma variável do tipo inteira (`int`) e inicia com valor zero. Em void loop, temos o incremento de +1 em no valor de *x* a cada passagem. Na sequência, o valor corrente é impresso com a função `Serial.println` (*x*) e ocorre a mudança de linha com a opção "ln". Note que na imagem 1 também há a construção de um gráfico (canto inferior direito) a partir dos valores de *x*.

Figura 20: Código a partir da função `Serial.println` valores sequenciados de (*x*) no Serial Monitor.



Fonte: imagem gerada via plataforma Tinkercad.com

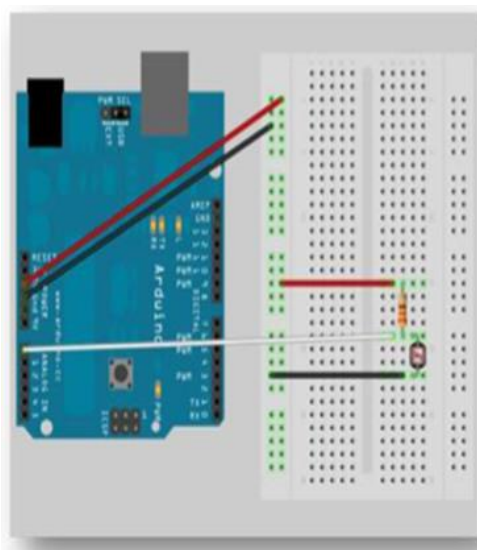
Figura 21 - Fonte: gerado a partir de <http://www.Tinkercad.com>.

No IDE Arduino, o Serial Monitor pode ser acionado pelo botão, presente na barra de ferramenta superior ou pressionando as teclas CTRL+SHIFT+M.

Usando as portas analógicas e LDR

Como exemplo de uso das portas analógica usaremos LDR e um resistor, como indicado na figura 21. O LDR estará conectado na porta analógica.

Figura 21: LDR e as portas analógicas.



Fonte: os autores.

Antes de montar o projeto, vamos discutir um pouco sobre o LDR e as portas analógicas.

O Resistor Dependente de luz (LDR = Light Dependent Resistor) tem sua resistência R mudada de acordo com a luz incidente sobre ele. Basicamente ele converte um sinal luminoso num sinal elétrico (tensão) que pode ser registrado pelo Arduino. A parte do LDR que é sensível à luz na verdade é a trilha de sulfeto de cádmio, como indicado na figura 23.

Figura 22: LDR – fonte: <https://pixabay.com/pt/vectors/resistor-eletr%c3%b4nico-ldr-40611/>



O LDR tem resistência típica de cerca de $0,5 \text{ k}\Omega$ quando exposto à luz a valores típicos de cerca de $200 \text{ k}\Omega$ quando na escuridão.

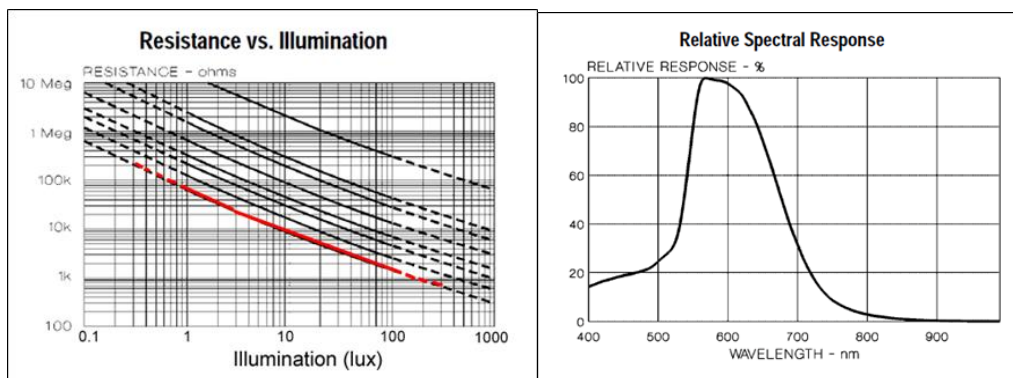
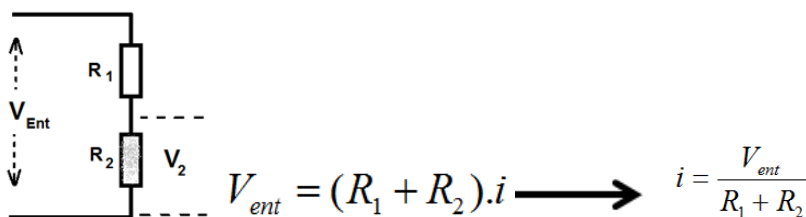


Gráfico 1 - Fonte: <https://learn.adafruit.com/photocells?view=all>

Para entender um pouco melhor o LDR no circuito, vamos lembrar o esquema de divisão de tensão. No circuito abaixo, temos uma tensão V_{ent} aplicada a dois resistores em série: R_1 e R_2 . Vamos calcular a tensão no resistor R_2 .

Pela Lei de Ohm, podemos calcular a corrente pelos resistores



E a tensão no resistor 2 é uma fração de V_{ent} dada por: $V_2 = R_2 \cdot i$

$$V_2 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot V_{ent}$$

Vamos colocar no lugar de R_2 um LDR. Suponha para exemplificar que $R_1 = 10 \text{ kohm}$ e $V_{ent} = 9 \text{ V}$. Desta forma, as tensões no LDR com luz e sem luz serão:

Com luz ($R_{LDR} = 0,5 \text{ k}\Omega$) $V_{LDR} = \left(\frac{0,5}{10 + 0,5} \right) \cdot 9 = 0,43 \text{ V}$

Sem luz ($R_{LDR} = 200 \text{ k}\Omega$) $V_{LDR} = \left(\frac{200}{10 + 200} \right) \cdot 9 = 8,6 \text{ V}$

Na presença de luz, o LDR tem BAIXA tensão; na escuridão, o LDR tem ALTA tensão.



Para ler - fundamentação teórica de física

Uso do LDR: Movimento Oscilatório Amortecido (*)

Sugestão de leitura do artigo: “Um experimento simples para medir a lei do inverso do quadrado da luz em condições de luz do dia”, que trata sobre Movimento Oscilatório Amortecido. No artigo é usado um espelhinho preso a uma régua que pode

oscilar, um Laser e um LDR. O Arduino registra então a variação de tensão no LDR, refletindo o movimento amortecido da régua.

Para ler – aspectos técnicos

Portas analógicas e o Monitor Serial

Retomando o projeto, iremos usar um LDR em uma porta analógica e enviar a leitura para o Monitor Serial do IDE Arduino ou Tinkercad. Veja figura 23.

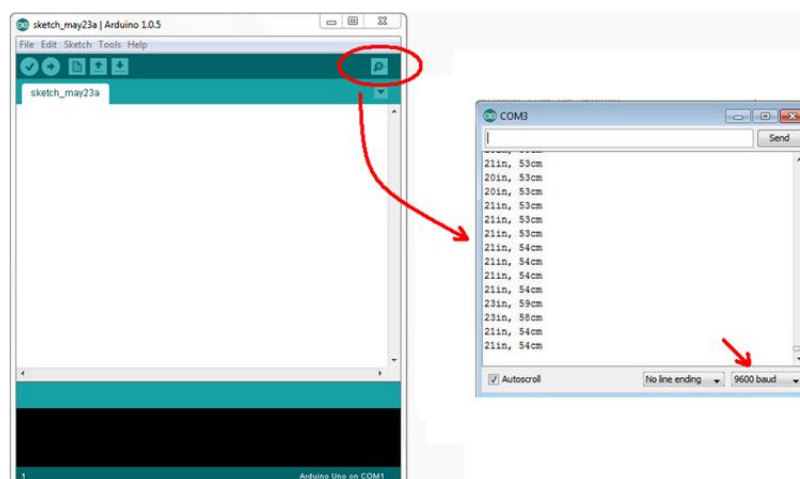


Figura 23 - IDE Arduino e Monitor Serial. Fonte: os autores.

Um pouco sobre as portas analógicas

Para discutirmos as portas analógicas, devemos entender a diferença entre informações digital e analógica.

Informações analógicas: são valores cuja variação no tempo é contínua e proporcionais a uma variável. Por exemplo, o velocímetro analógico de um automóvel (ele assume todos os valores de 0 Km/h até 100 km/h quando acelera do repouso até esta última velocidade).

Informações digitais: aqueles expressos por números binários, compostos pelos dígitos “0” e “1” (chamados bits). Por exemplo, podemos representar sinais de tensão 0 V e 5 V usando um bit de informação (havendo $2^1 = 2$ números de 1 bit):

$$0 = 0V \text{ e } 1 = 5V$$

Porém, se quisermos representar mais valores intermediários, devemos acrescentar mais bits, podendo se criar, por exemplo, números binários de dois bits (totalizando $2^2 = 4$ números de 2 bits).

00 = 0 V
01 = 1,67 V
10 = 3,34 V
11 = 5 V

E assim por diante, até chegarmos a um conjunto de 8 bits, chamado de byte. Desta forma, com uma memória de 1 byte, podemos ter disponível $2^8 = 256$ números binários.

$$T_{porta}(V) = \frac{5 * \text{valor_lido_na_porta}}{1023}$$

A porta analógica do Arduíno na verdade faz uma conversão de informação analógico (tensão) para informação digital. O conversor do Arduíno apresenta 10 bits. Desta forma, ele pode “ler” os sinais analógicos com resolução de $2^{10} = 1024$ “canais” (do canal 0 até o canal 1023).

10 bits permitem o registro de 1024 números binários: de 000000000 até 1111111111.

A função “analogRead(porta)” lê na porta especificada a tensão analógica e converte para informação digital. Assim, se fornecermos tensão de 0 V até 5 V (analógico), os valores serão convertidos como 0 V = canal 0 e 5 V = canal 1023. Desta forma, podemos fazer uma relação direta entre a tensão analógica e o valor do canal: 5V - 1023

$T_{porta}(V)$ - Valor_lido_na_porta

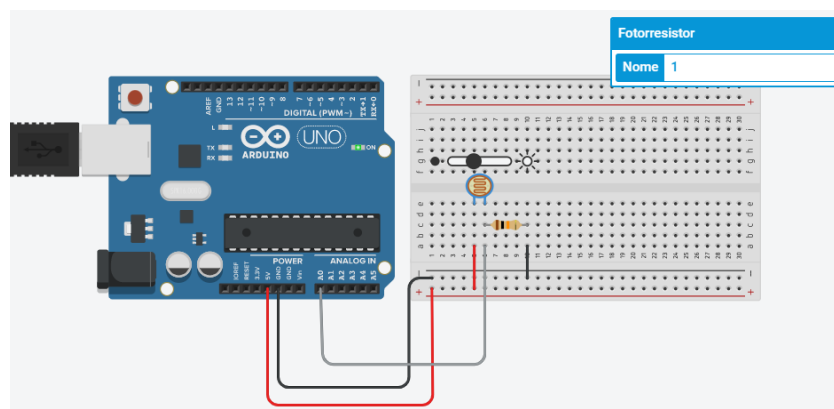
Resolvendo, temos o valor da tensão (em volts) na porta:

$$T_{porta}(V) = \frac{5 * \text{valor_lido_na_porta}}{1023}$$

Retomando o projeto - LDR

Relembrando a montagem do projeto, vamos usar o LDR conectado a uma porta analógica. Agora escrevemos os códigos de comandos no IDE Arduino ou TinkerCAD. Os comandos que usaremos são indicados abaixo.

Figura 23 - Montagem no Tinkercad - Projeto LDR e resistor.



Fonte: imagem gerada via plataforma TinkerCAD.com

Quadro 6: código usando o LDR e resistor

```
Int LDR; // declara a variável

Void setup ()
{
pinMode(A0, INPUT); // define a porta analógica 0 como entrada
Serial.begin(9600); //velocidade de envio de dados ao monitor
}

Void loop()
{
LDR=analogRead(A0); // faz a leitura do valor do LDR
Serial.print ("Valor lido no LDR:"); //imprime no monitor serial a frase entre aspas
Serial.println(LDR); // imprime na tela valor de LDR e pula a linha
Delay(250);
}
```

Fonte: os autores

Sugerimos realizar a simulação do código acima no IDE Arduino ou TinkerCAD.

Expressões Lógicas

Denomina-se expressões que os operadores são lógicos ou relacionais e os operandos são variáveis, constantes ou expressões aritméticas.

As expressões lógicas retornam valores lógicos: verdadeiro (true) se a expressão for verdadeira; ou falso (false) se a expressão for falsa.

Operadores Relacionais

Utiliza-se operadores relacionais para a comparação entre dois valores do mesmo tipo. Os valores podem ser de variáveis, constantes ou resultantes de expressões aritméticas.

Tabela 3: operadores relacionais.

Operador	Exemplo	Descrição
==	$x==y$	x é igual a y
!=	$x!=y$	x é diferente de y
<	$x<y$	x é menor do que y
>	$x>y$	x é maior do que y
<=	$x<=y$	x é menor ou igual a y
>=	$x>=y$	x é maior ou igual a y

Fonte: os autores.

Estruturas Condicionais IF e ELSE

Os testes lógicos são essenciais para podermos deixar os nossos algoritmos mais dinâmicos, possibilitando que os nossos algoritmos realizem ações diferentes com base em comparação de valores.

Estrutura IF

O condicional simples if permite executar um bloco de instruções caso o resultado do teste lógico retorne o valor verdadeiro (true), e não realiza nenhuma ação caso o teste lógico retorne o valor falso (false).

```
if (teste lógico ou pergunta lógica)
{
bloco de código executado se teste lógico retornar
verdadeiro
}
```

Exemplo de teste lógico

```
if (variável1 > variável2)
{
Serial.println("Variável 1 é maior");
delay(1000);
}
```

Estrutura IF ELSE

Já o condicional composto if else permite executar um bloco de instruções caso o resultado do teste lógico retorne o valor verdadeiro (true), e um bloco de instruções diferente caso o teste lógico retorne o valor falso (false).

Exemplo 1:

```
if (teste lógico ou pergunta lógica)
{
bloco de código executado se teste lógico retornar
VERDADEIRO
} else
{
bloco de código executado se teste lógico retornar FALSO
}
```

Exemplo 1:

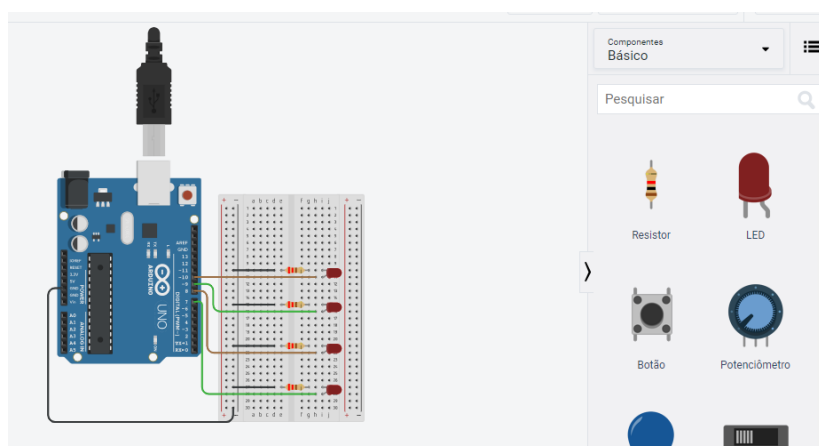
```
if (variavel1 > variavel2)
{
```



```
Serial.println("Variável 1 é maior");  
delay(1000);  
} else  
{  
  Serial.println("Variável 2 é maior");  
  delay(1000);  
}
```

No exemplo da Figura 24 temos uma aplicação de IF ELSE e com saída para o Serial Monitor. Sugere-se reproduzir no Tinkercad.

Figura 24: Exemplo de IF e ELSE.



Fonte: imagem gerada via plataforma www.Tinkercad.com.

Quadro 6: Exemplo de IF e ELSE.

```
int LED1 = 7;  
int LED2 = 8;  
int LED3 = 9;  
int LED4 = 10;  
  
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(LED1, OUTPUT);  
  pinMode(LED2, OUTPUT);  
  pinMode(LED3, OUTPUT);  
  pinMode(LED4, OUTPUT);  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  if (Serial.available())  
  {  
    char escolha = Serial.read();  
    if (escolha == '1')  
    {  
      digitalWrite(LED1, HIGH);  
    }  
  }  
}
```



```
digitalWrite(LED2, LOW);
digitalWrite(LED3, LOW);
digitalWrite(LED4, LOW);
}
else if (escolha == '2')
{
digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, HIGH);
digitalWrite(LED3, LOW);
digitalWrite(LED4, LOW);
}
else if (escolha == '3')
{
digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, LOW);
digitalWrite(LED3, HIGH);
digitalWrite(LED4, LOW);
}
else if (escolha == '4')
{
digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, LOW);
digitalWrite(LED3, LOW);
digitalWrite(LED4, HIGH);
}
else
{
Serial.print("Valor ");
Serial.print(escolha);
Serial.println(" incorreto.");
digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, LOW);
digitalWrite(LED3, LOW);
digitalWrite(LED4, LOW);
}
}
}
```

Fonte: os autores



Para fazer

Atividade 1 - Imprimindo seu nome no Serial Monitor

Esta atividade é bem simples e servirá para treinar a utilização do Serial Monitor:

Crie um código que envie o seu nome completo a cada linha, em *loop*, no Serial Monitor.

Importante: Você deverá utilizar somente 1 comando Serial para cada parte de seu nome, e entre cada comando deverá ter um *delay* de 1 segundo. O circuito a ser utilizado é apenas o Arduino no Tinkercad. Não há a necessidade de mais nenhum componente. Salve seu projeto no Tinkercad e compartilhe o *link* no local recomendado pelo curso.

Atividade 2 - Piscar o LED com as iniciais do seu nome em código Morse

O Código Morse é um sistema binário de representação à distância de números, letras e sinais gráficos, utilizando-se de sons curtos e longos, além de pontos e traços para transmitir mensagens.

Figura 25: Alfabeto e números em Código Morse.

A	.-	J	..---	S	... ..	1-
B	-...	K	--- ..	T	- ..	2	..---
C	-....	L	....	U	... ..	3	...--
D	-... ..	M	-- ..	V	....-	4-
E	. ..	N	.. ..	W	....-	5	.....
F	....	O	--- ..	X	--- ..	6	-....
G	... ..	P	....	Y	....-	7	-- ...
H	....	Q	....-	Z	....	8	---- ..
I	.. ..	R	... ..			9	-----
						0	-----

Fonte:

<https://www.publicdomainpictures.net/es/viewimage.php?image=35529&picture=morse>

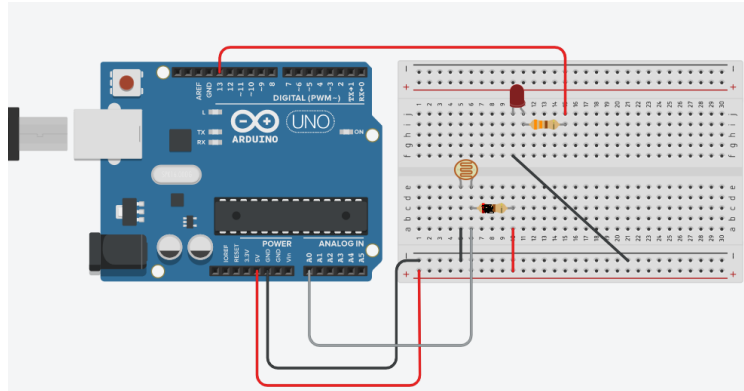
Como atividade, monte um circuito de um LED, equivalente ao utilizado na semana 3. Depois de pronto e testado o circuito do LED piscando, identifique na tabela de Código Morse (acima), as iniciais do seu nome, e ajuste o código da programação, de forma que o LED fique piscando em conformidade com as iniciais do seu nome e o Código Morse. Salve seu projeto no Tinkercad e compartilhe o *link* no local recomendado pelo curso.

Atividade 3 - LDR e luz ambiente

Nesta atividade, iremos usar um LDR acoplado a um LED, como mostrado na figura abaixo. O sinal do LDR irá acionar o LED em função da luz ambiente. Estabeleça um limite mínimo de 4,00 volts de leitura no LDR, o qual irá ligar o LED quando a luminosidade do ambiente esteja em aproximadamente 50% (ligue o LED quando tiver menor quantidade de luz). Estime o valor do resistor (R) ligado ao LDR, realize a montagem do projeto no Tinkercad e desenvolva o código para controle do dispositivo.

Importante: na configuração do circuito apresentada abaixo, teremos a leitura na porta analógica (A0) → 0V quando a luminosidade for máxima a resistência no LDR será mínima (RLDR) → 0. Em contrapartida, quando a luminosidade for mínima, teremos a resistência no LDR (RLDR) com valor máximo e a leitura na porta analógica (A0) → 5,0V. Outras configurações devem ser utilizadas, adequando, naturalmente, o sketch e o resistor associado ao LDR.

Figura 26: LDR e luz ambiente.



Fonte: imagem gerada via plataforma www.Tinkercad.com.

Semana 5

Nesta seção você encontra as atividades propostas para a semana 5. É aconselhável a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler". Neste tópico apresentamos um resumo sobre comandos de repetição, resistores *pull-down* e *pull-up*, estratégias para interação a partir do teclado via Monitor Serial e o uso de vetores e matrizes. Neste tópico "Para saber mais", sugere-se a leitura do artigo "Estação meteorológicas de código aberto: um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico", o qual traz um exemplo de aplicação do Arduino na educação básica. E por fim, temos três atividades para a semana 5.



Para ler – aspectos técnicos

Comando de repetição

Os comandos de repetição se mantêm em um ciclo, um ou mais instruções, até que uma condição esteja sendo satisfeita. São três opções de comandos de repetição, seguem:

while ()

O comando *while ()* analisa uma expressão no início do laço (ciclo) e executa as instruções, caso as condições sejam satisfeitas.

A sintaxe do comando:

```
while (condição) {  
  comandos1;  
  comando2;  
}
```

Vale lembrar que só haverá execução dos comandos internos do laço, caso a condição seja satisfeita.

for ()

Deve ser utilizado quando se tem ideia do número (isto é, usa-se um contador) de laços que serão executados.

A sintaxe do comando:

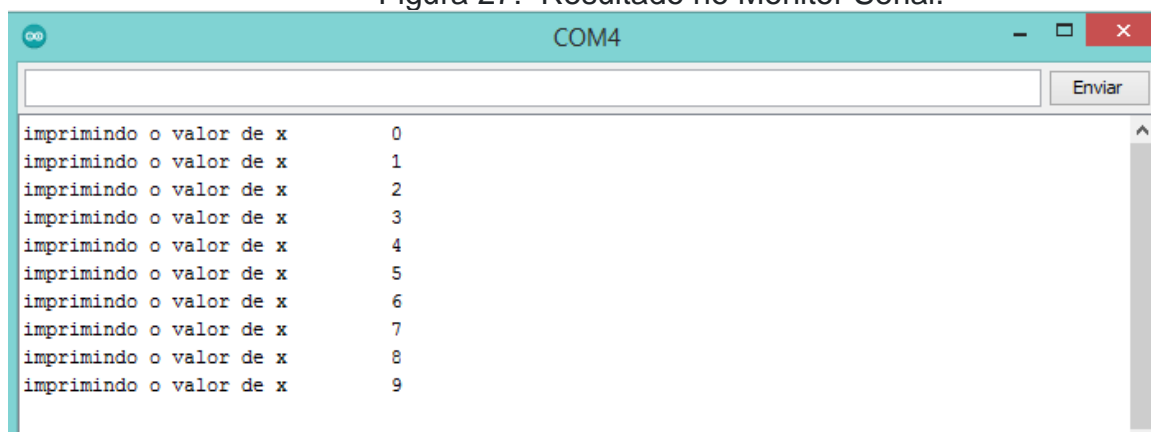
```
for (inicialização do contador; condição; incremento do contador)
{
comando 1;
comando 2;
}
```

Quadro 7: código com o comando for ().

```
int x;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  for (x = 0; x < 10; x++){
    Serial.print("imprimindo o valor de x \t");
    Serial.println(x);
  }
}
void loop(){
}
```

Fonte: os autores.

Figura 27: Resultado no Monitor Serial.



do while ()

Fonte: os autores.

Este comando é similar ao *while ()*, contudo a condição é avaliada no final do laço. Abaixo segue a sintaxe do comando:

```
do {
comando 1;
comando 2;
} while (condição);
```

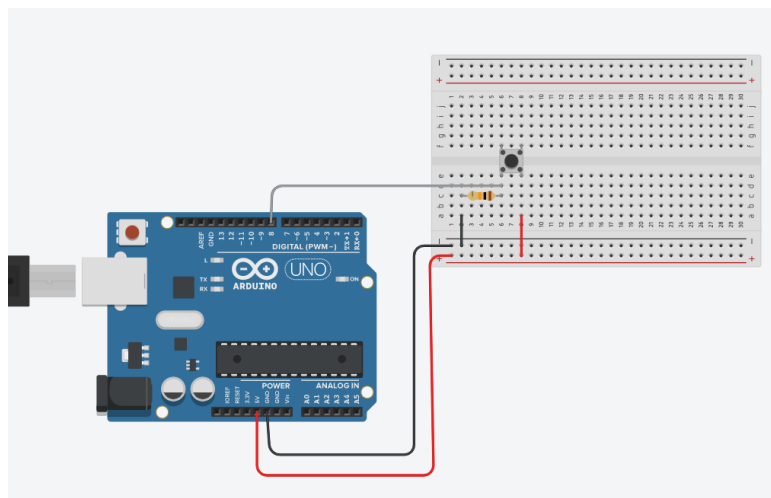
Resistores *pull-down* e *pull-up*

Resistores *pull-down* e *pull-up* são resistores usados em circuitos eletrônicos para garantir que entradas se ajustem em níveis lógicos esperados, para o caso do Arduino, temos 0V ou 5V; portanto, têm a função de minimizar as interferências eletromagnéticas que poderia chegar às portas digitais. Na figura 1, temos o esquema de uma ligação de um botão e resistor de 10kΩ. Para o caso do esquema *pull-down*,

quando o botão é pressionado, a porta digital (I/O pin) receberá 5V (*HIGH* ou 1), já com o botão solto, a porta digital receberá 0V (*LOW* ou 0). O raciocínio é o mesmo para o esquema *pull-up*, tendo como leitura na porta exatamente o oposto da recebida com o esquema *pull-down*.

Na figura 28 temos um exemplo de um circuito com um botão e resistor *pull-down*.

Figura 28: Montagem resistor *pull-down*.



Fonte: figura gerada no site www.Tinkercad.com.

No quadro 8 temos o *sketch* que permite informar via Monitor Serial se o botão foi pressionado.

Quadro 8: *Sketch* para interação com o botão e saída no Monitor Serial.

```
void setup(){
  pinMode(8,INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  if (digitalRead(8) == HIGH){
    Serial.println("Voce esta pressionando o botao ");
    delay(1000);
  }
}
```

Figura 28: Saída no Monitor Serial.

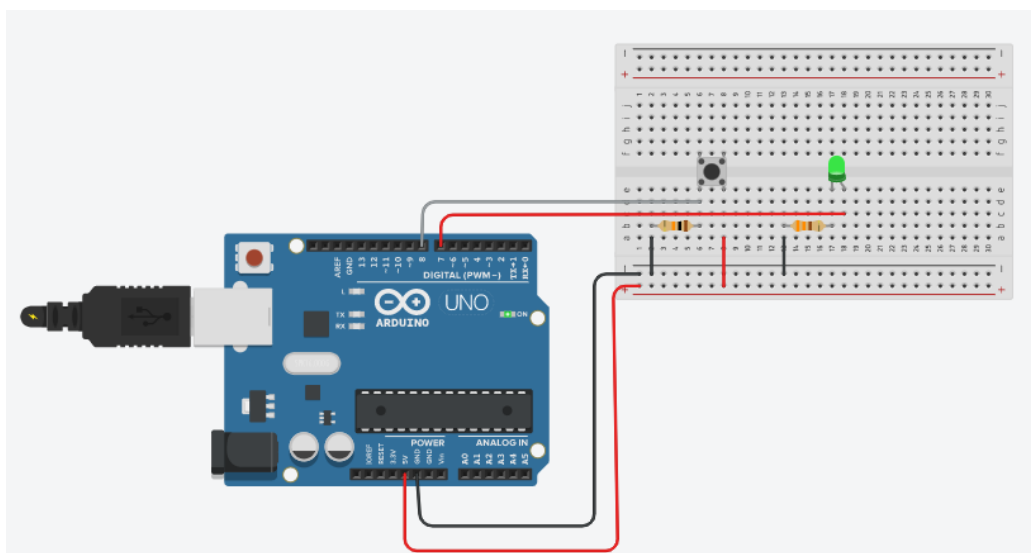


Fonte: figura gerada no site www.TinkerCAD.com.

Como exemplo da figura 29, temos o controle de um LED a partir do acionamento de um botão (interruptor tátil). A proposta é ligar o LED na porta 7 ao 5V. Usando um resistor de 10 k Ω , puxaremos o nível da porta 8 (*pull-down*) para baixo (*LOW*). Ao ligar o GND no botão e este na porta 8, quando pressionado, a corrente elétrica percorre o caminho com menos resistência, jogando o nível lógico da porta para cima (*HIGH*).

Materiais: 1 botão; 1 LED; 2 resistores (330 Ω e 10 k Ω); 1 placa de ensaio; 1 placa de Arduino Uno.

Figura 29: Esquema da montagem do resistor *pull-down* e controle do LED.



Fonte: figura gerada no site www.TinkerCAD.com.

Quadro 9: *Sketch* para acionamento de um LED com um interruptor tátil.

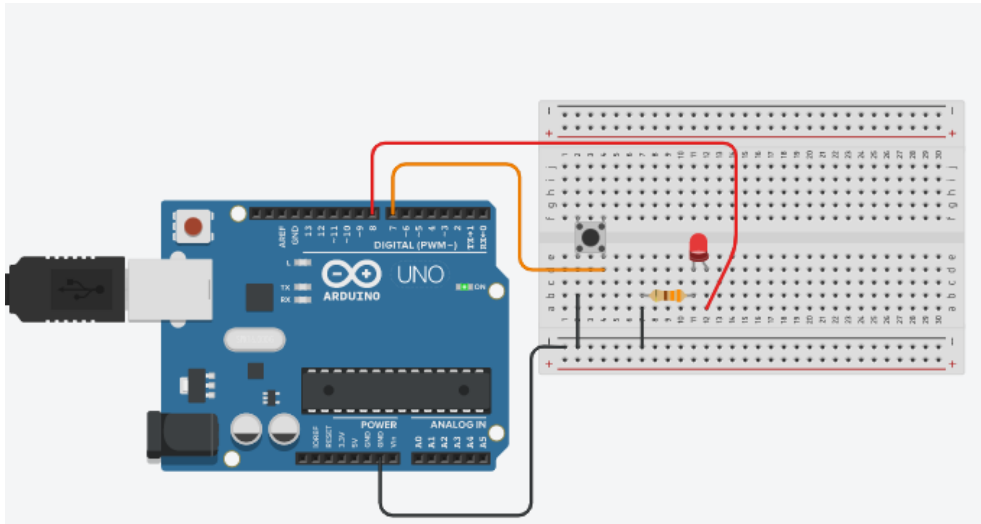
```
//controlando um LED com interruptor tátil
void setup(){
  pinMode(8,INPUT);
  pinMode(7,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  if (digitalRead(8) == HIGH){
    digitalWrite(7, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(7, LOW);
  }
}
```

Fonte: os autores.

O Arduino também possui um resistor interno que variam entre 20kΩ a 50kΩ (depende do modelo) que pode ser acessado em linha de comando. Para isso, usa-se *pinMode* (nº da porta, *INPUT_PULLUP*), ou seja, teremos uma porta de entrada e um resistor *pull-up* ativados.

A figura 38 ilustra o *sketch* e montagem de controle de LED com um interruptor tátil. Por ser tratar de um resistor *pull-up*, quando o botão é pressionado temos a leitura na porta 7 como *LOW* e o botão solto temos o sinal *HIGH*.

Figura 29: Esquema da montagem.



Fonte: figura gerada no site www.Tinkercad.com

Quadro 10: *Sketch* utilizando o comando *INPUT_PULLUP*

```
// controlando um LED com interruptor tátil
Void setup()
{
pinMode (7, INPUT_PULLUP);
pinMode (8, OUTPUT);
}
Void loop()
{
If (digitalRead(7) == LOW) {
digitalWrite (8, HIGH);
}
else{
digitalWrite (8, LOW);}
}
```

Fonte: os autores

Recebendo dados pelo Monitor Serial

Conforme já abordado na semana 4, o Monitor Serial é utilizado para comunicação entre o Arduino e o computador. Entre suas funções, algumas nos possibilitam enviar dados do ambiente externo para o Arduino, por exemplo, por meio do nosso teclado utilizando o Monitor Serial.

Serial.available()

A função `serial.available()` permite interação Arduino e teclado, via Serial Monitor. No exemplo abaixo o `sketch` retorna a tecla que foi digitado no Serial Monitor.

```
char caracter_digitado;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if (Serial.available()) { //Aqui é avaliado se algum dado foi enviado via Monitor
    Serial.
    caracter_digitado = Serial.read(); //Aqui lê o dado recebido.
    Serial.print("Imprimindo o que foi digitado:\t");
    Serial.println(caracter_digitado);
  }
}
```

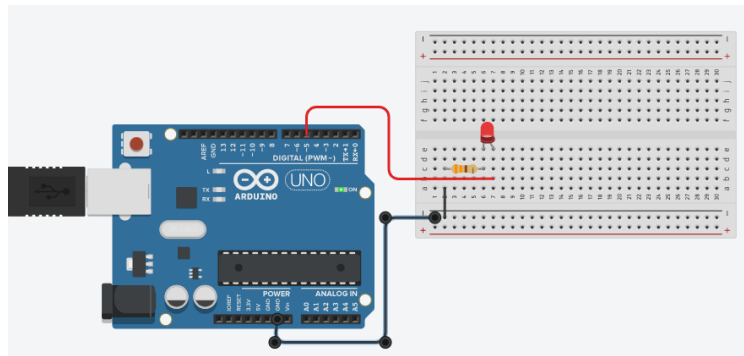
Note que no quadro 11 que a linha `if(Serial.available())` é avaliado se o teclado foi pressionado. Na sequência, a função `Serial.read()` devolve a tecla pressionada finalmente `Serial.print()` imprime o que foi digitado no Serial Monitor.

Quadro 11: *Sketch* acionando o LED pelo teclado.

```
//aciona um LED pelo teclado
int ledpin = 5;
char letra;
void setup(){
  pinMode(ledpin, OUTPUT);
  Serial.begin((9600);
}
void setup(){
  if(Serial.available()) {
    letra= Serial.read();
    if(letra == 'r'){
      digitalWrite(ledpin, HIGH);
    }
    if(letra == 'a') {
      digitalWrite(ledpin, LOW)
    }
  }
}
```

Fonte: os autores.

Figura 30: Montagem LED controlado pelo teclado.



Fonte: figura gerada no site www.Tinkercad.com

Sugere-se como atividade complementar a utilização dos códigos descritos na figura 30, no TinkerCAD. Cabe lembrar que é necessário arrastar primeiramente o Arduino para a bancada e, em seguida, transcrever o *sketch*.

Vetor e Matriz

As variáveis podem assumir valores diferentes ao longo da execução de um *sketch*; porém, os valores atribuídos ao longo da execução não podem ser recuperados posteriormente. Para situações como a descrita, o uso de variáveis tipo vetor ou matriz seria a solução. Vetor (*array*) é um tipo de variável (variável estruturada ou indexada) que permite armazenar valores com o um número índice incorporado. Dessa forma, é possível resgatar seu valor a qualquer momento a partir de sua localização específica atribuída pelo seu índice.

Como exemplo, suponha que as notas de 8 alunos estejam armazenadas em uma variável composta, identificada por *nota*, segue tabela abaixo:

Tabela 3 - Exemplo de uso de um *array*.

índice	0	1	2	3	4	5	6	7
nota	10	8	5	2	8	9	7	4

Fonte: os autores.

Para resgatar o valor da nota armazenada do quarto aluno, deve-se escrever `nota [3]`. Dessa forma, o valor devolvido será "2". A mesma ideia vale para o caso de um vetor bidimensional, isto é, uma matriz. Neste caso, a posição deve possuir dois índices: linha e coluna, por exemplo: `matriz [3][2]`, ou seja, estamos apontando para a linha 3 e coluna 2.

Utilizando os vetores e matrizes

Para definirmos um *array*, basta indicar o tipo de variável seguida de colchetes (indicando tamanho ou não). Também é possível atribuir os valores *a priori*, como o exemplo a seguir:

```
int pino[ ] = {6, 7, 8, 10, 11}; // o vetor pino armazena os valores de 5 portas.
```

```
digitalWrite (pino [0], HIGH); //aqui é solicitado que o porta 6 fique em HIGH.
```

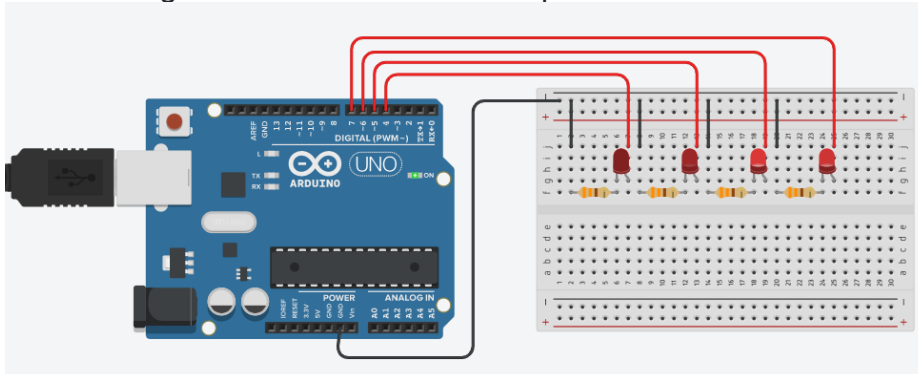
Para o caso de matrizes, é necessário indicar o tipo da variável, como no caso dos vetores, mas indicando as dimensões (linha e coluna). No *sketch* do quadro 12 temos uma variável matriz definida como "matrizpino [][]", que recebe os valores das portas digitais que serão acionadas na execução do algoritmo. Após a definição da matriz com seus valores, as portas são colocadas como saída, em *void setup ()* a partir de dois comandos de repetição *for ()*. Por fim, em *void loop ()*, as portas vão para *HIGH* de forma randômica, com os valores dos índices (i e j), sendo atribuídos aleatoriamente pelo comando *random()*, permitindo que os LEDs sejam acessos um a um, mas de forma imprevisível.

Quadro 12: *Sketch* com exemplo de uso de variável matriz para portas digitais

```
int matrizpino[2][2]={{4,5},{6,7}};
int i, j;
void setup() {
  for (i = 0; i < 2; i++){
    for (j = 0; j < 2; j++){
      pinMode(matrizpino[i][j], OUTPUT);
    }
  }
}
void loop(){
  i = random(2);
  j = random(2);
  digitalWrite(matrizpino[i][j], HIGH);
  delay(250);
  Serial.println(matrizpino[i][j], LOW);
}
```

Fonte: os autores.

Figura 31: Montagem do circuito com LEDs piscando de forma aleatória.



Fonte: figura gerada no site www.Tinkercad.com.

Formas de declaração de um *array*

Todos os métodos abaixo são formas válidas de criar um vetor.

1. `char texto[8] = "Arduino";`
2. `int var[6];`
3. `int var[] = {4, 6, 83, 33, 67};`
4. `int var[5] = {4, 6, -83, 33, 67};`
5. `float var_real[4];`

Note que na situação 1 é atribuído uma *array* tipo *char*. Este deve manter um elemento a mais para armazenamento de caractere *null* necessário. Na situação 2 declaramos um vetor sem definir os valores. Na situação 3 não foi definido o tamanho do *array*, mas somente os valores atribuídos. Na situação 4 temos os valores e tamanho atribuídos ao *array* "var". Por fim, na situação 5 temos um vetor que aceita valores reais com 4 posições, mas sem defini-los *a priori*.



Para saber mais

Como sugestão de leitura para esta semana, recomenda-se o artigo "Estação meteorológicas de código aberto: um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico".

SILVA, Renan Bohrer da *et al.* Estações meteorológicas de código aberto: um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, 2015.



Para fazer

1) Controlando LEDs pelo Teclado

Como atividade, pede-se a montagem no Tinkercad de um circuito com 4 LEDs, cada um com seu resistor e cada um ligado em um pino digital diferente. Utilize o teclado para acender e apagar cada um deles. Escolha letras diferentes para acender e apagar cada LED. Informe o menu uma vez no Monitor Serial. Exemplo: a - acende o LED 1 e b apaga o LED 1.

Importante: você deve utilizar aspas simples 'desse jeito' nas letras a serem comparadas dos IFs.

Exemplo: `if(letra == 'z'){ ...`

2) Dois interruptores táteis e dois LEDs

Desenvolva um sketch e circuito no Tinkercad com dois LEDs e dois botões, cada um em um pino digital. Cada botão deverá acionar um LED.

Exemplo: Botao1 aciona LED1; Botao2 aciona LED2

3) Contador com botões Tarefa

Pede-se nesta atividade a montagem de um circuito e um sketch no Tinkercad. Para tal, deve-se usar um botão para incremento e outro para decremento de uma variável. O valor corrente da variável deve ser apresentado continuamente no Monitor Serial.



Semana 6

Nesta seção você encontra as atividades propostas para a semana 6. É aconselhável a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler – aspecto técnico". Sendo que os dois primeiros itens tratam da incorporação de componentes (potenciômetro e *Buzzer*) ao Arduino, já o terceiro item apresenta uma ferramenta de integração do IDE Arduino ao Microsoft Excel. Como leitura pedagógica, sugere-se o artigo: "Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física? Na seção "Para fazer", você encontra a descrição da atividade proposta para a semana. Por fim, sugerimos que nesta semana discuta sobre a elaboração do projeto final, que deverá ser entregue na semana 10.

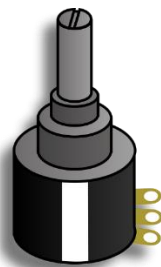


Para ler - fundamentação teórica de física

Utilizando o potenciômetro

Um potenciômetro é um componente eletrônico que possui resistência elétrica variável. O modelo mais comum possui um resistor de três terminais ("início" e "fim"). O terminal central é chamado de cursor, pois pode deslizar em contato com a pista. Ao aplicar 0V em um dos terminais e 5V no outro, teremos uma leitura no terminal central que varia em função de sua localização na pista, portanto, temos na prática um divisor de tensão, quando utilizamos os três terminais, como apresentado na figura 31.

Figura 31: Potenciômetro.



Fonte: <https://pixabay.com/pt/vectors/potenci%C3%B4metro-reostato-resist%C3%A2ncia-40381/>

O funcionamento de um potenciômetro é baseado no fato da resistência de um material (por exemplo, um bastão de carvão) ser proporcional ao seu comprimento. O cursor pode deslizar sobre a trilha de carvão, modificando o comprimento da trilha que será percorrida pela corrente (entre o ponto de contato do cursor e um terminal fixo). Na figura 43 o comprimento é indicado por L (desprezando o tamanho do cursor). Lembrando que a segunda lei de Ohm é dada por: $R = \frac{\rho L}{A}$. Com a variação da resistência e utilizando a porta analógica, é possível interagir com o Arduino. Na sequência temos uma aplicação na qual é possível ligar um LED utilizando do potenciômetro.

A montagem é composta de um resistor de calibração (R_C) e o resistor variável – potenciômetro (R_{pot}). A associação é em série, portanto temos a tensão total como a soma das tensões dos elementos do circuito. Lembrando que $V_{ent} = 5,0V$. Pela Lei de Ohm, podemos calcular a corrente pelos resistores:

$$V_{ent} = (R_C + R_{pot})i$$

A tensão no resistor variável (V_{pot}) é dada pela porta analógica.

Por fim, podemos obter R_{pot} (resistência variável) utilizando a corrente elétrica e a tensão V_{pot} , segue:

$$R_{pot} = \frac{V_{pot}}{i}$$

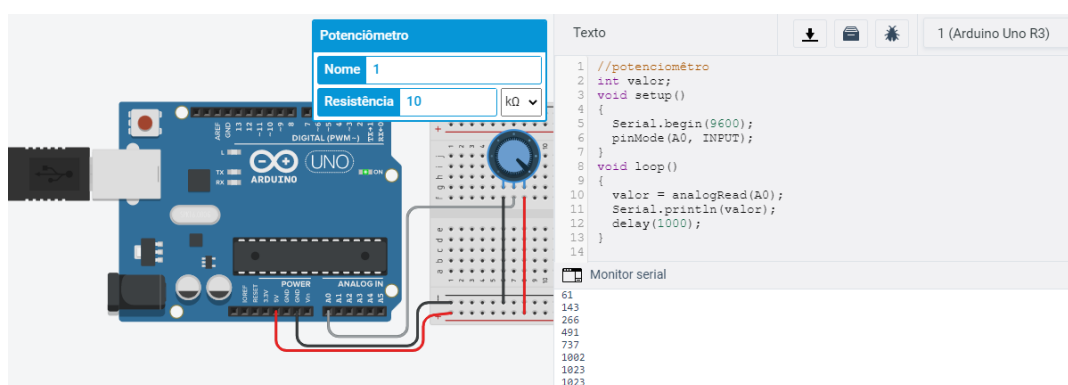


Para ler – aspectos técnicos

Utilizando o potenciômetro no Tinkercad.

O circuito da figura 32 e o sketch do quadro 13 permitem variar a resistência do potenciômetro e realizar sua leitura por meio do Monitor Serial, com valores entre 0 e 1023. Também é possível converter o valor da saída em volts, para tal, basta multiplicar saída da porta A0 pela razão 5/1023.

Figura 32: Esquema da montagem.



Fonte: imagem geral pelo site www.Tinkercad.com.

Quadro 13: Sketch e saída no Monitor Serial.

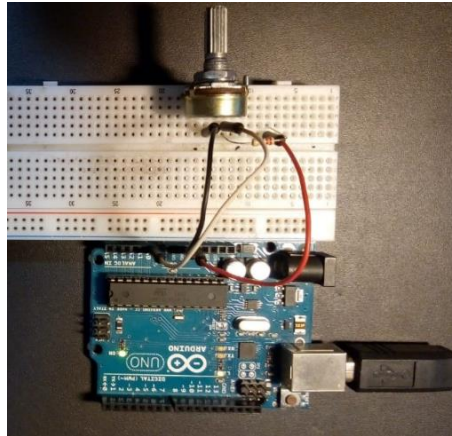
```
// potenciômetro.  
int valor;  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(A0, INPUT);  
}  
void loop()  
{  
  valor = analogRead(A0);  
  digitalprintln(valor);  
  delay(1000);  
}
```

Fonte: os autores

Medindo a resistência variável e controle pelo teclado.

Para a montagem, usaremos o potenciômetro e um resistor de calibração de 220Ω, como indicado na figura 33. O potenciômetro estará conectado na porta analógica (A0).

Figura 33: Esquema da montagem.



Fonte: os autores.

Neste projeto iremos usar um potenciômetro (5,5, k Ω) ligado em série a um resistor de calibração (220 Ω). Veja o *sketch* do quadro 14.

Quadro 14: *Sketch* - Medido resistência variável e controle pelo teclado.

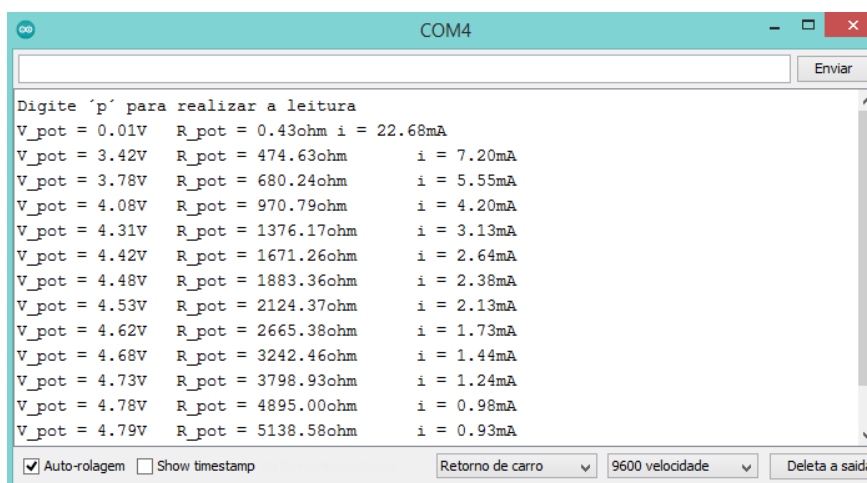
```
float Rpot; // variável - Resistência variável - potenciômetro
float Rc = 220; // valor da resistência de calibração
float Vpot; // variável - tensão no potenciômetro
float Valor_lido_porta;
float i; // variável - corrente no circuito
char leitura; // define a variável leitura que corresponde a uma letra do teclado
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT); // entrada A0
  Serial.print("Digite 'p' para realizar a leitura");
  Serial.println();
}
void loop() {
  leitura = Serial.read(); // a variável leitura será obtida através do teclado
  if (leitura == 'p') { //se apertar p (minúsculo) no teclado ativa o if
    Valor_lido_porta = analogRead(A0);
    Vpot = 5*Valor_lido_porta/1023;
    i = (5-Vpot)/Rc;
    Rpot = Vpot/i;
    Serial.print("V_pot = ");
    Serial.print(Vpot); // tensão no potenciômetro
    Serial.print("V");
    Serial.print("\t");
    Serial.print("R_pot = ");
    Serial.print(Rpot); // Resistência variável (potenciômetro)
    Serial.print("ohm");
    Serial.print("\t");
    Serial.print("i = "); //corrente no circuito
    Serial.print(i*1000);
    Serial.print("mA");
    Serial.println();
  }
}
```

Fonte: os autores

Vale destacar que o uso da função *Serial.read()* permite interpretar a entrada de um caracter pelo teclado. Na sequência, o *if* permite verificar se a tecla correta foi pressionada. Indo mais além com o *sketch*, temos a conversão do valor lido na porta analógica em volts. Depois temos o cálculo de *i* (corrente elétrica) a partir da tensão aplicada no resistor de calibração e sua resistência. Por fim, temos a obtenção do valor de R_{pot} , ou seja, a resistência variável.

Com a execução do *sketch* e após o pressionamento da tecla *p*, teremos como resposta os valores de: tensão no potenciômetro (V_{pot}); resistência no potenciômetro (R_{pot}); e corrente no circuito (*i*). Vale lembrar que a alteração nas configurações do potenciômetro permite alterar as demais leituras. Na figura 34 temos a saída do *sketch* no Monitor Serial.

Figura 34: Saída no Monitor Serial.

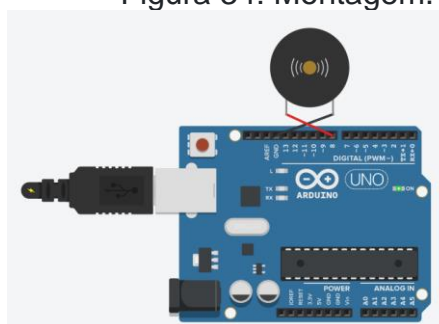


Fonte: os autores.

Sonificador

Na figura 34 e o *sketch* no quadro 15, temos um sonificador (“buzzer”) ligado a uma saída digital para simular um som tipo sirene. A montagem do TinkerCAD e *sketch* são mostrados na figura 1. Note que o som emitido terá dependência com a variável "sinVal", isto é, será uma função senoidal e depois convertida para "toneVal", passando como variável do tipo "int".

Figura 34: Montagem.



Fonte: imagem gerada em www.Tinkercad.com



Quadro 15: sketch do sonorizador.

```

Float sinVal;
Int toneVal;

Void setup() {
pinMode (8, OUTPUT);}

Void loop() {
For (int x=0; x < 180; x++) {
sinVal = (sin(x*(3.1416/180))); // converte graus para radianos
toneVal = 2000 + (int (sinVal*1000)); // gera frequência a partir de sinVal
tone (8, toneVal);
delay (2);}
}

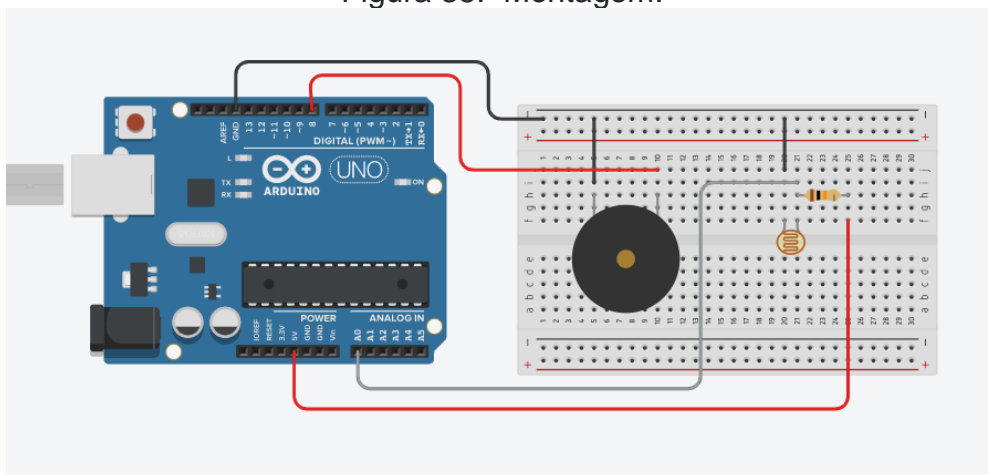
```

Fonte: os autores

LDR e Sonorizador

Neste projeto temos um sonorizador (“buzzer”) ligado ao Arduino, porém o toque depende da luminosidade no LDR por meio do variável "ldrValue", a qual define o *delay* imposto à *void loop ()*, veja a figura 35.

Figura 35: Montagem.

Fonte: imagem gerada em www.Tinkercad.com.

Quadro 16: Sketch do sonorizador e LDR

```

//disponível em “Arduino Básico” de McRoberts, Ed. Novatec
int piezoPin = 8; // sonorizador na porta 8
int ldrPin = 0; // LDR na porta analógica 0
int ldrValue = 0; //valor lido no LDR

void setup() { //nada a fazer aqui }

Void loo () {
ldrValue = analogRead (ldrPin); // lê o valor do LDR
tone (piezoPin, 1000); //toca tom de 1000 Hz no sonorizador
delay (25); // aguarda um pouco
noTone (piezoPin); // interrompe o tom
delay(ldrValue); aguarda t milissegundos, com t = ldrValue
}

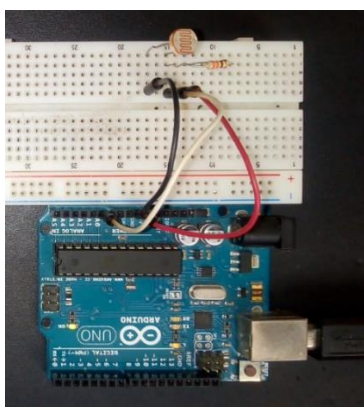
```

Integrando o IDE Arduino ao Microsoft Excel

A integração do Arduino com o Microsoft Excel pode ser feita utilizando a macro PLX-DAQ. O termo "DAQ" é o acrônimo em inglês de aquisição de dados e o "PLX" é abreviatura de Parallax (empresa proprietária da ferramenta). Além de permitir a conexão ao microprocessador Parallax, o PLX-DAQ também permite a integração com outros microprocessadores, como o caso do Arduino. O PLX-DAQ possibilita a comunicação com portas seriais que variam entre a COM1 a COM15 e com taxa de transmissão de até 128kbps. As leituras realizadas pelas portas do Arduino podem ser pareadas em tempo real com as células do Microsoft Excel. A planilha pode possuir até 65000 linhas e 26 colunas. Além da apresentação dos dados em colunas, é possível visualizar a construção de gráficos em tempo real.

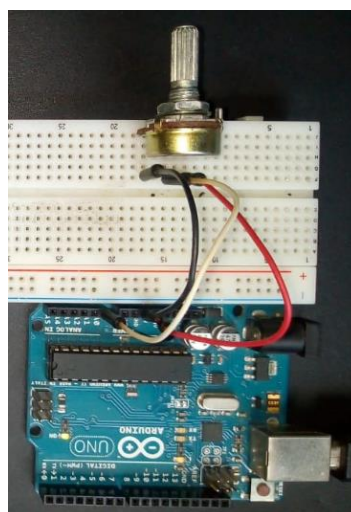
A montagem da figura 36 permite a leitura da tensão no LDR a partir da porta analógica A0. De forma similar, a montagem da figura 2 permite a leitura da tensão no potenciômetro.

Figura 36: Montagem do circuito com resistor limitador e um LDR.



Fonte: os autores.

Figura 37: Montagem do circuito com um potenciômetro.



Fonte: os autores.

Na sequência (quadro 17) temos o *sketch* que possibilita a integração com a planilha Excel e os circuitos das montagens das figuras 36 e 37. Note que em *void setup ()*, linha 8, temos a passagem do comando pelo *Serial.println* de "CLEARDATA", indicando à macro para limpar a planilha e iniciar o processo de transferência de dados. Na linha seguinte encontramos o comando *Serial.println("LABEL,HORA,tensao (v)")*, que executa a impressão do cabeçalho da planilha, veja figura 4. Em *void setup ()* se inicia a impressão dos dados, limitado em 20 linhas (pode ser alterado). No quadro 17, nota-se também que o gráfico foi configurado para ser plotado em tempo real a partir dos dados coletados.

Quadro 17: *Sketch* exemplo para integração do IDE Arduino com o Microsoft Excel.

```
// explorando dados para Excel
int x = 2; //contador de linhas.
int LABEL = 1; //define a 1ª linha na planilha
float tensao = 0;
void setup(){
  pinMode(A0, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("CLEARDATA"); //Reset da comunicação serial
  Serial.println("LABEL,HORA,tensao (v)"); //Define o cabeçalho
}
void loop(){
  tensao = analogRead(A0)*5.0000/1023;
  Serial.print("DATA,TIME,"); //inicia a impressão de dados na planilha.
  Serial.print(tensao,4);
  Serial.println(",");
  x++; //incrementa o contador de linhas
  if(x > 21 ){ // limitador do número de linhas
    x = 2;
    Serial.println("ROW,SET, 2"); // retorno à linha 2
  }
  delay(200);
}
```

Fonte: os autores.

Iniciando o PLX-DAQ

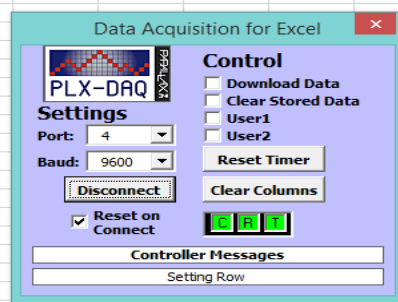
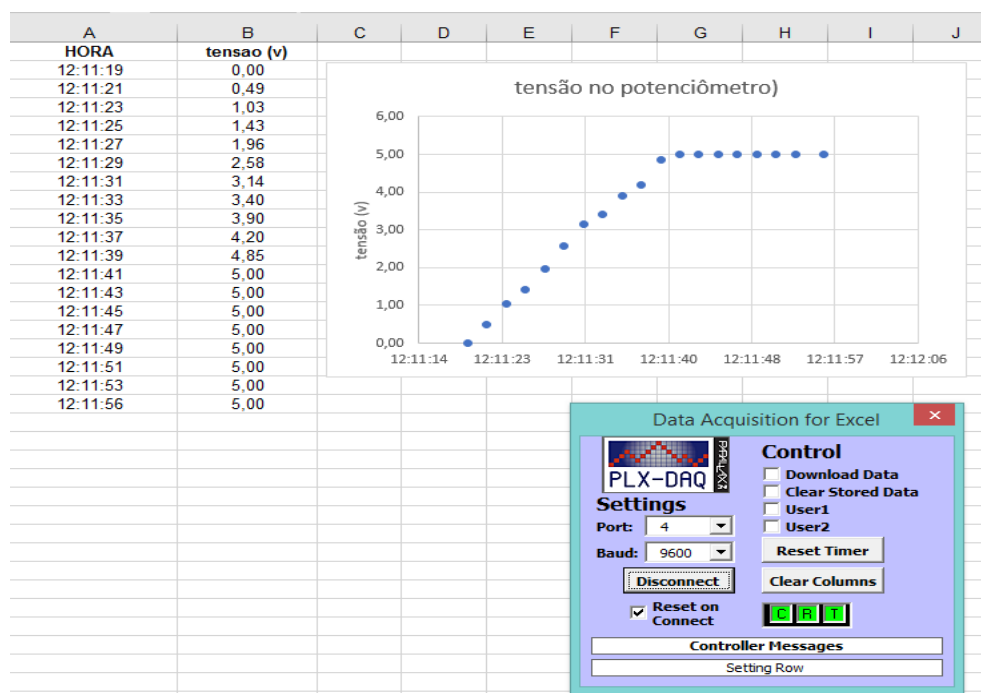
Para realizar o *download* da macro PLX-DAQ em formato (.zip), <https://www.parallax.com/package/plx-daq/>. Depois de realizar a extração da pasta "PLX-DAQ", localize e clique no arquivo executável "plx-daq_install". Ao término do processo de instalação você terá uma pasta chamada "PLX-DAQ", geralmente na área de trabalho. Clique na planilha chamada "PLX-DAQ Spreadsheet". Este arquivo será usado para a coleta de dados. É importante destacar que não se deve remover da pasta "PLX-DAQ" o arquivo "PLX-DAQ Spreadsheet".

Após a abertura da planilha "PLX-DAQ Spreadsheet", carregue o *sketch* da figura 3 no Arduino. Com a planilha aberta, escolha a porta, em "Port", (a mesma que o IDE Arduino está conectado) na tela de comando do "DATA Acquisition Excel" e, em seguida, ajuste a taxa de transmissão "Baud" para o mesmo valor que foi usado no *sketch* "*serial,begin(9600)*". Por fim, clique em "Connect". Você verá os dados sendo atualizados na planilha. Também você poderá inserir um gráfico, como na figura 38. Para isso, selecione as colunas e, em seguida, clique no comando "inserir", no

menu superior do Excel, e escolha um tipo de gráfico mais adequado para seu estudo. Note que na figura 4 escolhemos um gráfico de dispersão, com somente pontos. É o mais indicado para dados experimentais.

Importante: Até a presente data, o PLX-DAQ não permite integração ao TinkerCAD.

Figura 38: Planilha com dados da tensão no potenciômetro coletados pela macro PLQ-DAQ.



Fonte: os autores.



Para ler – aspectos pedagógicos

Sugestão de Leitura:

Como sugestão de leitura para esta semana, recomenda-se o artigo "Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física?".

HAAG, Rafael; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física? **Física na escola**. São Paulo. Vol. 6, n. 1 (maio 2005), p. 69-74, 2005.



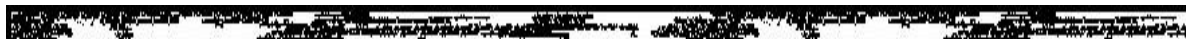
Para fazer

- 1) **Atividade 1** - Medido a tensão no potenciômetro e acendendo um LED
Nesta atividade pede-se o desenvolvimento do sketch e do circuito apresentado na seção sobre o potenciômetro (Medindo resistência variável e controle pelo teclado) e inclua no projeto dois LED (um vermelho e outro verde) para indicar valores de tensão maiores ou menores de 2,5V no potenciômetro.
LED verde acende e LED vermelho apaga quando $V_{pot} \leq 2,5$;
LED vermelho acende e LED verde apaga quando $V_{pot} > 2,5$.

Crie seu projeto no Tinkercad.

2) **Atividade 2** - Alarme

Nesta atividade pede-se o desenvolvimento de um sketch e um circuito que acione o Buzzer e acenda um LED vermelho quando a luminosidade no LDR atingir $\approx 1/4$ do valor máximo. Crie seu projeto no Tinkercad.



Semana 7

Nesta seção você encontra as atividades propostas para a semana 7. É aconselhável a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler", sendo que os itens tratam de sensores capazes de aferir a movimentação de objetos, temperatura e umidade do ar e temperatura de líquidos. Como leitura pedagógica, sugere-se o texto "Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino", o qual traz uma reflexão sobre as diversas formas de utilização do Arduino como elemento didático-pedagógico. Na seção "Para fazer" você encontra a descrição das atividades pedidas para a semana 7.

Para ler – aspectos técnicos

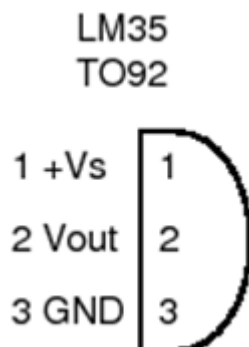
Medindo temperatura com o Arduino

Inicialmente vamos discutir o sensor de temperatura chamado LM35. Abaixo seguem algumas especificações desse tipo de sensor:

- sensor tipo junção npn;
- apresenta uma saída de tensão linear relativa à temperatura;
- tensão de alimentação: 2,2V – 5,5 V, VCC e GND;
- sinal de saída de 10mV/°C;
- trabalha dentro da faixa de temperatura de – 55 a 150 °C;
- não necessita de calibração externa;
- apresenta valores de temperatura com variações de $\frac{1}{4}$ °C ou até mesmo $\frac{3}{4}$ °C.

Figura 38: Sensor de temperatura LM35.

Pino da esquerda (1) - coletor - Pino do meio (2) - base - Pino da direita (3) - emissor



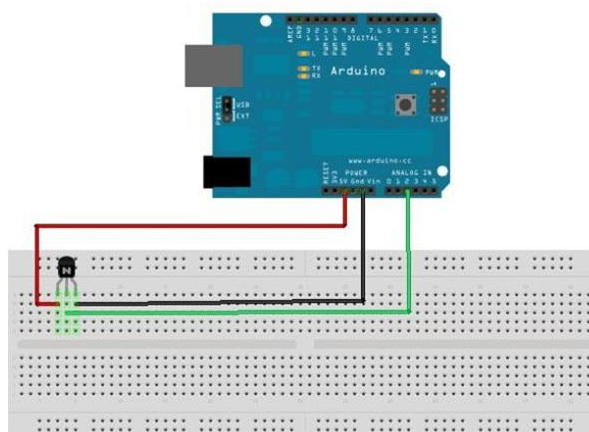
Fonte: os autores.

Para conectar o sensor LM35 ao Arduino basta seguir o esquema da figura 39. Ou seja, alimentar o pino da esquerda em 5,0V (jumper vermelho), o central (jumper

verde) em uma porta analógica e o da direita no GND (jumper preto). Pronto, temos nosso circuito com o LM35.

Cuidado para não inverter os conectores 5,0V e GND, isso pode danificar seus equipamentos. Você poderá notar que há inversão pela leitura da temperatura com valores elevados e/o aquecimento no sensor LM35.

Figura 39: Esquema do circuito com o sensor de temperatura LM35.



Fonte: os autores.

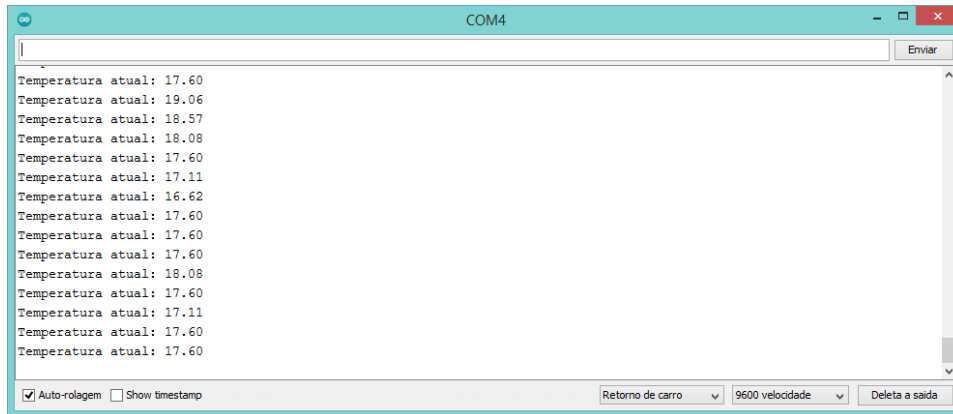
No quadro 17 temos o *sketch* para leitura do sensor LM35 e a saída do Monitor Serial. Note que o valor em volts precisa se multiplicado por 100 para que a saída seja em graus Celsius.

Quadro 17: *Sketch* para leitura do sensor LM35.

```
int pinoSensor = 0;
int valorLido = 0;
float temperatura = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  valorLido = analogRead(pinoSensor);
  temperatura = (valorLido * 5.00/1023);
  temperatura = temperatura * 100;
  Serial.print("Temperatura atual: ");
  Serial.println(temperatura);
  delay(1000);
}
```

Fonte: os autores.

Figura 39: Saída no Monitor Serial.

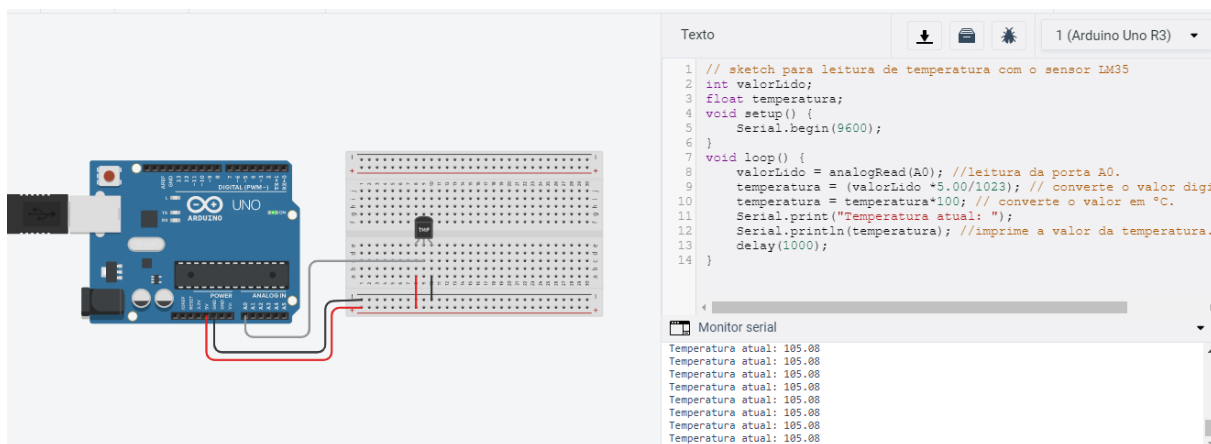


Fonte: os autores.

Note que na saída do Monitor Serial da figura 39 temos flutuações do valor da temperatura. Isso se deve às perturbações, tanto térmicas quanto eletromagnéticas. Para minimizar essa situação, é aconselhável usar um valor médio da temperatura, obtido após algum tempo de coleta de dados. Essa abordagem será solicitada como atividade 1 da semana, veja na seção "Para fazer".

No Tinkercad temos um sensor análogo ao LM35 que é o TMP36. A montagem do circuito é semelhante ao da figura 39 e o *sketch* pode ser o mesmo apresentado para o LM35, figura 39. Note que a leitura (por se tratar de um simulador) traz valores sem flutuação alguma.

Figura 39: Montagem do sensor TMP36, *sketch* e saída do Monitor Serial.



Fonte: Imagem gerada via TinkerCAD.com.

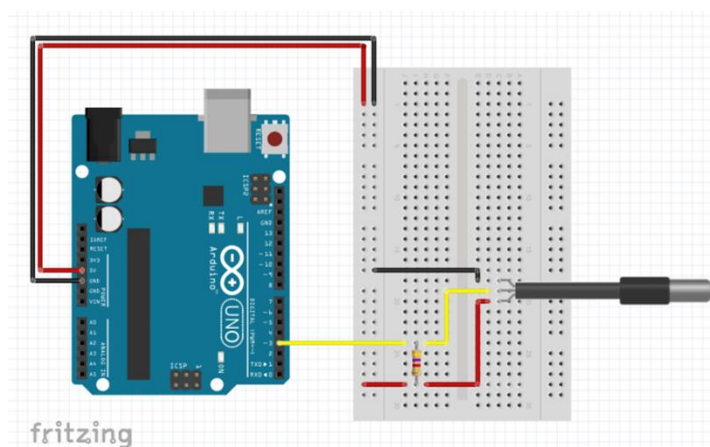
Nota: assumindo que o Tinkercad simula o intervalo entre -40°C até 125°C para o TMP36, é possível incluir uma linha de comando ao *sketch* sugerido para que você tenha no Serial Monitor todo o intervalo. Ente a linha 10 e 11 você pode fazer um deslocamento simples na variável temperatura, segue: "temperatura = temperatura - 50;". Outras possibilidades podem ser propostas a partir da conversão utilizada na linha 9. Ressalto ainda que a manutenção da escala com valores positivos tenha como objetivo manter o paralelismo entre o LM35 (a inclusão de valores negativos é um pouco mais complexa e não foi abordada na semana 7).

Em ambos os casos apresentados anteriormente temos os sensores (LM35 e TMP36) medindo a temperatura do ar. Mas para medir a temperatura de líquidos? Uma solução é usar encapsulamento. O sensor DS18B20 apresenta uma proteção para líquidos bastante interessante, veja a figura 40. Note que em sua ponta há uma blindagem em aço inoxidável. Outra possibilidade é encapsular o LM35 (ou similar) usando o espaguete termo retrátil. Leia o artigo recomendado para mais informação do encapsulamento do LM35.

CORRALLO, M. V.; JUNQUEIRA, A. de C. A Lei de esfriamento de Newton utilizando a automatização da tomada dos dados por meio do Arduino. *In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia. Anais [...]* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2015. Disponível em: <https://bitly.com/0QOGNb> Acesso em: 16 nov. 2021.

O sensor DS18B20 possui as seguintes especificações: tensão de operação: 3V-5,5V; faixa de medição: -55°C a $+125^{\circ}\text{C}$; precisão: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ entre -10°C e $+85^{\circ}\text{C}$. O cabo vermelho deve ser ligado em VCC; cabo preto em GND; cabo amarelo em uma porta digital. Note na figura 59 (esquema da montagem) que usamos um resistor de proteção de $4,7\text{k}\Omega$.

Figura 40: Esquema de circuito para o sensor DS18B20.



Fonte: imagem gerada via Fritzing.

No quadro 18 temos o *sketch* para o sensor DS18B20. Como diferencial temos a incorporação de duas bibliotecas ("OneWire.h" e "DallasTemperatura.h") necessárias para o funcionamento do sensor. É importante observar previamente se ambas estão instaladas; atualizadas no IDE Arduino. Para isso clique em "Ferramentas" no menu superior do IDE Arduino. Em seguida, localize "Gerenciar Bibliotecas...", a partir daí você poderá localizar as duas bibliotecas e fazer a instalação e/ou a atualização para as versões mais recentes. A descrição mais detalhada do *sketch* pode ser observada nos comentários da própria figura 60.

Quadro 18: *Sketch* para o sensor DS18B20.

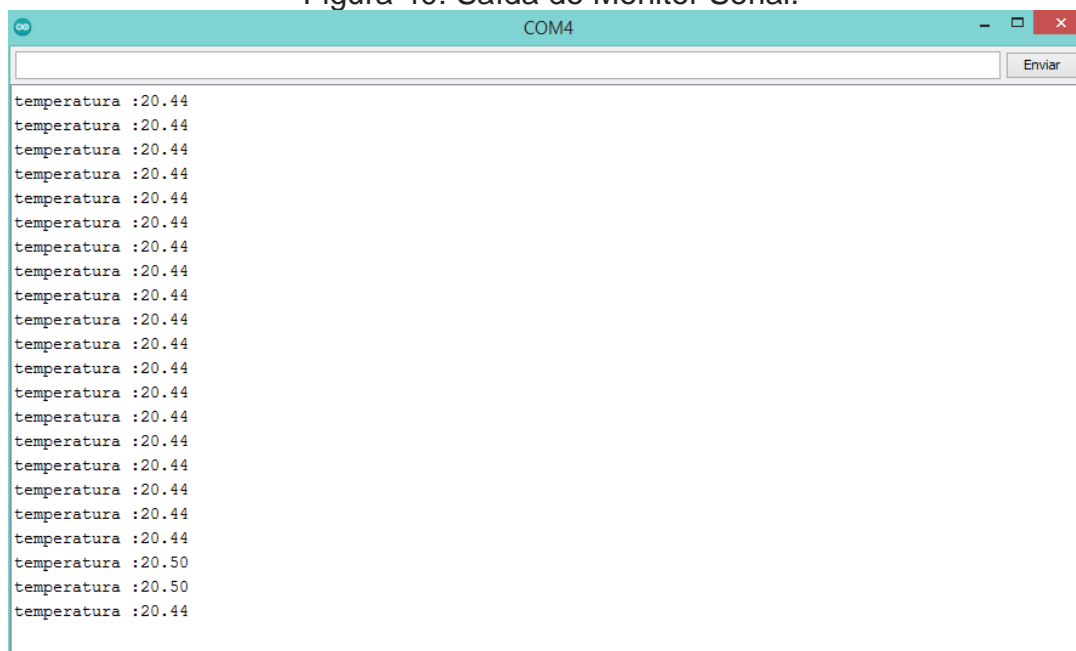
```
#include <OneWire.h> // inclusão da biblioteca OneWire
```

```
#include <DallasTemperature.h> // inclusão da biblioteca DallasTemperatura
#define ONE_WIRE_BUS 2 // O pino de dados é conectado na porta digital 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire); // passa uma referência oneWire para a biblioteca
DallasTemperature
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin(); // inicia a biblioteca
}
void loop()
{
  sensors.requestTemperatures(); // lê a temperatura
  Serial.print("temperatura :");
  Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0));
  delay(1000);
}
```

Fonte: os autores

Com o *sketch* embarcado no Arduino, o resultado do Monitor Serial será o apresentado na figura 40. Observe que os valores flutuam muito pouco, diferentemente do LM35. Isso traz maior segurança para os resultados.

Figura 40: Saída do Monitor Serial.



Fonte: os autores.

No quadro 19 temos um *sketch* que permite apresentar a leitura no LM35 no navegador de Internet (veja a figura 68). Novamente temos o uso de duas bibliotecas "SPI.h" e "Ethernet.h". Para a transmissão dos dados foi utilizado *shield Ethernet* (veja figura 62), que permite a conexão de Internet via cabo RJ45.

Quadro 19: *Sketch* para apresentar a leitura no LM35 no navegador de Internet.

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
```

```
float time;
int pinoSensor = 0; // pino que está ligado o terminal central do LM35 (porta analógica)
// https://eadcampus.spo.ifsp.edu.br/
int valorLido = 0; // valor lido na entrada analógica
float temperatura = 0; // valorLido convertido para temperatura
byte mac[] = {
  0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED // MAC
};
IPAddress ip(192, 168, 0, 17);
EthernetServer server(80);
// Inicializa a Biblioteca Ethernet
// Define IP e porta 80
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inicializa comunicação serial
  Ethernet.begin(mac, ip); // inicia a comunicação Ethernet e Servidor
  server.begin();
}
void loop() {
  EthernetClient client = server.available();
  if (client){
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.write(c);
        if (c == '\n' && currentLineIsBlank) { // envia configuração http
          client.println("HTTP/1.1 200 OK");
          client.println("Content-Type: text/html");
          client.println("Connection: close"); // a conexão se fechará depois de receber a resposta
          client.println("Refresh: 5"); // Atualiza página em 5 segundos
          client.println();
          client.println("<!DOCTYPE HTML>");
          client.println("<html>");
          client.println("<body style=background:#DEE5F6>"); // cor fundo da tela
          client.println("<span style=color:#010101>"); // cor texto
          client.println("<font size=10 face=Times>"); // tamanho e fonte
          valorLido = analogRead(pinoSensor);
          temperatura = (valorLido*5.00/1023);
          temperatura = temperatura*100; // Converte milivolts para graus celsius, lembrando que a
          // cada 10mV equivalem a 1 grau celsius
          client.print ("Temperatura da sala : ");
          client.print(temperatura,0);
          client.println ("<br />");
          client.println("</html>");
          break;
        }
      }
    }
  }
  client.stop();
  Serial.println("cliente desconectado");
}
```

Fonte: os autores.

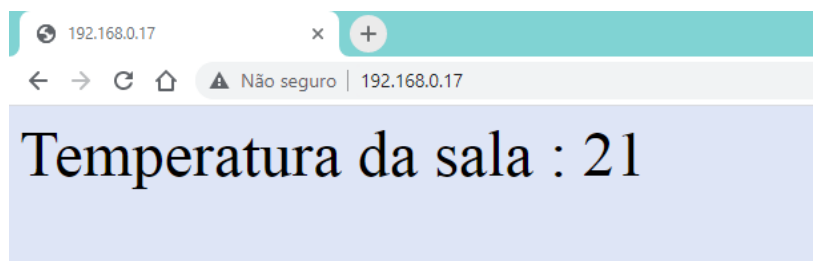
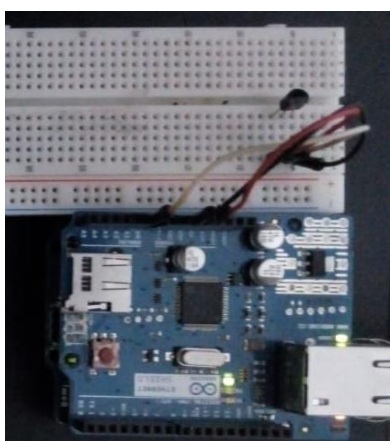


Figura 40: Montagem do circuito - LM35 com *Shield Ethernet*.



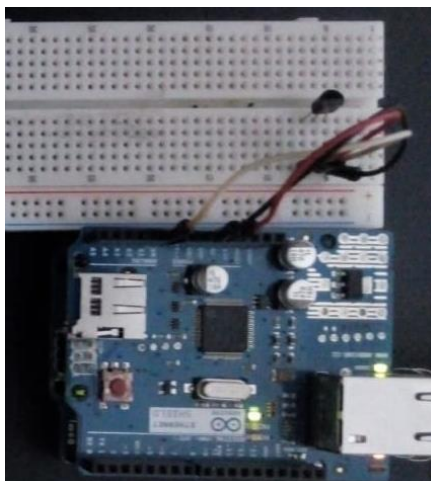
Fonte: os autores.

Sensor de Umidade e Temperatura DHT22 / AM2302

É possível encontrar sensores no mercado que, além de trazer a temperatura, podem apresentar outras grandezas físicas. O sensor DHT22 tem essa funcionalidade de medir a temperatura do ar, bem como a umidade relativa do ar. Ele permite medidas de temperatura de -40°C até 80°C e a umidade relativa do ar entre 0 e 100%. Possui uma incerteza de $0,5^{\circ}\text{C}$ para a temperatura e 2% para a umidade relativa. Sua faixa de operação é 3,0V até 5,0V e tem um tempo de resposta de 2 segundos.

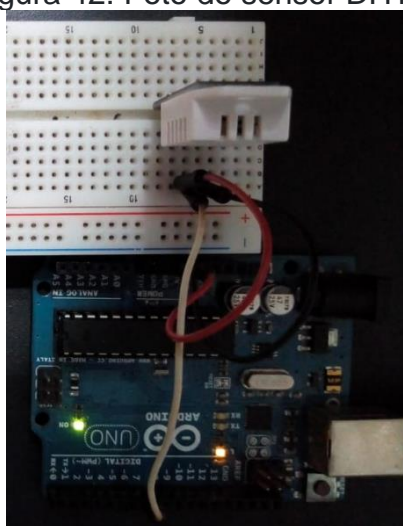
O circuito para DHT22 é bastante similar ao apresentado para o sensor DS18B20, mas não necessita de resistor de proteção. Para ligação, utiliza-se o VCC e GND (nas extremidades) e o pino central ligado em uma porta digital, veja o esquema da montagem na figura 65. O *sketch* também é bastante simples, mas é necessário fazer uso da biblioteca "DHT.h". Esta deve ser instalada/atualizada para o perfeito funcionamento do *sketch*. Na figura 66 temos o *sketch* e uma descrição dos principais comandos utilizados. E, finalmente, a figura 43 apresenta os valores da umidade relativa do ar e a temperatura do ar. Note que também existe pouca flutuação nos dados apresentados.

Figura 41: Montagem do circuito para DHT22.



Fonte: os autores.

Figura 42: Foto do sensor DHT22



Fonte: os autores.

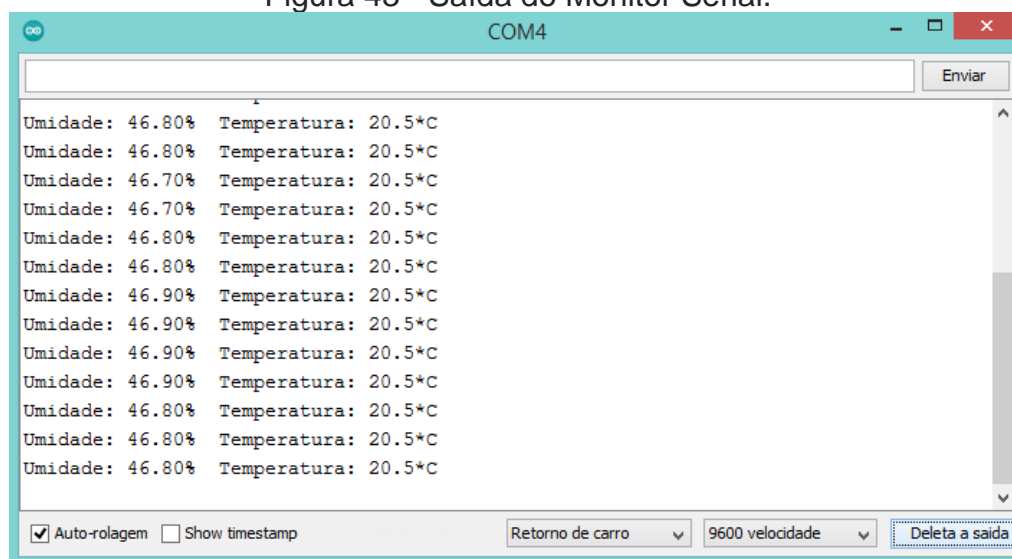
Quadro 19: *Sketch* dos principais comandos utilizados.

```
// Sensor de temperatura e umidade DHT22.
#include <DHT.h> //chama a biblioteca do sensor DHT.
DHT dht(7, DHT22); //passa os parâmetros para a função DHT, como o número da porta (7) e
                    //modelo do sensor (DHT22).

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  dht.begin(); //inicializa a função DHT(
}
void loop(){
  Serial.print("Umidade: ");
  Serial.print(dht.readHumidity()); //imprime o valor da umidade relativa do ar.
  Serial.print("%");
  Serial.print(" Temperatura: ");
  Serial.print(dht.readTemperature(), 1); //imprime o valor da temperatura.
  Serial.println("°C");
  delay(2000);
}
```

Fonte: os autores.

Figura 43 - Saída do Monitor Serial.



Fonte: os autores.



Para ler – aspectos pedagógicos

Como sugestão de leitura para esta semana, recomenda-se o artigo "Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino".

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro *et al.* Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.



Para fazer

1) **Atividade 1** - Medindo temperatura com o sensor TMP36

Como apresentado na seção "Para ler", o sensor de temperatura LM35 traz alguma flutuação em suas leituras. Nesse sentido, pede-se que se desenvolva, como atividade da semana, um sketch no Tinkercad capaz de mitigar este problema, isto é, possa apresentar valores mais estáveis. Lembre-se que o Tinkercad não possui o sensor LM35, portanto, você deverá usar o TMP36. Como sugestão, deve-se medir muitos dados em um curto intervalo de tempo e apresentar, no Monitor Serial a cada 2 segundos, um valor médio dessas leituras. Outras estratégias podem ser usadas na resolução desse desafio.

Nota: assumindo que o TinkerCAD simula o intervalo entre -40°C até 125°C para o TMP36, é possível incluir uma linha de comando ao sketch sugerido para que você tenha no Serial Monitor todo o intervalo. Ente a linha 10 e 11 você pode fazer um deslocamento simples na variável temperatura, segue: "temperatura = temperatura - 50;". Outras possibilidades podem ser propostas a partir da conversão utilizada na linha 9. Ressalto ainda que a manutenção da escala com valores positivos tenha como objetivo manter o paralelismo entre o LM35 (a inclusão de valores negativos é um

pouco mais complexa e não foi abordada na semana 7. Para saber mais acesse <https://www.manualdaeletronica.com.br/sensor-temperatura-lm35-caracteristicas-aplicacoes/>) e o TMP36. Use o Tinkercad para criação do projeto.



Semana 8

Nesta seção você encontra as atividades propostas para a semana 8. É aconselhável a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler – aspectos técnicos", sendo que o item trata de sensores e componentes capazes de aferir o movimento de objetos. Como leitura pedagógica, sugere-se o texto: "Ciclos de Modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física", que apresenta uma descrição do ciclo de modelagem de Hestenes. Na seção "Para fazer", pede-se a submissão do título e uma pequena descrição do projeto final do curso.

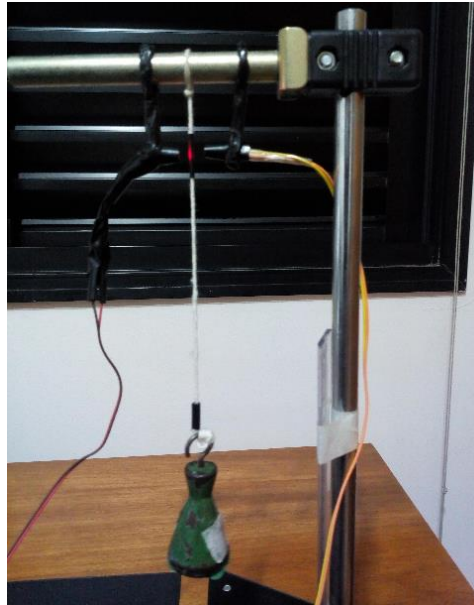


Para ler – aspectos técnicos

Medindo a posição de um objeto com LDR e LASER

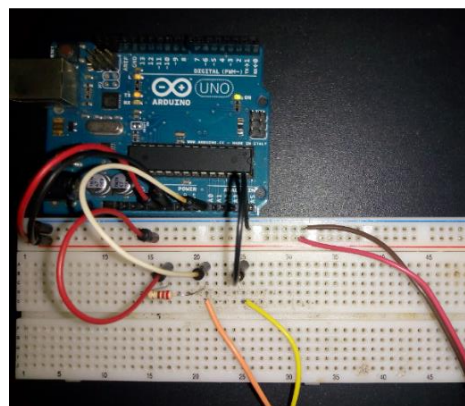
Dando continuidade aos estudos do movimento com o auxílio do Arduino, faremos agora a análise de um MHS (conhecido como pêndulo simples). A ideia é medir o período de oscilação utilizando um LASER e um LDR acoplados, como detector de posição (detalhes da montagem, veja figura 69 e 70). Posicionando ambos na região central do pêndulo (região tracejada), podemos interromper a luz LASER que chega ao LDR com a passagem do fio. O processo de coleta de dados se inicia com a soltura do pêndulo, com um ângulo $\theta < 20^\circ$ (condição para validação da equação 1). Com a primeira passagem em frente ao conjunto LDR+LASER, é acionado o contador do tempo. Cabe mencionar que apesar do fio passar rapidamente em frente ao conjunto LDR+LASER, esse tempo é bastante grande do ponto de vista do *clock* do Arduino. O tempo de passagem pelo conjunto LDR+LASER será considerado um tempo "morto", isto é, o *sketch* deve permanecer parado. Com o retorno do pêndulo à posição tracejada, tempo então 1/2 período contabilizado. É importante ressaltar que a passagem pela face oposta do feixe deve ser incluída também no tempo "morto", tendo em vista que poderá ser confundido com o retorno do pêndulo. O movimento se inverte e com o retorno, temos mais 1/2 período medido. Logo, a somatória das partes do período resulta no período completo (T) do nosso pêndulo simples. Mantendo a condição de $\theta < 20^\circ$ e um tempo relativamente curto (evitando perdas de energia), podemos considerar que a aceleração da gravidade é dada pela equação 1.

Figura 43: Montagem do aparato experimental.



Fonte: os autores.

Figura 44: Montagem do circuito com o Arduino.



Fonte: os autores.

Para a obtenção dos períodos e aceleração da gravidade, podemos usar, no IDE Arduino, o *sketch* abaixo. Como atividade complementar, disponibilizamos 6 vídeos com 5 ensaios cada. A ideia é explorar o estudo do pêndulo simples com o *software* Tracker, e comparar os resultados obtidos com o IDE Arduino e a sugestão é apresentar no encontro síncrono. A sugestão é utilizar o processo de linearização construindo o gráfico T^2 versus L . Obtenha uma reta ajustada e o seu coeficiente angular. A partir dele determine a aceleração da gravidade (g).

Quadro 20: *Sketch* par determinação da aceleração da gravidade.

```
1. //período do pêndulo simples
2. unsigned long tempoinicial, tempoatual;
3. double g, periodo_total;
4. const float pi = 3.1415; //valor de PI
5. const float h = 0.28; // comprimento do pêndulo em metros
6. const int tempo_morto = 10; // intervalo de passagem do fio pelo sensor
7. const float valor_limite = 1000; // valor limite para acionamento
8. bool primeirapassagem; //controla a passagem do fio
```



```
9. void setup() {
10. pinMode(A0, INPUT);
11. Serial.begin(9600);
12. primeirapassagem = true;
13. }
14. void loop() {
15.   if (analogRead(A0) > valor_limite && primeirapassagem == true) {
16.     primeirapassagem = false;
17.     tempoinicial = millis();
18.     delay(tempo_morto); // tempo morto
19.   }
20.   if (analogRead(A0) > valor_limite && primeirapassagem == false){
21.     tempoatual = millis();
22.     periodo_total = 2*(tempoatual-tempoinicial);
23.     periodo_total = periodo_total/1000;
24.     g=(4*pi*pi*h)/(periodo_total*periodo_total);
25.     delay(tempo_morto); // tempo morto
26.     Serial.print("Periodo = ");
27.     Serial.print(periodo_total);
28.     Serial.print(" s\t");
29.     Serial.print("gravidade local = ");
30.     Serial.print(g);
31.     Serial.println(" m/s2");
32.     primeirapassagem = true;
33.     delay(2000);
34.   }
35. }
```

Fonte: os autores.



Para ler – aspectos técnicos

Medindo a posição de um objeto com LED emissor IR e fototransistor IR

Outra possibilidade de determinação da posição de um objeto é utilizar o par LED emissor infravermelho (IR) e o fototransistor (receptor) IR. Eles operam na faixa de comprimento de onda de 940nm. A tensão de operação do LED emissor é de 1,2 VCC (depende do modelo) com uma corrente de 20mA. Já o fototransistor IR opera na faixa de 1,1 a 1,4VCC (depende do modelo).

Uma montagem simples para determinar a presença ou movimento de um objeto pode ser feita código abaixo iniciando na linha 1. Note que o receptor continuamente receberá o sinal IR emitido pelo LED. Com a passagem de um objeto, temos uma informação que pode ter interpretada pelo *sketch* abaixo:

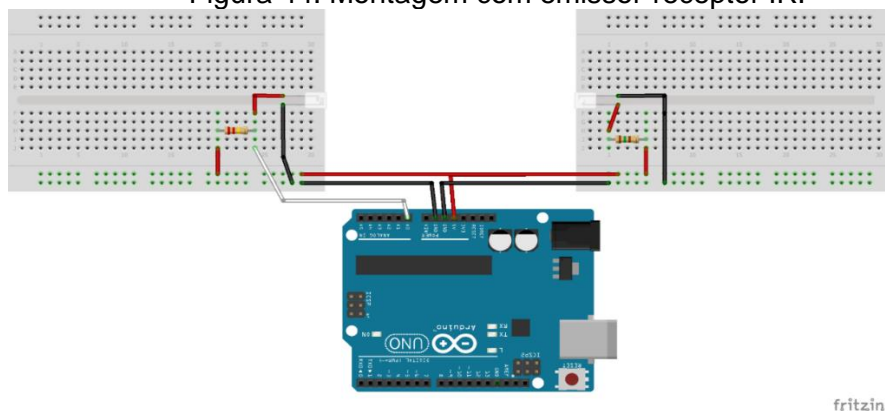
```
1. void setup(){
2.   Serial.begin(9600);
3.   pinMode(A0, INPUT);
4. }
5. void loop(){
6.   if(analogRead(A0) < 1023/2){
7.     Serial.println("Recebendo sinal de IR");
8.   }
9.   else
10.  {
11.    Serial.println("Sinal de IR interrompido");
12.  }
```

13. }

Note que há um limiar de corte na porta analógica A0 (linha 6) que pode ser ajustado para as condições do seu experimento. Para o exemplo, utilizou-se a tensão de operação no emissor por volta de 1,2VCC (é importante observar as especificações do fabricante). Sugerindo, portanto, um resistor limitador com valores entre 150Ω e 180Ω (montagem da direita). No exemplo optamos por 150Ω . Por outro lado, no receptor IR utilizamos um resistor de $220k\Omega$ (montagem da esquerda).

Da mesma forma que utilizamos o par LDR-LASER para o pêndulo simples, podemos utilizar o par emissor-receptor IR para realizar a medição do período do pêndulo.

Figura 44: Montagem com emissor-receptor IR.



Fonte: Fritzing.

fritzing



Para ler – aspectos pedagógicos

Como sugestão de leitura para esta semana, recomenda-se o artigo "Ciclos de Modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física".

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis,. Vol. 29, esp 2 (out. 2012), p. 965-1007, 2012.



Para fazer

1) Atividade - Descrição do projeto final

Como atividade assíncrona da semana 8, pede-se a submissão do título do projeto final com uma descrição sucinta.



Semana 9

Nesta seção você encontra as atividades propostas para a semana 9 (S9). É aconselhável a leitura dos materiais disponíveis na seção "Para ler", sendo que nos

dois primeiros itens você encontra uma discussão sobre o ciclo de Modelagem de Hestenes e uma aplicação do ciclo de Modelagem na física térmica. No terceiro item é discutido a integração do Arduino com a plataforma ThingSpeak Como leitura extra sobre o tema do ciclo de Modelagem, sugere-se o texto: "Modeling methodology for Physics teachers". Nesta semana sugere-se não ter atividade "Para fazer" devido a elaboração do projeto final.



Para ler - fundamentação teórica de física

Ciclo de Modelagem de Hestenes

Sobre o ciclo de Modelagem de Hestenes e seu desenvolvimento podem ser encontrados no artigo: "A Teoria da Modelagem de David Hestenes no Ensino de Ciências e Matemática", Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1154> Acesso em 23 out. 2021.

No quadro 21, proposto por (BREWE, 2008), encontramos um comparativo entre o ensino tradicional e o ensino centrado na Modelagem.

Quadro 21: Comparação entre o ensino focado na modelagem e os cursos tradicionais (BREWE, 2008).

Ensino centrado na Modelagem	Cursos Tradicionais
Modelos são construídos baseados em leis físicas e em condições de contorno.	Leis são apresentadas na forma de equações e são usadas na resolução de problemas.
Modelos são construídos com o auxílio de ferramentas de representação e, então, são usados para resolver problemas.	A resolução de problemas é predominantemente uma atividade de manipulação de equações.
Modelos são temporários e podem ser validados, refinados e expandidos.	O conteúdo é permanente; a validação já foi realizada.
Modelos são aplicados em situações físicas específicas.	Leis são aplicadas em situações físicas específicas.
A modelagem é um processo que é aprendido pelo acúmulo de experiência.	A resolução de problemas é um jogo que requer truques e é aprendida pela resolução de um grande número de problemas.
Modelos são distintos dos fenômenos que representam e podem incluir elementos causais, descritivos e preditivos.	O conteúdo é indistinguível do fenômeno físico.

FONTE: Heidemann, Araujo e Veit , 2012, p. 971.

No quadro 3, temos um exemplo de um exercício clássico utilizado nos cursos de física que foi adaptado para uma proposta visando a Modelagem.

Quadro 22: Exemplo de problema adaptado para atividades de modelagem (BREWE, 2008).

Problema Padrão	Problema de Modelagem
<p>Uma corda é usada para puxar um bloco de 3,57 kg ao longo de 4,06 m com velocidade constante em um piso horizontal. A força exercida pela corda sobre o bloco tem uma magnitude de 7,68 N e forma um ângulo de $15,0^\circ$ com a superfície. Quais são (a) o trabalho realizado pela força da corda, (b) o aumento da energia térmica do sistema bloco-piso, e (c) o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o piso?</p>	<p>Construa o modelo mais completo que conseguir da seguinte situação: Um bloco de 3,57 kg é puxado com velocidade constante ao longo de 4,06 metros de um piso horizontal por uma corda. A força exercida pela corda sobre o bloco tem uma magnitude de 7,68 N e forma um ângulo de $15,0^\circ$ com a superfície.</p>

FONTE: Heidemann, Araujo e Veit, 2012, p. 974.

Abaixo segue um extrato do artigo "Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores", que traz uma descrição das etapas do ciclo de Modelagem de Hestenes e sua articulação com a automatização de experimentos para o ensino de física.

Referência do artigo completo

CORRALLO, Marcio Vinicius; DE CARVALHO JUNQUEIRA, Astrogildo; SCHULER, Tunísia Eufrausino. Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 634-659, 2018.

O ciclo de Modelagem de Hestenes é constituído de dois estágios principais: 1º Estágio (Desenvolvimento do Modelo) e 2º Estágio (Implementação do Modelo) (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2012). O 1º Estágio consiste de três divisões. Inicialmente, o problema é apresentado pelo professor (geralmente com uma demonstração ou discussão acerca do problema/questão), em seguida, os alunos (em pequenos grupos e de forma colaborativa) iniciam o processo de investigação e planejamento de experimentos que possam responder o problema proposto ou demanda. Finalmente, a apresentação e conclusões de forma oral/escrita das possibilidades encontradas pelos pequenos grupos. Indicando, assim, a formulação de modelos para o fenômeno em estudo, bem como sua avaliação do modelo a partir dos dados. O 2º Estágio é o momento de aplicar o modelo construído em novas situações (JACKSON; DUKERICH; HESTENES, 2008).

A fase da investigação é o momento que, possivelmente, os alunos irão se deparar com a necessidade de novos conhecimentos e novas ferramentas; logo, é nesse ponto que a introdução, pelo professor, de ferramentas como o Arduino e softwares são necessárias e passam a ter uma importância para a concretude das ideias elencadas pelos componentes dos grupos. Nesse sentido, Hestenes (1996) salienta que o professor deve estar atendo às necessidades dos grupos, fornecendo ferramentas que viabilizem o aprimoramento dos modelos e fomente a qualidade do discurso. Para o autor, é fundamental que o professor tenha em mente, durante a proposição do problema, o uso de habilidades e ferramentas de modelagem. Destaca, ainda, que a familiarização com a modelagem desenvolve uma visão sobre a estrutura do conhecimento científico durante a análise dos modelos e seu encaixe na teoria, e permite uma leitura melhor da epistemologia da Ciência com suas limitações e incertezas subjacentes. A cada etapa do processo é necessária a interação constante entre aluno-aluno e aluno-professor, permitindo um processo evolutivo de apropriação do conhecimento, ao mesmo tempo, que lhe dá sentido, haja vista que surgem necessidades impostas pelos próprios representantes do grupo. Nesse momento, são construídos esquemas mentais que permitem atuar sobre a situação posta, bem como rever suas concepções acerca do problema e, conseqüentemente, as soluções possíveis. Em outras palavras, o sujeito pode se deparar com conflitos cognitivos e, a partir de processos de resignificação, encontrar alternativas diferentes das convencionais e, em muitos casos, diferentes da que o professor possa ter como expectativa. Cabe destacar, ainda, que para assessorar na elaboração dos modelos, na apresentação dos resultados experimentais e da solução do problema, Hestenes sugere a adoção, pelos alunos, de uma pequena lousa branca (small whiteboard). Essa resignificação da atuação apoiada sobre pressupostos de uma ação reflexiva faz com que o ciclo de Modelagem de David Hestenes seja bastante adequado para a implementação com automatização de experimentos, juntamente com uma proposta problematizadora de atividades práticas experimentais.

Finalmente, temos no quadro 5 um resumo das etapas e os dois estágios sugeridos por Hestenes. Cabe salientar que a etapa final pode convergir com uma comunicação dos resultados, como a apresentação e publicação de artigo em congresso, participação em feira de ciências, publicação de artigo em periódico científico, entre outros.

Quadro 23: Resumo dos estágios e das fases dos ciclos de Modelagem propostos por Hestenes.



Primeiro Estágio: Desenvolvimento do modelo	<p>1) Discussão pré-laboratorial: professor apresenta o problema.</p> <p>2) Investigação: em pequenos grupos, os alunos trabalham no planejamento e na condução de experimentos.</p> <p>3) Discussão pós-laboratorial: em conjunto, os alunos apresentam e justificam as suas conclusões na forma oral e escrita por meio dos quadros brancos.</p>
Segundo Estágio: Implementação do modelo	<p>Alunos implementam o modelo recém confeccionado em outras situações.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemas • Novos experimentos • Implementação computacional

FONTE: Heidemann; Araujo; Veit , 2012, p. 977.

Referências

BREWE, E. Modeling theory applied: Modeling Instruction in introductory physics. **American Journal of Physics**, v. 76, n. 12, p. 1155-1160, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1119/1.2983148>. Acesso em 03 fev. 2017.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 2, p. 965–1007, 2012.

JACKSON, J.; DUKERICH, L.; HESTENES, D. Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education. *Science Educator*, v. 17, n. 1, p. 10–17, 2008.



Para ler - fundamentação teórica de física

Determinação do calor específico de um sólido sem calorímetro

Nesta semana exemplificaremos o processo de automatização da coleta de dados com um experimento clássico da física térmica, isto é, a determinação do calor específico de um sólido, mas sem o calorímetro. Cabe mencionar que a proposta do experimento pode ser utilizada em um episódio didático apoiado no ciclo de Modelagem de Hestenes, como descrito no artigo "Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores".

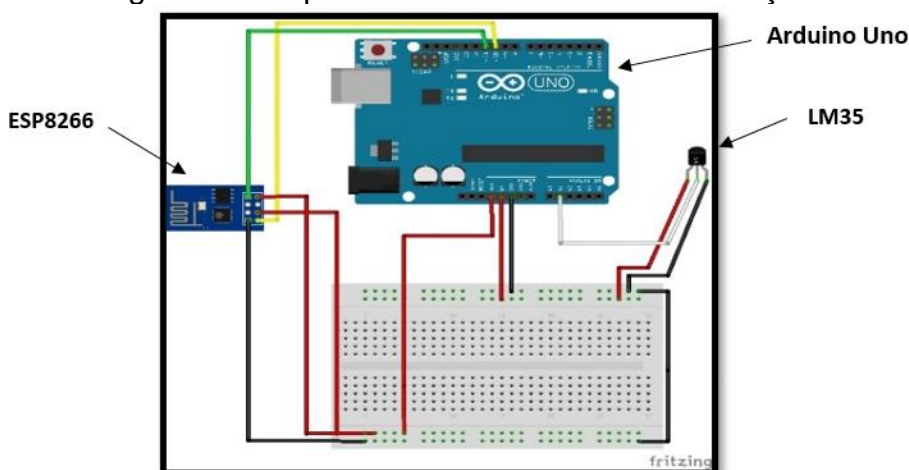
É importante lembrar que durante o processo de automatização de um experimento didático de física, principalmente com o apoio do Arduino e sensores acoplados, nos deparamos com uma grande quantidade de dados. Nesse sentido, as ferramentas computacionais, como planilhas eletrônicas ou *softwares* de tratamentos de dados científicos (por exemplo *software* SciDAVis - Clique no link: <http://scidavis.sourceforge.net/> para baixá-lo) são ferramentas poderosas e podem auxiliar na resolução de problemas e na construção de modelos matemáticos para um determinado fenômeno físico.

Voltando ao experimento mencionado, temos abaixo o extrato do artigo "Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores", que apresenta de forma pormenorizada um modelo matemático possível para determinação do calor específico de um bloco de alumínio imerso em um copo com água. Note que sua aplicação em sala de aula, sob os preceitos do ciclo de Modelagem de Hestenes, deve seguir um processo gradativo de construção e em total harmonia com as propostas levantadas pelo grupo de alunos. Cabe ao professor fornecer novos conhecimentos (matemáticos, computacionais ou físicos) à medida que o grupo evolui em suas hipóteses e necessidades. Evitando, portanto, a apresentação de uma proposta única e infalível durante a aula experimental.

Apesar da proposição de determinação do calor específico sem calorímetro já ter sido palco de outros trabalhos, como: Mattos e Gaspar (2003); Sias e Ribeiro-Teixeira (2006) e Silva *et al.* (2003), acreditamos haver espaço para novas abordagens. Nesse sentido, a inserção do referencial do ciclo de Modelagem de David Hestenes associado com elementos de automatização poderiam trazer o aprendizado de novos elementos procedimentais. Estes, por sua vez, poderiam trazer um pouco das vivências dos processos investigativos engendrados nas Ciências. Em geral, as atividades experimentais de Calorimetria se baseiam no uso do calorímetro como elemento auxiliar aos experimentos. Dessa forma, justificado como dispositivo que dificulta a troca de calor entre o meio externo e o experimento. Contudo, para a determinação do calor específico de um sólido, nota-se grande dificuldade em determinar a temperatura de equilíbrio entre o sólido e o líquido contidos no calorímetro (MATTOS; GASPARG, 2003). Exatamente por essa dificuldade, a proposição do experimento passou a ser interessante, especialmente no curso superior, pois a temperatura de equilíbrio pode ser determinada por modelagem e ajuste de curvas. Cabe ainda ressaltar que, apesar da complexidade matemática, encontramos em Sias e Ribeiro-Teixeira (2006) uma aplicação também para alunos da escola básica. Nesse contexto, entendemos que a proposição de determinação de calor específico sem calorímetro poderia ser um elemento desafiador aos nossos alunos do curso de extensão, uma vez que, para muitos dos professores cursistas, a modelagem e ajustes de curvas não são temas usuais na sala de aula da escola básica. Assim sendo, propusemos, como a fase inicial do 1º Estágio do ciclo de Modelagem de Hestenes, o desafio, aos cursistas, da determinação do calor específico de um sólido sem calorímetro, com o subsídio dos artigos Mattos e Gaspar (2003); Sias e Ribeiro-Teixeira (2006) e Silva *et al.* (2003). Após a leitura dos textos, optamos por uma discussão oral sobre o plano de trabalho, sem a obrigatoriedade de seguir a proposição de Hestenes (Hestenes, 1996), o qual sugere que o registro das estratégias seja realizado com o auxílio de uma pequena lousa branca. Assim, depois que os grupos apresentaram suas proposições, eles decidiram pela realização de uma sequência única de montagem e coleta de dados. Apesar de que os cursistas poderiam sugerir alternativas aos artigos, optaram em seguir a sequência experimental semelhante ao que foi sugerida pelos autores. Cabe comentar que os cursistas se asseguraram em estratégias já consolidadas, mesmo diante de liberdade para proposições diversas. Dessa forma, os cursistas propuseram o esquema de montagem utilizando um Becker (mas poderia ser um copo de vidro) para suporte para o líquido e o sólido (no caso foi utilizado um bloco cilíndrico de alumínio), balança, aquecedor e o sensor de temperatura (LM35) conectado ao Arduino. Na figura 2, temos o esquema de montagem do sistema de automatização de coleta dos dados desenvolvida pelos grupos. Nota-se a presença do Arduino conectado, via protoboard, ao sensor de temperatura LM35 e ao módulo WiFi ESP8266. Dando sequência à realização dos

experimentos, os cursistas aqueceram a água até 60°C, aproximadamente. Já com o sensor de temperatura LM35 imerso em água e devidamente impermeabilizado, inseriram o bloco de alumínio, e continuando a leitura da temperatura durante alguns minutos, de acordo com a sugestão de Mattos e Gaspar (2003). É importante mencionar que foram discutidas, durante os encontros, algumas limitações do experimento apresentadas em Mattos e Gaspar (2003). Vale ressaltar que os cursistas disponibilizaram também os dados via plataforma Thingspeak, permitindo que todos os grupos pudessem visualizar os dados dos demais grupos, em tempo real (tendo aqui uma alternativa à pequena lousa branca, para apresentação de resultados). A placa Arduino foi conectada via WiFi utilizando o módulo ESP8266 (veja Figura 2), e as rotinas adaptadas para isso estão disponíveis no Apêndice B. Porém, vale a pena frisar que a montagem dessa rotina se deu em um processo de construção durante todo o curso, isto é, discutimos a aplicação e a inserção de controle dos dispositivos LM35 e ESP8266 em outras situações experimentais (a programação do curso de extensão pode ser encontrada no Apêndice A). É preciso ponderar que a utilização de diversos elementos “novos”, simultaneamente, tende a aumentar a carga cognitiva, e, assim, comprometendo o propósito da atividade, isto é, a modelagem de um fenômeno físico. De posse dos dados, os cursistas passaram à fase de análise de gráficos e ajustes de curvas, isto é, a modelização propriamente dita. Para tal, fizeram uso do software livre SciDAVis (Scientific Data Analysis and Visualization), que também foi objeto de discussão em outros momentos do curso. A título de exemplificação, utilizaremos, na sequência, dados experimentais de um dos grupos para ilustrar o processo de modelização e comparação com o modelo teórico. Nesse sentido, faremos uma descrição pormenorizada dos procedimentos e ferramentas utilizadas para a modelagem. Contudo, gostaríamos de reiterar que não buscamos, nessa atividade, um novo modelo para explicar um fenômeno amplamente estudado, mas, sim, uma sequência didática que possa minimamente contribuir para refletir a respeito de paradigmas consolidadas sobre a Ciência, dentre eles a visão rígida e dogmática, tendo o método científico como um caminho único e infalível, como assinalam Gil-Pérez et al. (2001).

Figura 44: Esquema do sistema de automatização.



Fonte: Fritzing.

Após a coleta dos dados realizada pelo processo de automatização, esses dados foram salvos em um arquivo de texto simples em ASCII, com duas colunas separadas por tabulação. Em seguida, foram exportados para o software SciDAVis (veja no Apêndice C os detalhes de exportação e manipulação dos dados). Em acordo com as especificações técnicas dos fabricantes do sensor LM35 e do Arduino Uno, utilizamos 0,01s e 0,25°C de

incerteza para o tempo e temperatura, respectivamente. O fabricante do LM35 destaca que a incerteza pode variar entre o intervalo de $\frac{1}{4}$ até $\frac{3}{4}$ de 1°C . Em nosso estudo optamos por utilizar o valor mínimo da incerteza. Assumindo que a lei de resfriamento de Newton pode ser escrita como

$$\Delta T = T - T_R = (T_0 - T_R)e^{-\sigma t}, \quad (1)$$

em que T_0 é a temperatura inicial do líquido; T_R é a temperatura do reservatório (ambiente) e σ é a constante do tempo, que nos permite prever o tempo necessário para o resfriamento ou aquecimento de um corpo. Com o intuito de linearizarmos a equação 1, aplicamos o logaritmo natural em ambos os lados, cujo resultado segue:

$$\ln(T - T_R) = \ln(T_0 - T_R) - \sigma t. \quad (2)$$

Dessa forma, temos uma equação de 1° grau com as seguintes atribuições de x , y , coeficiente linear (B) e coeficiente angular (A)

$$\ln(T - T_R) = y, \quad (3)$$

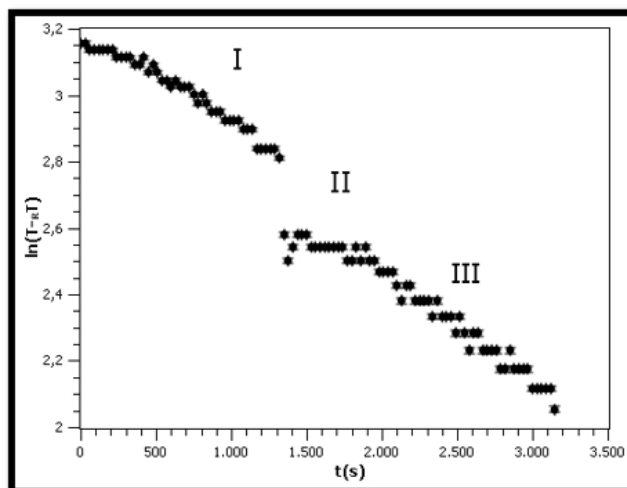
$$t = x, \quad (4)$$

$$\ln(T_0 - T_R) = B \quad (5)$$

$$-\sigma = A. \quad (6)$$

De posse dessas informações, foi possível plotar o gráfico – Curva de Resfriamento - (Gráfico 2), isto é, $\ln(T-TR)$ vs t . Nota-se que o gráfico possui três regiões distintas: I - resfriamento da água; II - introdução do sólido na água; III - resfriamento da água com o sólido. As retas da região I e III (Gráficos 3 e 4) podem ser ajustadas e prolongadas (este processo é descrito no Apêndice C), permitindo por extrapolação a determinação da temperatura da água no instante em que o sólido foi introduzido.

Gráfico 2: Curva de resfriamento.



Fonte: os autores.

Na sequência, com os valores obtidos a partir dos gráficos das Figuras 75 e 76 determinamos as temperaturas inicial da água e de equilíbrio. Assim, do gráfico da Figura 4 encontramos $y = 2,707$ e do gráfico da Figura 5 temos $y' = 2,542$. É importante ressaltar que o processo de automatização trouxe um número grande de pontos, permitindo, portanto, maior rigor na determinação da temperatura de equilíbrio (T_e). Também não se pode deixar de mencionar que esse sutil aprimoramento foi observado pelos cursistas, frente às proposições dos trabalhos de Mattos e Gaspar (2003); Sias e Ribeiro-Teixeira

(2006) e Silva et al. (2003), utilizados como base para o desenvolvimento do projeto.

Para o nosso ensaio temos: $m_{Al} = (68 \pm 1)$ g - massa do alumínio; $m_{\text{água}} = (103 \pm 1)$ g - massa da água; $c_{\text{água}} = (1,00)$ cal/g°C – calor específico da água; $T_R = (20,50 \pm 0,25)$ °C - temperatura ambiente; $T_0(\text{água}) = (35,5 \pm 0,2)$ °C – temperatura inicial da água na região II decorre de $y = 2,71 \pm 0,01$ (detalhes do cálculo da incerteza, vide Apêndice C); $T_e = (33,2 \pm 0,2)$ °C – temperatura de equilíbrio na região II decorre de $y' = 2,54 \pm 0,01$. Mesmo diante de um sistema aberto, presume-se que houve pouca variação na troca de calor antes e depois da introdução do bloco de alumínio na água. Logo, é razoável afirmar que $\Sigma Q = 0$ é válida na região II do gráfico da Figura 1 (MATTOS; GASPARGAS, 2003), portanto, temos:

$$C_{Al} = - \frac{m_{\text{água}} c_{\text{água}} (T_e - T_0(\text{água}))}{m_{Al} (T_e - T_R)} \quad (7)$$

Gráfico 3: Curva de resfriamento temperatura inicial da água.

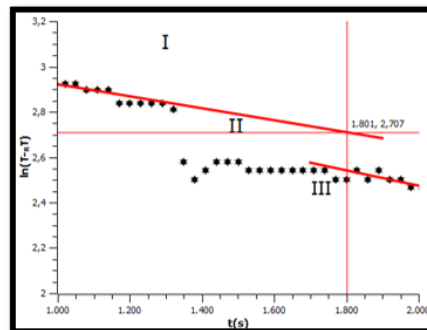
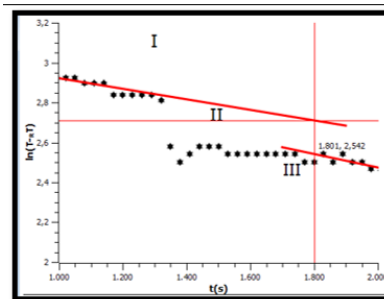


Gráfico 4: Curva de resfriamento temperatura de equilíbrio.



Fonte: os autores.

Baseado na fórmula de propagação de incertezas, conforme Voulo (1996, p. 113) aplicada na equação 7, realizamos a propagação de incertezas, conforme indicado a seguir:

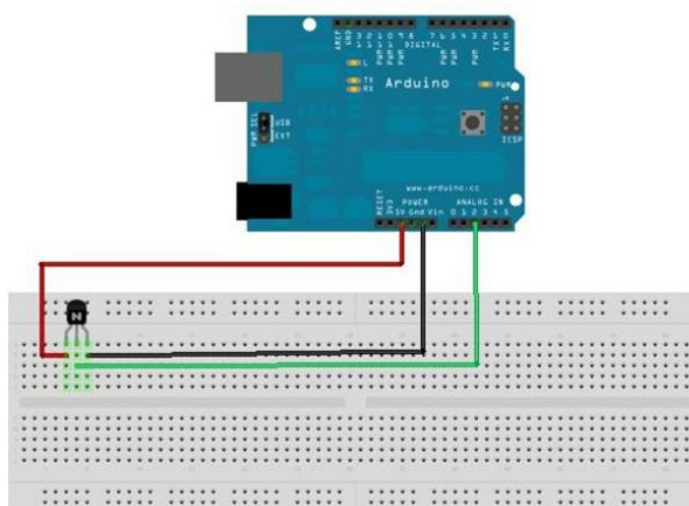
$$\sigma_{C_{Al}}^2 = \left(\frac{\partial C_{Al}}{\partial m_{\text{água}}} \right)^2 \sigma_{m_{\text{água}}}^2 + \left(\frac{\partial C_{Al}}{\partial T_e} \right)^2 \sigma_{T_e}^2 + \left(\frac{\partial C_{Al}}{\partial T_0(\text{água})} \right)^2 \sigma_{T_0(\text{água})}^2 + \left(\frac{\partial C_{Al}}{\partial m_{Al}} \right)^2 \sigma_{m_{Al}}^2 + \left(\frac{\partial C_{Al}}{\partial T_R} \right)^2 \sigma_{T_R}^2 \quad (8)$$

Desenvolvendo as derivadas parciais da equação 8 e substituindo os respectivos valores, encontramos que: $\sigma_{AL} = 0,05$ cal/g°C, assim o calor específico do bloco de alumínio pode ser descrito como: $CAL = 0,22 \pm 0,05$ cal/g°C. No apêndice C do mesmo artigo é apresentada uma pequena descrição/tutorial para utilização do SciDAVis na condução da análise dos dados do experimento.

Sketchs para medir a temperatura do líquido+sólido utilizando o LM35 ou DS18B20

A proposta aqui é coletar a temperatura de 100g de água acondicionada em um recipiente aberto com valor inicial de temperatura por volta de 60°C, como mencionado na descrição do experimento de determinação do calor específico de um sólido sem o uso de um calorímetro. A ideia é providenciar a imersão de um sólido (cilindro de alumínio), por exemplo de 4 g, no recipiente com água com valor por volta de 40°C. No quadro 24, sugerimos um *sketch* devolve, via Serial Monitor, os dados do instante e da temperatura do líquido. Note que o algoritmo calcula a média de um *array* de 5000 posições. Isto trará valores mais fidedignos da temperatura do líquido+sólido.

Figura 45: Esquema da montagem do projeto com LM35.



Fonte: Imagem gerada via Fritzing.

No quadro 6 sugerimos um *sketch* devolve, via Serial Monitor, os dados do instante e da temperatura do líquido.

Quadro 24: *sketch* devolve, via Serial Monitor

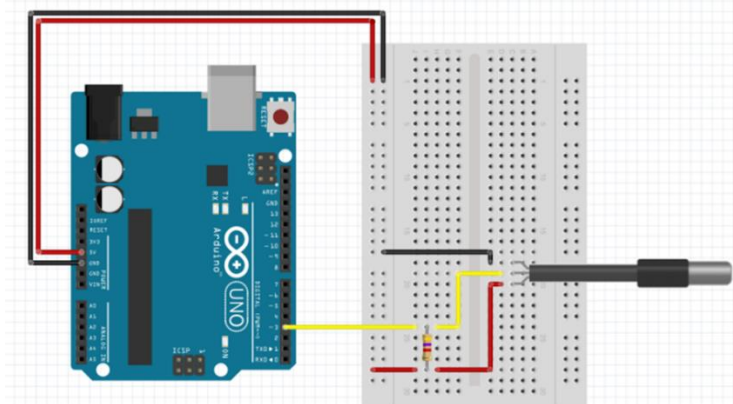
```
// curva de resfriamento - Determinacao do calor especifico de um solido sem calorimetro utilizando
o LM35.
float instante;
float tempinc [5000]; // array para armazenagem da temperatura
float somatemp=0; // acumula os valores da temperatura
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  for (int x = 0; x < 5000; x++)
  {
    tempinc[x] = analogRead(A0); //faz a leitura do pino A0.
    tempinc[x] = (tempinc[x]*5.0/1023)*100; // 5V / 1023 = 0.00488 (precisao do A/D) e converte
milivolts para graus celcius, lembrando que a cada 10mV equivalem a 1 grau celcius
    somatemp+=tempinc[x]; // acumula o valor da temperatura
  }
  instante = millis(); // base de tempo para a coleta
  Serial.print (instante/1000,2);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(somatemp/5000,2); //divide por 5000 a variavel somatemp
  Serial.println();
  somatemp = 0; // zera a variavel somatemp
  delay(5000); //espera 5 segundos para fazer nova leitura
}
```

Fonte: os autores.

Outra possibilidade para a coleta de dados do experimento supracitado é utilizar o sensor DS18B20 (a montagem pode ser encontrada na descrição da S7, mas sem a necessidade do uso do *array*. O *sketch*:

```
// curva de resfriamento - Determinacao do calor especifico de um solido sem calorimetro utilizando o
DS18B20
#include <OneWire.h> // inclusao da biblioteca OneWire
#include <DallasTemperature.h> // inclusao da biblioteca DallasTemperatura
#define ONE_WIRE_BUS 2 // O pino de dados eh conectado na porta digital 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire); // passa uma referencia oneWire para a biblioteca
DallasTemperature
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin(); // inicia a biblioteca
}
void loop()
{
  sensors.requestTemperatures(); // faz a leitura da temperatura
  Serial.print("temperatura :");
  Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0));
  delay(5000);
}
```

Figura 45: Esquema da montagem do projeto com DS18B20.



Fonte: Fritzing.

No artigo "Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores", Apêndice B, disponível em você encontra uma sugestão de *sketch* que inclui a coleta de dados para o experimento "determinação do calor específico de um sólido sem calorímetro", mas com a possibilidade de compartilhamento, via Internet, dos dados em tempo real utilizando o módulo Wifi ESP8266 e integrado à plataforma ThingSpeak.

CORRALLO, M. V.; DE CARVALHO J. A.; SCHULER, T. E. Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 634-659, 2018.

Referências

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125–53, 2001.

HESTENES, D. Modeling Methodology for Physics Teachers. In: International Conference on Undergraduate Physics Education, 1996, United States. Anais **College Park**, 1996. Disponível em: <http://modeling.asu.edu/modeling/MODELING.PDF>. Acesso em 17 nov. 2021

MATTOS, C.; GASPAR, A. Uma Medida de Calor Específico sem Calorímetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 45–48, 2003.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de física no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 360–381, 2006.

SILVA, W. P. da *et al.* Medida de Calor Específico e Lei de Resfriamento de Newton: Um Refinamento na Análise dos Dados Experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 392–398, dez. 2003.

VOULO, J. H. **Fundamentos da teoria de erros**. São Paulo: Blucher, 1996.

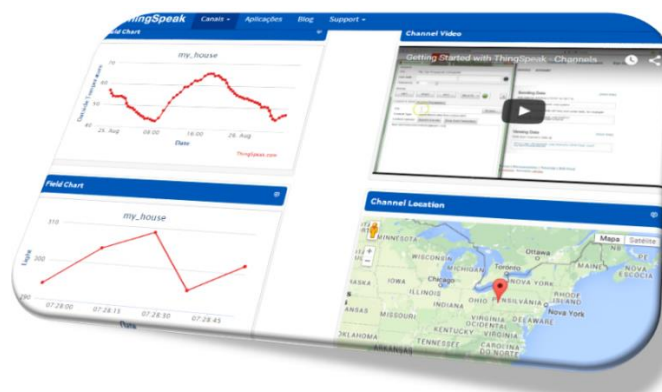


Para ler – aspectos técnicos

Plataforma de transferência de dados

Uma possibilidade relativamente simples de compartilhamento de dados, via Internet, é a partir da plataforma [ThingSpeak](https://thingspeak.com/). É uma plataforma baseada na Internet das Coisas (IoT), que permite: o compartilhamento de dados em tempo real; a análise de dados usando o MATLAB; a visualização de dados a partir do MATLAB; a inserção de *plugins* (estes permitem a criação de *templates* para visualização); dentre outras funcionalidades para análise e compartilhamento de dados. O uso não comercial é gratuito, mas exige um intervalo de 15s entre os envios dos dados. Além do Arduino, a plataforma ThingSpeak permite também a integração com o módulo Wifi ESP8266 e o Raspberry Pi. Na figura 46 temos um exemplo de compartilhamento em um canal público hospedado no ThingSpeak, no qual é possível observar a leitura de temperatura, luminosidade, canal de vídeo e a localização dos sensores.

Figura 46: Exemplo de um canal público com leitura de sensor de temperatura, luminosidade, YouTube e localização.



Fonte: www.thingSpeak.com.

Para fazer uso da plataforma ThingSpeak é exigido um cadastro inicial. Após essa etapa, o passo seguinte para compartilhamento de dados é a criação de um novo canal. Para isso, basta clicar em "New Channel". Em seguida, preencha os campos, conforme figura 47. É importante lembrar que os campos que serão utilizados para transferência de dados dos sensores devem ser ativados. A plataforma ThingSpeak permite a coleta de dados de no máximo 8 campos por canal. Também é possível cadastrar sua localização geográfica a fim de realizar o compartilhamento público.

Figura 47: Criação de canal no ThingSpeak.

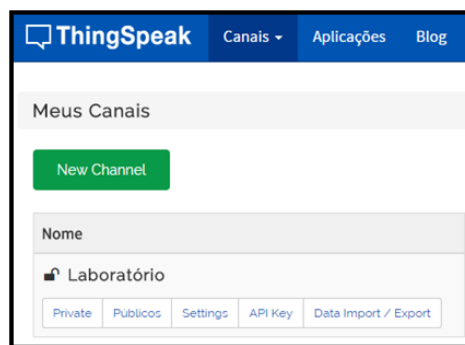
The image shows a web form titled "New Channel" with the following fields and options:

- Nome: Text input field.
- Descrição: Text area with a clear button.
- Campo 1: Text input field with a dropdown menu and a checkbox.
- Campo 2: Text input field with a checkbox.
- Campo 3: Text input field with a checkbox.
- Campo 4: Text input field with a checkbox.
- Campo 5: Text input field with a checkbox.
- Campo 6: Text input field with a checkbox.
- Campo 7: Text input field with a checkbox.
- Campo 8: Text input field with a checkbox.
- Metadata: Text area with a clear button.
- Tags: Text area with a clear button and a note "TAGS ARE COMMA SEPARATED".
- Latitude: Text input field.
- Longitude: Text input field.
- Altitude: Text input field.
- Tomar Público?: Radio button.
- URL: Text input field.
- ID do vídeo: Text input field with radio buttons for YouTube and Vimeo.
- Save Channel: Green button.

Fonte: www.thingspeak.com.

Depois de criado um novo canal, clique em Canais → Meus Canais. Você terá, nessa tela, um menu de opções, conforme a figura 48. Clicando no nome do seu canal é possível adicionar as visualizações pretendidas em seu canal. Nesse mesmo espaço é possível inserir as aplicações: MATLAB Analysis, MATLAB Visualization e outras aplicações. Em "Setting", é possível observar as configurações do canal, além do ID do canal (esse pode ser usado para leitura via *smatphone*). Em "API Key", encontramos as chaves para leitura e escrita. Essas chaves são necessárias para estabelecer comunicação com o IDE Arduino.

Figura 48: Configuração do canal.

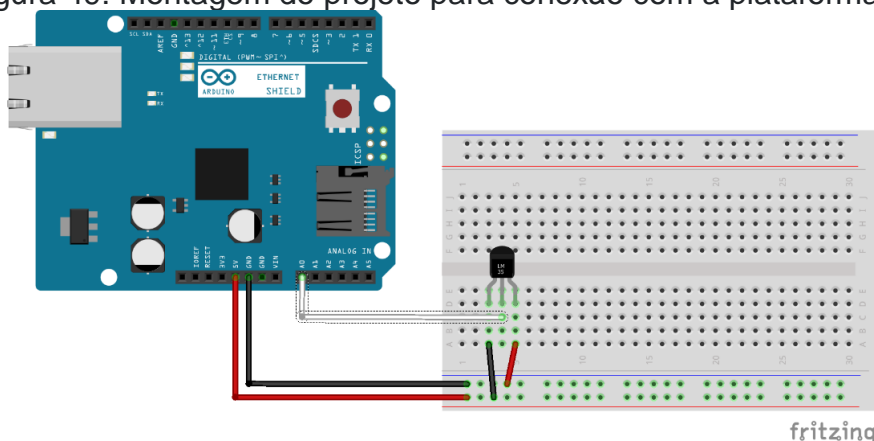


Fonte: www.thingspeak.com.

Projeto de integração do Arduino à Plataforma ThingSpeak

Depois de finalizada as configurações de seu canal na plataforma ThingSpeak, pode-se fazer uso do canal com um simples projeto de compartilhamento de dados de um sensor de temperatura LM35. A montagem está representada na figura 49. Note que temos o Arduino e um shield Ethernet para conexão à Internet.

Figura 49: Montagem do projeto para conexão com a plataforma ThingSpeak.



Fonte: Fritzing.

Quadro 25: Sketch que fará a comunicação com seu canal no ThingSpeak:

```
//Rotina baseada em https://github.com/iobridge/ThingSpeak-Arduino
//Examples/blob/master/Ethernet/Arduino_to_ThingSpeak.ino
#include <SPI.h> // chama a biblioteca SPI
#include <Ethernet.h> // chamada de biblioteca
byte mac[] = { 0xD4, 0x28, 0xB2, 0xFF, 0xA0, 0xA1 }; // configuracao - Rede Local
// Configuracao - ThingSpeak
char thingSpeakAddress[] = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "XXXXXXXXXXXXXXXX"; //o codigo deve ser copiado de seu canal
const int updateThingSpeakInterval = 15000; // delay para atualizacao do ThingSpeak (15 segundos)
float temperatura = 0;
long lastConnectionTime = 0;
boolean lastConnected = false;
int failedCounter = 0;
EthernetClient client; // Inicializa Ethernet Client
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  startEthernet(); // Start Ethernet
```



```

}
void loop()
  if (client.available())
  {
    char c = client.read();
    Serial.print(c);
  }
  if (!client.connected() && lastConnected)
  {
    Serial.println("...disconnected");
    Serial.println();
    client.stop();
  }
  // Atualiza o ThingSpeak
  if(!client.connected() && (millis() - lastConnectionTime > updateThingSpeakInterval))
  {
    String analogValue0 = String(analogRead(A0)*5.0/1023);
    updateThingSpeak("field1="+analogValue0);
  }
  // Check se o Arduino Ethernet necessita de atualizacao
  if (failedCounter > 3 ) {startEthernet();}
  lastConnected = client.connected();
}
void updateThingSpeak(String tsData)
{
  if (client.connect(thingSpeakAddress, 80))
  {
    client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
    client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
    client.print("Connection: close\n");
    client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+writeAPIKey+"\n");
    client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
    client.print("Content-Length: ");
    client.print(tsData.length());
    client.print("\n\n");
    client.print(tsData);
    lastConnectionTime = millis();
    if (client.connected())
    {
      Serial.println("Conectando com ThingSpeak...");
      Serial.println();
      failedCounter = 0;
    }
  }
  else
  {
    failedCounter++;
    Serial.println("Falha na conexao com ThingSpeak ("+String(failedCounter, DEC)+")");
    Serial.println();
  }
}
else
{
  failedCounter++;
  Serial.println("Falha na conexao com ThingSpeak ("+String(failedCounter, DEC)+")");
  Serial.println();
  lastConnectionTime = millis();
}
}
void startEthernet()
{

```



```
client.stop();
Serial.println("Conectando o Arduino com a Rede...");
Serial.println();
delay(1000);
if (Ethernet.begin(mac) == 0)
{
  Serial.println("DHCP falhou, atualizando o Arduino");
  Serial.println();
}
else
{
  Serial.println("Arduino conectando usando DHCP");
  Serial.println();
}
delay(1000);
failedCounter = 0;
}
```

Fonte: baseada em <https://github.com/iobridge/ThingSpeak-Arduino>

Na figura 50 podemos observar o compartilhamento de dados no canal 1 da leitura do LM35.

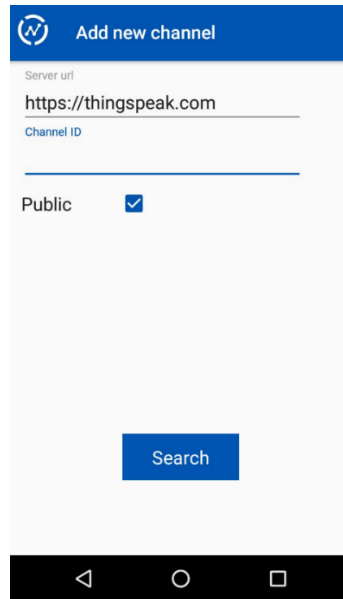
Figura 50: Leitura do canal 1 do LM35.



Fonte: www.thingspeak.com.

É importante destacar que os dados ficam armazenados e podem ser baixados como arquivo de extensão (.csv). Também é possível fazer a leitura via *smartphone*. Na figura 50 apresentamos o App ThingViewer que fazem a leitura em tempo real. A configuração é bastante simples, sendo necessário que o usuário insira o *Channel ID*. Lembrando que o *ID* é obtido na plataforma ThingSpeak.

Figura 50: Configuração do App do App ThingViewer.

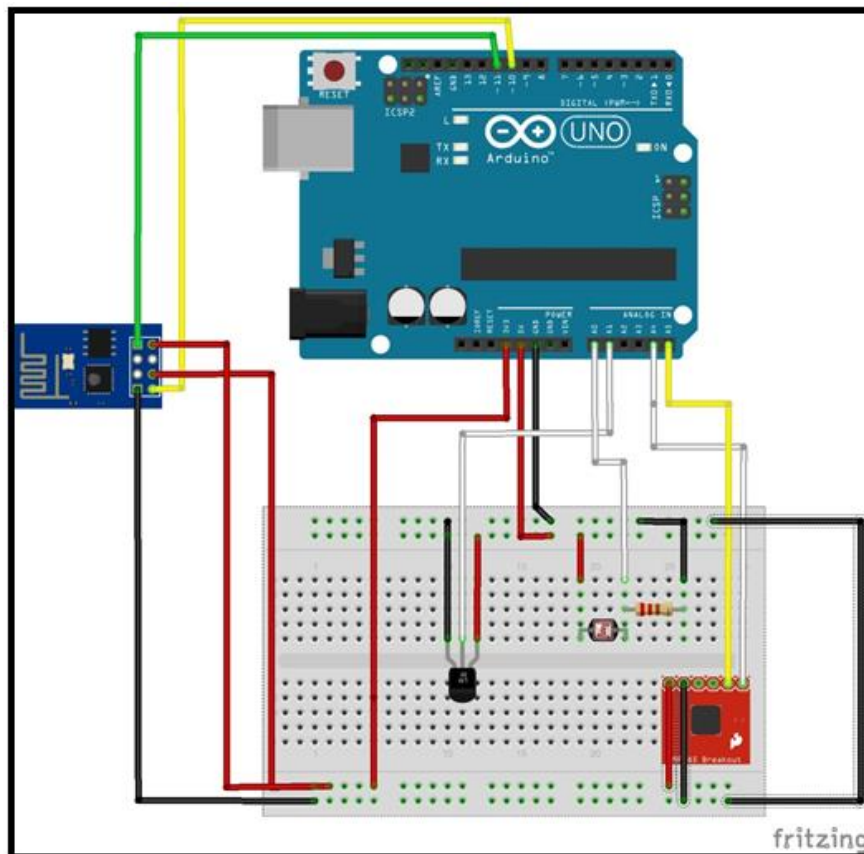


Fonte: App App ThingViewer

Comunicação via WiFi ESP8266 com ThingSpeak

O esquema apresentado na figura 51 tem por finalidade transmitir dados de sensores para a plataforma ThingSpeak. Para tal, utilizou-se os seguintes componentes: sensor barométrico BMP085, sensor de temperatura LM35, LDR, e um resistor de 220Ω.

Figura 51: Montagem do Projeto.



Fonte - Fritzing

Sketch de comunicação com o Thingspeak e o módulo Wifi ESP8266 (veja no quadro 26);

Quadro 26: Comunicação via WiFi ESP8266 com ThingSpeak

```
// Adaptado de http://electronut.in/an-iot-project-with-esp8266/
// conectar: BMP085 SCL - pino A5; SDA - pino A4; VCC - 3,3V /LDR leitura em A0, LM35 leitura em
A1
// Lembre-se que o modulo ESP8622 deve ser ligado em 3,3V.
#include <SoftwareSerial.h>
#include <stdlib.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>
Adafruit_BMP085 bmp; // define funcao bmp
String apiKey = "XXXXXXXXXXXXXXXX"; //Chave para escrita ThingSpeak. Deve ser copiada do do
seu canal.
SoftwareSerial ser(10, 11); // TX, RX (comunicacao Arduino e ESP8622 via RX TX)
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  ser.begin(9600);
  !bmp.begin(); // inicia funcao BMP
  // inicia conexao rede WiFi
  String cmd="AT+CWJAP="; // a variavel String rede o comando AT para conexao Wifi
  cmd+="Digite nome da Rede WiFi"; // Rede Wifi
  cmd+="\",";
  cmd+="Senha da Rede WiFi"; // Senha rede Wifi
  cmd+="\",";
  ser.println(cmd); // executa a partir da ser o comando cmd
}
void loop() {
  String pressao = String(bmp.readPressure(), DEC);
  String temperatura_BMP = String(bmp.readTemperature(), DEC);
  String analogValue0 = String(analogRead(A0)*5.0/1023, DEC);
  String analogValue1 = String(analogRead(A1)*5.0*100/1023, DEC);
  Serial.print("LDR_(V): ");
  Serial.println(analogValue0);
  Serial.print("Temp_LM35 (C): ");
  Serial.println(analogValue1);
  Serial.print("Pressao_BMP085 (Pa): ");
  Serial.println(pressao);
  Serial.print("Temp_BMP085 (C): ");
  Serial.println(temperatura_BMP);
  // conexao via TCP
  String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\",\"";
  cmd += "184.106.153.149"; // api.thingspeak.com
  cmd += "\",80";
  ser.println(cmd);
  if(ser.find("Error")){
    Serial.println("AT+CIPSTART error");
    return;
  }
}
// preparando GET string
String getStr = "GET /update?api_key=";
getStr += apiKey;
getStr += "&field1=";
getStr += String(analogValue0);
getStr += "&field2=";
```

```
getStr += String(analogValue1);
getStr += "&field3=";
getStr += String(pressao);
getStr += "&field4=";
getStr += String(temperatura_BMP);
getStr += "\n\n\n";
// mandando dados length
cmd = "AT+CIPSEND=";
cmd += String(getStr.length());
ser.println(cmd);
if(ser.find(">")){
  ser.print(getStr);
}
else{
  ser.println("AT+CIPCLOSE");
  // alerta usuario
  Serial.println("AT+CIPCLOSE");
}
// thingspeak necessita de 15 segundos para a proxima atualizacao
delay(15000);
}
```

Fonte: Adaptado de <http://electronut.in/an-iot-project-with-esp8266/>

Diferentemente do *shield Ethernet* apresentado anteriormente, o módulo Wifi ESP8266 utiliza comandos AT, via Monitor Serial, para estabelecer a comunicação com a um rede Wifi e um roteador. Veja as informações sobre os comandos AT na figura 51.

Figura 51: Características do módulo Wifi ESP8266.

Conhecendo um pouco mais sobre o módulo ESP8266 e comando AT

Steps and note

AT+RST restart the module, received some strange data, and "ready"
AT+CWMODE=3 change the working mode to 3, AP+STA, only use the most versatile mode 3
(AT+RST may be necessary when this is done.)

Join Router

AT+CWLAP search available wifi spot
AT+CWJAP="you ssid", "password" join my mercury router spot
AT+CWJAP=? check if connected successfully, or use AT+CWJAP?

TCP Client

AT+CIPMUX=1 turn on multiple connection
AT+CIPSTART=4,"TCP","192.168.1.104",9999 connect to remote TCP server 192.168.1.104 (the PC)
AT+CIPMODE=1 optionally enter into data transmission mode
AT+CIPSEND=4,5 send data via channel 4, 5 bytes length (see socket test result below, only "elect" received), link will be "unlink" when no data go through

TCP Server

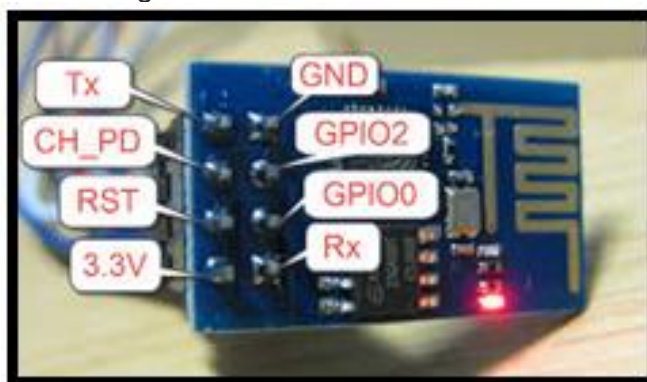
AT+CIPSERVER=1,9999 setup TCP server, on port 9999, 1 means enable
AT+CIFSR check module IP address
Fonte: <http://www.electrodragon.com/w/ESP8266>



Módulo EPS8266

Reset do ESP8266 pode ser acionado em GND.
Deve-se parar a execução da rotina no Arduino. Uma possibilidade é carregar uma instrução nula.
Conexão RX – porta Digital 0; TX - porta Digital 1.
Comando AT com Monitor Serial: Ambos, NL e CR e 9600bps

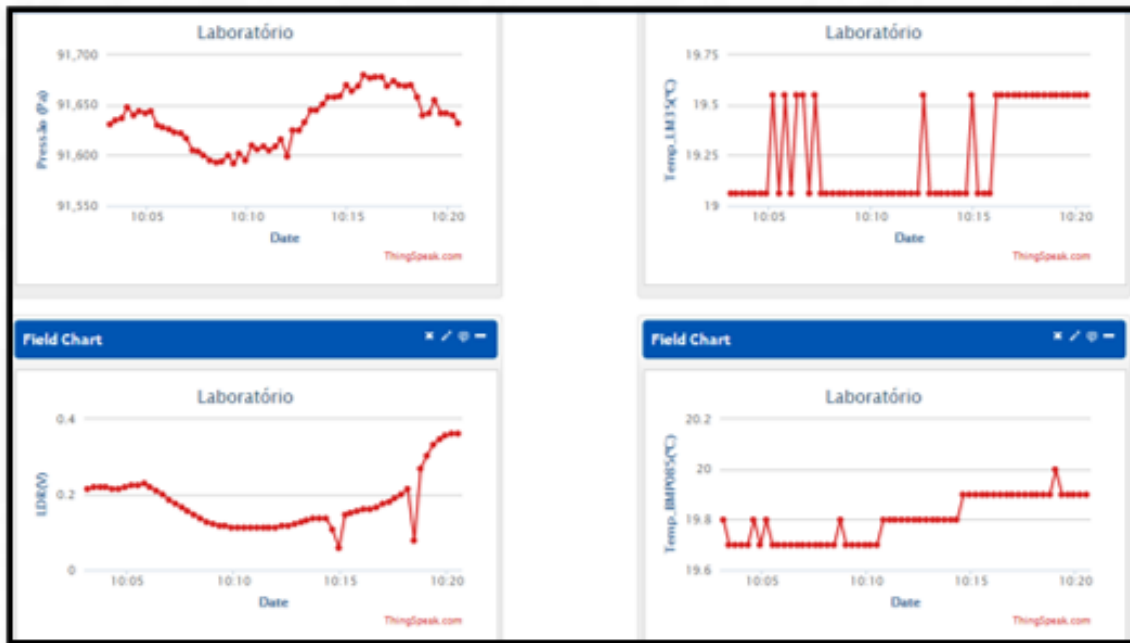
Figura 52: Módulo Wifi ESP8266.



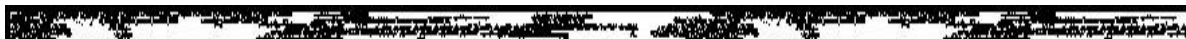
Fonte: www.electrodragon.com

Como resultado do *sketch*, teremos o compartilhamento no canal do ThingSpeak, conforme a figura 53.

Figura 53: Dados em tempo real do canal do ThingSpeak.



Fonte: www.thingspeak.com.



Semana 10

Finalizamos o curso com a semana 10. Sugere-se deixar um espaço para a postagem do *link* e exibição dos vídeos com os projetos desenvolvidos pela turma.

O projeto pode ser apresentado em dupla ou individual, conforme a metodologia escolhida. Reserve o espaço para o aluno compartilhar o *link* do projeto final na plataforma e deixe por um determinado tempo para visitação.

Fim

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.; CORRALLO, M. V. Uma Análise das Influências da cultura maker e TinkerCAD no ensino de física. *In: Seminário de Iniciação Científica do Litoral Norte, 2020, Caraguatatuba, SP. Anais do SICLN IFSP CAR, 2020.* Disponível em: <https://ocs.ifspcaraguatatuba.edu.br/sicln/x-sicln/paper/view/339/108>. Acesso em: 14 mar 2021.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre, RS, Penso Editora, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 13 mar. 2021.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79611-anexo-texto-bncc-aprovado-em-15-12-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 24 out. 2021

FORTUNATO, I.; TARDIN, M. L. P. Um inventário das teses e dissertações sobre cultura maker. **Ciências em Foco**, Campinas, SP, v. 13, p. e020016-e020016, 2020.

LEMKE, Jay L. Letramento metamidiático: transformando significados e mídias. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 49, n. 2, p. 455-479, dez. 2010.

MEIRA, S. L. B.; RIBEIRO, J.L. P. A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmica. **Fablearn Brazil**, Stanford, EUA, v. 1, 2016.

SILVA, W. C. **Aplicando a computação física e o arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: uma proposta de curso a distância com o uso de simulador.** 2018, 94f. TCC - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15756/1/WCS08022019.pdf> Acesso em: 17 nov. 2021.

SCOTT, R. M.; DORTMANS, D.; RATH, C.; BOIN, J.; MEEUSSEN, N. Makerspace in the Primary Grades: Best Fieldtrip Ever. **Teaching & Learning**, United States, v. 12, n. 1, p. 1-14,