

# **Relatório de Estágio Pedagógico**

## **Uma abordagem STEM nos laboratórios de Física do Ensino Secundário** (Versão final após defesa)

**Verónica Pereira Jacob**

Relatório de estágio para obtenção do Grau de Mestre em  
**Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do  
Ensino Básico e no Ensino Secundário**

(2º ciclo de estudos)

Orientadora: Prof. Doutora Elsa Susana dos Reis da Fonseca

**agosto de 2025**



## **Declaração de Integridade**

Eu, Verónica Pereira Jacob, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M12633 de/o Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 8 de agosto de 2025



# Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e colaboração de diversas pessoas, às quais agradeço profundamente:

À Professora Doutora Elsa Fonseca, pela orientação, paciência, disponibilidade e pelos valiosos conhecimentos que me transmitiu ao longo deste percurso.

À comunidade escolar da Escola Secundária Frei Heitor Pinto, pelo acolhimento e carinho desde o primeiro dia.

À minha orientadora cooperante, Professora Sandra Costa, pelo constante apoio, orientação e disponibilidade em todas as fases deste trabalho.

Aos professores do grupo de Física e Química da Escola Secundária Frei Heitor Pinto, em especial à Professora Margarida Inácio, pela sua preciosa ajuda.

À minha colega de estágio e amiga, Carla Gaiolas, pela sua colaboração, amizade e apoio constante.

A todos os alunos da turma AF do 7<sup>o</sup> ano e da turma BF do 10<sup>o</sup> ano, pela sua simpatia, entusiasmo e pela forma como me acolheram em sala de aula.

Aos alunos das turmas TPI8 e TIGR7, pela colaboração e entusiasmo demonstrados durante a realização das atividades laboratoriais e pela contribuição importante para este trabalho.

Aos meus pais e à minha irmã, pelo incentivo e apoio incondicional, que me permitiram seguir em frente e nunca desistir dos meus sonhos.

Ao meu marido, pelo amor, apoio e compreensão.

À minha filha, Margarida, que torna os meus dias maus em bons e dá sentido a tudo o que faço.



## Resumo

Numa sociedade cada vez mais digital, é essencial que o ensino das Ciências acompanhe a evolução tecnológica, de forma a motivar os alunos e promover o seu sucesso em disciplinas desafiantes como a Física e Química A. Esta disciplina, abarca uma componente experimental, que assenta na realização de atividades laboratoriais (A.L.), segundo protocolos padronizados, habitualmente presentes nos manuais didáticos. A utilização do microcontrolador Arduino nas A.L. de Física alia o ensino experimental à tecnologia digital, numa abordagem interdisciplinar, sustentável e lúdica. Surge, assim, uma alternativa STEM (referente às palavras do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ao protocolo de duas A.L. previstas para o 10.º ano: a A.L. 2.1 (pilha) e a A.L. 3.1 (painel solar). Estes protocolos alternativos, foram testados em duas turmas de 10.º ano, de ensino profissional, de uma Escola Secundária da Covilhã. Para avaliar a eficácia da introdução do Arduino, foi aplicado um questionário antes e depois da realização das A.L. nas turmas de intervenção e, ainda, numa turma de controlo de 10.º ano, de Ciências e Tecnologias, que seguiu o protocolo padronizado. Adicionalmente, os 18 alunos das turmas de intervenção, responderam a um questionário de satisfação sobre a utilização da nova metodologia. Os resultados obtidos mostram um aumento na mediana das classificações após a realização das A.L., tendo esse aumento sido superior (na A.L. 2.1,  $p=0,03$ ,  $\alpha=0,05$ , usando o teste de Mann-Whitney) nas turmas de intervenção. Estes dados sugerem que a introdução do Arduino tem um impacto positivo na aprendizagem, motivando alunos com diferentes capacidades e aptidões, enquanto potencia competências noutras áreas, como a eletrónica, programação e matemática. O sucesso desta abordagem evidencia a necessidade de integrar ferramentas e recursos digitais no ensino das Ciências, numa perspetiva STEM e em consonância com as tendências internacionais, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo, motivador e alinhado com os desafios do século XXI.

## Palavras-chave

Educação STEM; Arduino; Atividades Laboratoriais; Física.



# Abstract

In an increasingly digital society, it is essential that science education keeps pace with technological developments in order to motivate students and promote their success in challenging subjects such as Physics and Chemistry A. This subject includes an experimental component based on laboratory activities (L.A.) carried out according to the standard protocols, which are usually found in textbooks. The use of the Arduino microcontroller in Physics L.A. combines experimental teaching with digital technology in an interdisciplinary, sustainable and playful approach. This provides a STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) alternative to the two L.A. planned for the 10th year: L.A. 2.1 (battery) and L.A. 3.1 (solar panel). These alternative protocols were tested in two 10th grade vocational education classes at a secondary school in Covilhã. To assess the effectiveness of introducing Arduino, a questionnaire was administered before and after the practical lessons in the intervention classes and also in a 10th grade control class studying Science and Technology, which followed the standard protocol. In addition, the 18 students in the intervention classes answered a satisfaction questionnaire about the use of the new methodology. The results obtained show an increase in the median grades after the implementation of the L.A., with this increase being higher (in L.A. 2.1,  $p=0.03$ ,  $\alpha=0.05$ , using the Mann-Whitney test) in the intervention classes. These outcomes suggest that the introduction of Arduino has a positive impact on learning, motivating students with different abilities and aptitudes, while enhancing skills in other areas, such as electronics, programming, and mathematics. The success of this approach highlights the need to integrate digital tools and resources into science teaching, from a STEM perspective and in line with international trends, making the teaching-learning process more meaningful, motivating and aligned with the challenges of 21st century.

## Keywords

STEM Education; Arduino; Laboratory Activities; Physics.



# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xvii</b>
<b>Lista de Acrónimos</b> .....	<b>xix</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Enquadramento e realização da Prática de Ensino Supervisionada</b> .....	<b>2</b>
2.1 Contextualização .....	2
2.2 Intervenção .....	4
<b>3. Enquadramento teórico e científico</b> .....	<b>9</b>
3.1 O ensino das Ciências com base numa educação STEM .....	9
3.2 O trabalho laboratorial no ensino das Ciências .....	11
3.3 O recurso a tecnologias digitais no ensino da Física .....	13
3.3.2 Simulador Tinkercad .....	15
3.3.3 O Arduino no ensino da Física .....	15
<b>4. Metodologia da investigação</b> .....	<b>19</b>
4.1 Fases da intervenção .....	19
4.2 Análise das Aprendizagens Essenciais e manuais didáticos .....	19
4.3 Seleção do público-alvo .....	19
4.4 Implementação das atividades laboratoriais .....	19
4.5 Validação pedagógica dos protocolos alternativos .....	22
4.6 Avaliação das atividades com o Arduino .....	24
4.7 Metodologia estatística para o tratamento de resultados .....	24
<b>5. Análise de resultados</b> .....	<b>25</b>
5.1 Aprendizagens Essenciais e manuais didáticos .....	25
5.2 Caracterização das turmas de intervenção e de controlo .....	26
5.2 Implementação das atividades laboratoriais .....	27
5.3 Resultados dos questionários para a A.L. 2.1 .....	30
5.4 Resultados dos questionários para a A.L. 3.1 .....	31
5.5 Resultados dos questionários para avaliação das atividades com Arduino .....	33
<b>6. Discussão de resultados</b> .....	<b>37</b>
<b>7. Conclusões</b> .....	<b>40</b>
<b>8. Referências bibliográficas</b> .....	<b>41</b>

<b>Anexos .....</b>	<b>46</b>
Anexo 1 – Plano de aula Física .....	46
Anexo 2 – Plano de aula Química .....	52
Anexo 3 - Questionário para caracterização da turma de intervenção .....	61
Anexo 4 – Guião alternativo para a A.L. 2.1 .....	62
Anexo 5 – Guião alternativo para a A.L. 3.1 .....	65
Anexo 6 – Questionários para a Atividade Laboratorial 2.1 .....	68
Anexo 7 – Questionários para a Atividade Laboratorial 3.1 .....	75
Anexo 8 – Questionário de avaliação das atividades com o Arduino .....	81
Anexo 9 – Planificações e recursos educativos utilizados nas atividades introdutórias com o Arduino .....	83
Anexo 10 - Planificação e recursos educativos utilizados na sessão 4 .....	113
Anexo 11 - Planificação e recursos educativos utilizados na sessão 5 .....	122
Anexo 12 – Resultados dos questionários para a A.L. 2.1 .....	135
Anexo 13 - Resultados dos questionários para a A.L. 3.1 .....	137
Anexo 14 – Análise estatística das classificações .....	139
Anexo 15 – Certificado de participação na dinamização do Workshop “Introdução ao Arduino no Ensino da Física” .....	140
Anexo 16 – Certificado da Comunicação Científica em forma de poster .....	141
Anexo 17 – Certificado de participação na 3. <sup>a</sup> Edição da Academia Júnior STEAM da UBI .....	142



# Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Apresentação do desafio do Dia da Mole aos alunos do 10.º ano.	6
<b>Figura 2</b> – Atividades não letivas. A – Visita de estudo ao Centro Ciência Viva de Constância e ao Fluviário - Centro Interativo Foz do Zêzere. B – Visita de estudo ao Centro de Ótica nas instalações da Faculdade de Ciências da Saúde, UBI. C – Dia da Criança. O Clube Ciência Viva na Escola “Aprender com STREAM”. D – Póster de divulgação das “Conversas com Ciência”.	8
<b>Figura 3</b> – Relação entre o trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental (adaptado de Leite (2001)).	12
<b>Figura 4</b> – Placa Arduino UNO R3 (retirado de Lima <i>et al.</i> (2021)).	14
<b>Figura 5</b> – Distribuição dos artigos publicados em função da área da Física estudada (retirado de Rocha <i>et al.</i> (2024)).	16
<b>Figura 6</b> – Fotografia da montagem da A.L. 2.1, segundo o protocolo habitualmente presente nos manuais (A) e o protocolo alternativo, com recurso ao microcontrolador Arduino (B).	20
<b>Figura 7</b> – Fotografia da montagem da A.L. 3.1, Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico, segundo o protocolo habitualmente presente nos manuais (A) e o protocolo alternativo com o Arduino (B).	21
<b>Figura 8</b> – Registo fotográfico das sessões introdutórias com o Arduino, nas turmas de TPI8 e TGR7.	28
<b>Figura 9</b> – Registo fotográfico da realização da A.L. 2.1 com base no protocolo alternativo.	29
<b>Figura 10</b> – Registo fotográfico da realização da A.L. 3.1 com base no protocolo alternativo	30
<b>Figura 11</b> – Representação gráfica de caixas e bigodes dos resultados dos testes, relativos à A.L. 2.1, das turmas de intervenção e controlo.	31
<b>Figura 12</b> – Representação gráfica de caixas e bigodes dos resultados dos testes, relativos à A.L. 3.1, das turmas de intervenção e controlo.	32
<b>Figura 13</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 1 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	33

<b>Figura 14</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 2 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	33
<b>Figura 15</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 3 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	34
<b>Figura 16</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 4 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	34
<b>Figura 17</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 5 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	35
<b>Figura 18</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 6 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	35
<b>Figura 19</b> – Representação gráfica das respostas à pergunta 7 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.	36



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Resumo dos trabalhos realizados em Portugal que envolvem a utilização do Arduino no ensino da Física.	17
<b>Tabela 2</b> – Tabela da calendarização das sessões do projeto “Arduino no ensino da Física”.	20
<b>Tabela 3</b> – Datas de realização das A.L. 2.1 e 3.1 e dos respetivos questionários, Pré e Pós-Teste, nas turmas de controlo e intervenção.	22
<b>Tabela 4</b> – Conteúdos abordados no Pré e Pós-Teste da A.L. 2.1.	23
<b>Tabela 5</b> – Conteúdos abordados no Pré e Pós-Teste da A.L. 3.1.	23
<b>Tabela 6</b> – Resumo das A.L. de Física previstas para 10 <sup>o</sup> ano de escolaridade.	25
<b>Tabela 7</b> – Constituição das turmas de intervenção e controlo.	26
<b>Tabela 8</b> – Resultados dos testes aplicados, antes e após a A.L. 2.1 nas turmas de controlo e intervenção.	30
<b>Figura 9</b> – Resultados dos testes aplicados, antes e após a A.L. 3.1 nas turmas de controlo e intervenção.	32



## Lista de Acrónimos

AE	Aprendizagens Essenciais
AEFHP	Agrupamento de Escolas Frei Heitor Pinto
A.L.	Atividade Laboratorial
ASE	Ação Social Escolar
DP	Desvio Padrão
EE	Encarregado de Educação
ECD	Estatuto da Carreira Docente
ENEC	Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania
ESFHP	Escola Secundária Frei Heitor Pinto
CT	Ciências e Tecnologias
ERIC	Educational Resources Information Center
ESERO	<i>European Space Education Resource Office</i>
FQ	Física e Química
FQA	Física e Química A
IAVE	Instituto de Avaliação Educativa
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
PASEO	Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória
PES	Prática de Ensino Supervisionada
PHDA	Perturbação da Hiperatividade e Défice de Atenção
QEM	Questão de Escolha Múltipla
TPI8	Curso profissional de Programador Informático 8
RCAA	Repositório Científico de Acesso Aberto em Portugal
REdAlyc	<i>Red de Revistas Científicas da América Latina y el Caribe, España y Portugal</i>
Scielo	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Mathematics and Arts</i>
TC	Trabalho de Campo
TE	Trabalho Experimental
TIGR7	Curso profissional de Técnico de Informática - Instalação e Gestão de Redes 7
TL	Trabalho Laboratorial
TP	Trabalho Prático
UBI	Universidade da Beira Interior



# 1. Introdução

Num mundo marcado por profundas transformações sociais, científicas e tecnológicas, a educação enfrenta o desafio de formar cidadãos ativos capazes de responder aos problemas do século XXI. Para tal, espera-se que a Escola assuma um papel ativo na promoção de aprendizagens significativas, integrando o domínio dos conhecimentos científicos com o desenvolvimento de competências essenciais como a criatividade, pensamento crítico, comunicação e colaboração (Bonito & Oliveira, 2022; De Loof *et al.*, 2022).

Neste âmbito, o ensino das Ciências, particularmente da Física, assume um papel fundamental, uma vez que permite compreender os fenómenos naturais, enquanto promove o desenvolvimento de competências analíticas e de investigação, essenciais para a resolução de problemas complexos (Senra & Almeida, 2022). Todavia, apesar da sua importância, verifica-se um desinteresse dos jovens pelas áreas científicas, frequentemente atribuído a metodologias tradicionais que dificultam a perceção da relevância prática e social destas disciplinas (Silva *et al.*, 2023).

Atualmente, a educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) destaca-se como uma abordagem inovadora cada vez mais valorizada no contexto educativo. Ao integrar conhecimentos de diferentes áreas, com foco na resolução de problemas reais, a abordagem STEM promove aprendizagens mais significativas, fomenta a interdisciplinaridade e desenvolve competências essenciais. Adicionalmente, aproxima os alunos do mundo real, evidenciando a aplicabilidade dos conhecimentos científicos (Bonito & Oliveira, 2022).

Por outro lado, a familiaridade dos jovens com tecnologias digitais constitui uma oportunidade de inovação. No ensino da Física, a introdução de ferramentas como o Arduino em atividades laboratoriais permite criar ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, interativos e acessíveis, potenciando o envolvimento dos alunos e facilitando a compreensão dos conceitos científicos (Rocha *et al.*, 2024).

É neste enquadramento que se insere o presente relatório, que pretende promover a reflexão sobre a introdução de práticas pedagógicas inovadoras nos laboratórios didáticos de Física, evidenciando o seu potencial, mas também reconhecendo os desafios que a sua implementação pode acarretar para professores e alunos. Paralelamente, procura-se refletir sobre a forma como as políticas educativas podem contribuir para superar as barreiras, eventualmente, existentes. Ao fazê-lo, ambiciona-se contribuir, ainda que de forma modesta, para uma mudança global no paradigma do ensino da Física, ao nível do ensino básico e secundário.

## **2. Enquadramento e realização da Prática de Ensino Supervisionada**

### **2.1 Contextualização**

#### **2.1.1 Caracterização do Agrupamento de Escolas Frei Heitor Pinto**

Fundada a 20 de março de 1934, como Liceu Municipal da Covilhã, a Escola Secundária Frei Heitor Pinto (ESFHP) pertence, desde o final do ano letivo 2013/2014, ao Agrupamento de Escolas Frei Heitor Pinto (AEFHP), constituído pela agregação da Escola Secundária Frei Heitor Pinto com o Agrupamento de Escolas Entre Ribeiras – Paul e Agrupamento de Escolas do Tortosendo.

O Agrupamento de Escolas Frei Heitor possui uma grande oferta educativa, desde o pré-escolar ao ensino secundário, tendo ainda disponíveis cursos profissionais direcionados para as áreas de desporto, estética, informática e farmácia (Projeto educativo 2023/2026, AEFHP). Segundo dados disponibilizados pela Coordenadora do Departamento de Matemática e Ciências Experimentais, na reunião plenária de departamento, que teve lugar a 27 de fevereiro de 2024, no ano letivo 2023/2024, o AEFHP contabilizou com 1516 alunos, entre os quais 842 do sexo masculino e 674 do sexo feminino, 135 alunos com Necessidades de Aprendizagem e Inclusão, 6 alunos com Currículo Específico Individual e 165 alunos estrangeiros, num total de 38 nacionalidades diferentes.

#### **2.1.2 Escola Secundária Frei Heitor Pinto**

A Prática de Ensino Supervisionada (PES) decorreu na Escola Secundária Frei Heitor Pinto (ESFHP), escola sede do AEFHP, que no ano letivo 2023/2024, contou com 12 turmas de ensino secundário regular, frequentadas por 269 alunos, especificamente, 6 turmas do Curso de Ciências e Tecnologias, 3 turmas do Curso de Línguas e Humanidades e 3 turmas do Curso de Ciências Socioeconómicas. A acrescentar a estas, 17 turmas de ensino secundário profissional, nomeadamente, 5 turmas do Curso profissional de Técnico de Desporto, 3 turmas do Curso profissional de Massagem de Estética e Bem-Estar, 3 turmas do Curso profissional de Técnico Auxiliar de Farmácia, 3 turmas do Curso profissional de Programador de Informática e 3 turmas do Curso profissional de Técnico em Gestão de Redes e Sistemas Informáticos, num total de 213 alunos.

Relativamente às instalações físicas, a ESFHP é constituída por quatro grandes edifícios integrados numa envolvente natural, rica em biodiversidade. O edifício principal alberga a entrada da escola, a secretaria, o gabinete da direção e a biblioteca. No segundo edifício, situam-se a sala dos professores, a reprografia/papelaria e diversas salas de aula, que servem tanto o ensino regular como os cursos profissionais. Este edifício dispõe, também, de quatro salas de

Informática e cinco laboratórios científicos, devidamente equipados para as áreas de Física, Química, Biologia e Geologia.

O terceiro edifício, mais direcionado aos alunos do 3.º ciclo, conta também com várias salas de aula e um auditório. Por último, o quarto edifício é destinado ao refeitório e inclui ainda outras dependências que, embora ligadas à área da Educação Física, completam o conjunto funcional da escola.

### **2.1.3 Caracterização das turmas**

#### **2.1.3.1 Caracterização da turma AF do 7.º ano**

A caracterização desta turma foi realizada com base na informação disponível nas fichas individuais dos alunos, disponibilizadas pelo diretor de turma. A turma AF do 7.º ano, do ensino básico, era constituída por 17 alunos (10 rapazes e 7 raparigas) com uma idade média de 12,2 anos, cuja maioria residia na Covilhã, à exceção de quatro alunos que moravam em Orjais, Teixoso e Tortosendo. Nove dos dezassete alunos da turma eram de nacionalidade estrangeira, num total de quatro nacionalidades diferentes, detalhadamente, seis alunos provenientes do Brasil, uma de Angola, uma da Argentina e um da Ucrânia. Dois destes alunos frequentaram a disciplina Português Língua Não Materna, conforme previsto nos artigos 12.º e 11.º das Portarias n.ºs 223-A/2018, de 3 de agosto, na sua atual redação, e 226-A/2018, de 7 de agosto, na sua atual redação, respetivamente.

Quanto aos Encarregados de Educação (EE), elemento fundamental no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, nesta turma, treze alunos tinham a mãe como EE, três tinham o pai e uma aluna tinha a avó como EE. Quanto à formação académica dos mesmos, oito EE tinham como formação o ensino secundário, três uma licenciatura, três um mestrado e dos restantes três EE não havia informação.

Seis dos dezassete alunos da turma estavam abrangidos pelo decreto-lei n.º 54/2018 de 6 de julho. Destes, três dos alunos tinham medidas universais, especificamente, acomodações curriculares. Dos restantes, um dos alunos tinha diagnosticada Perturbação da Hiperatividade e Défice de Atenção (PHDA), um aluno tinha Síndrome Asperger e uma aluna tinha Dislexia de grau moderado e PHDA. A estes alunos foram aplicadas as seguintes medidas de suporte à aprendizagem e inclusão:

- Universais (art.8º) – diferenciação pedagógica, acomodações curriculares e promoção do comportamento pró-social;
- Seletivas (art.9º) – adaptações curriculares não significativas, apoio psicopedagógico, antecipação e reforço das aprendizagens e apoio tutorial.
- Adaptações ao processo de avaliação (art.28º) - tempo suplementar para realização da prova, leitura de enunciados e utilização de sala separada.

Nesta turma, existiam cinco alunos beneficiários do serviço de apoio social escolar e dois alunos com o apoio dos Serviços de Psicologia e Orientação da escola. Quanto a disciplina de Físico-Química, no final do 3º período, verificou-se uma taxa de aproveitamento de 88%, sendo a média geral da turma de 3,3.

### **2.1.3.2 Caracterização da turma BF do 10.º ano**

A turma BF do 10.º ano de escolaridade, do curso de Ciências e Tecnologias (CT), era constituída por 22 alunos (6 rapazes e 16 raparigas), dos quais duas tinham nacionalidade brasileira, sendo a média de idades de 14,5 anos. A maioria dos alunos desta turma apresentava um percurso escolar sem retenções. Apenas uma aluna, com diagnóstico de Dislexia e Disortografia, usufruiu das medidas de suporte à aprendizagem e à inclusão, estipuladas pelo decreto-lei 54/2018 de 6 de julho, nomeadamente, Medidas Universais: a) diferenciação pedagógica; b) acomodações curriculares; d) promoção do comportamento pró-social; e e) intervenção com foco académico ou comportamental em pequenos grupos; Medidas Seletivas: c) apoio psicopedagógico; e d) antecipação e o reforço das aprendizagens. A aluna beneficiou também de adaptações ao processo de avaliação (Artigo 28.º), particularmente das alíneas: e) tempo suplementar para realização da prova; g) leitura de enunciados; e h) utilização de sala separada.

## **2.2 Intervenção**

O estágio pedagógico teve lugar na ESFHP, de setembro de 2023 a junho de 2024, sob orientação da professora cooperante da escola, Sandra Costa, e dos orientadores da Universidade da Beira Interior (UBI), Professor Doutor Luís Amoreira e Professora Doutora Lurdes Ciríaco, da área da Física e da Química, respetivamente. Para além de mim e dos professores anteriormente referidos, ainda fez parte do núcleo de estágio da ESFHP, a professora estagiária Carla Gaiolas.

Para além do leccionamento de aulas, que corresponde à componente letiva do horário docente, foram desenvolvidas outras atividades, no âmbito da componente não letiva, que de acordo com o estabelecido no artigo 82.º do Estatuto da Carreira Docente, “abrange a realização de trabalho individual e a prestação de trabalho na escola”.

### **2.2.1 Prática de Ensino Supervisionada**

A prática docente abarca, entre outras atividades, a planificação de aulas, seleção e preparação de recursos educativos, elaboração de instrumentos para recolha de informação para avaliação, assim como a avaliação formativa e sumativa das aprendizagens. Este trabalho requer que os docentes mobilizem o conhecimento específico da sua disciplina, o conhecimento pedagógico do próprio conteúdo, o conhecimento do currículo e dos documentos orientadores para a prática pedagógica, nomeadamente, o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), as Aprendizagens Essenciais (AE), a Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania (ENEC) e os decretos-lei 54/2018 e 55/2018, de 6 de julho.

Durante este ano assisti às aulas da professora orientadora cooperante da escola, que partilhou comigo, e com a minha colega de estágio, conhecimentos, competências, experiências, estratégias e metodologias de ensino que nos permitiram superar algumas das dificuldades que surgiram ao longo do estágio e incrementar os nossos conhecimentos na componente da Física e da Química.

Enquanto professora estagiária, tive a oportunidade de trabalhar com uma turma de 7.º ano de escolaridade, na disciplina de Físico-Química, e com uma turma de 10.º ano de escolaridade do curso de Ciências e Tecnologias (CT), na disciplina de Física e Química A. Contudo, a grande maioria das aulas lecionadas decorreram na turma do 7.º ano. Todas as aulas foram supervisionadas e avaliadas pela professora cooperante e destas, três aulas da componente de Química e três da componente de Física foram assistidas e avaliadas pelos orientadores científicos, da respetiva área.

### **2.2.1.1 Planificação das Aulas**

A planificação das aulas constitui um procedimento fundamental para a prática docente, pois permite aos professores adaptar o programa da disciplina às especificidades das suas turmas. É nesse processo que se estabelecem os objetivos de aprendizagem, se definem as estratégias para promover essas aprendizagens, se delinham os métodos de avaliação e se identificam formas de superar as eventuais dificuldades dos alunos (Carvajal et al., 2004).

Na elaboração dos planos de aula tive sempre em consideração os documentos orientadores, o nível de ensino, as características da turma, os alunos com medidas de suporte à aprendizagem e inclusão, todas as sugestões dadas pela orientadora cooperante e pelos orientadores científicos da UBI. Sempre que aplicável, as aulas foram iniciadas abordando preconceções sobre a temática a estudar ou fazendo revisões de conteúdos de aulas anteriores. Recorri a exemplos do dia-a-dia, não esquecendo a multiculturalidade das turmas, de modo a aproximar o ensino da Física e da Química à realidade, incrementar a motivação e promover o sucesso escolar. No final de cada aula lecionada, a reflexão pedagógica foi uma prática fundamental, que me permitiu avaliar a eficácia das metodologias e recursos utilizados, identificar o que funcionou bem e quais os aspetos a melhorar ou modificar em aulas seguintes.

Como exemplo, são anexados dois planos de aula e os respetivos recursos educativos utilizados. O plano de aula, que consta no anexo I, enquadra-se no domínio “Espaço”, subdomínio “A Terra, a Lua e as forças gravíticas”, do estudo da Física de 7.º ano de escolaridade. No anexo II encontra-se o plano de aula enquadrado no domínio “Elementos químicos e sua organização”, subdomínio “Tabela Periódica”, do estudo da Química de 10.º ano de escolaridade.

### **2.2.1.2. Avaliação de aprendizagens**

De acordo com o artigo 22 do Decreto-Lei nº 55/2018, de 6 de julho, a avaliação na Educação “é parte integrante do ensino e da aprendizagem, tendo por objetivo central a sua melhoria

baseada num processo contínuo de intervenção pedagógica, em que se explicitam, enquanto referenciais, as aprendizagens, os desempenhos esperados e os procedimentos de avaliação”.

No início do estágio pedagógico a professora cooperante apresentou os critérios de avaliação por domínios (conceptual, processual e comunicacional), estabelecidos pelo grupo de Física e Química, que seriam aplicados nas disciplinas de Físico-Química, do 3.º ciclo, e de Física e Química A, do ensino secundário regular. Assim, no decorrer de cada período letivo, a avaliação formativa (avaliação para as aprendizagens) foi realizada diariamente em sala de aula, integrada nos processos de ensino e aprendizagem, como resultado das interações entre os alunos e entre os alunos e professoras, associada a formas de regulação e autorregulação, através do feedback. A avaliação sumativa (avaliação das aprendizagens) foi resultado da aplicação de diversificados instrumentos, nomeadamente fichas de avaliação sumativa, minifichas de avaliação, relatórios de trabalhos laboratoriais, trabalhos de grupo e, ainda, por uma componente associada à observação da participação em sala de aula e ao desempenho, individual e em grupo, no laboratório.

### 2.2.2 Plano Anual de Atividades

O Plano Anual de Atividades é um documento fundamental no contexto escolar, no qual são estabelecidos, de acordo com o Projeto Educativo da escola ou agrupamento de escolas, os objetivos, as formas de organização e de programação das atividades, e são identificados os recursos necessários à sua execução (art. 9.º, Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de abril). No ano letivo 2023/2024 o núcleo de estágio propôs e desenvolveu algumas atividades inseridas no Plano Anual de Atividades do AEFHP.

#### 2.2.2.1 Dia da mole

Com o objetivo de motivar os alunos para o estudo da Química e aplicar o conceito de quantidade de matéria, massa molar e número de entidades a um caso do dia-a-dia, o núcleo de estágio assinalou o Dia da Mole, que se comemora no dia 23 de outubro, lançando um desafio aos alunos do 10.º ano (Figura 1) e divulgando nas redes sociais do agrupamento um vídeo de comemoração.

**Paracetamol: C<sub>8</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>2</sub>**

**Desafio**

Sabendo que, em idade pediátrica, a dose individual por toma de paracetamol é de 15 mg/kg de 6 em 6 horas, e tendo em consideração os dados contidos na embalagem ao lado. Calcula:

- A massa de paracetamol presente na dose individual aconselhada para uma criança de 3 anos com 12 kg.
- O volume de xarope a retirar da embalagem de ben-u-ron® para administrar à criança.
- A quantidade de matéria de paracetamol presente na dose administrada.
- A ordem de grandeza do número de moléculas de paracetamol presentes nessa mesma dose.

Núcleo de estágio F.Q. - AEFHP

Figura 1 - Apresentação do desafio do Dia da Mole aos alunos do 10.º ano.

#### 2.2.2.2 Visitas de estudo

Para assinalar a Semana da Cultura Científica, o núcleo de estágio organizou, em parceria com as disciplinas de Geografia e Ciências Naturais, uma visita de estudo para os alunos do 7º ano de escolaridade, ao Centro Ciência Viva de Constância e ao Fluvial - Centro Interativo Foz do Zêzere, que se realizou dia 17 de novembro de 2023 (figura 2 A).

Para as turmas de 10º ano, organizou-se uma visita de estudo às instalações do Centro de Ótica na Faculdade de Ciências da Saúde – UBI (figura 2 B), que teve lugar nos dias 21 e 22 de novembro de 2023, com o objetivo de os alunos interpretarem a escala atómica recorrendo a exemplos da microscopia de alta resolução e da nanotecnologia, comparando-as com outras estruturas da natureza.

### **2.2.2.3 Palestras**

No dia 4 de junho de 2024, no auditório da ESFHP, teve lugar a atividade “Conversas com Ciência” (figura 2 D) onde os alunos do 11º e 12º ano, do curso de Ciências e Tecnologias, assistiram às palestras intituladas “O que é a Ciência? E porque estudá-la” e “Poluição do ar”, ministradas, respetivamente, pelos docentes da UBI, doutor Luís Amoreira e doutora Lurdes Ciríaco.

Esta atividade foi organizada por mim e pela minha colega de estágio, e passou por contactar os palestrantes, conjugar a disponibilidade dos mesmos com os horários das turmas alvo, nomeadamente, as turmas AF e BF do 11º ano e a turma BF do 12º ano, convidar os professores das turmas a acompanhar os alunos às palestras, elaborar um poster de divulgação, informar os diretores de turma e reservar o auditório.

### **2.2.2.4 Outras atividades**

No dia 4 de dezembro de 2023, o núcleo de estágio promoveu uma ação dirigida à turma AF do 7.º ano, no âmbito da iniciativa “O Espaço Vai à Escola 2023”, promovida pela ESERO Portugal (*European Space Education Resource Office*). A atividade consistiu na palestra “Com a Verdade me Enganas”, conduzida pelo Professor Ilídio Pinto, do Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço, realizada em formato online, via Zoom.

Para além das atividades já mencionadas, o núcleo de estágio participou ainda na comemoração do Dia da Criança, dinamizada pela Câmara Municipal da Covilhã no âmbito da atividade do Clube Ciência Viva na Escola “Aprender com STREAM” (figura 2 C).



Figura 2 - Atividades não letivas. A – Visita de estudo ao Centro Ciência Viva de Constância e ao Fluviário - Centro Interativo Foz do Zêzere. B – Visita de estudo ao Centro de Ótica nas instalações da Faculdade de Ciências da Saúde, UBI. C – Dia da Criança. O Clube Ciência Viva na Escola “Aprender com STREAM”. D – Póster de divulgação das “Conversas com Ciência”.

Para além das atividades desenvolvidas no âmbito da PES, a estagiária participou na dinamização do workshop intitulado “*Introdução do Arduino no Ensino da Física*”, integrado no XX Encontro de Educação em Ciências e VI *International Seminar on Science Education*. Participou, igualmente, na 3.<sup>a</sup> Edição da Academia Júnior STEAM, promovida pela Universidade da Beira Interior.

Adicionalmente, apresentou um póster científico com o título “*Uma Abordagem STEAM nos Laboratórios de Física do Ensino Secundário*”, no âmbito do X Ciclo de Conferências da Faculdade de Ciências da UBI. Os certificados que atestam estas participações encontram-se reunidos nos Anexos.

## 3. Enquadramento teórico e científico

### 3.1 O ensino das Ciências com base numa educação STEM

Nas últimas décadas, o ensino das Ciências tem passado por transformações significativas, impulsionadas não apenas pela evolução do próprio conceito de Ciência, mas também por fatores sociais, políticos e económicos (Bonito & Oliveira, 2023).

Vivemos hoje num mundo com desafios ambientais, sociais e económicos exigentes que são agravados pelo ritmo acelerado da globalização e do desenvolvimento tecnológico. Neste contexto, é necessário que o ensino acompanhe essa evolução, integrando novas metodologias e recursos digitais, enquanto proporciona a aquisição de competências e atitudes que ajudem os jovens a solucionar os problemas do futuro (Damião, 2019).

Recentemente, o ensino das Ciências tem vindo a adotar abordagens pedagógicas alinhadas com os princípios da educação STEM, promovendo a aprendizagem interdisciplinar e transdisciplinar, com o objetivo de preparar os alunos para enfrentar os desafios de um mundo em constante evolução (Bonito & Oliveira, 2023).

O acrónimo STEM surgiu nos Estados Unidos da América em 1990, com o objetivo de colmatar o desinteresse dos alunos e a grande falta de profissionais nestas áreas científicas, fulcrais ao crescimento económico, tecnológico e científico das sociedades (Hahn, 2022). Mais tarde, em 2006, o acrónimo foi ampliado para STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), passando a incluir as Artes. Esta integração veio reconhecer o papel das Artes e Humanidades no desenvolvimento da criatividade, elemento que, como sublinha Bonito e Oliveira (2023), enriquece e reforça a educação STEM. Desde então, a educação STE(A)M expandiu-se globalmente, sendo integrada em diversos sistemas educativos como estratégia para aproximar o ensino das Ciências ao mundo real, promover a literacia científica e motivar os jovens a seguir profissões nestas áreas que, citando Baptista (2023), são “indicadores de produtividade, competitividade e bem-estar dos países, a nível internacional”.

A abordagem STE(A)M transcende a educação tradicional compartimentada, propondo uma aprendizagem integrada, que favorece a articulação entre diferentes disciplinas na resolução de problemas reais. Atualmente, os benefícios desta abordagem pedagógica são amplamente reconhecidos, não apenas pelo seu contributo para a aquisição de conhecimentos, mas também pelo desenvolvimento de competências essenciais. Correia *et al.* (2024) realçam o seu impacto positivo na promoção de competências sociais e emocionais, na valorização dos conhecimentos prévios dos alunos e na sua participação ativa no processo de aprendizagem. Bonito e Oliveira (2022) destacam ainda o papel desta metodologia na promoção de capacidades transversais, como o pensamento crítico, a criatividade, a comunicação e a colaboração. Segundo Sousa *et al.* (2024), estas competências são cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho, sendo

determinantes para preparar os jovens para os desafios de uma sociedade exigente e em constante transformação.

Ao contrário do modelo tradicional de ensino, a educação STE(A)M promove uma abordagem mais dinâmica, centrada no aluno e na sua participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Em vez de receberem o conhecimento de forma passiva, os alunos são desafiados a explorar, questionar e construir soluções através metodologias ativas como: (i) a aprendizagem baseada na investigação, através da qual os alunos formulam hipóteses e realizam investigações práticas, permitindo a compreensão de conceitos complexos por meio da ação e da experiência (Sousa *et al.*, 2024); (ii) a aprendizagem baseada na resolução de problemas, que acarreta a mobilização de competências e conhecimentos para a resolução de problemas reais (Batista, 2023); e (iii) a aprendizagem baseada em projetos, que envolve o desenvolvimento de projetos complexos para a resolução de um problema ou desafio real (Hahn, 2022). Conforme referido na literatura, as metodologias ativas empregues na abordagem STE(A)M proporcionam a aprendizagem significativa dos conteúdos de cada disciplina, enquanto potenciam uma educação contextualizada e dinâmica, assim como o desenvolvimento de competências e atitudes fundamentais para enfrentar os desafios e oportunidades do futuro.

Efetivamente, tanto a nível nacional como internacional, existem várias referências que reconhecem a importância e eficácia da implementação da abordagem STE(A)M no ensino das Ciências (Baptista, 2025; Bonito & Oliveira, 2023; De Loof *et al.*, 2022; Martins *et al.*, 2023; Sousa *et al.*, 2024). Todavia, a investigação nesta área revela um desequilíbrio geográfico significativo: cerca de 75% dos estudos publicados têm origem nos Estados Unidos da América, o que evidencia uma escassez de dados empíricos e validação científica no contexto europeu (Pokropek, 2023).

Em Portugal, as competências e atitudes desenvolvidas por meio da educação STE(A)M vão ao encontro com os objetivos definidos no Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), documento orientador para o sistema educativo nacional. Por este motivo, esta abordagem tem vindo a ser aplicada em diversos contextos, desde o 1º ciclo ao ensino superior, tanto em sala de aula como nos Clubes de Ciência Viva e outros, como é o caso dos Clubes de Robótica e Programação (Batista, 2025). Contudo, permanece a incerteza quanto à eficácia destas práticas educativas em garantir uma verdadeira interdisciplinaridade entre as Tecnologias, Engenharias e Artes, e os conceitos de Física e Química lecionados no Ensino Básico e Secundário.

Apesar dos reconhecidos benefícios da abordagem STE(A)M, a sua implementação continua a enfrentar diversos obstáculos, entre os quais se destacam a necessidade de formação especializada dos professores, a insuficiência de recursos materiais e infraestruturas adequadas, bem como a resistência à mudança por parte de alguns docentes e a dificuldade em integrar esta abordagem de forma estruturada no currículo (Sousa *et al.*, 2024). A estes desafios junta-se a ausência de uma definição clara e consensual do que constitui a educação STE(A)M, marcada

por ambiguidades no que diz respeito às disciplinas envolvidas e à extensão do conceito, particularmente no que respeita à integração das Artes. Para além disso, subsiste a dificuldade em definir e mensurar os resultados esperados, uma vez que os instrumentos de avaliação convencionais se revelam, muitas vezes, inadequados para aferir a complexidade e transversalidade das competências visadas, sobretudo daquelas que exigem a mobilização do conhecimento para novos contextos (Pokropek, 2023).

A acrescentar a estes desafios, é importante reconhecer que a implementação desta abordagem requer um planeamento e uma integração criteriosa no currículo, para que o seu potencial pedagógico possa ser plenamente concretizado (Sousa *et al.*, 2024). A valorização excessiva das dimensões tecnológicas e experimentais (resolução de problemas práticos) pode conduzir à desvalorização da aprendizagem conceptual no domínio dos conteúdos científicos, nomeadamente em áreas como a Física e a Química. Adicionalmente, a implementação de projetos, ou atividades interdisciplinares, mal estruturadas pode resultar numa abordagem superficial dos conteúdos disciplinares, comprometendo a consolidação de aprendizagens significativas.

### **3.2 O trabalho laboratorial no ensino das Ciências**

A importância do trabalho laboratorial no ensino das Ciências é, amplamente, reconhecida, por cientistas, investigadores, professores e outros profissionais da área da educação, desde a introdução das Ciências nos currículos escolares, no início do século XIX (Bonito & Oliveira, 2023). Contudo, face ao uso recorrente dos termos “trabalho laboratorial” (TL), “trabalho prático” (TP) e “trabalho experimental” (TE) como sinónimos no contexto educativo, revela-se imprescindível clarificar estes conceitos e delimitar as suas especificidades.

O trabalho prático é o conceito mais global que incorpora o TE, TL e o trabalho de campo (TC), conforme esquematizado na Figura 3. De acordo com Hodson, citado por Dourado (2000) o TP inclui todas as atividades onde os alunos se encontram ativamente envolvidos, no domínio psicomotor, cognitivo ou afetivo. O TP abrange as atividades laboratoriais e de campo, mas também a pesquisa de informação, resolução de “problemas de papel e lápis” e a utilização de simuladores.

O trabalho laboratorial é um trabalho prático realizado em laboratórios ou salas de aula, onde esteja assegurada a manipulação de material de laboratório em segurança. O trabalho de campo ocorre ao ar livre, onde os acontecimentos a estudar ocorrem de forma natural. Por fim, o trabalho experimental, inclui todas as atividades práticas que envolvam a manipulação e controlo de variáveis (Leite, 2001; Dourado, 2001).

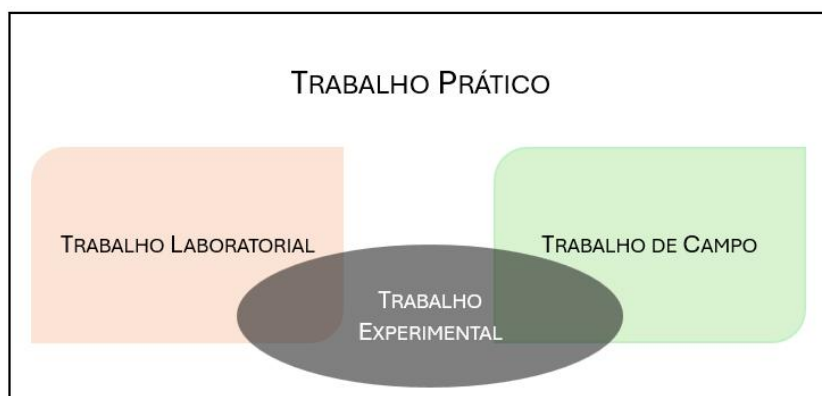


Figura 3 - Relação entre o trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental (adaptado de Leite (2001)).

### 3.2.1 As atividades laboratoriais no ensino da Física

Os trabalhos laboratoriais ou atividades laboratoriais (A.L.) desempenham um papel crucial no ensino e aprendizagem das Ciências. Trata-se de um importante recurso didático para a aquisição e compreensão mais profunda de conhecimentos teóricos, competências e técnicas laboratoriais, desenvolvimento de pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas, trabalho em grupo e familiarização com o método científico. Aliado a isto, verifica-se um acréscimo da curiosidade, motivação e do empenho do aluno para a aprendizagem, tal como o desenvolvimento de competências aplicáveis a outros contextos (Leite, 2000; Leite & Dourado, 2013). Especificamente, no ensino da Física, as A.L. proporcionam a articulação entre o conhecimento e o saber fazer, melhoram a compreensão dos conteúdos estudados e, ajudam os alunos, a relacioná-los com as “manifestações da Física” no dia-a-dia (Senra & Almeida, 2022). As Aprendizagens Essenciais das disciplinas de Físico-Química e Física e Química A referem, claramente, a importância da componente prática laboratorial e experimental na literacia científica dos alunos. No caso da disciplina bienal de FQA é referido que:

A conceção das AE pressupõe que a literacia científica do aluno, à saída da escolaridade obrigatória, deve ser baseada na articulação entre o conhecimento e o saber fazer associado à capacidade de pensar de forma crítica e criativa. Assim, a experimentação assume um papel preponderante na operacionalização dos conhecimentos, capacidades e atitudes, contribuindo não só para desenvolver nos alunos a competências de resolver problemas, mas também para estimular a sua autonomia e desenvolvimento pessoal e as relações interpessoais (DGE, 2018a, 2018b).

A relevância das A.L. no ensino das Ciências é inegável, o que se reflete na atual legislação em vigor. De acordo com o estabelecido no ponto 5 do art.º 7.º da Portaria n.º 243/2012, de 10 de agosto, “são obrigatórios momentos formais de avaliação da dimensão prática ou experimental integrados no processo de ensino”. Especificamente na disciplina de FQA a alínea c) do mesmo artigo estabelece que “a componente prática-laboratorial tem um peso mínimo de 30% no cálculo da classificação a atribuir em cada momento formal de avaliação”. A acrescentar a isto,

segundo o estabelecido pelo IAVE (Instituto de Avaliação Educativa), a dimensão prático-experimental também é alvo de avaliação nos exames nacionais de FQA.

### **3.3 O recurso a tecnologias digitais no ensino da Física**

A integração de tecnologias digitais no contexto educativo é, atualmente, uma realidade incontornável, cuja importância tem vindo a crescer de forma significativa. Tal como referem Silva *et al.* (2021), estamos a educar uma geração de nativos digitais, o que exige da escola e dos professores uma adaptação e atualização face às novas tecnologias, de modo a tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo, motivador e alinhado com os desafios do século XXI.

Segundo Saraiva (2023), as ferramentas e recursos digitais oferecem inúmeros benefícios para a educação STEM, pois possuem um grande potencial para apoiar atividades de aprendizagem autorregulada, permitindo que o aluno se torne o protagonista no processo de construção do seu próprio conhecimento, enquanto potenciam a interdisciplinaridade e a inovação. A referida autora refere exemplos de tecnologias que podem potenciar a educação STEM, que incluem: simuladores, que permitem visualizar fenómenos que, pela sua complexidade ou duração, seriam impossíveis de reproduzir numa sala de aula; laboratórios virtuais, através dos quais é possível experimentar, sem os riscos associados a um laboratório físico, podendo também ser utilizados para preparação de atividades práticas em contexto real; aplicações educativas, acessíveis em dispositivos móveis, que podem ser utilizadas dentro e fora da sala de aula, funcionando como verdadeiros “laboratórios portáteis”; jogos digitais, enquanto estratégia de gamificação, que parecem contribuir significativamente para a motivação dos alunos e para o seu envolvimento ativo no processo de aprendizagem; e a realidade virtual, que possibilita manusear objetos normalmente invisíveis, executar tarefas não seguras na vida real e ainda realizar viagens virtuais a locais distantes (Saraiva, 2023).

No que respeita ao ensino da Física, para além dos recursos já mencionados, a plataforma Arduino tem vindo a ganhar popularidade como ferramenta de ensino, em escolas e universidades, destacando-se pela sua versatilidade e acessibilidade, possibilitando que os alunos explorem conceitos físicos através de atividades interativas e inovadoras. A sua implementação em experiências didáticas de Física permite articular os conceitos teóricos com a montagem de circuitos, programação, bem como a recolha e análise de dados, enquanto estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração entre alunos (Organtini, 2018; Rocha *et al.*, 2024; Zadorozhnyi, 2023), em conformidade com os princípios da educação STEM (Silva *et al.*, 2021).

#### **3.3.1 A plataforma Arduino**

A plataforma Arduino foi, originalmente, desenvolvida por um grupo de investigadores italianos, em 2005, com objetivo de permitir a criação de projetos eletrónicos de baixo custo para todo o tipo de utilizadores, desde amadores e estudantes a profissionais e/ou aficionados pela robótica

(Lima *et al.*, 2020). Graças ao seu baixo custo e à fácil acessibilidade (*open-source*), a plataforma Arduino expandiu-se, rapidamente, a nível global, passando a ser utilizada numa grande variedade de projetos, desde projetos de prototipagem simples a aplicações da IOT (do inglês, *Internet of Things*) (Organtini, 2018), sendo atualmente, também, utilizado em experiências didáticas no âmbito da Física (Lima *et al.*, 2020; Rocha *et al.*, 2024; Uzal, 2022).

Esta ferramenta é constituída por dois componentes principais, nomeadamente, a placa (*hardware*) e o Arduino IDE (*software*). A placa de Arduino contém um microcontrolador AVR desenvolvido pela Atmel, facilmente programável, para controlar operações específicas como receber informações de sensores e interagir com outros componentes eletrónicos através das portas de entrada e saída analógicas e/ou digitais. O Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Arduino ou Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) é o software através do qual é possível programar o microcontrolador. A linguagem de programação do Arduino é baseada em *Wiring*, que se assemelha à linguagem C++ (Lima *et al.*, 2020; Rocha *et al.*, 2024).

Atualmente, existem no mercado vários modelos da placa Arduino, sendo o Arduino UNO R3 (Figura 4) o modelo mais atual e popular, por ser muito versátil e de fácil utilização. Este modelo incorpora um microcontrolador ATmega328, dispõe de catorze portas digitais e seis portas analógicas e opera a uma tensão entre 3,3 V e 5 V. A alimentação pode ser fornecida através de ligação USB a um computador ou por uma fonte externa (pilhas), sendo recomendada uma tensão de entrada entre 7 V e 12 V.

Ao Arduino podem ser acoplados diversos componentes eletrónicos de baixo custo, como sensores, módulos e atuadores, que possibilitam a concretização de uma diversidade de experiências didáticas. Estes elementos expandem significativamente as funcionalidades da plataforma, conferindo-lhe uma elevada versatilidade e tornando-a uma ferramenta valiosa tanto para o desenvolvimento tecnológico como para a prática educativa (Lima *et al.*, 2021).



Figura 4 - Placa Arduino UNO R3 (retirado de Lima *et al.* (2021)).

### **3.3.2 Simulador Tinkercad**

O Tinkercad é uma plataforma gratuita de simulação e modelação 3D, desenvolvida pela Autodesk, que permite tanto a criação de projetos tridimensionais como a montagem e programação de circuitos elétricos e eletrônicos, recorrendo a microcontroladores como o Arduino e o Micro:bit (Wiest *et al.*, 2024). A sua interface intuitiva e acessível facilita a utilização por pessoas de diferentes idades e níveis de experiência, sendo aplicada em contextos educativos para a introdução de conceitos de eletrónica, programação, robótica e design. Estas características fazem deste simulador uma ferramenta, particularmente valiosa, no apoio ao ensino em áreas como a Física, Eletrónica e Programação (Santos, 2023).

No âmbito do ensino da Física, a utilização do Tinkercad oferece múltiplas vantagens para a aprendizagem. Para além de reduzir a necessidade de materiais físicos e minimizar a danificação de equipamentos nos primeiros contactos, o simulador proporciona um ambiente seguro e interativo para a experimentação (Abhuri *et al.*, 2021). Neste ambiente virtual, os alunos podem formular e testar hipóteses, medir grandezas físicas, modificar variáveis e componentes, com resultados muito próximos da realidade (Santos, 2023). Por estes motivos, o Tinkercad pode ser utilizado, eficazmente, em modalidades de ensino à distância ou como preparação prévia para aulas laboratoriais presenciais, fornecendo aos alunos um primeiro contacto prático com os circuitos (Abhuri *et al.*, 2021; Halim *et al.*, 2023).

Relativamente à simulação de circuitos com recurso ao Arduino, o Tinkercad disponibiliza um ambiente de desenvolvimento muito próximo do original, incluindo uma representação visual detalhada da placa do Arduino Uno R3, que permite a seleção de pinos, a ligação de componentes e a simulação do seu funcionamento em tempo real. Ao nível da programação, este simulador disponibiliza duas formas de programar o Arduino, nomeadamente, a programação em blocos e a baseada na linguagem C++ (Abhuri *et al.*, 2021).

### **3.3.3 O Arduino no ensino da Física**

No atual contexto educativo, pautado pela valorização de metodologias de aprendizagem ativas e pelo desenvolvimento de competências práticas, o Arduino tem-se afirmado, a nível internacional, como uma ferramenta didática de imenso potencial, sendo amplamente explorado em diversos níveis de ensino, desde o básico até ao superior. A sua integração no ensino da Física possibilita a criação de atividades práticas que promovem o desenvolvimento do pensamento computacional, da autonomia, capacidade de resolução de problemas e do espírito crítico. Ao mesmo tempo, estas experiências permitem consolidar de forma prática e significativa diversos conceitos fundamentais da Física, tornando a aprendizagem mais contextualizada e próxima da realidade dos alunos (Silva *et al.*, 2021; Rocha *et al.*, 2024).

No Brasil, a aplicação do Arduino no ensino da Física tem vindo a ganhar destaque, como recurso digital de apoio nas aulas práticas da disciplina. A sua relevância, no contexto educativo deste país, é sustentada por uma vasta literatura. Rocha *et al.* (2024) apresentam uma revisão

sistemática de 2018 a 2023, na qual identificaram 89 artigos. Destes, 28 artigos foram analisados mais profundamente, tendo-se verificado que a maioria (79%) incidia sobre a utilização do microcontrolador na área da Física Clássica, com especial foco na mecânica e nos fenómenos ondulatórios, direcionados para o ensino médio (equivalente ao ensino secundário em Portugal). A Figura 5 mostra o gráfico elaborado pelos autores, que representa a distribuição dos artigos científicos publicados em função da área da Física.

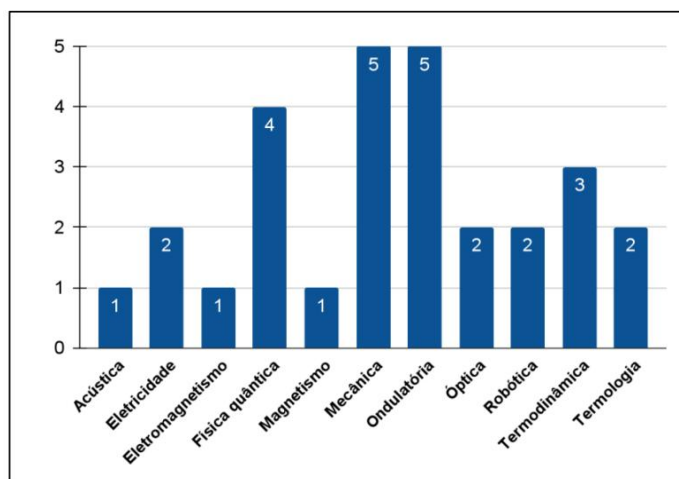


Figura 5 - Distribuição dos artigos publicados em função da área da Física estudada (retirado de Rocha *et al.* (2024)).

Na Europa, vários estudos realizados em países como Espanha (Marín-Marín *et al.*, 2020), Itália (Organtini, 2018), Ucrânia (Zadorozhnyi, 2023) e Turquia (Uzal, 2022) reforçam o potencial pedagógico do Arduino destacando a sua capacidade de promover aprendizagens significativas e o envolvimento dos alunos em atividades práticas.

Apesar do crescente interesse pelo tema no estrangeiro, em Portugal a literatura científica ainda é bastante escassa. De modo a identificar os estudos realizados sobre a implementação do Arduino em atividades práticas laboratoriais de Física, em Portugal, realizou-se uma pesquisa no Google Académico, no RCAA (Repositório Científico de Acesso Aberto em Portugal) e nas bases de dados de revistas nacionais e estrangeiras, especificamente, Scielo (Scientific Electronic Library Online), ERIC (Educational Resources Information Center), REdAlyc (Red de Revistas Científicas da América Latina y el Caribe, España y Portugal), tendo-se utilizado as seguintes palavras-chave: Arduino, microcontrolador, ensino e ensino da Física. Como resultado, foram encontradas apenas quatro publicações, que se encontram sistematizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo dos trabalhos realizados em Portugal que envolvem a utilização do Arduino no ensino da Física

<b>Autor(es) e Ano</b>	<b>Tipo de estudo</b>	<b>Título</b>
Cardoso, 2020	Dissertação de Mestrado	Educação STEM na aprendizagem da eletricidade Um trabalho com alunos do 9.º ano
Hahn <i>et al.</i> , 2021	Artigo científico	<i>Adapting a Solar Photovoltaic Panel Experiment for Blind Students</i>
Hahn <i>et al.</i> , 2023	Artigo científico	<i>Connecting Arduino and Processing for an RGB LED exploration: a new approach for technology-enhanced learning</i>
Faria, 2024	Dissertação de Mestrado	Modelo de uma pilha utilizando Arduino - Implementação com alunos do 10.º ano do Ensino Secundário

Relativamente aos artigos científicos, Hahn *et al.* (2021) e Hahn *et al.* (2023) recorrem à utilização do Arduino na execução de experiências no âmbito da Termodinâmica e da Ótica, respetivamente. Em ambas as publicações, é enfatizada a importância da implementação de novas tecnologias no ensino das Ciências, destacando o Arduino como uma tecnologia acessível, flexível e eficaz para desenvolver atividades práticas. Todavia, em nenhum dos artigos é feita referência à aplicação em contexto de sala de aula, focando-se os estudos essencialmente na descrição técnica das experiências realizadas, sem explorar o impacto pedagógico na aprendizagem dos alunos ou a integração das atividades em práticas curriculares concretas.

Cardoso (2020) desenvolveu um trabalho, com alunos do 9.º ano de escolaridade, com objetivo de promover a aprendizagem de conceitos de eletricidade, no âmbito de uma abordagem interdisciplinar STEM. Este trabalho envolveu a realização de um conjunto de tarefas, que culminaram no “Projeto Missão Mars 2020, da NASA”, centrado na construção de um robot, com recurso ao Arduino e programação. Através da observação direta e da aplicação de questionários a autora verificou uma evolução das conceções iniciais dos alunos, relativamente aos conceitos de circuitos elétricos e corrente elétrica, o que se traduziu numa reestruturação cognitiva positiva e numa compreensão mais sólida desses conteúdos físicos.

Por fim, na sua dissertação Faria (2024) apresenta um modelo de uma pilha desenvolvido com recurso ao Arduino e a sua aplicação no contexto do 10.º ano de escolaridade. No entanto, devido ao acesso restrito ao trabalho, não foi possível proceder à sua análise detalhada.

Com a realização desta análise, e tendo por referência os avanços registados noutros países, pode concluir-se que, em Portugal, ainda existe um caminho significativo a percorrer no que diz respeito à integração do Arduino no ensino da Física.

Os trabalhos que têm sido realizados a nível internacional mostram que a inovação educativa com recurso ao Arduino é viável e representa uma mais-valia para a qualidade do ensino e

aprendizagem das Ciências. Neste sentido, é premente ultrapassar o atraso face a outros países e modernizar o ensino da Física, apostando neste tipo de práticas pedagógicas. Para isso é fundamental investir na formação dos docentes e na criação de uma cultura escolar que valorize as práticas experimentais e a interdisciplinaridade.

## **4. Metodologia da investigação**

### **4.1 Fases da intervenção**

O presente estudo investigativo foi estruturado em seis fases distintas. Primeiramente, procedeu-se à análise das Aprendizagens Essenciais e dos manuais didáticos adotados no ensino da Física e Química A, do 10.º ano de escolaridade. Na segunda fase, foi feita a seleção do público-alvo do estudo. A terceira fase consistiu na implementação de duas A.L., com recurso ao microcontrolador Arduino. A quarta fase envolveu a aplicação de questionários de avaliação de conhecimentos antes (pré-teste) e após (pós-teste) a realização das A.L. Na quinta fase, os alunos do grupo de intervenção responderam a um questionário de satisfação sobre a utilização do Arduino. Por fim, a sexta fase consistiu no tratamento dos resultados dos testes, recorrendo a métodos estatísticos apropriados.

### **4.2 Análise das Aprendizagens Essenciais e manuais didáticos**

No início da investigação, foi realizada uma análise das AE do 10.º ano de escolaridade, da disciplina de FQA (DGE, 2018a), com o objetivo de identificar as orientações curriculares relativas à componente experimental no domínio da Física. Em paralelo, foram analisados alguns manuais didáticos da disciplina, com foco nas atividades laboratoriais propostas, especificamente nos procedimentos experimentais e materiais utilizados.

### **4.3 Seleção do público-alvo**

O estudo foi inicialmente delineado para ser implementado numa turma de ensino regular. Contudo, as restrições de tempo e a exigência de cumprimento do programa impediram essa possibilidade. Perante estas limitações, as atividades foram integradas nas aulas de Física e Química, de 10º ano de escolaridade, do Curso profissional de Programador Informático 8 (TPI8) e do Curso profissional de Técnico de Informática - Instalação e Gestão de Redes 7 (TIGR7), como projeto integrado no Clube de Ciência Viva do 2.º e 3º ciclos e secundário do AEFHP, intitulado “Arduino no ensino da Física”.

Para caracterização das turmas de intervenção foi aplicado um questionário, que consta do anexo 3.

### **4.4 Implementação das atividades laboratoriais**

Na sequência de uma reunião com a professora regente da disciplina de Física e Química, dos cursos TPI8 e TIGR7, onde foi feita a análise das AE dos módulos de Física destes cursos profissionais, ficou acordada a realização das A.L. 2.1 e A.L. 3.1, com recurso à utilização do microcontrolador Arduino. Ficou também estabelecida a participação do professor da área de Informática, de ambas as turmas, também responsável pelo clube de robótica da ESFHP, no projeto.

A calendarização das sessões, definida em articulação com os docentes das áreas de Física e Química e de Informática, encontra-se na Tabela 2.

Todas as sessões foram previamente planificadas, tendo os procedimentos, montagens e códigos Arduino utilizados sido desenvolvidos em colaboração com a minha orientadora, a Professora Doutora Elsa Fonseca.

Tabela 2 - Tabela da calendarização das sessões do projeto “Arduino no ensino da Física”.

Sessão	Data	Sumário
1	12/04/2024	Introdução ao Arduino: funcionamento da placa, pinos digitais, pinos analógicos e programação básica em arduino. Atividade experimental introdutória no simulador Tinkercad e com o Arduino: “Ligar um LED e colocá-lo a piscar”.
2	19/04/2024	Atividades experimentais introdutórias com Arduino: “Ativar um LED com um botão de pressão” e “Regular a intensidade da luz de um LED com um potenciómetro”.
3	26/04/2024	Atividades experimentais introdutórias com Arduino: “Regular a intensidade da luz emitida por um LED com um potenciómetro” (conclusão) e “LED e fotocélula LDR – Sensor de luminosidade”.
4	10/05/2024	Realização da A.L. 2.1 “Características de uma pilha” segundo um protocolo experimental alternativo.
5	24/05/2024	Realização da A.L. 3.1 “Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico” segundo um protocolo experimental alternativo.

#### 4.4.1 Protocolo alternativo para a realização da A.L. 2.1

A proposta de um protocolo alternativo para o estudo das “Características de uma pilha”, baseia-se na substituição do material de laboratório, habitualmente, utilizado por uma montagem que contém o Arduino e outros componentes eletrónicos, tal como é ilustrado na Figura 6.

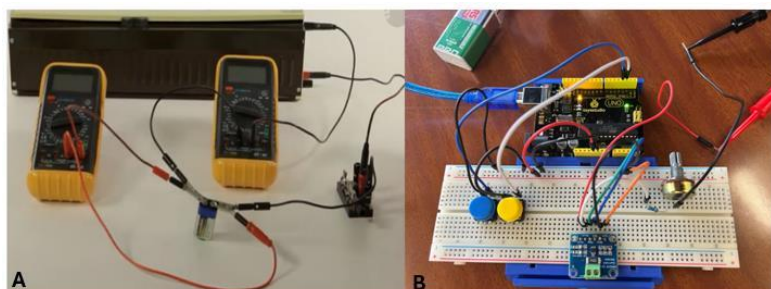


Figura 6 - Fotografia da montagem da A.L. 2.1, segundo o protocolo habitualmente presente nos manuais (A) e o protocolo alternativo, com recurso ao microcontrolador Arduino (B).

A montagem experimental alternativa é constituída por componentes de pequenas dimensões, tais como os botões de pressão, a resistência, o potenciómetro (substitui o reóstato) e o sensor de tensão e corrente (módulo INA219), que permite a medição simultânea da corrente elétrica ( $I$ ) e da tensão ( $U$ ). Além disso, também contém uma pilha de 9 V, uma placa de ensaio e cabos *Jumper* que ligam o circuito ao Arduino UnoR3 que, por sua vez, comunica com o computador através de um cabo USB.

Após a montagem do circuito, abre-se o código Arduino ou *sketch* no *Arduino IDE* e, através do software *CoolTerm*, é possível guardar os valores de tensão e corrente lidos pelo sensor, num ficheiro de texto. Posteriormente, este ficheiro pode ser carregado no Microsoft Excel para ser traçar o gráfico  $U(I)$ , ou seja, a curva característica da pilha.

O guião alternativo para a realização a A.L. 2.1, com recurso ao Arduino, encontra-se no anexo 4.

#### 4.4.2 Protocolo alternativo para a realização da A.L. 3.1

À semelhança do que foi referido no ponto anterior, também no protocolo alternativo da A.L. 3.1, o material, normalmente, utilizado nesta atividade é substituído por uma montagem que inclui o Arduino e outros componentes eletrónicos, tal como ilustrado na Figura 7.

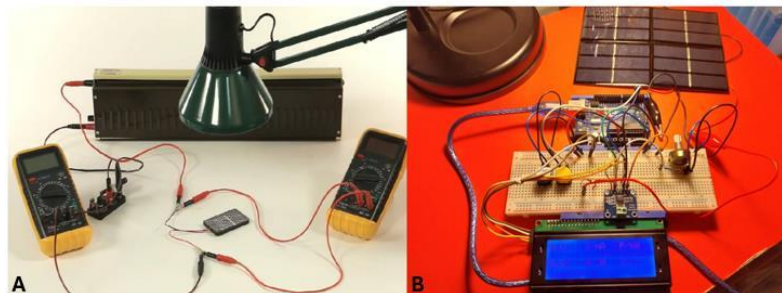


Figura 7 - Fotografia da montagem da A.L. 3.1, Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico, segundo o protocolo habitualmente presente nos manuais (A) e o protocolo alternativo com o Arduino (B).

A montagem empregue nesta atividade é muito semelhante à utilizada na A.L. 2.1, variando, essencialmente, o gerador cujas características se pretende estudar, e que neste caso é o painel fotovoltaico. Além disso, esta montagem inclui um *display* LCD que permite visualizar os valores lidos pelo sensor.

O *sketch* desta atividade possui algumas diferenças, relativamente, ao da A.L. 2.1, em virtude da introdução do LCD e do cálculo do valor de potência ( $P$ ), necessário para traçar as curvas características do painel. Tal como referido para a A.L. 2.1, o *Arduino IDE* permite a recolha automática de dados e o software *CoolTerm* permite gravar os valores de tensão, corrente e potência num ficheiro de texto, para posterior tratamento de dados.

O guião alternativo para a realização da A.L. 3.1 encontra-se no anexo 5.

## 4.5 Validação pedagógica dos protocolos alternativos

Com o objetivo de validar a introdução do Arduino nos protocolos das atividades laboratoriais A.L. 2.1 e A.L. 3.1, foram aplicados questionários de avaliação de conhecimentos antes (pré-teste) e após (pós-teste) a realização das atividades, nas turmas de intervenção e a uma turma de controlo, do 10.º ano do curso de Ciências e Tecnologias, que seguiu os protocolos laboratoriais padronizados do manual didático.

Os questionários foram elaborados pela autora e, posteriormente, revistos pela orientadora cooperante e pela orientadora científica. Antes da aplicação do primeiro pré-teste, os alunos foram informados sobre os objetivos do estudo e sobre o facto de os questionários não influenciarem a sua avaliação, quer formativa, quer sumativa. Ainda assim, foi-lhes solicitado que respondessem com rigor e seriedade, de modo a assegurar a fiabilidade dos dados obtidos.

A aplicação do pré-teste teve lugar na aula anterior à realização de cada atividade laboratorial, com o intuito de aferir os conhecimentos prévios dos alunos. Já o pós-teste, que continha as mesmas questões do pré-teste, foi aplicado na aula seguinte à análise e discussão dos resultados da atividade.

O objetivo deste questionário foi comparar os conhecimentos adquiridos através da A.L. executada com o protocolo padronizado (turmas de controlo), e o com protocolo alternativo, com recurso à utilização do Arduino (turmas de intervenção). As datas da aplicação dos questionários e da concretização das A.L. encontram-se discriminadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Datas de realização das A.L. 2.1 e 3.1 e dos respetivos questionários, Pré e Pós-Teste, nas turmas de controlo e intervenção.

	Atividade Laboratorial 2.1			Atividade Laboratorial 3.1		
	Pré-Teste	A.L. 2.1	Pós-Teste	Pré-Teste	A.L. 3.1	Pós-Teste
Turma de controlo	8/4/2024	9/4/2024	15/4/2024	6/5/2024	7/5/2024	13/5/2024
Turmas de intervenção	8/5/2024	10/5/2025	15/5/2024	22/5/2024	26/5/2024	29/5/2024

### 4.5.1 Atividade Laboratorial 2.1 – Características de uma pilha

Para a A.L. 2.1, foram aplicados dois instrumentos de avaliação: o pré-teste e o pós-teste, designados respetivamente como “Pré-Teste: A.L. 2.1 – Características de uma pilha” e “Teste: A.L. 2.1 – Características de uma pilha”, cujas versões completas se encontram no Anexo 6.

Ambos os testes são compostos por uma questão de correspondência e nove questões de escolha múltipla, estando duas delas classificadas como QEM2 (questões com duas opções corretas). A estrutura, conteúdos avaliados, tipo de questão e cotação atribuída estão resumidos na Tabela 4.

Tabela 4 - Conteúdos abordados no Pré e Pós-Teste da A.L. 2.1.

Questão	Conteúdo	Tipo de questão	Cotação
1	Diferença de potencial elétrico	QEM	10
2	Corrente elétrica	QEM	10
3	Grandezas físicas características de uma pilha	QEM2	10
4	Aparelhos de medição de grandezas elétricas	Correspondência	10
5	Ligação do amperímetro e voltímetro num circuito elétrico	QEM2	10
6	Esquema circuito elétrico da A.L. 2.1	QEM	10
7	Função da resistência elétrica de valor variável (reóstato) no circuito estudado	QEM	10
8	Curva característica da pilha	QEM	10
9	Curva característica da pilha	QEM	10
10	Grandezas físicas características de uma pilha	QEM	10

QEM- Questão de escolha múltipla, com uma opção correta.

QEM2- Questão de escolha múltipla, com duas opções corretas.

#### 4.5.2 Atividade laboratorial 3.1 – Radiação e potência de um painel fotovoltaico

Relativamente à A.L. 3.1, foram igualmente aplicados dois instrumentos de avaliação: o Pré-Teste e o Pós-Teste, denominados respetivamente “Pré-Teste: A.L. 3.1 – Radiação e potência de um painel fotovoltaico” e “Teste: A.L. 3.1 – Radiação e potência de um painel fotovoltaico”. Ambos os questionários, disponíveis no Anexo 7, são compostos por oito questões de escolha múltipla.

A Tabela 5 apresenta o conteúdo, tipo de questão e cotação atribuída a cada item dos testes aplicados.

Tabela 5 - Conteúdos abordados no Pré e Pós-Teste da A.L. 3.1.

Questão	Conteúdo	Tipo de questão	Cotação
1	Funcionamento do painel fotovoltaico	QEM	20
2	Irradiância	QEM	10
3	Potência elétrica	QEM	10
4	Esquema circuito elétrico da A.L. 3.1	QEM	10
5	Influência da irradiância sobre a potência disponibilizada pelo painel	QEM	10
6	Curvas características do painel	QEM	20
7	Potência útil máxima do painel	QEM	10
8	Efeito da interposição de filtros entre a fonte luminosa e o painel	QEM	10

QEM- Questão de escolha múltipla, com uma opção correta.

## **4.6 Avaliação das atividades com o Arduino**

No final do projeto, foi aplicado um questionário de satisfação aos alunos das turmas de intervenção, com o objetivo de avaliar a percepção dos mesmos relativamente à implementação da nova metodologia de ensino, baseada na utilização do microcontrolador Arduino. Este instrumento de recolha de dados encontra-se incluído no Anexo 8.

O questionário é composto por oito questões, das quais as primeiras seis seguem uma escala de tipo *Likert*, com cinco opções de resposta. Estas questões têm como objetivo aferir o impacto da utilização do Arduino no interesse e motivação dos alunos nas aulas de Física; a percepção sobre as dificuldades sentidas durante a realização das atividades; e o desenvolvimento de interesse por áreas STEM, como a Ciência, Matemática, Engenharia, Programação e Eletrónica.

As duas últimas questões, de resposta aberta, foram incluídas com o objetivo de recolher as percepções dos alunos relativamente às atividades com Arduino. A primeira procura identificar os aspetos mais valorizados pelos alunos, enquanto a segunda se destina a recolher as principais dificuldades ou limitações sentidas ao longo do projeto.

## **4.7 Metodologia estatística para o tratamento de resultados**

Para avaliar a eficácia das A.L. realizadas de acordo com o protocolo alternativo, com recurso ao Arduino, foi feita a análise estatística dos resultados obtidos nos pré e pós-testes, aplicados às turmas de controlo e de intervenção.

Inicialmente foram calculadas as médias dos resultados dos testes realizados pelas turmas, para cada uma das A.L., de forma a averiguar a evolução do desempenho dos alunos. De seguida, calcularam-se as diferenças de classificação entre os pós e pré-testes, para possibilitar a comparação estatística, entre as turmas de intervenção e a turma de controlo. Para viabilizar esta comparação, começou por se testar a normalidade da distribuição dos dados, tendo-se selecionado o teste de *Shapiro-Wilk*, uma vez que as amostras são pequenas.

Os testes estatísticos escolhidos posteriormente foram escolhidos de acordo com os resultados desta análise.

## 5. Análise de resultados

### 5.1 Aprendizagens Essenciais e manuais didáticos

O ponto de partida deste trabalho foi a análise das Aprendizagens Essenciais da disciplina de FQA para o 10.º ano de escolaridade. Neste documento identificam-se seis referências explícitas à realização de atividades experimentais no âmbito da Física. Todavia, as AE não especificam metodologias nem indicam protocolos experimentais a seguir, o que sugere que o professor terá margem de autonomia na conceção e implementação das atividades.

Complementarmente, foram analisados três dos principais manuais didáticos atualmente adotados no ensino secundário, nomeadamente:

- *Física em Ação – Física e Química A – 10.º Ano* (Maciel *et al.*, 2024, Porto Editora),
- *10 F – Física e Química A – 10.º Ano* (Paiva *et al.*, 2021, Texto Editores, Grupo Leya),
- *Rumo à Física 10 – 10.º Ano* (Rodrigues *et al.*, 2024, Areal Editores).

Apesar das AE não fazerem referência a orientações metodológicas específicas, verificou-se que os manuais didáticos referidos propõem atividades laboratoriais bastante uniformizadas. A Tabela 6 sintetiza as atividades laboratoriais propostas, estabelecendo a correspondência com as respetivas AE.

Tabela 6 - Resumo das A.L. de Física previstas para 10º ano de escolaridade.

Aprendizagem Essencial	Atividade Laboratorial
Estabelecer, experimentalmente, a relação entre a variação de energia cinética e a distância percorrida por um corpo, sujeito a um sistema de forças de resultante constante, usando processos de medição e de tratamento estatístico de dados e comunicando os resultados.	<b>A.L. 1.1</b> Movimento num plano inclinado: variação da energia cinética e distância percorrida
Investigar, experimentalmente, o movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola, com base em considerações energéticas, avaliando os resultados, tendo em conta as previsões do modelo teórico, e comunicando as conclusões.	<b>A.L. 1.2</b> Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia
Compreender a função e as características de um gerador e determinar as características de uma pilha numa atividade experimental, avaliando os procedimentos e comunicando os resultados.	<b>A.L. 2.1</b> Características de uma pilha
Investigar, experimentalmente, a influência da irradiância e da diferença de potencial elétrico na potência elétrica fornecida por um painel fotovoltaico, avaliando os procedimentos,	<b>A.L. 3.1</b> Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico

interpretando os resultados e comunicando as conclusões.	
Determinar, experimentalmente, a capacidade térmica mássica de um material e a variação de entalpia mássica de fusão do gelo, avaliando os procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.	<b>A.L. 3.2</b> Capacidade térmica mássica
	<b>A.L. 3.3</b> Balanço energético num sistema termodinâmico

## 5.2 Caracterização das turmas de intervenção e de controlo

Tal como mencionado anteriormente, os protocolos alternativos, para as A.L. 2.1 e 3.1, foram implementados em duas turmas do 10.º ano de escolaridade, TPI8 e TIGR7, do ensino profissional. A constituição e média de idades das referidas turmas de intervenção encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Constituição das turmas de intervenção e controlo.

	Designação	N.º total alunos	Sexo Feminino	Sexo Masculino	Nacionalidade estrangeira	Média de idades
Turma de controlo	10CT	22	16	6	2	14,5
Turmas de intervenção	TPI8	15	0	15	4	15,7
	TIGR7	3	1	2	2	16,3

Devido ao reduzido número de alunos de TIGR7, em algumas disciplinas, a turma era agrupada com a de TPI8, como sucedia na Física e Química. No total, o grupo de intervenção foi constituído por dezoito alunos. Destes, catorze identificaram Física e Química e/ou Matemática como as disciplinas em que tinham maiores dificuldades. Relativamente às perspetivas profissionais, treze alunos da turma TPI8 referiram a profissão de programador como aspiração futura, enquanto apenas um aluno da turma TIGR7 indicou interesse na área de técnico de instalação de redes.

Quanto ao conhecimento prévio sobre o microcontrolador Arduino, sete alunos afirmaram já ter ouvido falar do dispositivo, embora apenas um tenha tido contacto direto com o mesmo antes da implementação do projeto.

A constituição da turma de controlo, do 10.º ano de CT, também se encontra resumida na Tabela 7.

## **5.2 Implementação das atividades laboratoriais**

### **5.2.1 Atividades introdutórias com o Arduino**

Previamente à realização das A.L., foram planejadas três sessões, com duração de 90 minutos, cujo objetivo foi familiarizar os alunos com o Arduino. Nestas sessões foi aplicada a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos, uma abordagem pedagógica especialmente adequada ao contexto do ensino profissional, onde a articulação entre teoria e prática e as atividades *hands-on* assumem particular relevância. As planificações, bem como os recursos educativos utilizados nas três primeiras sessões encontram-se reunidos no Anexo 9.

Na primeira sessão, após uma breve introdução teórica ao Arduino, abordando o seu funcionamento e as funções básicas de programação, os alunos foram apresentados ao simulador online Tinkercad. Posteriormente, os alunos foram organizados em grupos de três alunos para procederem à montagem real dos circuitos, utilizando as placas Arduino e outros componentes eletrônicos. Este procedimento foi repetido ao longo das três primeiras sessões, antecedido sempre pela explicação do funcionamento dos componentes envolvidos, permitindo aos alunos consolidar os conhecimentos adquiridos por via da experimentação prática.

Ao longo das sessões introdutórias, os alunos revelaram um elevado nível de motivação e interesse nas atividades práticas com o Arduino. Mostraram-se particularmente entusiasmados com a montagem de circuitos nas placas, demonstrando curiosidade e iniciativa na exploração dos componentes eletrônicos (Figura 8).

Nas atividades mais simples, foi-lhes dada a oportunidade de escreverem os seus próprios códigos, após uma breve explicação sobre as principais funções de programação do Arduino. À medida que as sessões decorriam, tornou-se evidente que alguns alunos apresentavam maior facilidade na montagem dos circuitos na placa, nos códigos e na resolução de problemas, conseguindo avançar com autonomia. Em contraste, outros demonstraram dificuldades, especialmente no domínio da programação, revelando a necessidade de apoio mais próximo.

O professor da área de Informática esteve presente em todas as sessões, colaborando ativamente na organização e distribuição dos materiais pelos grupos. Durante as atividades, auxiliou a estagiária na resolução das dúvidas dos alunos relacionadas com a montagem dos circuitos e esclareceu questões ligadas à programação.



Figura 8 - Registo fotográfico das sessões introdutórias com o Arduino, nas turmas de TPI8 e TGR7.

### 5.2.2 Implementação do protocolo alternativo da A.L. 2.1

A quarta sessão foi reservada para a realização da atividade laboratorial 2.1 (Figura 9) e, teve início, com uma breve introdução/revisão acerca das características da pilha, resistência interna da pilha ( $r$ ) e força eletromotriz ( $\varepsilon$ ), e da curva característica do gerador. Foi ainda explicado o objetivo principal da A.L. e apresentado o esquema do circuito, habitualmente, utilizado para estudar as características de uma pilha. A planificação, os recursos educativos utilizados nesta sessão encontram-se no anexo 10.

De seguida, apresentou-se o procedimento laboratorial alternativo, com recurso ao Arduino. Como os alunos já tinham tido contacto, nas sessões anteriores, com a maioria dos componentes eletrónicos envolvidos (potenciómetro, resistência de valor fixo, botões de pressão) a explicação da atividade centrou-se, essencialmente, no funcionamento do sensor de tensão e corrente (módulo INA219), no protocolo de comunicação I2C e no modo de ligação do módulo ao Arduino.

O guião da atividade laboratorial foi disponibilizado aos alunos, assim como o *sketch* (código em Arduino) necessário para a recolha de dados. Este foi previamente discutido, garantindo a sua compreensão antes do início da montagem e execução da atividade.

Mais uma vez, observou-se que alguns alunos demonstraram maior agilidade na execução da atividade, nomeadamente na montagem do circuito. Ainda assim, todos os grupos conseguiram realizar com sucesso a recolha automática de dados, recorrendo aos softwares *Arduino IDE* e *CoolTerm*. Dois grupos iniciaram a construção da curva característica da pilha com base nos dados recolhidos, mas, devido à limitação de tempo, nenhum grupo conseguiu finalizar essa

etapa durante a sessão, tendo a conclusão da atividade ficado agendada para a aula seguinte. Nesse sentido a professora regente da disciplina terminou a análise e discussão dos resultados com as turmas.

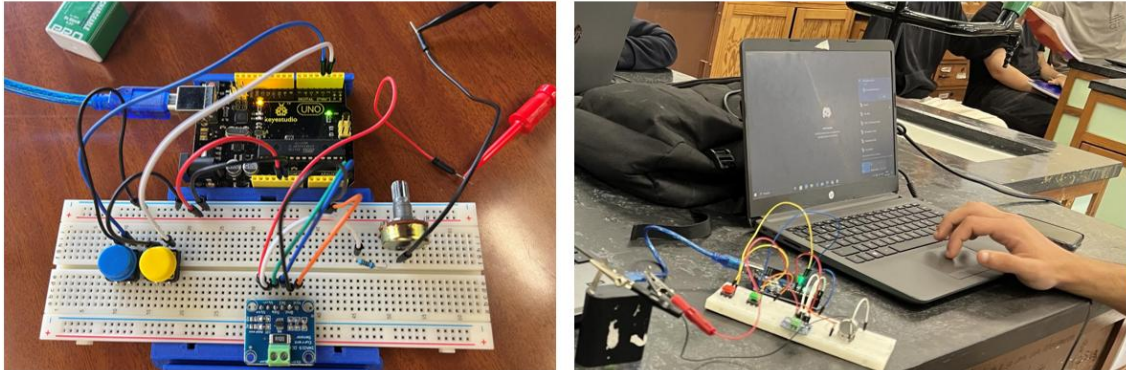


Figura 9 - Registo fotográfico da realização da A.L. 2.1 com base no protocolo alternativo.

### 5.2.3 Implementação do protocolo alternativo da A.L. 3.1

A quinta e última sessão foi dedicada à realização da Atividade Laboratorial 3.1 (Figura 10). Tal como na sessão anterior, iniciou-se com uma breve exposição teórica, abordando o funcionamento dos painéis fotovoltaicos, o conceito de irradiância, o rendimento do painel e a respetiva curva característica. Após esta contextualização, foi apresentado o objetivo da atividade e o circuito tradicionalmente utilizado para a caracterização do painel fotovoltaico.

Antes do início da atividade prática, foi apresentado e discutido com os alunos o procedimento laboratorial alternativo, com recurso ao Arduino. No que diz respeito ao material necessário para a montagem do circuito, foi feita uma revisão sobre o funcionamento do sensor de tensão e corrente, elemento principal na recolha dos dados experimentais. Introduziu-se também o display LCD com módulo I2C, que permite a visualização em tempo real dos valores medidos, diretamente no circuito. Tal como na sessão anterior, o *sketch* utilizado para a recolha de dados foi previamente analisado em conjunto com as turmas, assegurando que todos os alunos compreendiam o seu funcionamento antes de avançarem para a montagem e execução da atividade.

Durante esta sessão, foi visível que alguns alunos já não se encontravam tão motivados e envolvidos como nas sessões anteriores. Esta diminuição do entusiasmo poderá estar relacionada com a complexidade crescente das atividades, que, para além da montagem de circuitos, exigiam a compreensão de conceitos físicos mais difíceis, bem como a análise e interpretação de gráficos. Ainda assim, observou-se que alguns grupos mantiveram uma atitude entusiasta e colaborativa, demonstrando interesse na montagem do circuito e na recolha dos dados. No final da aula, todos os grupos conseguiram obter resultados experimentais, tendo inclusivamente testado variáveis como a inclinação da fonte luminosa e a utilização de filtros.

Contudo, devido à limitação temporal, a construção das curvas características, bem como a análise e discussão dos resultados, não foi concluída nesta sessão, tendo sido retomada na aula seguinte pela professora regente da disciplina.

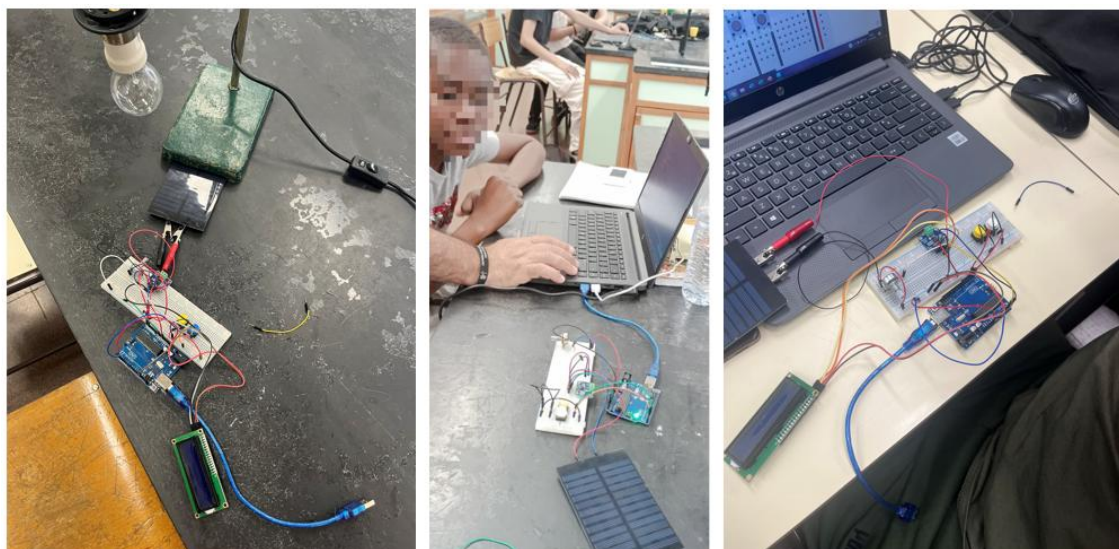


Figura 10 - Registo fotográfico da realização da A.L. 3.1 com base no protocolo alternativo.

### 5.3 Resultados dos questionários para a A.L. 2.1

Para avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos através da atividade laboratorial, atribuiu-se uma classificação aos pré-testes e pós-testes, numa escala de 0 a 100%. As classificações detalhadas das turmas de controlo e de intervenção, relativos à A.L. 2.1, encontram-se disponíveis no Anexo 12.

A Tabela 8 apresenta os valores estatísticos descritivos (média, desvio padrão e erro padrão) das turmas, antes e após a realização da A.L. 2.1. Adicionalmente, foram analisados outros parâmetros estatísticos como mediana, moda, curtose, assimetria, intervalos e níveis de confiança, apresentados pormenorizadamente no Anexo 14.

No pré-teste, a média dos resultados da turma de intervenção foi, ligeiramente, inferior (25,8%) à da turma de controlo (33,4%). No pós-teste, verificou-se uma melhoria nos resultados tendo a média, da turma de controlo, aumentado para 46,6%, com um desvio padrão (DP) semelhante ao do pré-teste (16,4). Nas turmas de intervenção, verificou-se um maior incremento da média, para 53,9%, acompanhada de um aumento na dispersão dos resultados (DP = 27,4).

Tabela 8 - Resultados dos testes aplicados, antes e após a A.L. 2.1 nas turmas de controlo e intervenção.

	Turma de controlo (10CT)		Turmas de intervenção (TPI8/TGR7)	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Média (%)	33,4	46,6	25,8	53,9
Desvio padrão	15,3	16,4	8,6	27,4
Erro padrão	3,3	3,5	2,0	6,5

A Figura 11 apresenta os resultados dos testes através de gráficos de caixas, que evidencia uma melhoria nas classificações de ambas as turmas, sendo, visualmente, mais acentuada nas turmas de intervenção. Nestas turmas, observa-se um maior aumento na mediana das classificações no pós-teste, acompanhado pelo alargamento da caixa e dos bigodes, o que indica um aumento na dispersão dos resultados. Por outro lado, na turma 10CT, que realizou a atividade de acordo com o protocolo padronizado, também é visível uma melhoria nos resultados, embora não tão expressiva.

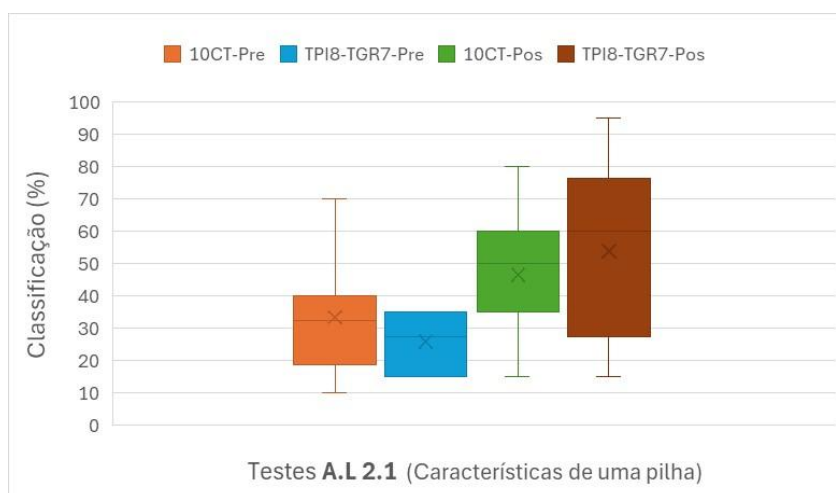


Figura 11 - Representação gráfica de caixas e bigodes dos resultados dos testes, relativos à A.L. 2.1, das turmas de intervenção e controlo.

De modo a avaliar o impacto do protocolo utilizado, procedeu-se à comparação estatística das diferenças de classificação (pré e pós-teste), entre as turmas de intervenção e de controlo.

Inicialmente, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade das distribuições das amostras. Os resultados obtidos indicaram que as amostras não seguem uma distribuição normal ( $p \leq 0,05$ ), o que inviabilizou a aplicação de testes paramétricos.

Dado o não cumprimento do pressuposto de normalidade, optou-se pela utilização do teste de Mann-Whitney para amostras independentes não gaussianas, sendo conduzido um teste unilateral para verificar a existência de um aumento na mediana. O valor obtido para o teste foi de  $p = 0,030$ , o que indica que as diferenças observadas são estatisticamente significativas ao nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Assim, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), concluindo-se que as distribuições dos resultados são significativamente diferentes.

## 5.4 Resultados dos questionários para a A.L. 3.1

Os resultados dos testes referentes à A.L. 3.1 foram analisados de forma análoga aos testes realizados para a A.L. 2.1. A Tabela 9 apresenta os valores estatísticos descritivos (média, desvio padrão e erro padrão) das turmas, antes e após a realização da A.L. 3.1. Os restantes parâmetros estatísticos analisados encontram-se no anexo 14.

As classificações detalhadas das turmas de controlo e intervenção, encontram-se disponíveis no Anexo 13.

À semelhança do verificado para a A.L. 2.1, a média dos resultados do pré-teste foi superior para a turma de controlo. Relativamente ao pós-teste, a turma de controlo subiu de 40,5% para 59,1%, tendo o DP diminuído, enquanto a média da turma de intervenção aumentou de 26,7% para 51,7%, acompanhado de um aumento na dispersão dos resultados (DP = 20,4).

Tabela 9 - Resultados dos testes aplicados, antes e após a A.L. 3.1 nas turmas de controlo e intervenção.

	Turma de controlo (10CT)		Turmas de intervenção (TPI8/TGR7)	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Média (%)	40,5	59,1	26,7	51,7
Desvio padrão	20,8	15,1	18,1	20,4
Erro padrão	4,4	3,2	4,3	4,8

A Figura 12, que apresenta os resultados dos testes através de gráficos de caixas e bigode, mostra que, em ambas as turmas, há um deslocamento para cima da mediana, refletindo uma melhoria nas classificações após a realização da A.L.

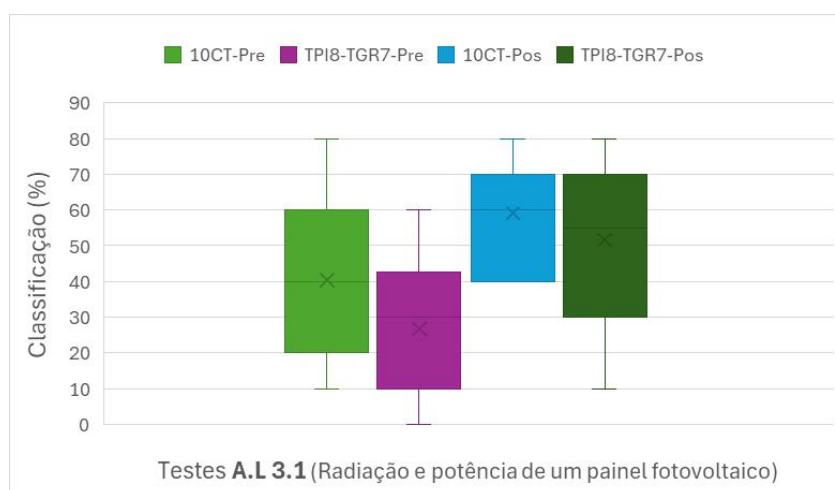


Figura 12 - Representação gráfica de caixas e bigodes dos resultados dos testes, relativos à A.L. 3.1, das turmas de intervenção e controlo.

Relativamente à turma de controlo, verifica-se uma redução na amplitude total e no tamanho das caixas, o que sugere uma menor dispersão e maior homogeneidade entre as classificações dos alunos no pós-teste. Já na turma de intervenção, embora a mediana também tenha aumentado de forma expressiva, os valores extremos mantêm-se mais afastados, indicando maior variabilidade entre as classificações dos alunos.

Novamente, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, que confirmou a não normalidade ( $p \leq 0,05$ ) das distribuições das amostras (diferenças de classificação pré e pós-teste, entre as turmas de intervenção e controlo). De seguida, procedeu-se ao teste de Mann-Whitney, testando-se unilateralmente para a existência de um aumento na mediana. O valor obtido foi  $p = 0,167$ , não

sendo possível rejeitar a hipótese nula de que as distribuições são iguais, ou seja, as diferenças não são estatisticamente significativas ao nível de significância de 5%, para a A.L. 3.1.

## 5.5 Resultados dos questionários para avaliação das atividades com Arduino

Concluídas as atividades laboratoriais com recurso ao Arduino, foi aplicado um questionário de satisfação aos alunos das turmas de TPI8 e TGR7.

Quando questionados acerca da aplicação do Arduino nas A.L. de Física, conforme ilustrado na Figura 13, a maioria dos alunos achou interessante (39%) ou muito interessante (39%), o que evidencia um elevado grau de motivação e envolvimento por parte dos estudantes destas turmas, face à abordagem adotada.

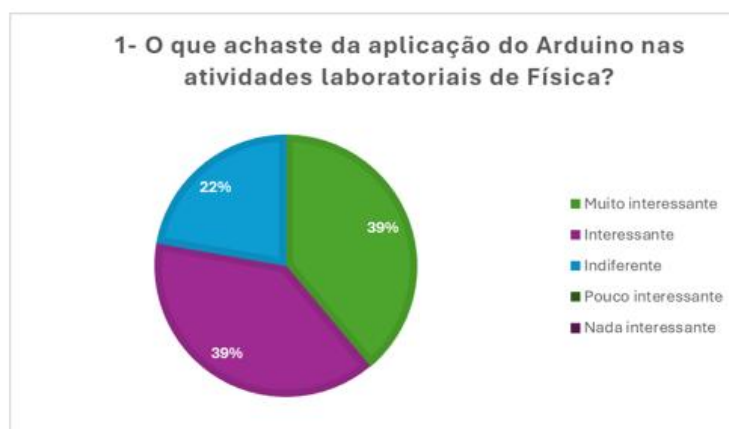


Figura 13 - Representação gráfica das respostas à pergunta 1 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

No que respeita à perceção sobre a utilização do Arduino, a Figura 14 mostra que 33% dos alunos consideraram-na "fácil", enquanto 56% mantiveram uma posição "neutra". Apenas 11% dos alunos classificaram a experiência como "difícil", sugerindo que, de forma geral, a introdução desta ferramenta não representou um obstáculo significativo à aprendizagem.

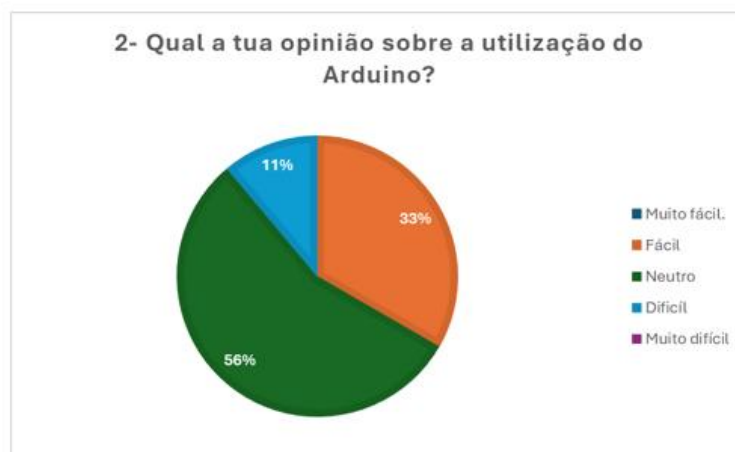


Figura 14 - Representação gráfica das respostas à pergunta 2 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

Em resposta à questão 3, como mostra a Figura 15, verifica-se que a maioria dos alunos considera que os seus conhecimentos de programação contribuíram positivamente para o entendimento e manuseamento do Arduino. Especificamente, 44% dos estudantes afirmaram “concordar plenamente” e 11% “concordar”. Por outro lado, 11% manifestaram uma posição neutra, 11% “discordaram” e 6% “discordaram completamente”, o que indica que, embora a maioria tenha sentido benefícios, uma parte dos alunos poderá ter enfrentado algumas dificuldades por falta de conhecimentos prévios nesta área.



Figura 15 - Representação gráfica das respostas à pergunta 3 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

No que respeita às explicações e aos materiais fornecidos — como apresentações e simulações —, os dados também revelam uma perceção maioritariamente positiva. Tal como se observa na Figura 16, 9,28% dos alunos "concordaram plenamente" e 55% "concordaram" que os recursos foram suficientes para compreender as atividades propostas. Apenas 17% dos alunos revelaram uma posição neutra ("não concordo nem discordo"), não se tendo registado respostas de discordância, o que reforça a eficácia dos materiais pedagógicos utilizados no projeto.

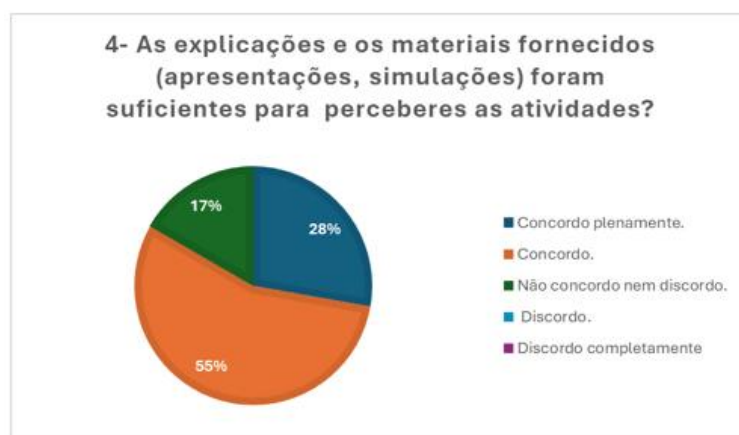


Figura 16 - Representação gráfica das respostas à pergunta 4 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

Em relação à questão 5, representada na Figura 17, observa-se que a maioria dos alunos considera que a utilização do Arduino contribuiu positivamente para o aumento da sua motivação relativamente à disciplina de Física e Química. Especificamente, 11% dos alunos afirmaram "concordar plenamente" e 44% "concordar" com a premissa que "o Arduino contribuiu para aumentar a motivação relativamente à disciplina de Física e Química", o que evidencia que a introdução desta ferramenta tecnológica teve um impacto relevante no interesse dos alunos pelas atividades laboratoriais e pelo conteúdo disciplinar.!

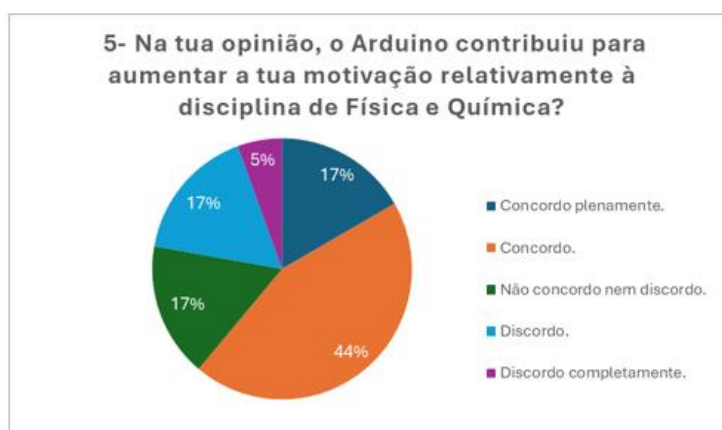


Figura 17 - Representação gráfica das respostas à pergunta 5 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

Quando questionados se gostariam de trabalhar com o Arduino em outras atividades laboratoriais, 83% dos alunos responderam positivamente, tal como mostra a Figura 18. Este resultado reflete uma aceitação significativa desta abordagem, indicando que a integração do Arduino nas práticas laboratoriais de Física foi bem recebida pelos alunos



Figura 18- Representação gráfica das respostas à pergunta 6 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

No que diz respeito à questão 7, que procurava aferir se as atividades com o Arduino despertaram ou aumentaram o interesse dos alunos por áreas STEM, os resultados

apresentados na Figura 19 revelam uma tendência positiva. Nove alunos indicaram interesse pelas Tecnologias, oito pela Eletrónica, sete pela Programação, seis pela Engenharia, quatro pelas Ciências e um pela Matemática. Apenas um aluno assinalou a opção “nenhuma área em específico”, o que demonstra que, para a maioria, a introdução do Arduino teve um impacto favorável no interesse por áreas científicas e tecnológicas.

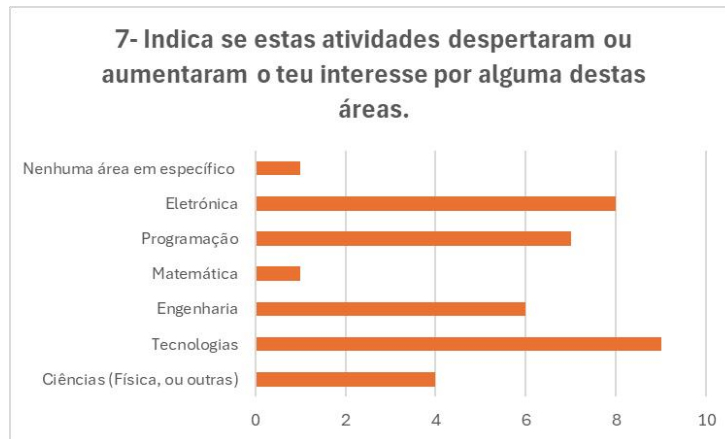


Figura 19 - Representação gráfica das respostas à pergunta 7 do questionário de avaliação das atividades com Arduino.

Na parte final do questionário, que continha duas perguntas de resposta aberta, foi solicitado aos alunos para referirem os aspetos que mais e menos gostaram das atividades com o Arduino. Como aspetos positivos destacaram-se a utilização do simulador Tinkercad, as montagens dos circuitos, com destaque para os circuitos com LEDs (mencionado 10 vezes), a programação e o trabalho em grupo. Como aspetos menos positivos foram referidos o enquadramento teórico das atividades e a interpretação dos gráficos dos resultados.

## 6. Discussão de resultados

Os resultados deste estudo vão ao encontro ao descrito na literatura, que destaca o potencial da abordagem STEM e a integração de tecnologias no ensino das Ciências, como estratégias para aumentar o interesse e envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, promovendo o seu sucesso escolar.

A introdução do Arduino nas A.L. de Física, do 10.º ano, demonstrou ter um impacto positivo na aprendizagem e motivação dos alunos das turmas de intervenção, particularmente na A.L. 2.1, onde se verificou um aumento estatisticamente significativo das classificações ( $p = 0,03$ ), em comparação com a turma de controlo. Adicionalmente, os resultados do questionário de satisfação evidenciam a opinião positiva dos alunos face à utilização desta tecnologia digital, nas aulas de Física e Química. No entanto, a interpretação destes dados exige uma análise crítica das condições em que decorreram as atividades, nomeadamente, no que diz respeito à sua implementação e ao acompanhamento pedagógico.

Idealmente, a implementação dos protocolos alternativos, com recurso ao Arduino, deveria ter ocorrido numa turma de ensino regular e não em turmas de ensino profissional. Embora as A.L. realizadas se enquadrem nas AE de Física dos cursos profissionais de TPI8 e de TGR7, o contexto do ensino profissional apresenta algumas especificidades que devem ser consideradas.

Em comparação com o ensino regular, nos cursos profissionais existe maior heterogeneidade no que diz respeito ao perfil dos alunos, verificando-se também uma falta generalizada de pré-requisitos, que se reflete nos níveis de motivação e nas expectativas em relação à disciplina. Esta heterogeneidade pode ter contribuído para a maior dispersão das classificações nas turmas de intervenção, em contraste com a maior homogeneidade nos resultados obtidos pela turma de controlo, composta por alunos do curso de CT.

A dispersão das classificações das turmas de intervenção sugere que a abordagem STEM às A.L. de Física foi vantajosa para uma grande parte dos alunos, mas não para todos. Alguns dos fatores que podem explicar a variabilidade dos resultados incluem a motivação dos alunos, falta de conhecimentos prévios, dificuldades ao nível da matemática e, ainda, o maior ou menor grau de familiaridade com a programação e com circuitos elétricos.

Apesar das turmas intervencionadas pertencerem a cursos profissionais com uma componente técnico-científica ligada à área da informática, foi visível que nem todos os alunos demonstravam o mesmo grau de facilidade na montagem e programação dos circuitos. Além disso, constatou-se que existiam alunos mais motivados que outros e que, de uma forma geral, à medida que as atividades foram ficando mais complexas a motivação das turmas pareceu diminuir. Isto é, o interesse e envolvimento demonstrado durante a realização das A.L. foi inferior ao observado nas sessões introdutórias.

As sessões de introdução ao Arduino, que aconteceram antes da realização das A.L., tiveram como objetivo facilitar a compreensão, manuseamento, montagem e programação dos circuitos. Durante estas sessões, alguns alunos revelaram dificuldades na compreensão e execução das tarefas propostas. A colaboração do professor de informática revelou-se crucial no apoio à professora estagiária, permitindo responder de forma imediata às questões colocadas. No entanto, e apesar do esforço conjunto, não é possível assegurar que todos os alunos tenham, efetivamente, compreendido os conceitos abordados.

No que diz respeito às atividades laboratoriais constatou-se que, tanto na A.L. 2.1 como na A.L. 3.1, o tempo da sessão revelou-se insuficiente para cumprir todas as etapas previstas na planificação – montagem do circuito, recolha de dados, construção das curvas características, análise e discussão dos resultados. Por este motivo, a análise e reflexão dos dados obtidos, em ambas as atividades laboratoriais, tiveram de ser adiadas, acabando por ser realizadas posteriormente, pela professora regente da disciplina.

Teria sido importante que a professora estagiária, responsável pela implementação da abordagem STEM, tivesse assegurado momentos específicos para a análise e discussão conjunta dos resultados, bem como para a identificação das dificuldades sentidas ao longo das atividades. Isto porque, é fundamental garantir que os alunos compreendem o propósito das tarefas, os conceitos físicos subjacentes e a aplicação dos dados recolhidos, evitando que o Arduino seja entendido apenas como um recurso lúdico.

A ausência desta sequência pedagógica poderá ter enfraquecido o impacto formativo das atividades, contribuindo para a diminuição do interesse dos alunos – que foi mais evidente na última sessão - e que poderá, em parte, ser um dos motivos para os resultados menos positivos da A.L. 3.1, em comparação com os alcançados na A.L. 2.1. Nesse sentido, caso estes protocolos venham a ser novamente implementados, seria recomendável que a duração da sessão ou aula laboratorial fosse de 135 minutos (correspondente a um bloco de 90 minutos seguido de 45 minutos), à semelhança do que acontece no ensino regular, de modo a garantir que todas etapas da atividade laboratorial possam ser realizadas, sem comprometer a motivação e a compreensão dos alunos.

Mesmo com as limitações identificadas, o impacto global da abordagem foi claramente positivo. Tendo em consideração que a disciplina de Física e Química foi assinalada, pelos próprios alunos, como uma das mais desafiantes, a integração do Arduino nas atividades laboratoriais revelou ter um impacto positivo na aprendizagem, contribuindo para aumentar a motivação e envolvimento dos alunos.

A comparação destes resultados com os de outros trabalhos científicos torna-se um pouco difícil, uma vez que a maioria das publicações disponíveis são de natureza qualitativa, focando-se sobretudo nas perceções dos intervenientes ou na descrição das experiências com recurso ao Arduino (Rocha *et al*, 2024; Souza, 2024; Zadorozhnyi, 2023; Hahn, 2023; Uzal, 2022; Hahn,

2021; Silva *et al.*, 2021; Lima, 2020). Estes estudos enaltecem, sobretudo, o envolvimento e o entusiasmo dos alunos, bem como o carácter inovador e interdisciplinar das atividades. Por outro lado, raramente apresentam dados concretos que permitam aferir o impacto direto na aprendizagem de conceitos específicos da Física ou no desempenho académico, particularmente ao nível do ensino secundário.

Relativamente à implementação desta abordagem nas A.L. da disciplina de FQA (ensino regular), importa reconhecer que, apesar das diversas vantagens, a sua aplicação apresenta alguns desafios. O facto de se tratar de uma disciplina sujeita a avaliação externa, através de exame nacional, impõe um cumprimento rigoroso do programa e uma gestão apertada dos tempos letivos, o que pode dificultar introdução desta abordagem nos laboratórios didáticos de Física.

Atendendo ao currículo do curso de CT, torna-se evidente que a introdução do Arduino nas atividades laboratoriais de FQA exige uma preparação prévia, que permita aos alunos adquirir as noções básicas necessárias para compreender o funcionamento das montagens e o significado dos códigos utilizados. A acrescentar a isto, a falta de formação específica dos docentes, especialmente nas áreas de programação e eletrónica, representa uma limitação significativa para a implementação eficaz desta metodologia. Paralelamente, a necessidade de reequipamento dos laboratórios, com a aquisição de kits, sensores e outros materiais tecnológicos, surge também como um desafio, agravado pelos constrangimentos financeiros que muitas escolas enfrentam.

Todavia, estas dificuldades não deveriam ser encaradas como obstáculos intransponíveis. Considerando os benefícios desta abordagem — ao nível da motivação, da aprendizagem ativa e do desenvolvimento de competências essenciais —, seria importante refletir sobre a forma como o currículo do curso de Ciências e Tecnologias está estruturado. Talvez seja tempo de repensar a sua organização, integrando, de forma gradual, componentes que preparem os alunos para os desafios do mundo atual, onde a literacia digital, o pensamento computacional e a capacidade de aplicar os conhecimentos científicos em contextos práticos são cada vez mais valorizados.

## 7. Conclusões

Com a realização deste estudo verificou-se que a implementação do Arduino, nas atividades laboratoriais de Física, teve um impacto positivo na motivação e na aprendizagem, especialmente, em contextos onde os alunos tendem a apresentar menor interesse pela disciplina.

O Arduino mostrou ser uma ferramenta pedagógica inovadora, através da qual, é possível cumprir as exigências experimentais das AE da disciplina de Física e Química A. O recurso a esta tecnologia digital torna as A.L. mais estimulantes, divertidas e interdisciplinares, enquanto contribui para uma aprendizagem mais significativa. Simultaneamente, potencia o desenvolvimento de áreas como a eletrónica, a programação e a matemática, bem como de competências, como o pensamento crítico, a autonomia, o trabalho colaborativo e a resolução de problemas.

A integração do Arduino nas A.L. de Física, de cursos profissionais ligados à área da informática, faz todo o sentido, pois proporciona uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas da componente técnico-científica. Esta abordagem ajuda, ainda, a aproximar os conteúdos da Física ao quotidiano tecnológico dos alunos, tornando as aulas mais interessantes e reforçando a utilidade da disciplina no seu percurso escolar e profissional.

A aplicação desta abordagem na disciplina de FQA enfrenta alguns desafios, relacionados com as limitações de tempo e exigência do cumprimento rigoroso do programa, impostos pela existência de avaliação externa. Todavia, estas dificuldades não devem ser vistas como um obstáculo, mas antes como uma oportunidade para repensar a organização curricular e refletir sobre a importância de dotar os alunos de competências que vão além da preparação para os exames nacionais.

Este trabalho mostra que é possível, com recursos acessíveis, inovar as práticas experimentais no ensino da Física. Contudo, em Portugal, esta abordagem continua pouco explorada, contrariamente ao que sucede a nível internacional, onde já são reconhecidas as múltiplas vantagens da utilização de microcontroladores, como é o caso do Arduino, Micro:bit e o ESP32, no ensino das Ciências. Para colmatar esta discrepância é fundamental que sejam criadas condições que incentivem a adoção de metodologias mais interativas e interdisciplinares. É igualmente importante investir na formação contínua dos professores, de modo a garantir uma implementação eficaz destas práticas inovadoras.

## 8. Referências bibliográficas

Abburi, R., Praveena, M., & Priyakanth, R. (2021). *TinkerCad – A web based application for virtual labs to help learners think, create and make*. Journal of Engineering Education Transformations, 34, 535. <https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i0/157209>

Agrupamento de Escolas Frei Heitor Pinto. (2023). Projeto Educativo - Ano letivo 2023 a 2026. [http://www.aefhp.pt/files/documentos-orientadores/23-24/PEA%2023\\_26.pdf](http://www.aefhp.pt/files/documentos-orientadores/23-24/PEA%2023_26.pdf)

Baptista, M. (2023). *Educação STEM? Porquê?* Caderno de Apontamentos, Observador. <https://observador.pt/opiniao/educacao-stem-porque/>

Baptista, M. (2025). *Educação STEAM: Potencialidades e desafios [Artigo de opinião]*. Direção-Geral da Educação. <https://www.dge.mec.pt/artigos-de-opiniao>

Bonito, J., & Oliveira, H. (2022). *A abordagem STEAM no currículo português: distanciamentos e aproximações*. In A. S. Neto, A. C. Silva, & I. Fortunato (Orgs.), *Coletânea do Congresso Paulista de Ensino de Ciências: discutindo o ensino de ciências nos países ibero-americanos* (pp. 19–48). Edições Hipótese. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/32413>

Bonito, J., & Oliveira, H. (2023). *O trabalho prático no ensino das ciências: Uma abordagem à evolução histórica*. História da Ciência e Ensino. Construindo interfaces, 27(especial), 3-21. [ISSN: 2178-2911]. <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2023v27espp3-21>

Cardoso, A. C. P. S. R. (2020). *Educação STEM na aprendizagem da eletricidade: Um trabalho com alunos do 9.º ano* [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação]. Repositório da Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/47065>

Carvajal, F., Codina, J. L., Machado, A., & Torres, M. V. (2004). *Programación de aula ¿para qué? Orientaciones didácticas para la planificación de la intervención docente en el aula*. In Francesc López Rodríguez (dir.), *La planificación didáctica, claves para la innovación educativa en aula de innovación educativa* (pp.43-59). Barcelona: Editorial Graó.

Correia, M., Beirante, D., Serrão-Arrais, A., Catela, D., Santos, R., Martins, M., Galinha, S., Luís, H., Dias, I., Ramos, L., Portelada, A., Simões, V., & Pinto, Paula. (2024). *Educação STEAM Outdoor: Perceções dos Docentes e Oportunidades de Formação*. 20. 1-26. <https://doi.org/10.25755/int.36206>

Damião, M. H. (2019). A que futuro conduz o “Currículo do Futuro”? Acerca da premência de inovar na educação escolar. Revista Portuguesa de Pedagogia, (53-1), 63–80. [https://doi.org/10.14195/1647-8614\\_53-1\\_4](https://doi.org/10.14195/1647-8614_53-1_4)

De Loof, H., Boeve-de Pauw, J. & Van Petegem, P. (2022). *Integrated STEM Education: The Effects of a Long-Term Intervention on Students' Cognitive Performance*. European Journal of STEM Education, 7(1), 13. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12738>

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho. (2018). *Aprova o currículo dos ensinós básico e secundário e os princípios orientadores da avaliação das aprendizagens*. Diário da República, 1.ª série, n.º 130.

Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de abril. (2008). *Estabelece o regime jurídico de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos de educação e de ensino não superior*. Diário da República, 1.ª série, n.º 78, pp. 1925-1933.

Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de março. (2008). *Estatuto da Carreira Docente*. Diário da República, 1.ª série, n.º 60.

Direção-Geral da Educação. (2018a). *Aprendizagens essenciais – Física e Química A (10.º ano)*. Ministério da Educação. [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/10\\_fq\\_a.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_fq_a.pdf)

Direção-Geral da Educação. (2018b). *Aprendizagens essenciais – Física e Química A (11.º ano)*. Ministério da Educação. [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/11\\_fq\\_a.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_fq_a.pdf)

Dourado, L. (2001) *Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC), e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências – contributo para uma clarificação de termos*. In Veríssimo, António; Pedrosa, Arminda & Ribeiro, Rui (Coords.) (2001). *Ensino Experimental das Ciências: (Re) Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação. 1.ª Edição.

Faria, H. S. G. (2024). *Modelo de uma pilha utilizando Arduino: Implementação com alunos do 10.º ano do Ensino Secundário* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/160198>

Hahn, M., Cruz, F., Carvalho, P., Ferreira, V. C., Marques, F., & Macieira, C. (2021). *Adapting a solar photovoltaic panel experiment for blind students*. Physics Education, 56(3), 035023. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abegbf>

Hahn, M. D. (2022). *Estudo da implementação de atividades numa disciplina STEAM no 3º Ciclo do Ensino Básico: Uma abordagem presencial e à distância* [Tese de doutoramento, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/148406>

- Hahn, M. D., Carvalho, P. S., & Cruz, F. A. (2023). *Connecting Arduino and Processing for an RGB LED exploration: A new approach for technology-enhanced learning*. *Physics Education*, 58(6), 065020. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acf829>
- Halim, W., Sartika, E. M., Pasaribu, N. T. B., Gany, A., Heryanto, R. M., & Tanubrata, M. (2023). *Online workshop with service learning method to meet the needs of Tinkercad users from the engineering field*. *Journal of Innovation and Community Engagement (ICE)*, 4(2), 137–146. <https://doi.org/10.28932/ice.v4i2.6578>
- Leite, L. (2000). *O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos*. In Sequeira, M. et al. (org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 91 - 108.
- Leite, L. (2001). *Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências*. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências – Volume 1*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), pp. 77-96.
- Leite, L., Dourado, L. (2013). *Laboratory Activities, Science Education and Problem solving Skills*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677-1686.
- Lima, Í. M. de, Souza, E. V. de, & Araújo, F. D. V. de. (2020). *O uso do Arduino como uma ferramenta metodológica para o ensino de física no ensino médio*. *Research, Society and Development*, 9(3), e188931020.
- Maciel, N., Marques, M.C., Cação, A., Magalhães, A., Azevedo, C. (2024). *Física em ação - Física e Química A - 10.º ano*. Porto Editora.
- Marín-Marín, J.-A., García-Tudela, P. A., & Duo-Terrón, P. (2020). *Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education*. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5071–5097. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10446-1>
- Martins, I., Baptista, M., & Tomé, I. (2023). *Educação STEM no desenvolvimento das estruturas cognitivas acerca das transformações de energia: Um estudo com alunos do 9.º ano*. *Revista Portuguesa De Educação*, 36(2), e23032. <https://doi.org/10.21814/rpe.25599>
- Organtini, G. (2018). *Arduino as a tool for physics experiments*. In *Proceedings of the GIREP 2016 Seminar* (pp. 211–218). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1076/1/012026>
- Paiva, J., Matos, M.G., Morais, C., Fiolhais, C. (2021). *10 F Física e Química A – 10º Ano*. Texto Editores, Grupo Leya.

Pokropek, A. (2023). *STEM competencies, challenges, and measurements: A literature review*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/421356>

Portaria n.º 243/2012 do Ministério da Educação e Ciência. (2012). Diário da República: I série I. n.º 155/2012, páginas 4328 – 4345. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/243-2012-175162>

Rocha, W. S., Ruivo, S. de C., Romeu, M. C., & Almeida, A. C. F. de. (2024). *Arduino integrado ao ensino de física: revisão sistemática de Literatura*. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 12, e24070. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17642>

Rodrigues, C., Santos, C., Miguelote, L., Santos, P. (2024). *Rumo à Física 10 - 10.º Ano*. Areal Editores

Santos, D. C. (2023). *A utilização do Tinkercad como proposta metodológica para aprendizagem significativa de eletricidade* [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da UTFPR.

Saraiva, E. (2023). *A tecnologia digital na promoção de abordagens STEM: Algumas ideias para refletir*. SIPE. <https://www.sipe.pt/artigos/a-tecnologia-digital-na-promocao-de-abordagens-stem-algumas-ideias-para-refletir>

Senra, A. M. P. S., Almeida, M. J. B. M. (2022). *Atividades Laboratoriais - Física 10.º e 11.º anos - Fundamentos e Anotações*. 1.ª Edição.

Silva, D. G. (2021). *A utilização da plataforma Arduino no processo de aprendizagem da Física por meio da abordagem STEAM* [Dissertação de mestrado, Universidade do Estado do Amazonas].

Silva, D. G., Souza, M. R., Kalhil, J. B. (2021). *O uso do Arduino na aprendizagem da Física mediado pela Educação STEAM*. Latin American Journal of Science Education, 9(1), Article 12004. [https://lajse.org/may21/2021\\_12004.pdf](https://lajse.org/may21/2021_12004.pdf)

Silva, K. N., Barbosa, M. B., Almeida, E. M., & Silva, E. C. (2023). As metodologias ativas no ensino de Física: Uma análise de publicações referentes ao ensino fundamental e médio. In A. Kochhann & J. O. Souza (Orgs.), *Reflexões sobre o ensino e a educação* (pp. 170–184). Editora Licuri. <https://doi.org/10.58203/Licuri.83472>

Sousa, R., Júnior, S., Afonso, L., & Borges, F. (2024). *A integração STEAM no currículo escolar: desafios e benefícios*. Revista Interseção, 6, 251–271. <https://doi.org/10.48178/intersecao.v6i1.475>

Souza, S. S. F. de. (2024). *Utilização da plataforma Arduino no processo de ensino/aprendizado de fundamentos de eletricidade na física*. Research, Society and Development, 13(3), e5213345227. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i3.45227>

Uzal, G. (2022). *The use of Arduino in physics laboratories*. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 21(3), 88–94.

Wiest, I. R. K., Cortez, J., Wiest, R., Rossetto, A. G. M., Toebe, J., & Bertei, R. M. (2024). *A utilização do software Tinkercad no ensino: Uma revisão sistemática de literatura*. Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades, 13(2), 1–20. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-241-2024>

Zadorozhnii, V. M. (2023). Using Arduino to develop research competencies of students in school physics education. *CTE Workshop Proceedings*, 11, 427–441. <https://doi.org/10.55056/cte.663>

# Anexos

## Anexo 1 – Plano de aula Física

### PLANO DE AULA 5

Físico-Química 7º ano



Nível de ensino	3º Ciclo do ensino básico	Ano	7ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	15/01/2024
<b>Domínio</b>	Espaço	<b>Subdomínio</b>	A Terra, a Lua e as forças gravíticas
<b>Sumário</b>	Consequências do movimento de rotação da Terra: sucessão dos dias e das noites, movimento aparente do Sol e variação do comprimento e direção de uma sombra ao longo do dia.		
<b>Aprendizagens essenciais</b>	Interpretar fenómenos que ocorrem na Terra em resultado dos movimentos do sistema Sol-Terra-Lua: sucessão dos dias e das noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses.		
<b>Áreas de competências do perfil dos alunos</b>	A Linguagens e textos; B Informação e comunicação; C Raciocínio e resolução de problemas; E Relacionamento interpessoal; F Desenvolvimento pessoal e autonomia; I Saber científico, técnico e tecnológico; J Consciência e domínio do corpo.		
<b>Objetivos</b>	Indicar o período de rotação da Terra. Indicar e explicar as consequências do movimento de rotação da Terra. Descrever como nos podemos orientar pelo Sol à nossa latitude.		
<b>Preconceções</b>	Alguns alunos podem ter a preconceção que o movimento aparente do Sol no céu é resultado de sua translação em torno da Terra, isto é, apresentar uma representação geocêntrica do universo. Esta preconceção está incorreta, pois o movimento aparente do Sol é causado pelo movimento de rotação da Terra. O movimento do Sol é influenciado pela localização geográfica: alguns alunos podem não compreender que a posição aparente do Sol no céu pode variar com a localização geográfica. Ou seja, que o movimento aparente do Sol é diferente em diferentes latitudes.		
<b>Caracterização da turma</b>	<p>Dado que, metade da turma é composta por alunos de vários países do hemisfério sul, onde o sistema educativo é diferente do nosso, e, reconhecidas a falta de pré-requisitos ao nível da matemática, geografia e português surge a necessidade de adaptar os planos de aula. Especificamente, dada a diversidade cultural e educacional da turma, é essencial ajustar o ritmo da aula, escolher diferentes metodologias de ensino, usar vocabulário mais simples, integrar exemplos pertinentes referentes aos países de origem dos alunos, por forma a garantir a compreensão eficaz e inclusiva das aprendizagens essenciais da disciplina de Físico-Química.</p> <p>Seis dos dezassete alunos da turma encontram-se abrangidos pelo DL n.º 54/2018 de 6 de julho, com medidas de suporte à aprendizagem e inclusão, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Universais</b> (art.8º) – Diferenciação pedagógica, acomodações curriculares e promoção do comportamento pró-social.</li> <li>• <b>Seletivas</b> (art.9º) - Adaptações curriculares não significativas, apoio psicopedagógico, antecipação e reforço das aprendizagens e apoio tutorial.</li> <li>• <b>Adaptações ao processo de avaliação</b> (art.28º)</li> </ul>		

### PLANO DA AULA 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO/EXPERIMENTAL

Estratégias/Atividades	Material/Recursos
1. Escrever o sumário e fazer chamada. (5 minutos)	Quadro + Marcadores
2. Iniciar a aula recordando os dois tipos de movimento efetuados pela Terra: o movimento de rotação (em torno de um eixo imaginário que passa pelo centro da Terra) e o movimento de translação (em torno do Sol). (5 minutos)	Quadro + Marcadores
<p><u>Perguntas a fazer aos alunos:</u></p> <p>Quem se recorda dos dois tipos de movimentos que a Terra executa? Quais são?</p> <p>Qual a diferença entre o movimento de rotação e o movimento de translação da Terra?</p>	
3. Relembrar as principais características do movimento de rotação da Terra. Recorrer à Figura 33 da página 50, do manual adotado. (5 minutos)	Quadro + Marcadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A Terra gira em torno do seu eixo, uma linha imaginária que passa pelo seu centro, que se encontra inclinado fazendo um ângulo de 23,5º, relativamente à perpendicular ao plano da órbita. Este movimento chama-se movimento de rotação da Terra.</li> <li>➤ A Terra demora, aproximadamente, 24 horas a executar uma volta completa, sendo este o período de rotação da Terra que é igual a um dia terrestre.</li> </ul>	Manual adotado (Universo FQ7 - VOL. 1)

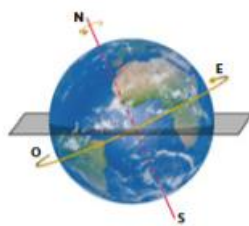
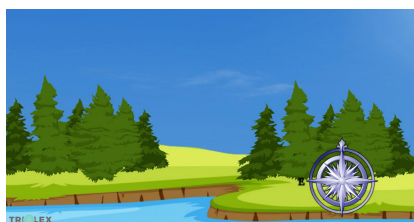


Figura 1 (adaptado da fig. 33 da página 50 de Costa et al., 2021)

4. Com recurso à simulação/animação 1 levar os alunos a reconhecer o movimento aparente do Sol, no sentido este-oeste, e a concluir que o movimento de rotação da Terra ocorre no sentido contrário (oeste-este). (10 minutos)

- Referir que ao contrário do que os antigos pensavam, hoje sabemos que o Sol não se move em torno da Terra. De seguida perguntar aos alunos, “por que motivo o Sol parece mover-se no céu?”.



Animação 1 – Movimento aparente do Sol (adaptado de <https://classion.pt/licao/resumo-no1-34/>).

- Fazer uma analogia entre o movimento de rotação da Terra e o movimento aparente do Sol, com o movimento de uma pessoa num carrossel.  
O carrossel gira em torno do seu eixo, assim como a Terra em torno do seu eixo de rotação. Ao início o carrossel está parado e vemos pessoas e objetos parados, fora do carrossel. Quando o carrossel começa a rodar, quem está dentro do carrossel olha para o exterior e vai ter a impressão que vê esses mesmos objetos a movimentarem-se, no sentido oposto ao do movimento do carrossel.
- Explicar aos alunos que o que acontece com o Sol é algo semelhante. Ou seja, nós que estamos na Terra, que por sua vez se encontra em rotação (no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, isto é, oeste-este), ao longo do dia vemos o Sol a mover-se de este para oeste, mas este movimento não é real, pois é a Terra que se move à volta do Sol e não o contrário. Este movimento chama-se movimento aparente do Sol.
- É devido ao movimento de rotação da Terra, que é possível observar diariamente o movimento aparente do Sol, que surge de manhã cedo no horizonte, próximo de este, e desaparece ao fim do dia, próximo de oeste.
- Escrever no quadro:  
Movimento de rotação da Terra → ocorre no sentido oeste-este (anti-horário)  
Movimento aparente do Sol → ocorre no sentido este-oeste

Possíveis dificuldades:

Os alunos ter dificuldade e, entender a analogia do movimento de rotação da Terra e o movimento aparente do Sol, com o movimento de uma pessoa num carrossel. Se isto acontecer, pegar no exemplo de um carro em movimento, explicando que, quando nos encontramos dentro do carro e olhamos para as árvores na rua vemo-las a ficar para trás, ou seja, parece-nos que executam um movimento oposto ao do carro. O mesmo acontece com a Terra e o Sol, na verdade é a Terra que se move em torno do Sol, mas para quem está na Terra parece que é o contrário e é por esse motivo que se fala no movimento aparente do Sol.

5. Ainda com recurso à animação 1 e à Figura 35, da página 51, do manual adotado, enfatizar a importância do movimento aparente do Sol na orientação e localização dos pontos cardeais. (10 minutos)

Quadro +  
Marcadores  
  
Computador +  
Projektor  
  
Manual adotado  
(*Universo FQ7 -  
VOL.1*)

Computador +  
Projektor

Manual adotado

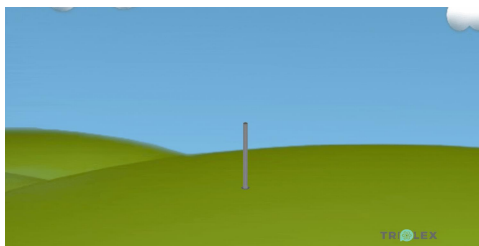
<div data-bbox="485 192 839 412" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="379 465 938 495">Figura 2 (adaptado da fig. 35 da página 51 de Costa <i>et al.</i>, 2021)</p> <ul data-bbox="236 510 1129 904" style="list-style-type: none"> <li>➤ Explicar que o movimento aparente ao Sol permite vê-lo em diferentes posições, ao longo do dia, e localizar os pontos cardeais. Em Portugal, localizado no hemisfério norte: <ul data-bbox="284 611 1129 808" style="list-style-type: none"> <li>• O Sol “nasce”, aproximadamente, a este.</li> <li>• Durante o dia, o Sol percorre o céu ao longo de um arco, de este para oeste. A altura do Sol acima do horizonte vai aumentando até ao meio-dia solar (+/- 12 horas), instante em que a altura é máxima e a posição do Sol indica a direção sul.</li> <li>• Após o meio-dia solar, a altura do Sol vai diminuindo e, quando começa a anoitecer, o Sol “põe-se” no horizonte, aproximadamente, a oeste.</li> </ul> </li> <li>➤ Referir que se estivermos num local com a mesma latitude de Portugal, mas no hemisfério sul, ao meio-dia solar o Sol indica a direção norte.</li> </ul>	<p data-bbox="1161 192 1342 259">(Uníverson FQ7 - VOL.1)</p>
<p data-bbox="188 943 1129 1061">6. Partindo da Figura 36, da página 51 do manual referir que, durante a noite, as estrelas também apresentam movimento aparente no céu, como consequência do movimento de rotação da Terra. Relembrar que vimos o movimento das estrelas no céu no planetário do Centro de Ciência Viva de Constância, durante a visita de estudo. (10 minutos)</p> <div data-bbox="564 1088 849 1267" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="379 1272 938 1301">Figura 3 (adaptado da fig. 36 da página 51 de Costa <i>et al.</i>, 2021)</p> <ul data-bbox="236 1317 1129 1756" style="list-style-type: none"> <li>➤ Com recurso ao simulador <i>Stellarium</i> (link: <a href="https://stellarium-web.org/">https://stellarium-web.org/</a> ), levar os alunos a concluir que, no céu noturno do hemisfério norte (em Portugal), vemos as estrelas a moverem-se lentamente em torno da estrela Polar. Indicar que este movimento se chama movimento aparente das estrelas.</li> <li>➤ Explicar que esta estrela parece que se encontra praticamente fixa no céu noturno, porque o eixo de rotação da Terra se encontra na sua direção.</li> <li>➤ Referir que a localização desta estrela indica a direção norte e tem sido utilizada há séculos, como referência para orientação na navegação.</li> <li>➤ Como uma parte dos alunos desta turma são provenientes do hemisfério sul, poderá ser relevante indicar que a estrela Polar indica a direção norte e apenas é visível no hemisfério norte. No hemisfério sul as estrelas também possuem movimento aparente e movem-se em torno de uma região muito escura, que se designa nebulosa do Saco de Carvão, na constelação do Cruzeiro do Sul. O Saco de Carvão indica a direção Sul e só é visível no hemisfério sul.</li> </ul>	<p data-bbox="1193 1137 1310 1205">Quadro + Marcadores</p> <p data-bbox="1182 1227 1321 1294">Computador + Projetor</p> <p data-bbox="1161 1384 1342 1487">Manual adotado (Uníverson FQ7 - VOL.1)</p> <p data-bbox="1198 1518 1305 1576">Simulador <i>Stellarium</i></p>
<p data-bbox="188 1809 1129 1868">7. Desafiar os alunos a pensar sobre a razão da sucessão dos dias e das noites e da existência de dia e de noite, simultaneamente, em diferentes locais da Terra. (5 minutos)</p> <p data-bbox="188 1935 995 1964"><u>Perguntas orientadoras para estimular a reflexão e o pensamento crítico dos alunos:</u></p> <p data-bbox="188 1995 778 2024">Vocês já se perguntaram porque é que existem dias e noites?</p>	

<p>Por que motivo em algumas zonas da Terra é de dia enquanto noutras é de noite?</p>	
<p>8. Através de uma atividade experimental, levar os alunos a reconhecer que a sucessão dos dias e das noites é uma consequência do movimento de rotação da Terra. (15 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Com recurso a uma laranja ou limão, um pau de espetada e uma lanterna, construir um modelo demonstrativo Sol-Terra, conforme o que se encontra na Figura seguinte (adaptada da página 47 de Beleza &amp; Cavaleiro, 2021).</li> <li>➤ De seguida, com pioneses assinalar um ponto que represente a localização de Lisboa, em Portugal, e outro ponto que represente Nova Iorque.</li> <li>➤ Com uma lanterna, iluminar a zona da laranja assinalada anteriormente e simular, com o pau da espetada, o movimento de rotação da Terra. Mostrar ainda que por exemplo, quando em Lisboa é de dia, em Nova Iorque é de noite. Em consequência do movimento de rotação, Lisboa vai progressivamente deixando de estar iluminada (anoitece) e Nova Iorque vai progressivamente recebendo mais luz solar (amanhece).</li> </ul> <div data-bbox="673 685 970 981" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;"><b>Figura 4 (adaptado da página 47 de Beleza &amp; Cavaleiro, 2021)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Após esta atividade, discutir com os alunos a razão da sucessão dos dias e das noites, levando-os a identificar que é devido ao movimento de rotação, que a luz emitida pelo Sol ilumina diferentes zonas da superfície da Terra, ao longo das 24 horas do período de rotação, originando a sucessão dos dias e das noites.</li> </ul>	<p>Quadro + Marcadores</p> <p>Modelo demonstrativo Sol- Terra</p>
<p>9. Com recurso ao simulador “Movimento de rotação” disponível na aula digital da <i>Leya</i>. (link: <a href="https://auladigital.leya.com/share/0668ed49-f3fd-46d7-835f-add20ad57efe">https://auladigital.leya.com/share/0668ed49-f3fd-46d7-835f-add20ad57efe</a> ), concluir que em consequência do movimento de rotação as zonas iluminadas e não iluminadas da superfície da Terra vão alternando sucessivamente. (10 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Quando uma zona do planeta está iluminada pelo Sol, este é visto da Terra acima do horizonte, e para os habitantes dessa zona é dia. Na zona oposta do planeta, que não é iluminada pelo Sol, ele não é visto da Terra porque se encontra abaixo do horizonte. Para os habitantes desta zona é noite.</li> <li>➤ Realçar o duplo significado da palavra dia, lendo em conjunto com os alunos o quadro azul, que se encontra final da página 50 do livro adotado, e que contem os dois significados que a palavra “dia” pode assumir.</li> </ul> <div data-bbox="411 1646 1104 1863" data-label="Complex-Block"> <p><b>TOMA NOTA</b> </p> <p>Usamos a palavra «<b>dia</b>» com dois significados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>período de rotação da Terra: 24 horas = 1 dia</b>, que é a duração de uma rotação completa da Terra em torno do seu eixo imaginário;</li> <li>• <b>tempo de permanência do Sol acima do horizonte</b>, quando dizemos, por exemplo, «em julho ainda é dia às 20 horas».</li> </ul> </div>	<p>Quadro + Marcadores</p> <p>Computador + Projetor</p> <p>Simulador “Movimento de rotação” da aula digital da <i>Leya</i></p> <p>Manual adotado (<i>Universo FQ7 - VOL.1</i>)</p>
<p>10. Através de outro modelo demonstrativo, levar os alunos a concluir que outra das consequências do movimento de rotação da Terra é a alteração da inclinação dos raios solares e, consequentemente, da sombra dos objetos. (15 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Com recurso a um pau de espetada, plasticina, folha papel branca A3 com os pontos</li> </ul>	<p>Quadro + Marcadores</p> <p>Computador +</p>

cardeais assinalados (anexo plano aula) e uma lanterna, solicitar aos alunos para simularem o movimento aparente do Sol, de este para oeste, levando-os a tirar conclusões sobre o tamanho da sombra ao longo do dia.

➤ Visualizar a animação/simulação 2 e questionar os alunos sobre a forma como a sombra varia ao longo do dia ao, ao nível do seu tamanho e posição. Escrever no quadro as principais conclusões, nomeadamente:

- A sombra de qualquer corpo ou objeto, varia de tamanho e muda de posição ao longo do dia.
- Relativamente à posição da sombra, esta varia de direção ao longo do dia, apontando sempre para o sentido oposto ao do movimento aparente do Sol.
- Relativamente ao tamanho da sombra, quanto mais inclinados forem os raios solares, no início da manhã e no final da tarde, maior o comprimento da sombra. Quanto menos inclinados forem os raios (a meio do dia) e mais alto estiver o Sol, menor é o comprimento da sombra.



Animação 2 – Variação da sombra ao longo do dia (adaptado de <https://classion.pt/licao/resumo-no1-34/>).

➤ Indicar que as sombras permitem localizar os pontos cardeais, mostrar a Figura da página 57 do livro adotado:

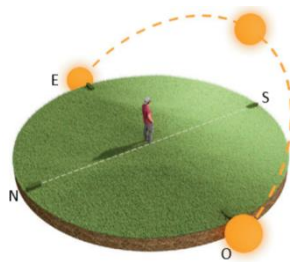


Figura 5 (adaptado da fig. da página 57 de Costa *et al.*, 2021)

- Referir que, no hemisfério Norte, quando o Sol nasce a este, a sombra dos objetos é projetada para oeste, e indica este ponto cardeal. Já quando o Sol se põe a oeste, a sombra dos objetos é projetada para este, indicando este ponto cardeal. Ao meio-dia o Sol indica-nos o ponto cardeal sul, apontando a sombra dos objetos, que é muito pequena, para o ponto cardeal norte.
- Referir ainda que o funcionamento dos relógios de Sol, baseia-se no movimento de uma sombra.

Possíveis dificuldades:

Os alunos podem apresentar dificuldades relacionadas com a inclinação dos raios solares e de como se faz a medição dos ângulos.

Projetor

Modelo demonstrativo

Pontos Cardeais (anexo plano aula)

Manual adotado (*Universo FQ7 - VOL.1*)

<p><b>11.</b> Para recuperação e consolidação das aprendizagens essenciais abordadas nesta aula, solicitar aos alunos, como trabalho de casa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Copiar para o caderno o quadro azul, resumo das consequências do movimento de rotação da Terra, da página 52 do manual adotado.</li> </ul> <div data-bbox="491 324 1070 506" style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 2px;"><b>TOMA NOTA</b> </p> <p style="text-align: center;"><b>Consequências do movimento de rotação da Terra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sucessão dos dias e das noites.</li> <li>• Movimento aparente do Sol.</li> <li>• Variação de uma sombra ao longo do dia.</li> </ul> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Visualizar o vídeo sobre o movimento de rotação da Terra da aula digital da <i>Leya</i>, editado no <i>Edpuzzle</i>. Disponível no seguinte link: <a href="https://edpuzzle.com/media/65903114c5b0495ce5077101">https://edpuzzle.com/media/65903114c5b0495ce5077101</a> (10 minutos)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Quadro + Marcadores</p> <p style="text-align: center;">Manual adotado (<i>Universo FQ7 - VOL.1</i>)</p>
<b>Avaliação Formativa das aprendizagens</b>	
<p>- Observação direta (registo em grelhas de observação) da participação, empenho, comportamento, pensamento crítico e raciocínio.</p>	

## BIBLIOGRAFIA

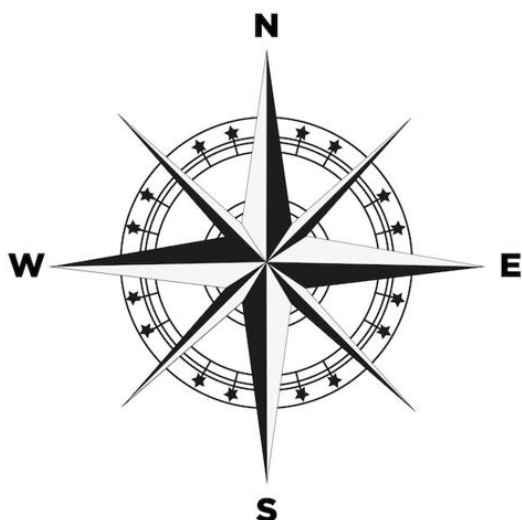
- Costa, S.; Fiolhais, C.; Fiolhais, M.; Morais, C.; Paiva, J. (2021) *Universo FQ7 - VOL.1*. Texto Editores, Grupo LeYa.
- Beleza, M. D.; Cavaleiro, M. N. G. C. (2021) *FQ 7 - Físico-Químicas - 7º ano – Manual*. Edições ASA.
- Plataforma e-learning *Classion*, disponível em <https://classion.pt/licao/resumo-no1-34/>
- Recursos da aula digital da *Leya* (simulador e vídeo).
- Simulador *Sttelarium*, disponível em: <https://stellarium-web.org/>

## REFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA

De uma forma geral o balanço da aula foi positivo. Senti que os alunos estavam atentos, interessados e foram fazendo questões pertinentes. Além disto, comparativamente às aulas anteriores, os alunos demonstraram um comportamento adequado. Penso que o facto de a aula ter tido uma componente experimental contribuiu para envolver os alunos na temática.

O plano da aula foi cumprido, mas poderia ter aproveitado a simulação dos dias e das noites, para exemplificar, o que significa na prática dizer, que o sentido de rotação ocorre no sentido anti-horário. Igualmente, poderia ter aproveitado o modelo da Terra para enfatizar o que tinha dito, no ponto anterior, sobre a estrela Polar, no hemisfério norte. Deveria ter reforçado a ideia de que a estrela Polar se encontra na direção do eixo de rotação da Terra e, por isso, aparenta estar fixa no céu noturno.

- **Anexo plano aula**



## Anexo 2 – Plano de aula Química

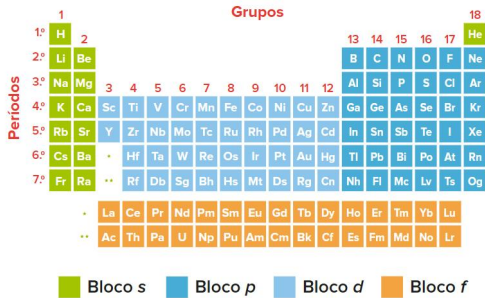
### PLANO DE AULA I

Física Química A 10º ano



Nível de ensino	Secundário	Ano	10ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	30/11/2023
<b>Domínio</b>	Elementos químicos e sua organização	<b>Subdomínio</b>	Tabela Periódica
<b>Sumário</b>	Propriedades periódicas dos elementos representativos: raio atómico e raio iónico. Resolução de exercícios de consolidação.		
<b>Aprendizagens essenciais</b>	Interpretar o raio atómico dos elementos representativos como propriedade periódica, relacionando-a com as respetivas configurações eletrónicas.		
<b>Áreas de competências do perfil dos alunos</b>	A Linguagens e textos; C Raciocínio e resolução de problemas; D Pensamento crítico e pensamento criativo; I Saber científico, técnico e tecnológico		
<b>Objetivos</b>	Identificar o raio atómico como uma propriedade periódica dos elementos representativos. Comparar raios atómicos de diferentes elementos químicos com base nas suas posições relativas na Tabela Periódica. Explicar a tendência para a diminuição do raio atómico observada ao longo do período e para o aumento do raio atómico observado ao longo do grupo na tabela periódica. Comparar raios atómicos e raios iónicos do mesmo elemento químico.		
<b>Preconceções</b>	Configurações eletrónicas. Organização da Tabela Periódica com base nas configurações eletrónicas dos elementos. Carga nuclear.		

## PLANO DA AULA 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO/ATIVO

Estratégias/Atividades	Material/Recursos
<p>1. Escrever o sumário e fazer chamada. (2 minutos)</p>	<p>Quadro + Marcadores</p>
<p>2. Iniciar a aula lembrando que, conforme aprenderam em aulas anteriores (3 minutos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A Tabela Periódica contém 118 elementos químicos dispostos por ordem crescente de número atômico (da esquerda para a direita e de cima para baixo).</li> <li>➤ A localização dos elementos químicos na Tabela Periódica (grupo, período e bloco) encontra-se relacionada com a configuração eletrônica dos átomos no estado fundamental.</li> </ul>	<p>Quadro + Marcadores</p>
<p>3. Introduzir as propriedades periódicas dos elementos representativos (5 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Com recurso à Figura 5, da página 90 do manual adotado, lembrar e escrever no quadro que: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Os elementos químicos que se localizam no bloco <i>s</i> e <i>p</i>, ou seja, dos grupos 1, 2 e 13 ao 18, designam-se de elementos representativos.</li> <li>○ Os elementos químicos que se localizam no bloco <i>d</i> (grupo 3 ao 12) designam-se de elementos de transição.</li> <li>○ Os elementos químicos do bloco <i>f</i>, conhecidos como lantanídeos e actínídeos, também se designam como elementos de transição interna.</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p><b>Figura 1</b> – Tabela Periódica. (Adaptado da Figura 5 da pág. 90 de Paiva <i>et al.</i> (2021))</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar os exercícios 1 e 2 da ficha de trabalho.</li> <li>➤ Explicar que a Tabela é Periódica porque algumas propriedades dos elementos variam regularmente, e de forma previsível, ao longo dos grupos e dos períodos.</li> <li>➤ Mencionar que no 10º ano apenas vamos estudar duas propriedades dos elementos representativos – o raio atômico e a energia de ionização – mas, existem outras propriedades periódicas. As propriedades periódicas também têm uma relação direta com a configuração eletrônica dos átomos no estado fundamental dos elementos.</li> </ul> <p><u>Perguntas a colocar aos alunos:</u> Porque se diz que a Tabela é Periódica?</p>	<p>Quadro + Marcadores</p> <p>Computador + Projetor</p> <p>Ficha de trabalho</p>
<p>4. Conceito de raio atômico (10 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Definir raio atômico como uma propriedade periódica, associada ao tamanho do átomo, que varia de acordo com a posição do elemento na Tabela periódica.</li> <li>➤ Indicar que se considerarmos os átomos com uma forma esférica, o raio atômico seria o raio de uma esfera que incluísse praticamente toda a nuvem eletrônica. No entanto, à luz do modelo atômico atual sabe-se que os eletrões de um átomo não se encontram em orbitais fixas e a nuvem eletrônica não apresenta uma fronteira rigorosamente definida, por isso os átomos não são exatamente esferas rígidas. Por este motivo, não é possível medir diretamente o raio atômico.</li> <li>➤ Quando dois átomos do mesmo elemento se ligam uns aos outros, formando moléculas diatómicas, é possível através de métodos experimentais (microscopia de alta resolução) conhecer as distâncias internucleares e, a partir daí, estimar os valores dos diferentes raios atômicos.</li> </ul>	<p>Quadro + Marcadores</p> <p>Computador + Projetor</p>

- Referir que a partir destas técnicas é possível conhecer a distância entre os núcleos de dois átomos ligados e pode considerar-se o raio atómico como metade dessa distância. (A distância entre os dois núcleos é duas vezes o valor do raio atómico). Mostrar a Figura 2.

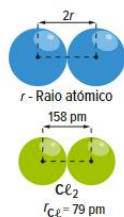


Figura 2 – Raio atómico. (Adaptado da Figura 61 da pág. 103 de Ramalho *et al.* (2021))

Perguntas a colocar aos alunos:

O que será o raio atómico?

5. Interpretar a tendência de evolução do raio atómico observada ao longo dos períodos e grupos da Tabela periódica (15 minutos).

- Para melhor compreenderem a razão pela qual o raio atómico aumenta ao longo do grupo, solicitar a um aluno que venha ao quadro fazer a distribuição eletrónica dos elementos Lítio, Sódio e Potássio, que pertencem ao mesmo grupo. Em conjunto, retirar algumas conclusões acerca do que acontece à medida que se desce num grupo.



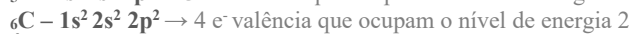
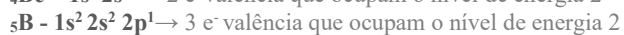
À medida que se desce ao longo do grupo:

- ✓ Com o aumento do número atómico, aumenta o número de eletrões.

Verifica-se um aumento nos níveis de energia ocupados pelos eletrões.

Conclusão: Ao longo de um grupo, com o aumento do número atómico, aumenta o número de níveis de energia ocupados pelos eletrões. Como os eletrões passam a estar, em média, mais afastados do núcleo verifica-se um aumento do tamanho do átomo e do raio atómico.

- Para melhor compreenderem a razão pela qual o raio atómico diminui ao longo do período, solicitar a outro aluno que venha ao quadro fazer a configuração eletrónica dos elementos Lítio, Berílio, Boro e Carbono que pertencem ao mesmo período. Em conjunto, retirar algumas conclusões acerca do que acontece ao longo de um período, da esquerda para a direita.



À medida que se percorre um período da esquerda para a direita:

- ✓ Com o aumento do número atómico verifica-se que o número de níveis de energia ocupados pelos eletrões permanece igual.

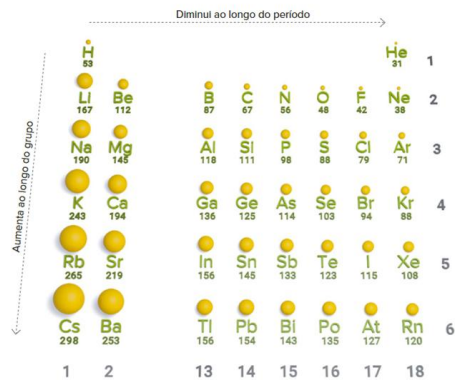
Conclusão: Ao longo de um período, com o aumento do número atómico, o número de níveis de energia ocupados pelos eletrões permanece igual. Deste modo, prevalece o efeito da carga nuclear. Quanto maior for a carga nuclear, maior a atração entre o núcleo e os eletrões e, conseqüentemente, menor o tamanho e o raio atómico.

- Com base na Figura 7 da página 94 do manual adotado (ver Figura 3), verificar com os alunos que a tendência para o raio atómico dos elementos representativos da Tabela periódica é aumentar ao longo do grupo e diminuir ao longo do período.

Quadro +  
Marcadores

Computador  
+ Projetor

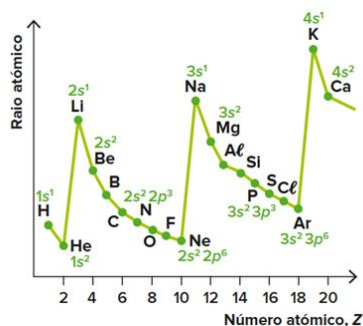
Ficha de trabalho



**Figura 3** – Variação do raio atômico dos elementos representativos da Tabela Periódica. (Adaptado da Figura 7 da pág. 94 de Paiva *et al.* (2021))

- Analisar o gráfico da Figura 8 e 9 da página 95 do manual (ver Figura 4 e 5) que mostra a variação do raio atômico, o número atômico e a configuração eletrônica de valência.

Considerar os elementos do segundo período (nível de valência é o  $n=2$ , Li → Ne). Explicar que ao longo de um período, cada elemento apresenta mais um próton e um elétron que o imediatamente anterior, mas o número de níveis de energia ocupados não aumenta com o aumento do número de elétrons. Então, o que explica as diferenças de raio atômico? O fator que explica as diferenças é a carga nuclear. Por exemplo, do Lítio para o Néon, como varia a carga nuclear? Verifica-se um aumento da carga nuclear ( $+3 \rightarrow +10$ ) e os elétrons de valência que são acrescentados vão distribuir-se pelo mesmo número de níveis de energia. Isto faz com que os elétrons do Néon sejam mais fortemente atraídos pelo núcleo do que acontece nos átomos dos elementos que o antecedem no mesmo período. Essa maior atração resulta numa diminuição do raio atômico. Verifica-se que o raio atômico diminui do Lítio para o Néon.



**Figura 4** – Variação do raio atômico em função do número atômico e configuração eletrônica. (Adaptado da Figura 8 da pág. 95 de Paiva *et al.* (2021))

		Configuração eletrônica e carga nuclear dos elementos de $Z = 1$ a $Z = 18$								
		1	2	13	14	15	16	17	18	N.º de níveis
		$1\text{H}$ $1s^1$ +1							$2\text{He}$ $1s^2$ +2	1
[He]		$3\text{Li}$ $2s^1$ +3	$4\text{Be}$ $2s^2$ +4	$5\text{B}$ $2s^2 2p^1$ +5	$6\text{C}$ $2s^2 2p^2$ +6	$7\text{N}$ $2s^2 2p^3$ +7	$8\text{O}$ $2s^2 2p^4$ +8	$9\text{F}$ $2s^2 2p^5$ +9	$10\text{Ne}$ $2s^2 2p^6$ +10	2
[Ne]		$11\text{Na}$ $3s^1$ +11	$12\text{Mg}$ $3s^2$ +12	$13\text{Al}$ $3s^2 3p^1$ +13	$14\text{Si}$ $3s^2 3p^2$ +14	$15\text{P}$ $3s^2 3p^3$ +15	$16\text{S}$ $3s^2 3p^4$ +16	$17\text{Cl}$ $3s^2 3p^5$ +17	$18\text{Ar}$ $3s^2 3p^6$ +18	3

**Figura 5** – Carga nuclear e configuração eletrônica dos elementos de  $Z=1$  a  $Z=18$ . (Adaptado da Figura 9 da pág. 95 de Paiva *et al.* (2021))

- Sugerir aos alunos que estudem a Tabela 2, da página 98 do manual adotado (ver anexo plano aula), que resume a forma como o raio atômico varia ao longo dos grupos e períodos da Tabela Periódica.

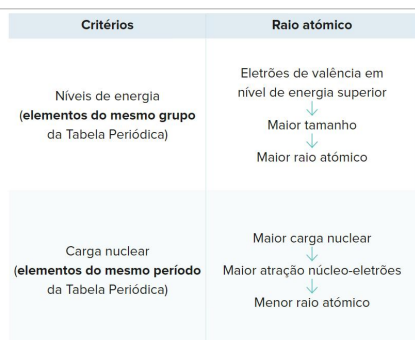


Figura 6 – Variação do raio atômico. (Adaptado da Tabela 2 da pág. 98 de Paiva *et al.* (2021))

- Resolver as questões 3, 4, 5, 6 e 7 da ficha de trabalho.

Possíveis dificuldades:

Os alunos podem ter dificuldade em fazer a configuração eletrónica e não ter bem clara a noção de carga nuclear.

6. Conceito de raio iónico, comparação entre o raio atômico de um determinado elemento químico e o respetivo raio iónico. (5 minutos)

- Recordar que, por vezes, os átomos que são partículas eletricamente neutras (têm igual número de prótons e elétrons) ganham elétrons ou perdem elétrons e passam a designar-se de iões.
- Escrever no quadro que:  
Quando um átomo perde um ou mais elétrons, fica com um número de prótons superior ao de elétrons e origina um ião com carga positiva, que se designa catião.

Exemplo: **Átomo de Na**                      **Ião Na<sup>+</sup>**  
 11 prótons                                      11 prótons  
 11 elétrons                                      10 elétrons

Quando um átomo perde um ou mais elétrons, fica com um número de prótons inferior ao de neutrões e origina um ião com carga positiva, que se designa catião

Exemplo: **Átomo de Cl**                      **Ião Cl<sup>-</sup>**  
 17 prótons                                      17 prótons  
 17 elétrons                                      18 elétrons

Quando um átomo ganha um ou mais elétrons, fica com um número de elétrons superior ao de prótons e origina um ião com carga negativa, que se designa anião.

- Referir que quando um átomo neutro se converte em ião é esperado uma alteração no seu tamanho.
- Definir raio iónico como o raio de um catião ou anião.

Possíveis dificuldades:

Os alunos podem questionar porque é que átomos de alguns elementos tem tendência para perder elétrons e porque outros tem tendência para ganhar elétrons? E como fazer essa previsão?

7. Interpretar a variação do raio iónico para catiões e aniões, comparativamente ao raio atômico. (15 minutos)

- Para os catiões (menos elétrons que os correspondentes átomos, eletricamente neutros). Se um átomo forma um catião o seu tamanho diminui, ou seja, o raio iónico será inferior ao raio atômico. Há perda de elétrons, mas a carga nuclear mantém-se. A perda de um ou mais elétrons leva à diminuição do número de níveis de energia preenchidos. Por este motivo, o tamanho do átomo de um determinado elemento químico é maior que o do respetivo catião.

Quadro +  
Marcadores

Raio atómico > Raio iónico (catião)	Tamanho X > Tamanho X <sup>+</sup>	
<p>➤ <b>Para os aniões</b> (mais eletrões que os correspondentes átomos eletricamente neutros.)          Se um átomo forma um anião o seu tamanho aumenta, ou seja, o raio iónico será superior ao raio atómico.          Há ganho de eletrões, mas a carga nuclear mantém-se.          O ganho de um ou mais eletrões leva ao aumento da repulsão eletrão-eletrão, o que resulta no aumento da nuvem eletrónica. Por este motivo, o tamanho do átomo de um determinado elemento químico é menor que o do respetivo anião.</p>		
Raio atómico < Raio iónico (anião)	Tamanho Y < Tamanho Y <sup>-</sup>	
8. Enviar as questões 8 e 9 da ficha de trabalho como trabalho de casa.		Quadro + Marcadores  Ficha de trabalho
<b>Avaliação Formativa das aprendizagens</b>		
- Observação direta (registo em grelhas de observação) da participação, empenho, comportamento, pensamento crítico e raciocínio.		

## BIBLIOGRAFIA

- Chang, R., Goldsby, K. A. (2013). *Química* (11ª edição). Brasil: McGraw Hill.
- Braguez, F.; Matos, G.; Paiva, J.; Morais, C.; Fiolhais, C. (2021) *Caderno de Apoio ao Professor. Física e Química A. Química – 10º ano*. Texto Editores, Grupo Leya
- Paiva, J.; Matos, M.G.; Morais, C.; Fiolhais, C. (2021) *Caderno de Exercícios e Problemas*. Texto Editores, Grupo Leya
- Paiva, J.; Matos, M.G.; Morais, C.; Fiolhais, C. (2021) *10 Q Física e Química A – 10º Ano*. Texto Editores, Grupo Leya
- Ramalho, M.D.; Fontinha, M.T.; Dantas, M.C. (2021). *Novo Jogo de Partículas 10 - Química A - 10º ano*. Texto Editores, Grupo Leya

## REFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA PEDAGÓGICA

O plano de aula foi cumprido quase na totalidade. Alguns dos alunos demoraram mais tempo que o previsto a passar os apontamentos do quadro e, por este motivo, tive de diminuir o ritmo da aula. As questões 6 e 7 da ficha ficaram para os alunos resolverem como trabalho de casa.

Relativamente aos conteúdos da aula há alguns aspetos a melhorar, nomeadamente, poderia ter tido mais em consideração as dificuldades de alguns alunos. Trata-se de uma turma bastante heterogénea e parti do pressuposto que todos os alunos, neste nível de escolaridade, teriam claros os conceitos de número atómico e carga nuclear. Quando expliquei a periodicidade do raio atómico, ao longo da Tabela Periódica, poderia ter recordado os conceitos de número atómico e carga nuclear, garantindo que todos sabiam do que estava a falar.

Além disto, durante a projeção da Figura 7 da página 94 do manual, esqueci-me de referi que o raio atómico é, normalmente, expresso em picómetros. A unidade de medida em que é expressa o raio atómico é importante, porque dá a ideia da dimensão do átomo.

A nível do quadro, quando foi feita a comparação entre os raios atómicos de átomos, no estado fundamental, de elementos químicos do mesmo período escrevi o valor da carga nuclear, mas acabei por não legendar. Mais especificamente, coloquei apenas +3 para o Lítio e +10 para o Néon, o que pode confundir os alunos quando voltarem a ler os apontamentos (confundindo carga nuclear com a carga de

um ião).

Na parte final da aula, acabei por acelerar um pouco o ritmo e cometi uns pequenos erros quando expliquei o raio iónico e a diferença entre os raios dos átomos e dos respetivos iões. Felizmente consegui detetar os erros e corrigi-los atempadamente.

O balanço da aula foi positivo, os alunos cooperaram participando na aula e comportando-se como expectável.



### Ficha de Trabalho nº 1

#### Propriedades periódicas dos elementos representativos: Raio atómico e Raio iónico

Nome:  N.º:  Turma:  Data:

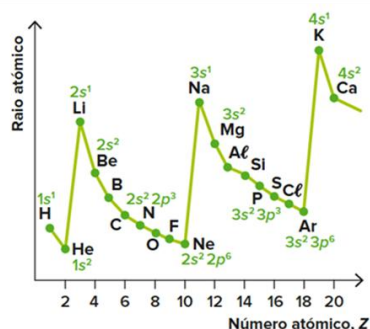
- Quais são os blocos da Tabela Periódica que correspondem a elementos representativos?
- Com base na sua configuração eletrónica, localize o Alumínio ( ${}_{13}\text{Al}$ ) na Tabela Periódica e justifique o facto de ser um elemento representativo.
- Explique, com base nas configurações eletrónicas, por que razão:
  - o raio atómico do Berílio ( $Z = 4$ ) é menor do que o do Magnésio ( $Z = 12$ );
  - o raio atómico do Alumínio ( $Z = 13$ ) é maior do que o do Cloro ( $Z = 17$ ).
- Dos raios atómicos do Fósforo, P, e do Enxofre, S, elementos do mesmo:
  - período, o raio atómico do P é menor.
  - período, o raio atómico do S é menor.
  - grupo, o raio atómico P é maior.
  - grupo, o raio atómico do S é maior.
- O gráfico seguinte informa sobre valores de raio atómico, número atómico e configuração eletrónica de valência dos 20 primeiros elementos químicos da Tabela Periódica.

- Compare o tamanho do átomo de Oxigénio com o do átomo de Carbono, ambos no estado fundamental. Selecione a opção que completa corretamente a afirmação seguinte.

Os eletrões de valência do átomo de Oxigénio são, em média, \_\_\_\_\_ atraídos pelo núcleo, tendo este átomo \_\_\_\_\_ raio atómico.

- mais ... maior
- menos ... maior
- mais ... menor
- menos ... menor

- Explique, com base nas configurações eletrónicas dos átomos de Potássio e do Cálcio, ambos no estado fundamental, porque é que o raio atómico do Potássio é maior do que o raio atómico do Cálcio. Apresente um texto com a explicação solicitada.



6. Considere o período da Tabela Periódica onde se encontra o elemento Silício. Qual é o elemento desse período cujos átomos, no estado fundamental, apresentam menor raio atômico? Justifique.

7. Considere os elementos  $_{17}\text{Cl}$ ,  $_{35}\text{Br}$  e  $_{53}\text{I}$ , pertencentes ao mesmo grupo da Tabela Periódica. Associe os valores 79, 94 e 115 pm aos raios atômicos destes átomos.

8. Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

O Estrôncio,  $_{38}\text{Sr}$ , e o Bário,  $_{56}\text{Ba}$ , são elementos que ocupam posições consecutivas no mesmo \_\_\_\_\_ da Tabela Periódica, sendo de prever que o raio atômico do Estrôncio seja \_\_\_\_\_ ao raio atômico do Bário.

- (A) grupo .. superior
- (B) período .. superior
- (C) período .. inferior
- (D) grupo .. inferior

9. Para cada um dos seguintes pares, indique qual das espécies tem maior tamanho:

- (a) Cl ou  $\text{Cl}^-$ ;
- (b) Ca ou  $\text{Ca}^{2+}$ .

Justifique a sua resposta.

## Anexo 3 - Questionário para caracterização da turma de intervenção



### Questionário para caracterização dos alunos participantes<sup>1</sup>

Nome do Aluno: _____	Nº: _____	Turma: _____
Idade: _____	Data de Nascimento: ____ / ____ / ____	Nacionalidade: _____
Já ficaste retido em algum ano? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Se sim, em que ano(s)? _____		

Indica as tuas disciplinas preferidas: _____
Indica as disciplinas em que tens mais dificuldades: _____
Quais as áreas que te despertam mais interesse: Engenharia <input type="checkbox"/> Informática <input type="checkbox"/> Eletrónica <input type="checkbox"/>
Mecânica <input type="checkbox"/> Matemática <input type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Outra <input type="checkbox"/> Qual? _____
Que profissão gostarias de vir a exercer? _____

Alguna vens tiveste contacto com o microcontrolador Arduino? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Se sim, em que contexto? _____
Se não, já ouviste falar neste microcontrolador? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Tens curiosidade em aprender a trabalhar e programar em Arduino? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Questionário utilizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

## Anexo 4 – Guião alternativo para a A.L. 2.1



### Guião alternativo para a realização da A.L 2.1: Característica de uma pilha

**Objetivos:** Determinar as características de um gerador químico ( $\varepsilon$ ,  $r$ ), vulgarmente conhecido como pilha, a partir da curva  $U(I)$  característica do seu funcionamento; comparar a força eletromotriz e a resistência interna de uma pilha nova e de uma pilha usada; verificar as condições em que a potência fornecida por uma pilha é máxima.

**Material:** Microcontrolador Arduino Uno R3 com cabo USB, placa de ensaio, módulo INA219; sensor de corrente e tensão, potenciômetro linear 10 K $\Omega$ , resistência 220  $\Omega$ , botões de pressão, pilhas de 9 V (novas e usadas da mesma marca), cabos *jumper* macho-macho, cabos com pinças crocodilo, multímetro.

### Procedimento

1. Registrar a força eletromotriz inicial ( $\mathcal{E}_i$ ) da pilha nova, utilizando o multímetro.
2. Montar o circuito de acordo com o esquema da Figura 1 e nas especificidades dos componentes eletrónicos, contidas na Tabela 1.
3. Ligar o cabo USB ao computador, abrir no *Arduino IDE* o ficheiro que contém o código para a medição da tensão ( $U$ ) e corrente elétrica ( $I$ ) com o módulo INA219. De seguida fazer o *upload* do Sketch para a placa.
4. Definir a velocidade de transmissão para o monitor serial, isto é, a *baud rate* para 112500 baud/seg.
5. Fechar o *Arduino IDE* e abrir o software *CoolTerm* para aquisição de dados. Iniciar a captura de texto para um ficheiro de texto/binário (Connection → Capture to Text/Binary File → Start).
6. Pressionar o botão configurado para iniciar a leitura de tensão ( $U$ ) e corrente ( $I$ ) pelo módulo INA219.
7. Rodar, lentamente, o eixo giratório do potenciômetro por forma a obter um conjunto de valores experimentais (mínimo sete valores).
8. Pressionar o botão configurado para terminar a leitura de tensão ( $U$ ) e corrente ( $I$ ).
9. Parar a captura de dados no *CoolTerm* (Connection → Capture to Text/Binary File → Stop).
10. Gravar o ficheiro com os dados recolhidos.
11. Registrar a força eletromotriz final ( $\mathcal{E}_f$ ) da pilha.

## Tratamento dos resultados

1. Abrir o documento de texto com os valores de tensão e corrente recolhidos no *Microsoft Excel*.
2. Construir um gráfico da função  $U(I)$  e obter a reta de ajuste aos pontos do gráfico.
3. Através da equação da reta, determinar as características da pilha (força eletromotriz e a resistência interna).
4. Comparar a força eletromotriz e a resistência interna das pilhas utilizadas pelos diferentes grupos e tirar conclusões.

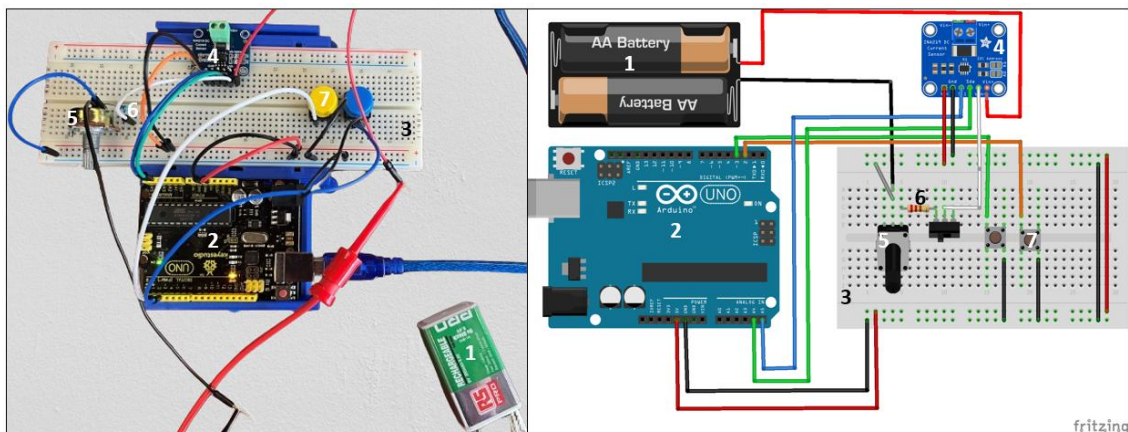


Figura 1 - Montagem final e respetivo esquema no fritzing. (1) Pilha; (2) Microcontrolador Arduino Uno R3; (3) Placa de ensaio; (4) Sensor de tensão e corrente - INA219; (5) Potenciómetro linear 10 k $\Omega$ ; (6) Resistência elétrica 220 $\Omega$ ; (7) Botão de pressão.

Tabela 1 -Ligação dos componentes eletrónicos ao Arduino

Componente eletrónico	Ligação ao Arduino
<b>Sensor de tensão e corrente - INA 219</b>	VCC → Liga ao pino 5 V do Arduino GND → Liga ao pino GND do Arduino SDA → Liga ao pino analógico A4 do Arduino. SCL → Liga ao pino analógico A5 do Arduino. Vin - → Liga ao negativo da fonte de alimentação (pilha). Vin + → Liga ao positivo da fonte de alimentação (pilha).
<b>Potenciómetro</b>	Terminal direito e esquerdo → Ligam aos pinos 5 V e GND do Arduino. Terminal central → Liga a um dos pinos analógicos (A0, A1, A2, A3, A4, A5).
<b>Botão de Pressão</b>	O botão deve ser montado com dois terminais abaixo da cavidade central da placa de ensaio e os outros dois acima. Um dos terminais liga a um pino digital e o outro ao GND do microcontrolador.

# Código Arduino (Sketch)

```
Caracteristicas_piha_INA219 | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Arduíno Uno
Caracteristicas_piha_INA219.ino
1 #include <Wire.h> // inclui a biblioteca Wire.h que permite a comunicação através do protocolo I2C
2 #include <Adafruit_INA219.h> // inclui a biblioteca Adafruit_INA219 necessária para o funcionamento do módulo
3
4
5 Adafruit_INA219 ina219; // cria o objeto ina219, da classe Adafruit_INA219.
6 int button1 = 3; // declara o button1 no pino 3
7 int button2 = 2; // declara o button2 no pino 2
8 int start = 0; // Variável auxiliar inicializada com 0, que pode ser usada posteriormente no código para controlar o estado do programa.
9
10
11 void setup(void) {
12
13     pinMode(button1, INPUT_PULLUP); // configura o button1 como uma entrada e define a utilização da resistência interna do Arduino
14     pinMode(button2, INPUT_PULLUP); // configura o button2 como uma entrada e define a utilização da resistência interna do Arduino
15     Serial.begin(115200); // inicia a o monitor de série com baudrate 115200
16     while (!Serial) { // espera a ligação com a porta de série
17         delay(1);
18     }
19
20
21     if (!ina219.begin()) { // tenta iniciar o sensor INA
22         Serial.println("Falha ao encontrar o INA219"); // se não conseguir iniciar o INA entra em um loop infinito e imprime uma mensagem de erro.
23         while (1) { delay(10); }
24     }
25
26
27     Serial.println("Medir tensão e corrente com INA219 ..."); // Quando consegue iniciar o INA, envia a mensagem entre "" para o monitor de série
28     Serial.println("Load Voltage (V) Current (mA)"); // Indica no monitor as grandezas que vão ser medidas
29 }
30
31 void loop(void) {
32     float shuntvoltage = 0; // variável (do tipo float) que armazena o valor do tensão nos terminais do shunt (shuntvoltage), expressa em mV.
33     float busvoltage = 0; // variável que armazena o valor busvoltage, expressa em V.
```

```
34     float current_mA = 0; // variável que guarda o valor da corrente medida pelo sensor, em mA.
35     float loadvoltage = 0; // variável que guarda o valor do loadvoltage que é a soma do busvoltage com a queda de tensão no shunt, ie, shuntvoltage.
36
37
38     if (digitalRead(button1) == LOW) { // se o botão button1 não foi pressionado, ou seja, se o nível lógico lido no pino do botão for LOW
39         start = 1; // à variável start é atribuída o valor 1, indicando que as medições devem começar.
40         delay(500);
41     }
42
43
44     if (start) { // se a variável start é verdadeira
45         shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
46         busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();
47         current_mA = ina219.getCurrent_mA();
48         loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);
49
50         Serial.print(loadvoltage);
51         Serial.print(", ");
52         Serial.print(current_mA);
53         Serial.print(", ");
54         delay(1000);
55     }
56
57     if (digitalRead(button2) == LOW) { // se o botão button2 não foi pressionado, ou seja, se o nível lógico lido no pino do botão for LOW
58         start = 0; // à variável start é atribuída o valor 0, indicando que as medições devem parar.
59         delay(500);
60     }
61 }
62
Output
```

## Anexo 5 – Guião alternativo para a A.L. 3.1



# Guião alternativo para a realização da A.L 3.1: Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico

**Objetivos:** Investigar a influência da irradiância de uma fonte luminosa que incide sobre um painel fotovoltaico, na diferença de potencial elétrico introduzida num circuito, nas curvas características desse circuito e no rendimento do processo.

### Material:

Microcontrolador Arduino Uno R3 com cabo USB, placa de ensaio, módulo INA219: sensor de corrente e tensão, potenciômetro linear 10 K $\Omega$ , resistência 220  $\Omega$ , botões de pressão, painel fotovoltaico 6 V, display LCD 16x2 I2C, cabos jumper macho-macho, cabos jumper com pinças crocodilo e fonte luminosa.

### Procedimento:

1. Com base no esquema contido na Figura 1 e nas especificidades dos componentes eletrónicos (Tabela 1), montar o circuito.
2. Para assegurar que a irradiância da fonte sobre o painel é constante durante toda a experiência, deve usar-se sempre a mesma lâmpada e manter fixa a sua posição e a distância ao painel.
3. Ligar o Arduino ao computador, que já foi programado previamente para enviar para o monitor serial do Arduino IDE os valores de corrente, diferença de potencial elétrico e potência. (Nota: Através deste sensor é possível obter, diretamente, valores de potência elétrica. Contudo, para se conseguir uma resolução maior, é aconselhável programar o Arduino para calcular o valor da potência elétrica, através da equação  $P=U \cdot I$ , em função da variação da resistência do circuito.)
4. Fechar o Arduino IDE e abrir o software *CoolTerm* para aquisição de dados e iniciar a captura de texto para um ficheiro de texto/binário (Connection → Capture to Text/Binary File → Start)
5. Numa primeira série de ensaios, colocar a fonte luminosa a incidir perpendicularmente ao painel e pressionar o botão para iniciar a leitura de valores pelo sensor.
6. Rodar, lentamente, o eixo giratório do potenciômetro por forma a obter um conjunto de valores experimentais (mínimo dez valores).
7. Parar a captura de dados no *CoolTerm* (Connection → Capture to Text/Binary File → Stop).

8. Gravar o ficheiro com os dados recolhidos.
9. Numa segunda série de ensaios, variar a inclinação do painel relativamente à incidência do feixe luminoso e interpor filtros, como o papel celofane, entre a fonte luminosa e o painel (que simulem os dias em que a irradiância é menor), por forma a estudar o efeito da variação da irradiância luminosa na potência do painel.
10. Comparar qualitativamente de que forma a potência varia de acordo com a modificação do ângulo de incidência da luz e determinar o ponto no qual a potência disponibilizada pelo painel é máxima.

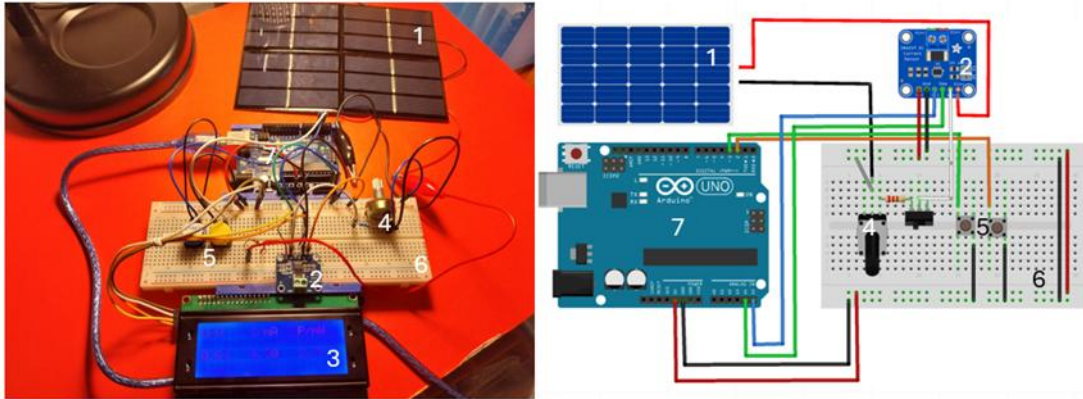


Figura 1 – Montagem final e respetivo esquema. (1) Painel fotovoltaico; (2) Sensor INA219; (3) Display LCD; (4) Potenciômetro linear; (5) Botão de pressão; (6) Placa de ensaio; (7) Placa Arduino Uno R3.

Tabela 10 - Especificações dos componentes eletrónicos utilizados na atividade experimental.

Componente eletrónico	Ligação ao Arduino
<b>Sensor INA 219</b>	VCC → Liga ao pino 5 V do Arduino GND → Liga ao pino GND do Arduino SDA → Liga ao pino analógico A4 do Arduino. SCL → Liga ao pino analógico A5 do Arduino. Vin - → Liga ao negativo da fonte de alimentação (painel fotovoltaico). Vin + → Liga ao positivo da fonte de alimentação (painel fotovoltaico).
<b>Potenciômetro</b>	Terminal direito e esquerdo → Ligam aos pinos 5 V e GND do Arduino. Terminal central → Liga a um dos pinos analógicos (A0, A1, A2, A3, A4, A5).

<p><b>Botão de Pressão</b></p>	<p>O botão deve ser montado com dois terminais abaixo da cavidade central da placa de ensaio e os outros dois acima.</p> <p>Um dos terminais liga a um pino digital e o outro ao GND do microcontrolador.</p>
<p><b>Display LCD 16x2 I2C</b></p>	<p>SDA → Liga ao pino analógico A4 do Arduino.</p> <p>SCL → Liga ao pino analógico A5 do Arduino.</p> <p>VCC → liga ao pino 5 V do Arduino.</p> <p>GND → liga ao pino GND do Arduino.</p>

## Código Arduino (Sketch)

```

#include <Wire.h> // inclui a biblioteca Wire, que permite a comunicação através de protocolo I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // inclui biblioteca LiquidCrystal_I2C que permite controlar displays LCD
#include <Adafruit_BMP280.h> // inclui a biblioteca Adafruit_BMP280 necessária para o funcionamento do sensor BME280
Adafruit_BMP280 bmp; // cria o objeto bmp, da classe Adafruit_BMP280
int button = 2; // define o botão no pino 2
int button2 = 8; // define o botão no pino 8
int start = 0; // variável auxiliar inicializada com 0, que pode ser usada posteriormente no código para controlar o estado do programa.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // cria o objeto lcd, da classe LiquidCrystal_I2C e informa o endereço, número de colunas e linhas do display.
// inicializa o pino de saída do botão, que será definido posteriormente.
void setup() {
  pinMode(button, INPUT_PULLUP); // configura o botão como uma entrada e define a utilização de resistência interna de 10kΩ
  pinMode(button2, INPUT_PULLUP); // configura o botão como uma entrada e define a utilização de resistência interna de 10kΩ
  Serial.begin(115200); // inicializa a comunicação serial a 115200 bps.
  while (!Serial) // espera a ligação com a porta de série.
    continue;
  if (!bmp.begin()) // tenta iniciar o sensor BME
    Serial.println("Falha ao encontrar o sensor BME"); // se não consegue iniciar o BME entra em um loop infinito e imprime as mensagens de erro.
  while (1) { Serial.print(0); }
  Serial.println("Bom trabalho e sucesso com BME280 ...");
  Serial.println("Load voltage (V) Current (mA) Power (mW)");
  // inicializa o lcd
  lcd.begin(16,2); // serve para iniciar a comunicação com o display (2 linhas)
  lcd.setCursor(0,0); // define o cursor do display na coluna 0 e linha 0.
  lcd.print("BOM TRABALHO"); // manda de início com a mensagem de boas vindas ao usuário e o título.
}

void loop() {
  if (digitalRead(button) == LOW) // se o botão pressionado, ou seja, se o nível lógico Lido no pino de botão for LOW
  {
    start = 1; // variável start é atribuída o valor 1, indicando que os medidores devem começar.
    delay(500);
  }
  if (start) // se a variável start é verdadeira
  {
    loadVoltage = bmp.getLoadVoltage(mV); // loadVoltage = bmp.getLoadVoltage(mV);
    loadCurrent = bmp.getLoadCurrent(mA); // loadCurrent = bmp.getLoadCurrent(mA);
    loadPower = loadVoltage * loadCurrent / 1000; // loadPower = loadVoltage * loadCurrent / 1000;
    Serial.print(loadVoltage); Serial.print(", ");
    Serial.print(loadCurrent);
    Serial.print("\n");
    Serial.print(loadPower);
  }
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0,0); // limpa o tela do display LCD
  lcd.setCursor(0,0); // atualiza o display LCD com os novos valores.
}

if (digitalRead(button2) == LOW) // se o botão pressionado, ou seja, se o nível lógico Lido no pino de botão for LOW
{
  start = 0; // variável start é atribuída o valor 0, indicando que os medidores devem parar.
  delay(500);
}
}

void printData(loadVoltage, loadCurrent, loadPower) // atualiza o display LCD com os novos valores.
{
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("VOLT");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("12.34V");
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("CURRENT");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("1.234mA");
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("POWER");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("123.45mW");
}

```

## **Anexo 6 – Questionários para a Atividade Laboratorial 2.1**

**Pré-Teste: A.L.2.1 Características de uma pilha**

Nome \_\_\_\_\_ Nº. \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

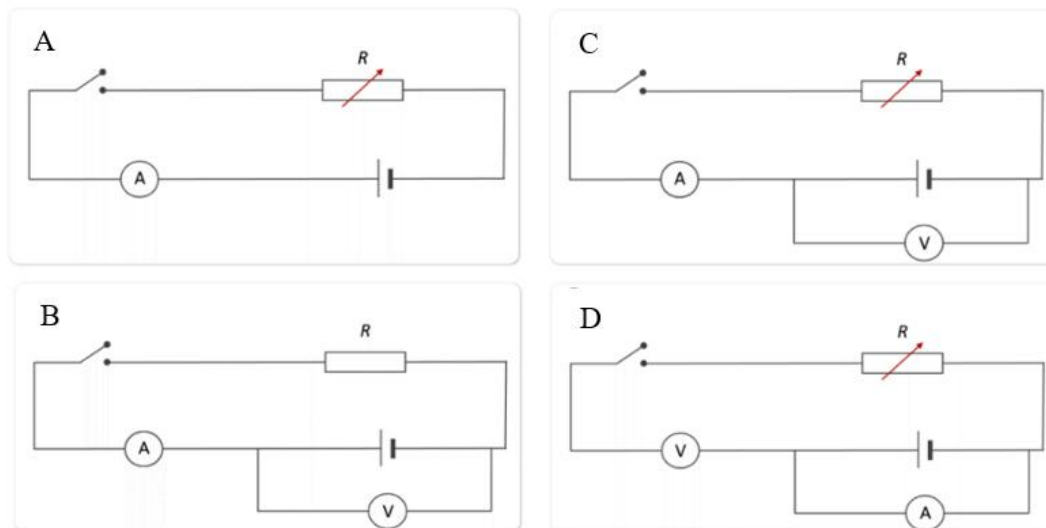
1. A diferença de potencial elétrico ( $U$ ) entre dois pontos de um circuito é igual ao trabalho realizado pelas forças elétricas que atuam nos eletrões que: (assinala a alínea que consideras correta. Se não souberes a resposta, assinala “não sei”).
  - A. atravessam uma secção transversal entre esses pontos por intervalo de tempo.
  - B. circulam entre esses pontos por intervalo de tempo.
  - C. atravessam uma secção transversal entre esses pontos por carga elétrica.
  - D. circulam entre esses pontos por carga elétrica.
  - E. não sei.
2. Sobre a corrente elétrica ( $I$ ), pode afirmar-se que: (assinala a alínea que consideras correta. Se não souberes a resposta, assinala “não sei”).
  - A. é contínua se as partículas com cargas elétricas opostas se moverem todas no mesmo sentido.
  - B. é alternada se as partículas com cargas elétricas opostas se moverem em sentidos opostos.
  - C. existe sempre que houver uma tensão elétrica entre dois pontos de um dado corpo.
  - D. existe sempre que existir um movimento orientado de partículas com carga elétrica.
  - E. não sei.
3. Uma pilha é um gerador de tensão elétrica contínua. Assinala as grandezas físicas que são características de uma pilha. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.
  - A. Resistência elétrica.
  - B. Resistência interna.
  - C. Diferença de potencial elétrico.
  - D. Força eletromotriz.
  - E. Não sei.
4. Para determinar as características da pilha, um dos procedimentos possíveis é montar um circuito elétrico, constituído por uma pilha, um interruptor, uma resistência variável, um voltímetro e um amperímetro. Faz corresponder o aparelho de medição à grandeza elétrica por ele medida. (Se não souberes a resposta, faz a correspondência com a resposta “Não sei”).

Voltímetro	●	● Resistência elétrica
Amperímetro	●	● Corrente elétrica
		● Potência elétrica
		● Diferença de potencial elétrico
		● Não sei

5. Acerca dos aparelhos de medição, voltímetro e amperímetro, assinala **duas afirmações** que consideras corretas. Se não souberes as respostas, assinala “Não sei”.

- A. O voltímetro liga-se em série e o amperímetro em paralelo.
- B. O voltímetro liga-se em paralelo e o amperímetro em série.
- C. O amperímetro ideal possui uma resistência nula e, por isso, não altera a corrente no circuito. O voltímetro ideal possui uma resistência elevada e, por isso, a corrente que passa por ele considera-se desprezável.
- D. O amperímetro ideal possui uma resistência elevada e, por isso, não altera a corrente no circuito. O voltímetro ideal possui uma resistência nula e, por isso, a corrente que passa por ele considera-se desprezável.
- E. Não sei.

6. Assinala a opção que representa corretamente o material e o esquema do circuito elétrico a utilizar para estudar as características de uma pilha. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.



F. Não sei.

7. No estudo das características de uma pilha, o circuito elétrico montado contém uma resistência de valor variável. Com que objetivo se utiliza este tipo de resistência? (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”).

- A. Para ajustar a resistência do circuito e equilibrar a corrente elétrica com a tensão da pilha.
- B. Para fazer variar a resistência elétrica do circuito e obter diferentes valores de corrente e de diferença de potencial, necessários para traçar a curva característica da pilha.
- C. Para fazer variar a resistência interna da pilha e obter diferentes valores de corrente e força eletromotriz, necessários para traçar a curva característica da pilha.
- D. Para proteger os componentes do circuito contra sobrecargas de corrente.
- E. Não sei.

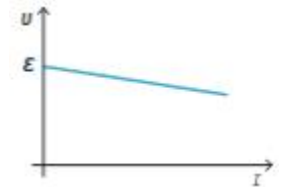
8. A diferença de potencial entre os terminais de uma pilha de força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) e resistência interna ( $r$ ) quando atravessado por uma corrente elétrica ( $I$ ) é traduzida pela expressão:  $U = \varepsilon - rI$ .

Qual é a diferença de potencial entre os terminais de uma pilha quando esta se encontra em circuito fechado? (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.)

- A. Como  $I = 0 \Leftrightarrow U = \varepsilon$ ; ou seja, a diferença de potencial entre os terminais da pilha é igual à sua força eletromotriz.
- B. Como  $I \neq 0 \Leftrightarrow U < \varepsilon$ ; ou seja, a diferença de potencial entre os terminais da pilha é sempre inferior à sua força eletromotriz.
- C. Como  $I \neq 0 \Leftrightarrow U > \varepsilon$ ; ou seja, a diferença de potencial entre os terminais da pilha é sempre superior à sua força eletromotriz.
- D. Como a diferença de potencial entre os polos da pilha é nula ( $U = 0 V$ ) a corrente elétrica que percorre a pilha é dada por  $\frac{\varepsilon}{r}$ .
- E. Não sei.

9. À função linear  $U = f(I)$ , que representa a diferença de potencial entre os terminais de uma fonte de tensão em função da corrente que a percorre, dá-se o nome de curva característica desse gerador.

A partir da representação gráfica, como se pode determinar a força eletromotriz e a resistência interna de uma pilha? (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.)



- A. A força eletromotriz é dada pelo declive da reta e a resistência interna é a ordenada na origem.
  - B. A força eletromotriz é dada pelo módulo do declive da reta e a resistência interna é a ordenada na origem.
  - C. A força eletromotriz é a ordenada na origem e a resistência interna, corresponde ao declive da reta.
  - D. A força eletromotriz é a ordenada na origem e a resistência interna, corresponde ao módulo do declive da reta.
  - E. Não sei.
10. Ao comparar duas pilhas iguais, uma mais usada que outra, o que se espera relativamente às suas características? (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.)
- A. A pilha mais usada é a que tem maior força eletromotriz e menor resistência interna.
  - B. A pilha mais usada é a que tem menor força eletromotriz e menor resistência interna.
  - C. A pilha menos usada é a que tem maior força eletromotriz e maior resistência interna.
  - D. A pilha menos usada é a que tem maior força eletromotriz e menor resistência interna.
  - E. Não sei.



REPÚBLICA  
PORTUGUESA  
EDUCAÇÃO



AGRUPAMENTO  
DE ESCOLAS  
FREI  
HEITOR  
PINTO



unesco  
Membros da Rede  
Escolas Associadas

Física e Química – 10.º ano

2023/2024

**Teste: A.L 2.1 Características de uma pilha**

Nome \_\_\_\_\_ Nº. \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

1. A diferença de potencial elétrico ( $U$ ) entre dois pontos de um circuito é igual ao trabalho realizado pelas forças elétricas que atuam nos eletrões que: (Assinala a alínea correta.)
  - A. atravessam uma secção transversal entre esses pontos por intervalo de tempo.
  - B. circulam entre esses pontos por intervalo de tempo.
  - C. atravessam uma secção transversal entre esses pontos por carga elétrica.
  - D. circulam entre esses pontos por carga elétrica.
2. Sobre a corrente elétrica ( $I$ ), pode afirmar-se que: (Assinala a alínea correta.)
  - A. é contínua se as partículas com cargas elétricas opostas se moverem todas no mesmo sentido.
  - B. é alternada se as partículas com cargas elétricas opostas se moverem em sentidos opostos.
  - C. existe sempre que houver uma tensão elétrica entre dois pontos de um dado corpo.
  - D. existe sempre que existir um movimento orientado de partículas com carga elétrica.
3. Uma pilha é um gerador de tensão elétrica contínua. Assinala as grandezas físicas que são características de uma pilha.
  - A. Resistência elétrica.
  - B. Resistência interna.
  - C. Diferença de potencial elétrico.
  - D. Força eletromotriz.
4. Para determinar as características da pilha, um dos procedimentos possíveis é montar um circuito elétrico, constituído por uma pilha, um interruptor, uma resistência variável, um voltímetro e um amperímetro. Faz corresponder o aparelho de medição à grandeza elétrica por ele medida.

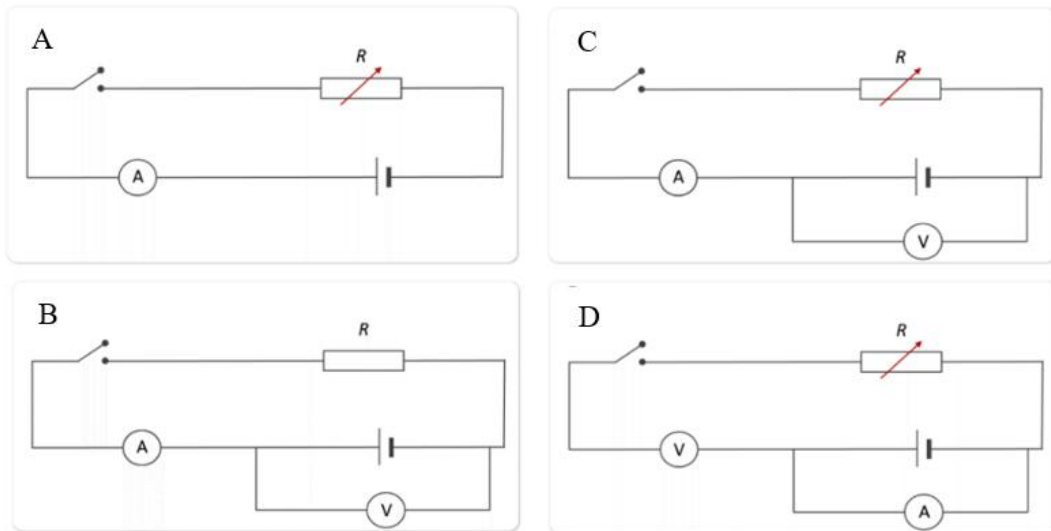
Voltímetro            ●  
Amperímetro        ●

- Resistência elétrica
- Corrente elétrica
- Potência elétrica
- Diferença de potencial elétrico

5. Acerca dos aparelhos de medição, voltímetro e amperímetro, assinala **duas afirmações** que consideras corretas.

- G. O voltímetro liga-se em série e o amperímetro em paralelo.
- H. O voltímetro liga-se em paralelo e o amperímetro em série.
- I. O amperímetro ideal possui uma resistência nula e, por isso, não altera a corrente no circuito. O voltímetro ideal possui uma resistência elevada e, por isso, a corrente que passa por ele considera-se desprezável.
- J. O amperímetro ideal possui uma resistência elevada e, por isso, não altera a corrente no circuito. O voltímetro ideal possui uma resistência nula e, por isso, a corrente que passa por ele considera-se desprezável.

6. Assinala a opção que representa corretamente o material e o esquema do circuito elétrico a utilizar para estudar as características de uma pilha.



7. No estudo das características de uma pilha, o circuito elétrico montado contém uma resistência de valor variável. Com que objetivo se utiliza este tipo de resistência? (Assinala a alínea correta.)

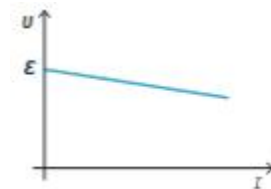
- F. Para ajustar a resistência do circuito e equilibrar a corrente elétrica com a tensão da pilha.
- G. Para fazer variar a resistência elétrica do circuito e obter diferentes valores de corrente e de diferença de potencial, necessários para traçar a curva característica da pilha.
- H. Para fazer variar a resistência interna da pilha e obter diferentes valores de corrente e força eletromotriz, necessários para traçar a curva característica da pilha.
- I. Para proteger os componentes do circuito contra sobrecargas de corrente.

8. A diferença de potencial entre os terminais de uma pilha de força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) e resistência interna ( $r$ ) quando atravessado por uma corrente elétrica ( $I$ ) é traduzida pela expressão:  $U = \varepsilon - rI$ .

Qual é a diferença de potencial entre os terminais de uma pilha quando esta se encontra em circuito fechado? (Assinala a alínea correta.)

- F. Como  $I = 0 \Leftrightarrow U = \varepsilon$ ; ou seja, a diferença de potencial entre os terminais da pilha é igual à sua força eletromotriz.
- G. Como  $I \neq 0 \Leftrightarrow U < \varepsilon$ ; ou seja, a diferença de potencial entre os terminais da pilha é sempre inferior à sua força eletromotriz.
- H. Como  $I \neq 0 \Leftrightarrow U > \varepsilon$ ; ou seja, a diferença de potencial entre os terminais da pilha é sempre superior à sua força eletromotriz.
- I. Como a diferença de potencial entre os polos da pilha é nula ( $U = 0 \text{ V}$ ) a corrente elétrica que percorre a pilha é dada por  $\frac{\varepsilon}{r}$ .
9. À função linear  $U = f(I)$ , que representa a diferença de potencial entre os terminais de uma fonte de tensão em função da corrente que a percorre, dá-se o nome de curva característica desse gerador.

A partir da representação gráfica, como se pode determinar a força eletromotriz e a resistência interna de uma pilha? (Assinala a alínea correta.)



- F. A força eletromotriz é dada pelo declive da reta e a resistência interna é a ordenada na origem.
- G. A força eletromotriz é dada pelo módulo do declive da reta e a resistência interna é a ordenada na origem.
- H. A força eletromotriz é a ordenada na origem e a resistência interna, corresponde ao declive da reta.
- I. A força eletromotriz é a ordenada na origem e a resistência interna, corresponde ao módulo do declive da reta.
10. Ao comparar duas pilhas iguais, uma mais usada que outra, o que se espera relativamente às suas características? (Assinala a alínea correta)
- F. A pilha mais usada é a que tem maior força eletromotriz e menor resistência interna.
- G. A pilha mais usada é a que tem menor força eletromotriz e menor resistência interna.
- H. A pilha menos usada é a que tem maior força eletromotriz e maior resistência interna.
- I. A pilha menos usada é a que tem maior força eletromotriz e menor resistência interna.

## Anexo 7 – Questionários para a Atividade Laboratorial 3.1



Física e Química – 10.º ano

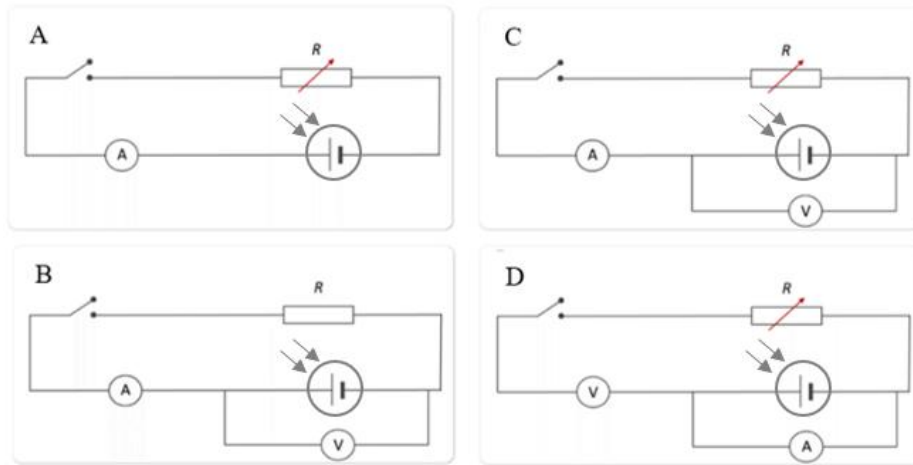
2023/2024

### Pré-Teste: A.L 3.1 Radiação e potência de um painel fotovoltaico

Nome \_\_\_\_\_ N.º. \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

- Os painéis fotovoltaicos são constituídos por células fotovoltaicas, constituídas por materiais semicondutores, onde incide radiação solar originando: (assinala a alínea que consideras correta. Se não souberes a resposta, assinala “não sei”.)
  - uma corrente elétrica ( $I$ ) contínua que, apenas depende, da resistência interna ( $r$ ) do painel.
  - uma corrente elétrica ( $I$ ) alternada que, apenas depende, da resistência interna ( $r$ ) do painel.
  - uma diferença de potencial ( $U$ ) nos seus terminais, criando corrente elétrica contínua no circuito.
  - uma diferença de potencial ( $U$ ) nos seus terminais, criando corrente elétrica alternada no circuito.
  - não sei.
- Sobre a irradiância ( $E_r$ ) de uma fonte luminosa sobre um painel fotovoltaico, pode afirmar-se que: (assinala a alínea que consideras correta. Se não souberes a resposta, assinala “não sei”.)
  - é igual à energia incidente nesse painel por unidade de tempo e por unidade de área.
  - é igual ao produto da potência incidente pela área do painel.
  - é igual à soma da energia útil por unidade de tempo e por unidade de área.
  - é igual à razão entre a potência útil por unidade de área.
  - não sei.
- Os painéis fotovoltaicos são constituídos por vários módulos por forma a aumentar a potência que podem fornecer. Qual é a unidade de medida da potência elétrica de um painel fotovoltaico? (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.)
  - Volt (V)
  - Ampere (A)
  - Watt (W)
  - Watt por unidade de área ( $Wm^{-2}$ )
  - Não sei.

4. Para estudar a influência da irradiância de uma fonte luminosa sobre um painel fotovoltaico, um dos procedimentos possíveis é montar um circuito elétrico, constituído por um painel fotovoltaico, um interruptor, uma resistência variável, um voltímetro e um amperímetro. Assinala a opção que representa corretamente o material e o esquema do circuito elétrico referido. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.

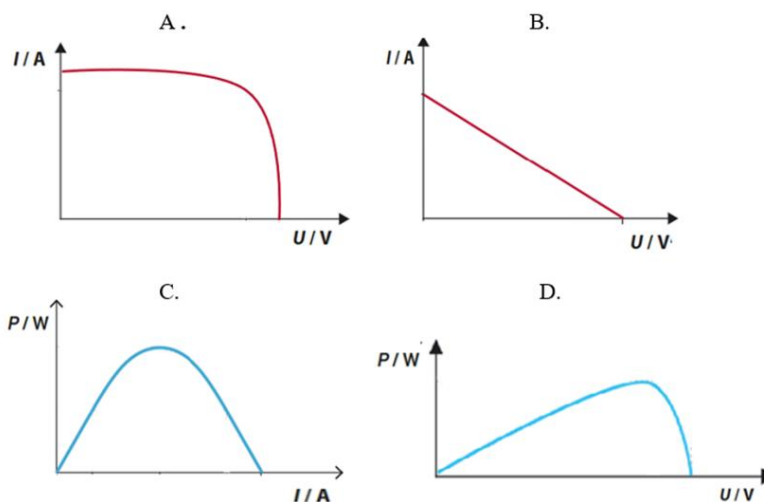


E. Não sei.

5. No estudo da influência da irradiância de uma fonte luminosa sobre um painel fotovoltaico a potência ( $P$ ) disponibilizada pelo painel: (assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “não sei”).

- A. é sempre a mesma, independentemente da sua orientação em relação à radiação incidente.
- B. é máxima quando a superfície do painel se encontra paralelo à radiação incidente.
- C. é máxima quando a superfície do painel se encontra oblíquo à radiação incidente.
- D. é máxima quando a superfície do painel se encontra perpendicular à radiação incidente.
- E. não sei.

6. Para os painéis solares fotovoltaicos existem duas curvas características. Assinala as opções que representam estas curvas características. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.



E. Não sei.

7. Para investigar de que forma a diferença de potencial nos terminais do painel fotovoltaico ( $U$ ) influencia a sua potência ( $P$ ), faz-se variar a resistência do circuito. Teoricamente, o valor máximo da potência útil atinge-se: (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “não sei”.)
- A. nos dias de maior irradiância onde se atingem temperaturas altas.
  - B. quando o valor da resistência no circuito elétrico é mínimo.
  - C. quando o valor da diferença de potencial elétrico nos terminais no painel é máximo.
  - D. quando o valor da resistência do circuito é igual ao valor da resistência interna do painel.
  - E. não sei.
8. Para fazer variar a irradiância sobre o painel fotovoltaico um dos procedimentos possíveis é interpor filtros entre a fonte luminosa e o painel. De que forma a interposição de filtros entre a fonte luminosa e o painel influencia a sua potência? (Assinala a alínea que considera correta. Se não souberes a resposta, assinala “Não sei”.)
- J. Os filtros diminuem a irradiância e, desta forma, a potência disponibilizada pelo painel.
  - K. Os filtros diminuem a irradiância e, desta forma, aumentam potência disponibilizada pelo painel.
  - L. Os filtros aumentam irradiância e, desta forma, a potência disponibilizada pelo painel.
  - M. Os filtros aumentam irradiância e, desta forma, diminuem a potência disponibilizada pelo painel.
  - N. Não sei.

Física e Química – 10.º ano

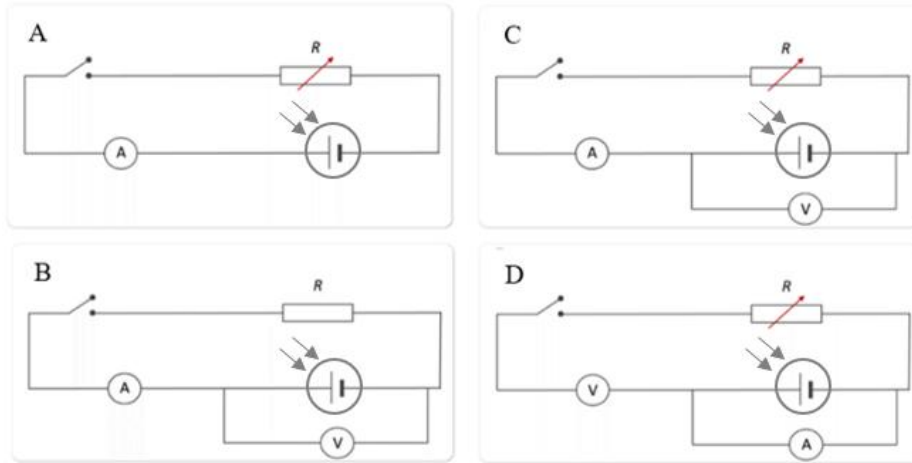
2023/2024

**Teste: A.L.3.1 Radiação e potência de um painel fotovoltaico**

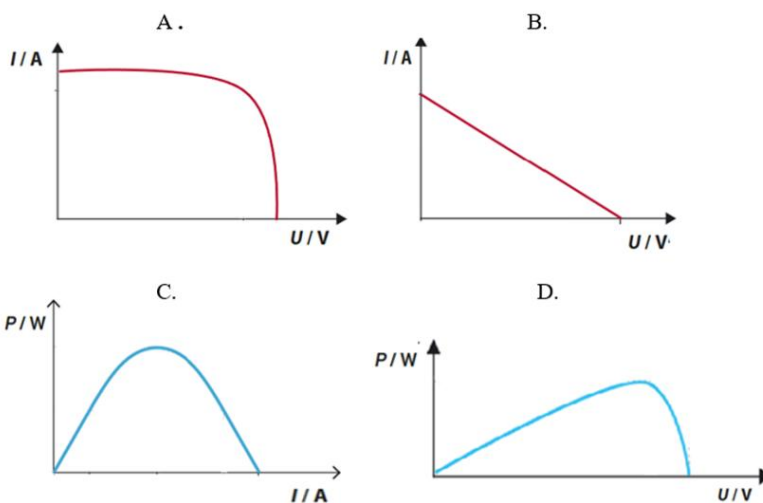
Nome \_\_\_\_\_ Nº. \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

- Os painéis fotovoltaicos são constituídos por células fotovoltaicas, constituídas por materiais semicondutores, onde incide radiação solar originando: (assinala a alínea correta.)
  - uma corrente elétrica ( $I$ ) contínua que, apenas depende, da resistência interna ( $r$ ) do painel.
  - uma corrente elétrica ( $I$ ) alternada que, apenas depende, da resistência interna ( $r$ ) do painel.
  - uma diferença de potencial ( $U$ ) nos seus terminais, criando corrente elétrica contínua no circuito.
  - uma diferença de potencial ( $U$ ) nos seus terminais, criando corrente elétrica alternada no circuito.
- Sobre a irradiância ( $E_r$ ) de uma fonte luminosa sobre um painel fotovoltaico, pode afirmar-se que: (assinala a alínea correta.)
  - é igual à energia incidente nesse painel por unidade de tempo e por unidade de área.
  - é igual ao produto da potência incidente pela área do painel.
  - é igual à soma da energia útil por unidade de tempo e por unidade de área.
  - é igual à razão entre a potência útil por unidade de área.
- Os painéis fotovoltaicos são constituídos por vários módulos por forma a aumentar a potência que podem fornecer. Qual é a unidade de medida da potência elétrica de um painel fotovoltaico? (Assinala a alínea correta.)
  - Volt (V)
  - Ampere (A)
  - Watt (W)
  - Watt por unidade de área ( $Wm^{-2}$ )

4. Para estudar a influência da irradiância de uma fonte luminosa sobre um painel fotovoltaico, um dos procedimentos possíveis é montar um circuito elétrico, constituído por um painel fotovoltaico, um interruptor, uma resistência variável, um voltímetro e um amperímetro. Assinala a opção que representa corretamente o material e o esquema do circuito elétrico referido.



5. No estudo da influência da irradiância de uma fonte luminosa sobre um painel fotovoltaico a potência ( $P$ ) disponibilizada pelo painel: (assinala a alínea correta.)
- F. é sempre a mesma, independentemente da sua orientação em relação à radiação incidente.
  - G. é máxima quando a superfície do painel se encontra paralelo à radiação incidente.
  - H. é máxima quando a superfície do painel se encontra oblíquo à radiação incidente.
  - I. é máxima quando a superfície do painel se encontra perpendicular à radiação incidente.
6. Para os painéis solares fotovoltaicos existem duas curvas características. Assinala as opções que representam estas curvas características.



7. Para investigar de que forma a diferença de potencial nos terminais do painel fotovoltaico ( $U$ ) influencia a sua potência ( $P$ ), faz-se variar a resistência do circuito. Teoricamente, o valor máximo da potência útil atinge-se: (assinala a alínea correta.)
- F. nos dias de maior irradiância onde se atingem temperaturas altas.
  - G. quando o valor da resistência no circuito elétrico é mínimo.
  - H. quando o valor da diferença de potencial elétrico nos terminais no painel é máximo.
  - I. quando o valor da resistência do circuito é igual ao valor da resistência interna do painel.
8. Para fazer variar a irradiância sobre o painel fotovoltaico um dos procedimentos possíveis é interpor filtros entre a fonte luminosa e o painel. De que forma a interposição de filtros entre a fonte luminosa e o painel influencia a sua potência? (Assinala a alínea correta.)
- O. Os filtros diminuem a irradiância e, desta forma, a potência disponibilizada pelo painel.
  - P. Os filtros diminuem a irradiância e, desta forma, aumentam potência disponibilizada pelo painel.
  - Q. Os filtros aumentam irradiância e, desta forma, a potência disponibilizada pelo painel.
  - R. Os filtros aumentam irradiância e, desta forma, diminuem a potência disponibilizada pelo painel.

## Anexo 8 – Questionário de avaliação das atividades com o Arduino



Física e Química – 10.º ano

2023/2024

### Questionário de avaliação das atividades com o Arduino

Responde às seguintes perguntas sobre a utilização do Arduino nas atividades laboratoriais de física. A tua opinião é muito importante para podermos melhorar as práticas educativas.

1. O que achaste da aplicação do Arduino nas atividades laboratoriais de Física?

- Muito interessante.
- Interessante.
- Indiferente.
- Pouco interessante.
- Nada interessante.

2. Qual a tua opinião sobre a utilização do Arduino?

- Muito fácil.
- Fácil.
- Neutro.
- Difícil.
- Muito difícil.

3. Achas que os teus conhecimentos de programação facilitaram o entendimento e manuseamento do Arduino?

- Concordo plenamente.
- Concordo.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo.
- Discordo completamente.

4. As explicações e os materiais fornecidos (apresentações, simulações) foram suficientes para perceberes as atividades?

- Concordo plenamente.
- Concordo.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo.
- Discordo completamente.

5. Na tua opinião, o Arduino contribuiu para

aumentar a tua motivação relativamente à disciplina de Física e Química?

- Concordo plenamente.
- Concordo.
- Não concordo nem discordo.
- Discordo.
- Discordo completamente.

6. Gostarias de trabalhar com o Arduino em outras atividades experimentais desta disciplina?

- Sim.
- Não.

7. Indica se estas atividades despertaram ou aumentaram o teu interesse por alguma destas áreas.

- Ciências (Física, ou outras).
- Tecnologias.
- Engenharia.
- Matemática.
- Programação.
- Eletrónica.
- Nenhuma área em específico.
- Outra: \_\_\_\_\_

8. O que mais gostaste nas atividades com o Arduino?

---

9. O que menos gostaste nas atividades com o Arduino?

---

## Anexo 9 – Planificações e recursos educativos utilizados nas atividades introdutórias com o Arduino



### PLANO DA 1ª SESSÃO



Física Química 10º ano



Nível de ensino	Secundário (Ensino Profissional)	Ano	10ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	12/04/2024
Módulo	F4 – Circuitos elétricos	Organizador	Circuitos elétricos e lei de Joule
Sumário	Introdução ao Arduino: funcionamento da placa, pinos digitais, pinos analógicos e programação básica em arduino. Atividade experimental introdutória no simulador Tinkercad e no Arduino: “Ligar um LED e colocá-lo a piscar”.		
Aprendizagens essenciais	Montar circuitos elétricos, associando componentes elétricos em série e em paralelo, e, a partir de medições, caracterizá-los quanto à corrente elétrica que os percorre e à diferença de potencial elétrico aos seus terminais.		
Áreas de competências do perfil dos alunos	A Linguagens e textos; B Informação e comunicação; C Raciocínio e resolução de problemas; D Pensamento crítico e pensamento criativo; I Saber científico, técnico e tecnológico		
Objetivos	Reconhecer a placa de Arduino como uma plataforma eletrónica open-source de fácil utilização. Conhecer o modo de funcionamento do Arduino, nomeadamente, os pinos digitais e pinos analógicos, a linguagem de programação Arduino (baseada em <i>Wiring</i> e C/C++) e o software Arduino IDE. Compreender o modo de funcionamento da placa de ensaio ( <i>breadboard</i> ). Identificar as principais características dos componentes elétricos LED e resistência. Montar um circuito básico com LEDs e programar o Arduino para colocar o LED a piscar.		
Pré-requisitos	Conhecer as grandezas elétricas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (tensão elétrica) e resistência elétrica.		

### PLANO DA SESSÃO DE 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO E EXPERIMENTAL

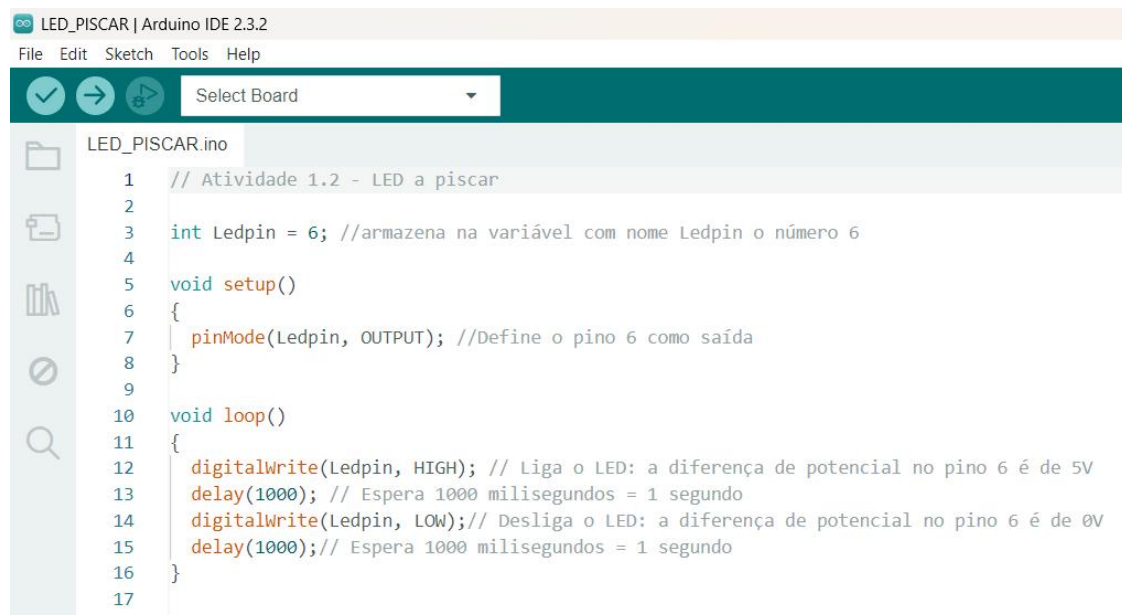
Estratégias/Atividades	Material/Recursos
<b>1. Introdução ao Arduino. (15 minutos)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Funcionamento da placa de Arduino e as suas potencialidades.</li> <li>➤ Arduino Uno R3: pinos digitais, pinos analógicos e técnica de Modulação por Largura de Pulso (PWM).</li> <li>➤ O básico da programação em Arduino.</li> <li>➤ Serial Monitor e Serial Plotter.</li> </ul>	Computador + Projetor Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica_Introdução ao Arduino”
<b>2. Atividade experimental introdutória com Arduino: Circuitos básicos com LEDs. (20 minutos)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modo de funcionamento da placa de ensaio (<i>breadboard</i>) e dos componentes elétricos LED e resistência.</li> <li>➤ Como escolher o valor a resistência elétrica a utilizar no circuito.</li> <li>➤ Sinais digitais e pinos digitais do Arduino.</li> <li>➤ Comunicação com o monitor de série.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “Ligar_LED.ino”.</li> <li>➤ Montagem do circuito no Tinkercad.</li> </ul>	Computador + Projetor Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica1_LEDs”  Ligar_LED.ino
<b>3. Simulação online no Tinkercad de um circuito elétrico com um LED e colocá-lo a piscar. (15 minutos)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montagem do circuito no Tinkercad de acordo com o esquema e as indicações dadas.</li> <li>➤ Resolução do desafio de colocar o LED a piscar com recurso à programação do arduino.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “LED_PISCAR.ino”.</li> </ul>	Computador + Projetor Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica1_LEDs” Simulador Tinkercad  LED_PISCAR.ino

<p>4. Montagem do circuito real com um LED e, de seguida, colocá-lo a piscar com recurso ao software Arduino IDE. (10 minutos)</p>	<p>Arduino UNO R3, Placa de ensaio (<i>BreadBoard</i>), LED, resistência eléctrica, cabos jumper.          Arduino IDE + Computador</p>  <p>LED_PISCAR.ino</p>
<p>5. Montagem de um circuito eléctrico com três LEDs, de cores diferentes, no Tinkercad e programação do Arduino para simular um semáforo. Terminada esta tarefa, os alunos devem poder fazer a montagem real do circuito. (30 minutos)</p>	<p>Computador          Simulador Tinkercad</p>  <p>Semaforo.ino</p>

## BIBLIOGRAFIA

- ELEGOO (2020). *The Most Complete Starter Kit Tutorial*. Disponível em: <https://www.elegoo.com/blogs/arduino-projects/elegoo-uno-r3-project-the-most-complete-starter-kit-tutorial> (07/01/2024)
- Simulador Tinkercad. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>

## • Códigos Arduino (Sketch) utilizados nas atividades



```

LED_PISCAR | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
LED_PISCAR.ino
1 // Atividade 1.2 - LED a piscar
2
3 int Ledpin = 6; //armazena na variável com nome Ledpin o número 6
4
5 void setup()
6 {
7   pinMode(Ledpin, OUTPUT); //Define o pino 6 como saída
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   digitalWrite(Ledpin, HIGH); // Liga o LED: a diferença de potencial no pino 6 é de 5V
13   delay(1000); // Espera 1000 milisegundos = 1 segundo
14   digitalWrite(Ledpin, LOW); // Desliga o LED: a diferença de potencial no pino 6 é de 0V
15   delay(1000); // Espera 1000 milisegundos = 1 segundo
16 }
17

```

```

LED_PISCAR | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
LED_PISCAR.ino
1 // Atividade 1.2 - LED a piscar
2
3 int Ledpin = 6; //armazena na variável com nome Ledpin o número 6
4
5 void setup()
6 {
7   pinMode(Ledpin, OUTPUT); //Define o pino 6 como saída
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   digitalWrite(Ledpin, HIGH); // Liga o LED: a diferença de potencial no pino 6 é de 5V
13   delay(1000); // Espera 1000 milisegundos = 1 segundo
14   digitalWrite(Ledpin, LOW); // Desliga o LED: a diferença de potencial no pino 6 é de 0V
15   delay(1000); // Espera 1000 milisegundos = 1 segundo
16 }
17

```

```

Semaforo | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
Semaforo.ino
1 // Atividade 1.3 - Semáforo
2
3 int LEDvermelhoDelay = 4000; // define o delay do pino vermelho
4 int LEDamareloDelay = 500; // define o delay do pino amarelo
5 int LEDverdeDelay = 3000; // define o delay do pino verde
6
7 int pinVermelho = 10; // armazena na variável com nome pinVermelho o número 10
8 int pinAmarelo = 9; // armazena na variável com nome pinAmarelo o número 9
9 int pinVerde = 8; // armazena na variável com nome pinVerde o número 8
10
11 void setup()
12 {
13   pinMode(pinVermelho, OUTPUT); // define o pinVermelho como saída
14   pinMode(pinAmarelo, OUTPUT); // define o pinAmarelo como saída
15   pinMode(pinVerde, OUTPUT); // define o pinVerde o como saída
16   digitalWrite(pinVermelho, LOW); // diferença de potencial nos terminais do pinVermelho é 0V, logo o led vermelho está apagado
17   digitalWrite(pinVerde, LOW); // diferença de potencial nos terminais do pinVerde é 0V, logo o led verde está apagado
18   digitalWrite(pinAmarelo, LOW); // diferença de potencial nos terminais do pinAmarelo é 0V, logo o led amarelo está apagado
19 }
20
21 void loop()
22 {
23   digitalWrite(pinVermelho, HIGH); // Liga LED vermelho: a diferença de potencial nos terminais do pinVermelho é 5V
24   delay(LEDvermelhoDelay); // define o tempo que o Led vermelho está ligado
25
26   digitalWrite(pinVerde, HIGH); // Liga LED verde: a diferença de potencial nos terminais do pinVerde é 5V
27   digitalWrite(pinVermelho, LOW); // desliga o Led vermelho
28   delay(LEDverdeDelay); // define o tempo que o Led verde está ligado
29
30   digitalWrite(pinAmarelo, HIGH); // liga o Led amarelo
31   digitalWrite(pinVerde, LOW); // desliga o Led verde
32   delay(LEDamareloDelay); // define o tempo que o Led amarelo está ligado
33   digitalWrite(pinAmarelo, LOW); // desliga o Led amarelo
34 }
35

```

- **Apresentações de apoio à aula**



1



2

### A placa Arduino



**O que é?**

- É uma **plataforma eletrónica open-source** baseada em hardware (microcontroladores, sensores, entre outros) e software de fácil utilização.
- É um equipamento acessível a todos, tanto pelo seu **baixo custo** como pela **facilidade de utilização**.

3

### A placa Arduino

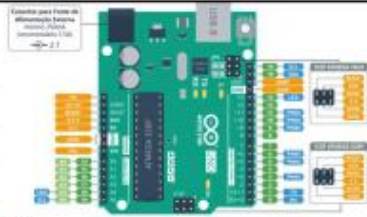


- Contém um **microcontrolador**, facilmente programável, para controlar operações específicas, receber informações de sensores e interagir com outros componentes.
- Possui **entradas e saídas** analógicas e/ou digitais que permitem ler sensores, ativar motores, ligar LED ou até mesmo, publicar informação online.

4



## Pinagem



**Pinos (#0 a #19)** - pinos digitais de entrada/saída (I/O).

- Quando usados como saídas, podemos definir como sendo 0V (nível lógico 0, low) ou 5V (nível lógico 1, high).
- Quando são configurados como entradas, são capazes de detectar se o pino em questão possui tensão de 0V ou 5V.

Cada um dos pinos digitais pode ser utilizado como uma entrada (input) ou saída (output), usando as funções `pinMode()`, `digitalWrite()` e `digitalRead()`.

9

## Sinal digital



- As variáveis digitais tem apenas dois estados: **High** (passa corrente → tensão 5V) ou **Low** (não passa corrente → 0V).
- Um exemplo de um sinal digital é o interruptor de uma campainha, porque ele tem apenas dois estados, ligado (High) ou desligado (Low).
- Para ligar um LED, o pino digital tem de ser configurado como uma saída (OUTPUT).
- Para acionar um botão, o pino digital tem de ser configurado como entrada (INPUT).

10

## Sinal analógico

- As variáveis analógicas são aquelas que podem assumir número de valores compreendidos entre dois limites, neste caso entre 0 e 5 V.
- A maioria dos fenômenos da vida real são sinais deste tipo (som, temperatura, humidade, pressão, luminosidade, etc.).

11

## Pinagem



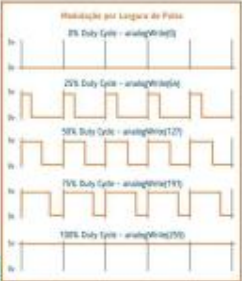
- **Pinos 3, 5, 6, 9 a 11 (PWM)** → 6 dos 14 pinos digitais podem ser usados para gerar sinais analógicos com a função `analogWrite()`, utilizando a técnica de Modulação por Largura de Pulso (PWM).
- O PWM é uma técnica usada para produzir pulsos de sinal digital com diferentes larguras, o que permite simular sinais analógicos. Através da modulação por largura de pulso um sinal digital transforma-se num sinal analógico.
- PWM → usado para controlar velocidade de motores, variar a luminosidade de LEDs, gerar sinais de áudio.

12

O controlo digital inerente ao microcontrolador, produz uma onda quadrada que permanece ao longo do tempo num de dois estados possíveis: 5V (ON) ou 0V (OFF).

Regulando o tempo que o sinal permanece num estado e no outro, consegue-se modular o sinal e controlar, por exemplo, o brilho de um LED, gerar sinais áudio ou controlar a velocidade de motores

A função `analogWrite` (pino PWM, valor do duty cycle) permite definir o duty cycle entre 0 e 255



Duty cycle → Percentagem de tempo que a onda permanece em nível lógico alto.

13

Para ler um **valor de entrada analógica** usa-se a função `analogRead()`, que recebe como parâmetro o pino analógico a ser lido e retorna o valor digital da tensão lida no pino.

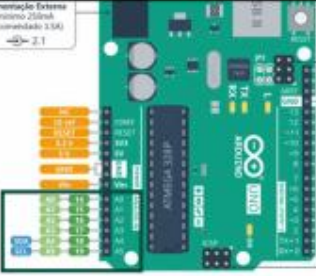
O valor 0 corresponde a 0 volts e o valor 1023 corresponde a 5 volts. Esses valores são convertidos em números digitais utilizando o conversor analógico-digital (ADC) embutido no microcontrolador ATmega328P.

15

## Pinagem

**Pinos (A0-A5)** – pinos analógicos. Permitem medir a tensão (0-5V).

- A numeração destes pinos coincide com os pinos universais (#14 a #19).
- O modo **analógico** é uma função adicional.



Como não é possível processar grandezas analógicas num dispositivo digital, estes sinais têm de ser convertidos para as suas representações digitais pelo ARDUINO, recorrendo a um **conversor analógico-digital** interno (Analog Digital Converter ou ADC).


O ADC disponível tem uma **resolução de 10 bits** que permite subdividir a amplitude dos valores de entrada em 1024 valores diferentes.

14

## Pinagem

- Pino A4-DAS
- Pino A5-SCL

São barramentos **I2C** usados, por exemplo, para comunicação com sensores mais avançados. Existem dois pinos SDA e dois pinos SCL, no canto inferior esquerdo e superior direito da placa (#18 a #19).



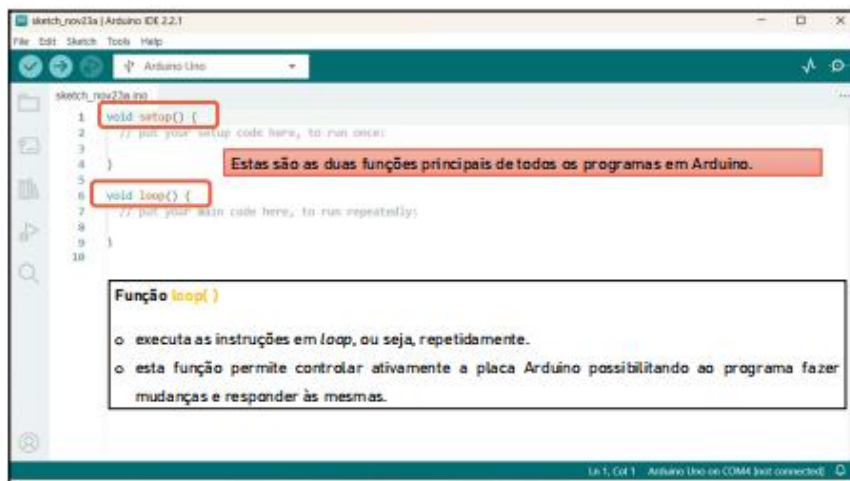
16



17



18



19



20

## Serial Monitor e Serial Plotter

- UART → interface série simples, muito usada que se baseia no envio série de uma sequência de bits, que são transformados em informação
- Ao usar o UART no Arduino, devemos ter em consideração dois pinos:
  - Tx – envio de dados (pino 1);
  - Rx – recepção de dados (pino 0).
- Para comunicar corretamente, há que especificar a **baud-rate** ou taxa de transmissão de bits por segundo (por ex. 9600 ou 115200)



21

## SERIAL MONITOR Interação do Arduino com o software

```

1 int ledPin = 8;
2 int button = 7;
3
4 void setup() {
5   pinMode(ledPin, OUTPUT);
6   pinMode(button, INPUT_PULLUP);
7   Serial.begin(9600);
8 }
9
10 void loop() {
11   while (digitalRead(button) == HIGH) {
12     digitalWrite(ledPin, HIGH);
13     Serial.println("LED aceso");
14     delay(1000); // Espera 1 segundo
15   }
16   while (digitalRead(button) == LOW) {
17     digitalWrite(ledPin, LOW);
18     digitalWrite(ledPin, HIGH);
19     Serial.println("LED apagado");
20     delay(1000); // Espera 1 segundo
21   }
22 }
    
```

- Inicia a comunicação serial, isto é, a transmissão para o serial monitor (taxa de transmissão = 9600 baud/segundo)
- Envia a informação (frase ou número) para o serial monitor. Esta função envia o valor de uma variável e posteriormente adiciona uma nova linha.

22

## Simulação e planeamento

### TINKERCAD

- A plataforma TINKERCAD permite aprender a trabalhar com o Arduino, componentes eletrónicos e sensores básicos.
- Vantagem: o equipamento não se estraga! Podemos evitar que aconteça, simulando o circuito...



23

## Bloco de atividades introdutórias

1. LEDs
2. LED e Botões de Pressão
3. LED e Potenciômetro
4. LED e Fotoresistência (LDR)
5. Display LCD

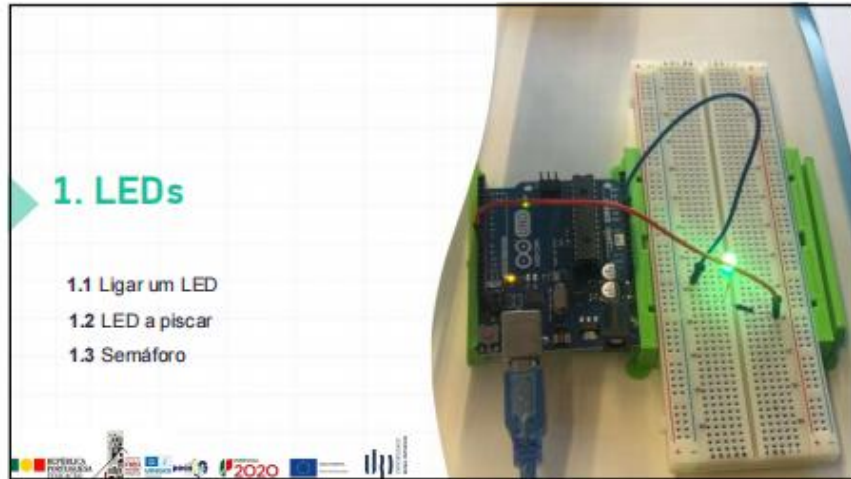
**A.L. 2.1** Curva característica da pilha  
**A.L. 3.1** Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico



24



1



2

### 1.1 Ligar um LED




**Lista de material**

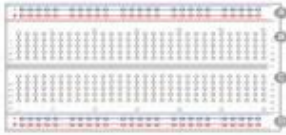
- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de Ensaio
- 1 x LED vermelho/verde/azul
- 1 x Resistência de 220 ohm
- 2 x *Jumpers* macho-macho

3

### Placa de Ensaio



- A *placa de ensaio* (*breadboard*) é uma placa reutilizável usada para construir protótipos de circuitos eletrônicos sem ser necessário soldar os componentes. Isto torna a montagem e a desmontagem de circuitos elétricos mais fácil.



Na *placa de ensaio* existem dois blocos de colunas B e C. Cada coluna possui 5 furos que estão interligados entre si (linhas cinzentas). Uma coluna não possui conexão interna com a coluna ao lado. Os blocos B e C não são interligados entre si, sendo separados por uma cavidade central.

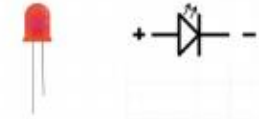
4

- Já nos blocos A e D, nas extremidades superior e inferior da placa de ensaio, temos as linhas vermelha e azul. Todos os furos da mesma linha estão interligados entre si, mas os furos da linha vermelha não estão conectados aos furos da linha azul.
- Na linha vermelha existe um sinal de positivo "+" e na azul um sinal de negativo "-". É nessas linhas que ligamos a energia do circuito que vamos montar: nos projetos com Arduino, são os pinos 5 V e GND.
- Geralmente ligam-se os 5 V no vermelho e o GND no azul, mas isso é apenas uma convenção não vai mudar nada no circuito.



5

## LED

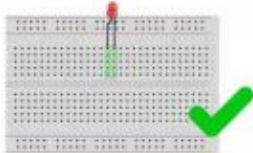


- LED é o acrônimo de Light Emitting Diode ou, em português, **díodo emissor de luz**. Um LED é um díodo que quando atravessado por corrente elétrica emite luz.
- O LED, assim como outros componentes, possui um lado positivo "+" e um lado negativo "-", essa característica também é conhecida como **polaridade**. Nestas situações se o LED for ligado de forma errada, não vai funcionar e pode até danificar-se.
- A haste (perna) maior do LED é o lado positivo e a menor é o lado negativo.

Um díodo é um dispositivo que permite a passagem de corrente apenas num direção.

6

## Montagem do LED na placa de ensaio



- Os dois terminais do LED não podem ficar na mesma coluna da breadboard, uma vez que os furos das colunas são conectados entre si na vertical.
- Este princípio de montagem aplica-se também a outros componentes do kit.

Fonte: <https://www.makerhero.com/blog/aprenda-a-placar-um-led-com-arduino/>

7

## Resistências



- A **resistência** é o componente elétrico mais comum que existe. Uma das aplicações de uma resistência é limitar o fluxo da corrente elétrica que passa num circuito.
- As resistências têm diferentes valores ( $\Omega$ ).
- Quanto mais alta a resistência, mais irá limitar a corrente que passa por ele. O valor da resistência é fixo e é indicado pelas faixas de cores que contém.

8

## Código de Cores

Existem duas formas de determinar o valor da resistência, através:

- equipamentos de medição de resistência, como o multímetro,
- tabela de cores (identificação contidas no corpo da resistência).

Calculadora para código de cores

<https://pt.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator>

9

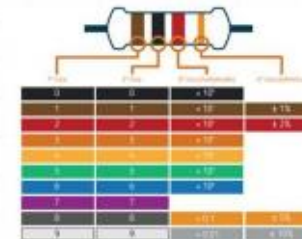
As faixas coloridas são lidas a partir da que está mais próxima de uma extremidade.

A primeira faixa colorida representa o primeiro algarismo do valor da resistência.

A segunda faixa colorida indica o segundo algarismo.

A terceira faixa representa a potência de dez pela qual devemos multiplicar os dois algarismos.

A quarta faixa, que é opcional, indica imprecisão no valor da resistência. Prateado indica 10% de imprecisão, dourado indica 5% e a ausência desta faixa representa imprecisão de 20%.



10

## Cabos JUMPER



- É a designação que se dá aos fios que ligam os vários componentes de um circuito.
- Podem ser ligados na placa de ensaio, na placa Arduino ou mesmo diretamente aos componentes.
- Para ajudar na organização dos circuitos mostrados os jumpers vêm em diversas cores, mas as cores não alteram em nada o seu funcionamento. Podem ser dos seguintes tipos:
  - Cabos macho-macho;
  - Cabos macho-fêmea;
  - Cabos fêmea-fêmea.

11

Porque necessitamos de uma resistência no circuito elétrico?




12

• Pinos digitais do Arduino trabalham com tensões entre 0V (OFF) e 5V (ON) e correntes até 40mA, de acordo com as indicações do fabricante do microcontrolador.

Especificações do fornecedor:

- > Tensão = 2,2 V
- > Corrente = 20 mA



Como a diferença de potencial (ou tensão elétrica) criada pelo microcontrolador arduino, nos terminais do LED, é superior ao valor especificado para este componente elétrico é necessário utilizar uma resistência para limitar o fluxo da corrente elétrica e impedir que o LED se danifique.

13

**Como decidir o valor da resistência a utilizar?**

Especificações do fornecedor:

- > Tensão = 2,2 V
- > Corrente = 20 mA

$$U = I \cdot R \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} \quad \left[ I = 20 \text{ mA} = 20 \times 10^{-3} \text{ A} \right]$$

**Associação de componentes elétricos em série**

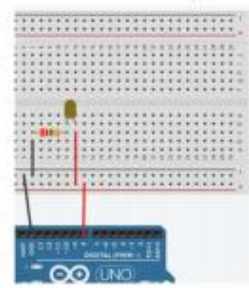
$U_{\text{total}} = U_{\text{resistência}} + U_{\text{LED}}$ ; *I é igual em qualquer ponto do circuito*

$$5V = U_{\text{res}} + 2,2V \Leftrightarrow U_{\text{res}} = 2,2 - 5 = 2,8V$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,8}{20 \times 10^{-3}} = 140 \Omega$$

Tendo em consideração as especificações do LED, o valor da resistência tem de ter o mínimo de 140 Ω.

Deve escolher-se a resistência disponível com valor mais próximo do calculado.



14

**Montagem do circuito real**

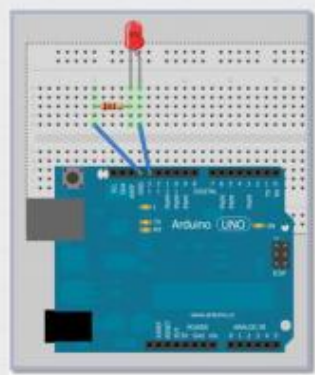
**Atenção!**

- Antes de ligar o circuito à corrente, devem-se verificar todas as ligações!
- Há que evitar curto-circuitos e possíveis danos aos componentes eletrónicos.



15

**Montagem completa**



16

## Discussão do Sketch

```
1 //Ligar um LED
2
3 void setup() {
4   pinMode(8, OUTPUT); //define o pino 8 como saída
5   digitalWrite(8, HIGH); //Ligar LED
6 }
7
8 void loop() {
9   }
10
11
12
```

Ligar\_LED.ino

```
1 //Atividade 1.1 - Ligar um LED
2
3 int ledPin=8; // armazena na variável com nome ledPin o número 8
4
5 void setup() {
6   pinMode(ledPin, OUTPUT); //define o pino 8 como saída
7   digitalWrite(ledPin, HIGH); //Ligar LED: a diferença de potencial, U, nos terminais do pino 8 é 5V
8 }
9
10 void loop() {
11 }
12
```

Para praticar faça algumas experiências, trocando o LED do pino 8 para outro pino, adicionando mais LEDs a outros pinos.

17

## 1.2 LED a piscar

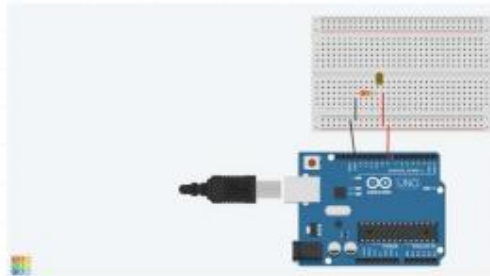


### Lista de material

- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de Ensaio
- 1 x LED vermelho/verde/azul
- 1 x Resistência de 220 ohm
- 2 x Jumpers macho-macho

18

## Montagem completa



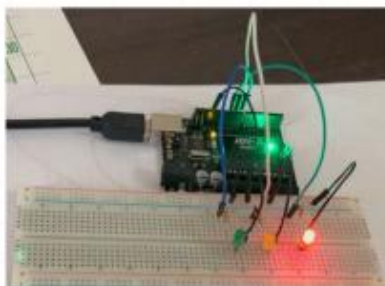
19

## Discussão do Sketch

```
LED_PISCAR.ino
1 // Atividade 1.2 - LED a piscar
2
3 int ledPin = 8; //armazena na variável com nome ledPin o número 8
4
5 void setup()
6 {
7   pinMode(ledPin, OUTPUT); //define o pino 8 como saída
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   digitalWrite(ledPin, HIGH); // Liga o LED: a diferença de potencial no pino 8 é de 5V
13   delay(1000); // Espera 1000 milissegundos = 1 segundo
14   digitalWrite(ledPin, LOW); // Desliga o LED: a diferença de potencial no pino 8 é de 0V
15   delay(1000); // Espera 1000 milissegundos = 1 segundo
16 }
```

20

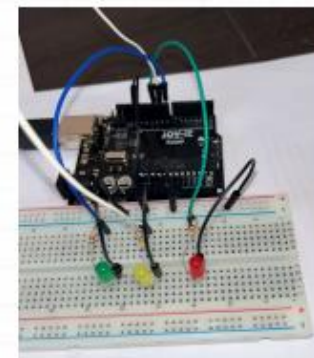
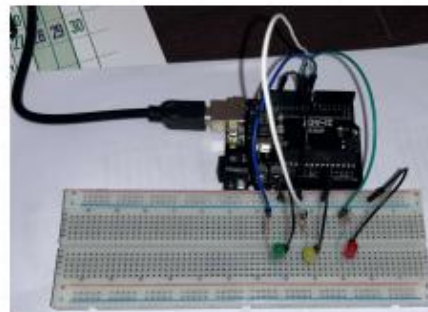
### 1.3 Semáforo



#### Lista de material

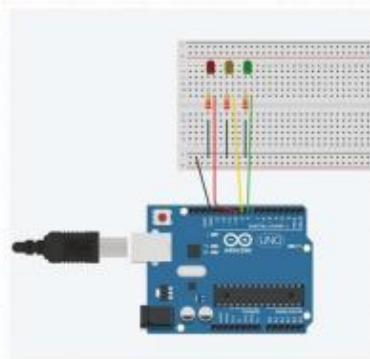
- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de Ensaio
- 1 x LED vermelho
- 1 x LED verde
- 1 x LED amarelo
- 3 x Resistência de 220 ohm
- 6 x Jumpers macho-macho

21



22

### Montagem completa



23

### Discussão do Sketch

```
semáforo
// Programa 1.3 - Semáforo
1
2 int ledVerde[ledVerde] = 4000; // define o delay do pino verde
3 int ledAmarelo[ledAmarelo] = 3000; // define o delay do pino amarelo
4 int ledVermelho[ledVermelho] = 5000; // define o delay do pino verde
5
6 int pinoVerde = 8; // associa ao variável um nome pinoVerde e número 8
7 int pinoAmarelo = 9; // associa ao variável um nome pinoAmarelo e número 9
8 int pinoVermelho = 10; // associa ao variável um nome pinoVermelho e número 10
9
10 void setup()
11 {
12   pinMode(pinoVerde, OUTPUT); // define o pinoVerde como saída
13   pinMode(pinoAmarelo, OUTPUT); // define o pinoAmarelo como saída
14   pinMode(pinoVermelho, OUTPUT); // define o pinoVermelho como saída
15   digitalWrite(pinoVerde, LOW); // diferença de potencial nos terminais do pinoVerde é 0V, logo o led verde está apagado
16   digitalWrite(pinoAmarelo, LOW); // diferença de potencial nos terminais do pinoAmarelo é 0V, logo o led amarelo está apagado
17   digitalWrite(pinoVermelho, LOW); // diferença de potencial nos terminais do pinoVermelho é 0V, logo o led vermelho está apagado
18 }
19
20 void loop()
21 {
22   digitalWrite(pinoVerde, HIGH); // liga o led verde: a diferença de potencial no terminal do pinoVerde é 5V
23   delay(ledVerde[ledVerde]); // define o tempo que o led verde está ligado
24   digitalWrite(pinoVerde, LOW); // liga o led verde: a diferença de potencial nos terminais do pinoVerde é 0V
25   digitalWrite(pinoAmarelo, HIGH); // liga o led amarelo: a diferença de potencial nos terminais do pinoAmarelo é 5V
26   delay(ledAmarelo[ledAmarelo]); // define o tempo que o led amarelo está ligado
27   digitalWrite(pinoAmarelo, LOW); // liga o led amarelo
28   digitalWrite(pinoVermelho, HIGH); // liga o led vermelho: a diferença de potencial nos terminais do pinoVermelho é 5V
29   delay(ledVermelho[ledVermelho]); // define o tempo que o led vermelho está ligado
30   digitalWrite(pinoVermelho, LOW); // desliga o led vermelho
31 }
```

24


# PLANO DA 2ª SESSÃO


## Física Química 10º ano



Nível de ensino	Secundário (Ensino Profissional)	Ano	10ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	19/04/2024
Módulo	F4 – Circuitos elétricos	Organizador	Circuitos elétricos e lei de Joule
Sumário	Atividades experimentais introdutória com Arduino: “Ativar um LED com um botão de pressão” e “Regular a intensidade da luz de um LED com um potenciômetro”.		
Aprendizagens essenciais	Montar circuitos elétricos, associando componentes elétricos em série e em paralelo, e, a partir de medições, caracterizá-los quanto à corrente elétrica que os percorre e à diferença de potencial elétrico aos seus terminais.		
Áreas de competências do perfil dos alunos	A Linguagens e textos; B Informação e comunicação; C Raciocínio e resolução de problemas; D Pensamento crítico e pensamento criativo; I Saber científico, técnico e tecnológico		
Objetivos	<p>Reconhecer a placa de Arduino como uma plataforma eletrônica <i>open-source</i> de fácil utilização.</p> <p>Conhecer o modo de funcionamento do Arduino, nomeadamente, os pinos digitais e pinos analógicos, a linguagem de programação Arduino (baseada em <i>Wiring</i> e C/C++) e o software Arduino IDE.</p> <p>Identificar as principais características dos componentes elétricos LED, resistência de valor fixo, botão de pressão e potenciômetro.</p> <p>Montar um circuito com LEDs e botão de pressão e programar os pinos digitais do Arduino para ligar/desligar um LED, em função do estado do botão de pressão.</p> <p>Conhecer o funcionamento do conversor analógico-digital do Arduino (ADC)</p>		
Pré-requisitos	Conhecer as grandezas elétricas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (tensão elétrica) e resistência elétrica.		

### PLANO DA SESSÃO DE 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO E EXPERIMENTAL

Estratégias/Atividades	Material/Recursos
<p>1. Atividade experimental introdutória com Arduino: Ativar um LED com um botão de pressão. (15 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modo de funcionamento dos componentes elétricos LED, resistências elétricas e botão de pressão.</li> <li>➤ Explicação sobre as três formas de montar um circuito utilizando um botão de pressão, nomeadamente através de resistências <i>Pull-down</i>, resistências <i>Pull-up</i> ou através do <i>Pull-up</i> interno do Arduino.</li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula</p> <p>“ArduEnFisica2_LEDs e Botões de pressão”</p>
<p>2. Simulação online, no Tinkercad, de um circuito elétrico com um LED e dois botões, um para ligar o LED e outro para desligar o LED. (15 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montagem do circuito no Tinkercad de acordo com o esquema e as indicações dadas.</li> <li>➤ Resolução do desafio de ligar o LED com um botão e desligá-lo com outro, utilizando a resistência interna do Arduino.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “LED_2BotoesPressaoINPUT_PULLUP.ino”.</li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula</p> <p>“ArduEnFisica2_LEDs e Botões de pressão”</p> <p>Simulador Tinkercad</p>  <p>LED_2BotoesPressaoINPUT_PULLUP.ino</p>
<p>3. Montagem real do circuito simulado no Tinkercad e programação no Arduino IDE. (15 minutos)</p>	<p>Arduino UNO R3, placa de ensaio (<i>BreadBoard</i>), LED, resistência elétrica, botões de pressão, cabos jumper.</p> <p>Computador + Arduino IDE</p>
<p>4. Simulação online, no Tinkercad, de um circuito elétrico com um LED e, apenas, um botão de pressão para ligar e desligar o LED. (20 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montagem do circuito no Tinkercad de acordo com o esquema e as indicações dadas.</li> <li>➤ Resolução do desafio de ligar e desligar o LED com apenas um botão, utilizando a resistência interna do Arduino.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “Led_botaoINPUT_PULLUP.ino”.</li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula</p> <p>“ArduEnFisica2_LEDs e Botões de pressão”</p> <p>Simulador Tinkercad</p>

	 Led_botaoINPUT_PULLUP.ino
5. Montagem real do circuito anterior, simulado no Tinkercad, e programação no Arduino IDE. (10 minutos)	Arduino UNO R3, placa de ensaio ( <i>BreadBoard</i> ), LED, resistência elétrica, botão de pressão, cabos jumper. Computador + Arduino IDE
6. Introdução da atividade experimental introdutória com Arduino: Regular a intensidade da luz de um LED com um potenciômetro. (15 minutos) <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Funcionamento do conversor analógico-digital (ADC) do Arduino.</li> <li>➤ Output analógico através da técnica de <i>Pulse With Modulation</i> (PWM).</li> <li>➤ Modo de funcionamento do potenciômetro, uma resistência de valor variável.</li> <li>➤ Função <i>map ()</i> para ajustar a luminosidade do LED.</li> </ul>	Computador + Projetor Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica3_LEDs e Potenciômetro”

## BIBLIOGRAFIA

- ELEGOO (2020). *The Most Complete Starter Kit Tutorial*. Disponível em: <https://www.elegoo.com/blogs/arduino-projects/elegoo-uno-r3-project-the-most-complete-starter-kit-tutorial> (07/01/2024)
- Simulador Tinkercad. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>

## • Códigos utilizados nas atividades

```

LED_2BotoesPressaoINPUT_PULLUP | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
LED_2BotoesPressaoINPUT_PULLUP.ino
1 int botaoLEDon = 7; // declara o botão de pressão na porta 7
2 int botaoLEDooff = 10; // declara o botão de pressão na porta 10
3 int LED = 8; // declara o led na porta 8
4
5 void setup() {
6 pinMode(botaoLEDon, INPUT_PULLUP); // A função INPUT_PULLUP define a utilização da resistência interna do Arduino
7 pinMode(botaoLEDooff, INPUT_PULLUP);
8 pinMode(LED, OUTPUT); // define o pino onde está ligado o LED como pino de saída (OUTPUT)
9 }
10
11 void loop() {
12 while (digitalRead(botaoLEDon) == HIGH) {} //Quando se pressiona o botaoLEDon a função digitalRead permite obter o estado do botão
13 digitalWrite(LED, HIGH); // a função digitalWrite Liga LED (HIGH), quando o estado do botaoLEDon é HIGH
14 Serial.begin(9600); //Inicia a transmissão para o monitor serial
15 Serial.println("Ligado!"); // no monitor de série aparece a informação que o LED está ligado
16 delay(500);
17
18 while (digitalRead(botaoLEDooff) == HIGH) {} //Quando se pressiona o botãoLEDooff função digitalRead permite obter o estado do botão
19 digitalWrite(LED, LOW); // a função digitalWrite apaga o LED (LOW), quando o estado do botaoLEDon é HIGH
20 Serial.println("Desligado!"); // no monitor de série aparece a informação que o LED está desligado
21 delay(500);
22 }
23

```

```
Led_botaoINPUT_PULLUP | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
Led_botaoINPUT_PULLUP.ino
1 int ledPin = 8; // declara o Led na porta 8
2 int botao = 7; // declara o botão de pressão na porta 7
3
4 void setup() {
5
6     pinMode(ledPin, OUTPUT); // define LED como saída
7     pinMode(botao, INPUT_PULLUP); // utiliza INPUT_PULLUP com resistência interna do Arduino
8 }
9
10 void loop() {
11
12     while (digitalRead(botao) == HIGH) {} // a função digitalRead permite obter o estado do botão
13     digitalWrite(ledPin, HIGH); // Quando o botão é pressionado (HIGH) a função digitalWrite liga o LED
14     Serial.begin(9600); // inicia a transmissão para o monitor de série
15     Serial.println("LED acesso"); // no monitor de série aparece a informação que o LED está ligado
16
17     delay(1000);
18
19     while (digitalRead(botao) == HIGH) {}
20     digitalWrite(ledPin, LOW); // Quando o botão não está pressionado (LOW) a função digitalWrite apaga o LED
21     Serial.println("LED apagado"); // no monitor de série aparece a informação que o LED está desligado
22
23     delay(1000);
24 }
25
```

- **Apresentações de apoio à aula**



1



2



3



4

Para montar um circuito utilizando um botão de pressão, podemos fazê-lo de 3 formas: através de **Resistências Pull-down**, **Resistências Pull-up** ou através do **Pull-up interno** do Arduino.

As resistências *pull-up* e *pull-down* garantem um nível lógico estável, isto é, **estabilizam o circuito**, caso contrário obteríamos um comportamento errático.

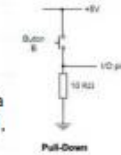
➔ Geralmente utiliza-se uma resistência de 10K  $\Omega$  para este propósito.



5

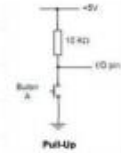
➤ Funcionamento do circuito com resistência de **input Pull-down** (liga ao GND):

Nível lógico (LOW ou 0) no estado normal (não passa corrente para a entrada do Arduino) → Quando pressionado passa para o Nível lógico (HIGH ou 1), logo passa corrente para a entrada do Arduino.



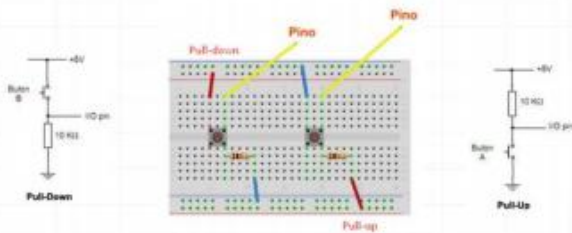
➤ Funcionamento do circuito com resistência de **input Pull-up** (liga aos 5 V):

Nível lógico (HIGH ou 1) no estado normal e Nível lógico (LOW ou 0) quando pressionado.



6

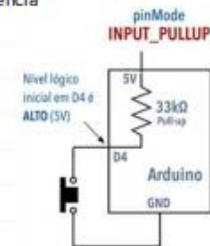
## Montagem



7

➤ Funcionamento do circuito com a função **INPUT\_PULLUP** (utiliza a resistência interna do Arduino):

Nesta situação não é necessário utilizar a resistência para garantir um nível estável, uma vez que se vai utilizar a resistência interna do Arduino.



8

- Deve montar-se o botão com todas as pernas isoladas entre si.
- Quando se prime o botão, os terminais A e D ficam à mesma tensão que os terminais B e C
- No circuito ao lado:
  - Botão solto – Pino 2 a HIGH
  - Botão pressionado – Pino 2 a LOW (terminais C, D ligados a GND)

9

## Montagem do circuito real

### Atenção!

- Antes de ligar o circuito à corrente, devem-se verificar todas as ligações!
- Há que evitar curto-circuitos e possíveis danos a os componentes eletrônicos.

10

## Montagem completa:

### 2 botões + 1 LED

11

## Discussão do Sketch

```

LED_2botõesPressãoINPUT_PULLUPno
1 int botõesIDon = 7; // declara o botão de pressão na porta 7
2 int botõesIDoff = 10; // declara o botão de pressão na porta 10
3 int led = 8; // declara o led na porta 8
4
5 void setup() {
6   pinMode(botõesIDon, INPUT_PULLUP); // a função INPUT_PULLUP define a utilização da resistência interna do Arduino
7   pinMode(botõesIDoff, INPUT_PULLUP);
8   pinMode(LED, OUTPUT); // define o pino onde está ligado o LED como pino de saída (OUTPUT)
9 }
10
11 void loop() {
12   while (digitalRead(botõesIDon) == HIGH) { //Quando se pressiona o botãoIDon a função digitalRead permite obter o estado do botão
13     digitalWrite(LED, HIGH); // a função digitalWrite liga o LED (HIGH), quando o estado do botõesIDon é HIGH
14     Serial.begin(9600); //inicia a transmissão para o monitor serial
15     Serial.println("Ligado!"); // no monitor de série aparece a informação que o LED está ligado
16     delay(500);
17   }
18   while (digitalRead(botõesIDoff) == HIGH) { //Quando se pressiona o botãoIDoff a função digitalRead permite obter o estado do botão
19     digitalWrite(LED, LOW); // a função digitalWrite apaga o LED (LOW), quando o estado do botõesIDon é HIGH
20     Serial.println("Desligado!"); // no monitor de série aparece a informação que o LED está desligado
21     delay(500);
22   }
  
```

12



13

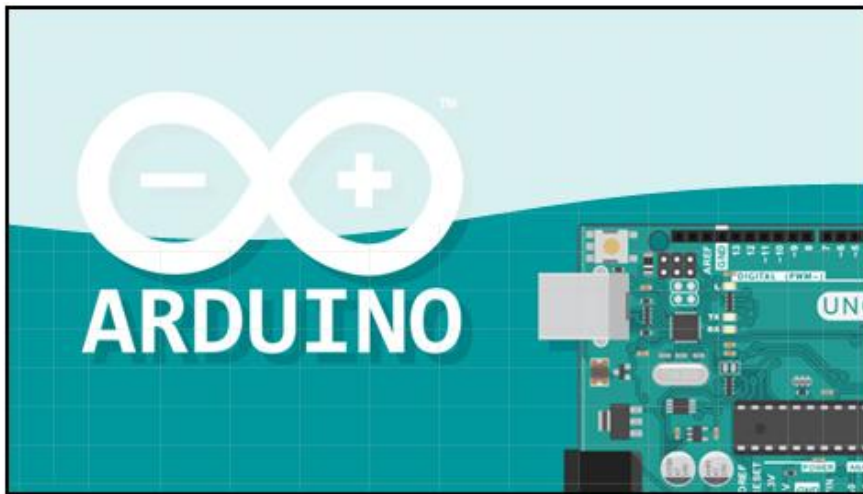
### Discussão do Sketch

```

1 int ledPin = 8; // declara o led na porta 8
2 int botao = 7; // declara o botão de pressão na porta 7
3
4 void setup() {
5
6   pinMode(ledPin, OUTPUT); // define led como saída
7   pinMode(botao, INPUT_PULLUP); // utiliza INPUT_PULLUP com resistência interna do arduino
8 }
9
10 void loop() {
11
12   while (digitalRead(botao) == HIGH) {} // a função digitalRead permite obter o estado do botão
13   digitalWrite(ledPin, HIGH); // Quando o botão é pressionado (HIGH) a função digitalWrite liga o led
14   Serial.println(9000); // inicia a transmissão para o monitor de série
15   Serial.println("LED aceso"); // no monitor de série aparece a informação que o led está ligado
16
17   delay(1000);
18
19   while (digitalRead(botao) == LOW) {} // Quando o botão não está pressionado (LOW) a função digitalWrite apaga o led
20   digitalWrite(ledPin, LOW); // Quando o botão não está pressionado (LOW) a função digitalWrite apaga o led
21   Serial.println("LED apagado"); // no monitor de série aparece a informação que o led está desligado
22
23   delay(1000);
24 }

```

14



1

### 2. LED e Potenciômetro

2

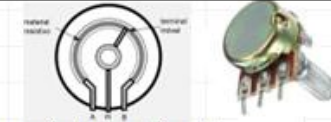
## Potenciômetro



- O potenciômetro é uma resistência variável numa gama de valores entre 0 e o valor que se encontra inscrito no potenciômetro.
- Existem potenciômetros de diferentes resistências, contudo o mais comum é o de 10K, que varia a resistência entre 0 a 10 000  $\Omega$ .
- O potenciômetro pode ser utilizado como divisor de tensão, para controlar o volume de uma aparelhagem, a luminosidade de uma lâmpada, etc.

3

## Potenciômetro linear 10K



Enquanto um botão fornece informação digital, que equivale aos dois estados possíveis, 0 (LOW) ou 1 (HIGH), o valor do potenciômetro varia com a rotação do seu eixo giratório e pode assumir vários valores. Por este motivo deve ser ligado a uma **porta analógica** do Arduino.

A ligação do potenciômetro ao microcontrolador:

- **Terminal direito e esquerdo** → ligam aos pinos 5V e GND do arduino.
- **Terminal central** → liga a um dos pinos analógicos (A0, A1, A2, A3, A4, A5).



4

**Pinos (A0-A5)** – pinos analógicos. Permitem medir a tensão (0-5V).

- A numeração destes pinos coincide com os pinos universais (#14 a #19).
- O **modo analógico** é uma função adicional.

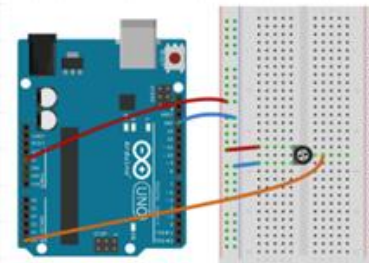
Como não é possível processar grandezas analógicas num dispositivo digital, estes sinais (input analógico) têm de ser convertidos para as suas representações digitais pelo ARDUINO, recorrendo a um **conversor analógico-digital** interno (*Analog Digital Converter* ou ADC).

O ADC disponível tem uma **resolução de 10 bits** que permite subdividir a amplitude dos valores de tensão de entrada em 1024 valores diferentes, sendo que o valor máximo é 1023 (4,955V) e o valor mínimo é 0 (0 V).

5

## Conversor Analógico Digital

Como é que o ADC funciona na prática?



### Lista de material

- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de Ensaio
- 1 x Potenciômetro
- 5 x Jumpers macho-macho

6

Ao girar o cursor potenciômetro, obtemos valores de 0 a 1023 no monitor serial. (Isto significa que o conversor analógico-digital integrado no Arduino UNO, é de 10 bits.)

Mas será que estes valores são úteis para nós?

Através da programação do Arduino é possível fazer a conversão para volts...

Sabemos que a tensão de entrada varia numa faixa de 0 a 5V, e o maior número que podemos obter do ADC é 1023. Portanto,

$$1023 - 5V$$

$$1 - x$$

$$1023 \cdot x = 1 \times 5$$

$$x = \frac{5}{1023} = 0,0049V$$

```

ADC_Potenciometro.ino
1 int pinoAnalogico = A0;
2
3 void setup() {
4   pinMode(pinoAnalogico, INPUT);
5   serial.begin(9600);
6 }
7
8 void loop() {
9   float tensao = analogRead(pinoAnalogico)*5.0/1023.0;
10  serial.print("Tensao do pino A0 em Volts: ");
11  serial.println(tensao);
12  delay(1000);
13 }
    
```

7

## Controlar a luminosidade de um LED com um potenciômetro

- À medida que se roda o cursor do potenciômetro, aumenta a resistência introduzida no circuito, e diminui a luminosidade emitida pelo LED (e vice-versa).
- Quando configuramos o pino onde o LED estava ligado como um pino digital, o LED apenas pode assumir um de dois estados possíveis, ligado (5V) ou desligado (0V).
- Como o arduino só tem pinos de entrada (INPUT) analógico (A0...A5), o **OUTPUT analógico só pode ser conseguido com Pulse With Modulation (PWM)**. Nesta situação o LED tem ser ligado a um pino digital com função PWM, sinalizado com ~no Arduino.

8



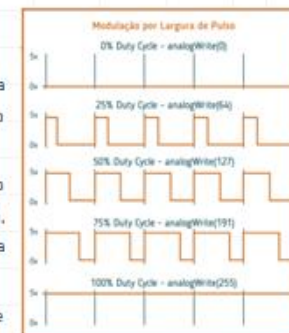
- Através da técnica de modulação por largura de pulso (PWM) é possível, através de um sinal digital, emitir um sinal analógico.
- E a função PWM que está associada aos pinos digitais do 3, 5, 6, 9, 10 e 11 do Arduino. Nestes pinos além da função `digitalWrite()` que permite escrever os valores 0 ou 1 (sinais digitais), está também disponível a função `analogWrite()` que permite definir valores numa escala de 0 a 255.

Permite controlar a tensão que sai das portas, ou seja, podemos por exemplo, controlar a velocidade de um motor, ou a luminosidade de um LED.

9

## Função PWM (Pulse With Modulation)

- Nos pinos que possuem a função PWM, o Arduino envia uma onda quadrada alternado, rapidamente, o estado do pino entre 0 (ON) e 5 V (OFF).
- Regulando o tempo que o sinal permanece num estado e no outro, consegue-se modular o sinal e controlar, por exemplo, o brilho de um LED, gerar sinais áudio ou controlar a velocidade de motores
- A função `analogWrite()` (pino PWM, valor do duty cycle) permite definir o duty cycle entre 0 e 255.



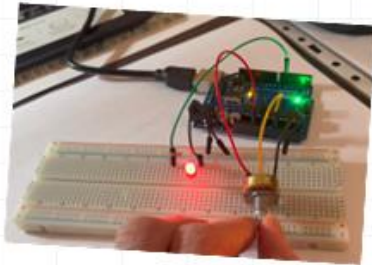
Duty cycle → Percentagem de tempo que a onda permanece em nível lógico alto.

10

## Montagem do circuito real

### Atenção!

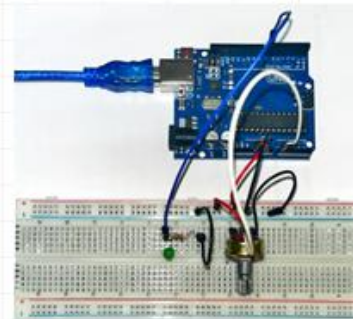
- Antes de ligar o circuito à corrente, devem-se verificar todas as ligações!
- Há que evitar curto-circuitos e possíveis danos aos componentes eletrônicos.



11

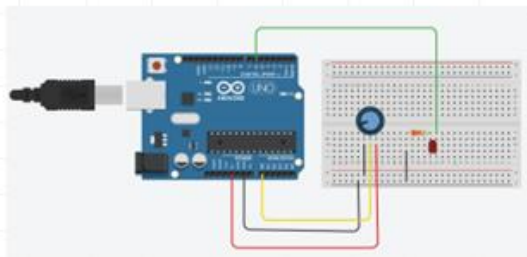
### Lista de material

- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de Ensaio
- 1 x LED vermelho/verde/azul
- 1 x Resistência de 220 ohm
- 1 x Potenciômetro
- 6 x Jumpers macho-macho



12

## Montagem completa



13

## Discussão do Sketch

```
LED_Potenciometro
1 int pinLED = 6; // define porta digital LED
2 int pinPot = A0; // define porta analógica do potenciometro
3
4 long valorPot; // declara a variável associada ao valor lido no potenciometro, que vai de 0 a 1023
5 long valorCalculado; // declara a variável associada ao valor lido no potenciometro, que vai de 0 a 255
6
7 void setup() {
8   Serial.begin(9600); // inicia a transmissão para o monitor de série
9   pinMode(pinLED, OUTPUT); // configura o LED com saída
10  pinMode(pinPot, INPUT); // configura o potenciometro com entrada
11 }
12
13 void loop() {
14   valorPot = analogRead(pinPot); // lê os valores no potenciometro
15   valorCalculado = map(valorPot, 0, 1023, 0, 255); // transforma um valor lido entre o intervalo de valores para outro intervalo de valores
16
17   digitalWrite(pinLED, valorCalculado); // define a luminosidade do LED
18   Serial.print("valor de 0 a 1023 = ");
19   Serial.print(valorPot);
20   Serial.print("valor de 0 a 255 = ");
21   Serial.println(valorCalculado);
22 }
```

O tipo de variável **long** armazena números inteiros, como o **int**, mas oferece um intervalo maior de valores.

Função **map()** converte o valor lido na entrada analógica (0 a 1023) para um valor entre 0 a 255 (8 bits), que é utilizado para ajustar a intensidade do brilho do LED.

14


# PLANO DA 3ª SESSÃO


Física Química 10º ano



Nível de ensino	Secundário (Ensino Profissional)	Ano	10ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	26/04/2024
Módulo	F4 – Circuitos elétricos	Organizador	Circuitos elétricos e lei de Joule
Sumário	Atividades experimentais introdutórias com Arduino: “Regular a intensidade da luz emitida por um LED com um potenciómetro” (conclusão) e “LED e fotocélula LDR – Sensor de luminosidade”.		
Aprendizagens essenciais	Montar circuitos elétricos, associando componentes elétricos em série e em paralelo, e, a partir de medições, caracterizá-los quanto à corrente elétrica que os percorre e à diferença de potencial elétrico aos seus terminais.		
Áreas de competências do perfil dos alunos	A Linguagens e textos; B Informação e comunicação; C Raciocínio e resolução de problemas; D Pensamento crítico e pensamento criativo; I Saber científico, técnico e tecnológico		
Objetivos	<p>Reconhecer a placa de Arduino como uma plataforma eletrónica open-source de fácil utilização.</p> <p>Conhecer o modo de funcionamento do Arduino, nomeadamente, os pinos digitais e pinos analógicos, a linguagem de programação Arduino (baseada em <i>Wiring</i> e C/C++) e o software Arduino IDE.</p> <p>Identificar as principais características dos componentes elétricos LED e resistência elétrica de valor fixo e resistências de valor variável: potenciómetro e fotocélula LDR.</p> <p>Conhecer o funcionamento da fotocélula LDR como sensor de luminosidade.</p> <p>Montar um circuito com LED e um potenciómetro e programar o Arduino para regular a intensidade da luz do LED.</p> <p>Montar um circuito com LED e uma fotocélula LDR e programar o Arduino para funcionar como sensor de luminosidade.</p>		
Pré-requisitos	Conhecer as grandezas elétricas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (tensão elétrica) e resistência elétrica.		

## PLANO DA SESSÃO DE 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO E EXPERIMENTAL

Estratégias/Atividades	Material/Recursos
1. Revisão dos conceitos abordados no final da sessão anterior: funcionamento do potenciómetro e ligação ao Arduino; sinais e pinos analógicos; função PWM e função <i>map()</i> . (15 minutos)	Computador + Projetor  Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica3_LEDs e Potenciómetro”
2. Simulação online, no Tinkercad, de um circuito elétrico com um LED e um potenciómetro (resistência de valor variável). (15 minutos) <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montagem do circuito no Tinkercad de acordo com o esquema e as indicações dadas.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “LED_Potenciometro.ino”.</li> </ul>	Simulador Tinkercad  LED_Potenciometro.ino
3. Montagem do circuito real e regulação da intensidade do LED com recurso ao software Arduino IDE. (15 minutos)	Computador + Arduino IDE  Arduino UNO R3, placa de ensaio ( <i>BreadBoard</i> ), LED, potenciómetro, resistência elétrica, cabos jumper.
4. Atividade experimental introdutória com Arduino: LED e fotocélula LDR – Sensor de luminosidade. (15 minutos) <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modo de funcionamento da fotocélula LDR.</li> <li>➤ O LDR como sensor de luminosidade: divisor de tensão.</li> <li>➤ O circuito do sensor de luminosidade.</li> </ul>	Computador + Projetor  Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica4_LEDs e LDR”
5. Simulação online, no Tinkercad, de um circuito elétrico com um LED e um LDR, a funcionar como sensor de luminosidade. (15 minutos) <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montagem do circuito no Tinkercad de acordo com o esquema e as indicações dadas.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “LED_LDR.ino”.</li> </ul>	Computador + Projetor  Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica4_LEDs e LDR”

	<p>Simulador Tinkercad</p>  <p>LED_LDR.ino</p>
<p>6. Montagem real do circuito simulado no Tinkercad e programação no Arduino IDE. (15 minutos)</p>	<p>Arduino UNO R3, placa de ensaio (<i>BreadBoard</i>), LED, resistências elétricas, LDR, cabos jumper.</p> <p>Computador + Arduino IDE</p>

## BIBLIOGRAFIA

- ELEGOO (2020). *The Most Complete Starter Kit Tutorial*. Disponível em: <https://www.elegoo.com/blogs/arduino-projects/elegoo-uno-r3-project-the-most-complete-starter-kit-tutorial> (07/01/2024)
- Simulador Tinkercad. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>

## • Códigos utilizados nas atividades

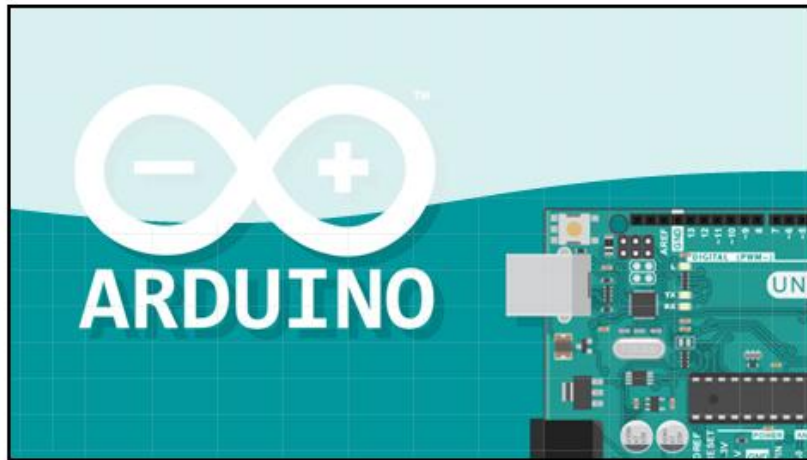
```

LED_Potenciometro | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
LED_Potenciometro.ino
1 int pinLED = 6; // define porta digital LED
2 int pinPot = A0; // define porta analógica do potenciômetro
3
4 long valorPot; // declara a variável associada ao valor obtido no potenciômetro, que vai de de 0 a 1023
5 long valorCalculado; // declara a variável associada ao valor obtido no potenciômetro, que vai de de 0 a 255
6
7 void setup() {
8   Serial.begin(9600); // inicia a transmissão para o monitor de série
9   pinMode(pinLED, OUTPUT); // configura o LED como saída
10  pinMode(pinPot, INPUT); // configura o potenciômetro com entrada
11 }
12
13 void loop() {
14   valorPot = analogRead(pinPot); // lê os valores no potenciômetro
15   valorCalculado = map(valorPot, 0, 1023, 0, 255); // transforma 1 valor lido entre o intervalo de valores p/ outro intervalo de valores
16
17   analogWrite(pinLED, valorCalculado); // define a luminosidade do LED
18   Serial.print("Valor de 0 a 1023 = ");
19   Serial.print(valorPot);
20   Serial.print("Valor de 0 a 255 = ");
21   Serial.println(valorCalculado);
22 }

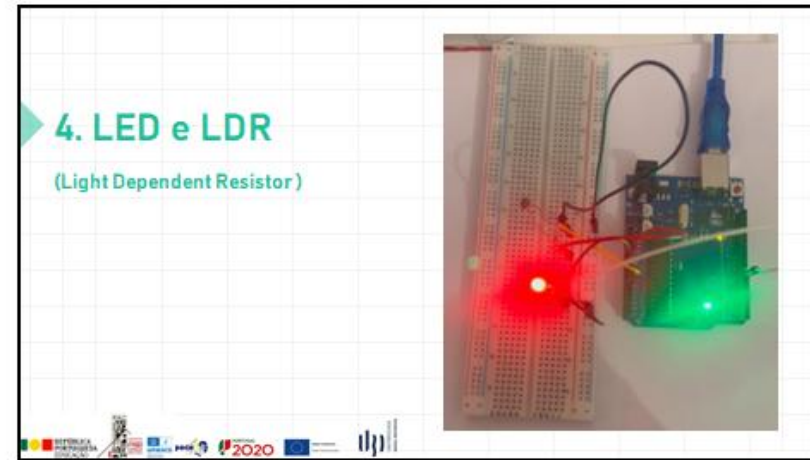
```

```
LED_LDR | Arduino IDE 2.3.2
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
LED_LDR.ino
1 //sensor luminosidade (LDR) e LED
2
3 int pinLED = 7; //armazena na variável com nome pinLED o pino digital 7
4 int pinLDR = A0; // armazena na variável com nome pinLED o pino analógico A0
5 int valorLDR; // declara a variável associada ao valor de tensão do LDR
6 int limiteLDR = 600;
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600); // inicia a comunicação para o monitor serial
10  pinMode(pinLED, OUTPUT); //define o pino onde está ligado o LED como saída
11  pinMode(pinLDR, INPUT); //define o pino onde está ligado o LDR como entrada
12 }
13
14 void loop() {
15  valorLDR = analogRead(pinLDR); // define o valorLDR como o input analógico lido no pinLDR
16  Serial.print("Valor lido no LDR = ");
17  Serial.println(valorLDR);
18
19  if (valorLDR < limiteLDR) {
20    digitalWrite(pinLED, LOW); // se o valor lido no LDR é inferior a 600 o LED está apagado
21  }
22
23  else {
24    digitalWrite(pinLED, HIGH); // caso contrário o LED acende
25  }
26
27  delay(100);
28 }
```

- **Apresentações de apoio à aula**



1



2

### Fotocélula LDR (fotoresistência)

- As fotocélulas LDR (Light-Dependent Resistor), são um tipo de resistências cuja **resistividade varia em função da luz que incide sobre elas.**
- Os LDR são compostos, principalmente, por Sulfeto de cádmio (CdS). O cádmio reage à luz, deixando que os seus eletrões se movam livremente, permitindo a passagem da corrente elétrica.
- Assim, os **fótons de luz vão modificar a resistência elétrica** de acordo com o seguinte comportamento:
  - Mais luz = menor resistência elétrica
  - Menos luz = maior resistência elétrica



3

Nesta atividade o LDR vai ser utilizado como um **sensor de luminosidade**

↓


Liga ou desliga um LED, automaticamente, em função da ausência ou presença de luz. Isto é em função do valor da resistência elétrica do LDR .

O LDR é uma resistência de valor variável em função da luminosidade incidente.

**Como é que o Arduino consegue ler o valor da resistência do LDR?**

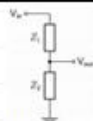
Nesta montagem haverá dois circuitos eletrónicos envolvidos:

- O circuito do sensor de luminosidade.
- O circuito do acionamento do LED.



4

## Divisor de tensão



- Consiste num circuito com **resistências em série** que produz uma tensão de saída ( $V_{out}$ ) que é uma fração da tensão de entrada ( $V_{in}$ ).

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

- Um divisor de tensão pode ter várias aplicações:

- > **Controlar a Tensão de saída**
- > **Medir o valor da Tensão**
- > **Funcionar como um sensor de Tensão** (Utilizados em conjunto com sensores, como termistores e LDRs, para criar sinais elétricos que variam com a temperatura ou a luz.)

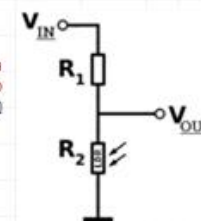
5

## O circuito do sensor de luminosidade (divisor de tensão)

- No circuito do sensor de luminosidade dois condutores puramente resistivos (resistência de 10kΩ e o LDR) são associadas em série com a fonte de tensão, aqui sendo representado como os 5 V fornecidos pelo próprio Arduino.

- Como o LDR não tem polaridade, **liga-se uma perna da resistência LDR ao GND (negativo) e outra perna a uma pino analógico da placa Arduino**. Intercala-se uma resistência de 10 kΩ entre o pino analógico do Arduino e o respetivo pino VCC (5V).

- O valor da tensão vai ser lido pelo pino analógico do Arduino.



6

- No divisor de tensão, a diferença de potencial fornecida pelo Arduino é dividida pelos condutores resistivos, de forma que, quanto mais luminosidade, menor a resistência elétrica no sensor, e consequentemente menor a tensão elétrica no sensor.

- A entrada analógica da placa Arduino fornece uma leitura da queda de tensão nos terminais da fotocélula.

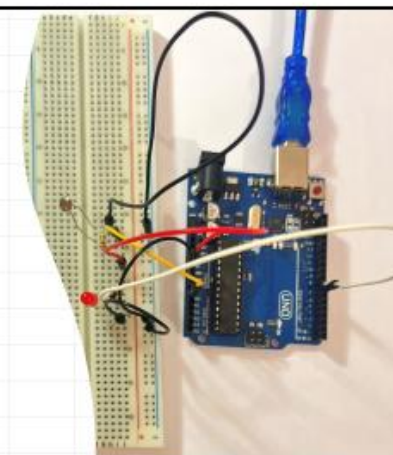
- **O valor da tensão ( $V_{out}$ ), entre lido no pino analógico e pode assumir 1024 níveis (0 a 1023), de acordo com a resolução do conversor AD do Arduino.**

- De seguida para fazer acender ou desligar o LED, basta acrescentar uma variável (por exemplo, limiteLDR = 600).

7

## Montagem do circuito real Atenção!

- Antes de ligar o circuito à corrente, devem-se verificar todas as ligações!
- Há que evitar curto-circuitos e possíveis danos aos componentes eletrónicos.



8

### 3. LED e Fotocélula LDR

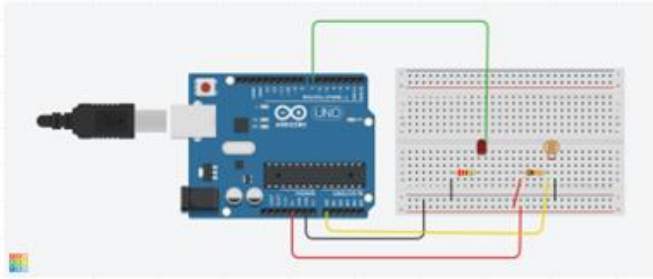


**Lista de material**

- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de Ensaio
- 1 x LED vermelho/verde/azul
- 1 x Resistência de 220  $\Omega$
- 1 x LDR
- 1 x Resistência de 10 k $\Omega$
- 6 x *Jumpers* macho-macho

9

### Montagem completa



10

### Discussão do Sketch

```

1 //Sensor luminosidade (LDR) e LED
2
3 int pinLED = 7; //associa-se na variável com nome pinLED o pino digital 7
4 int pinLDR = A0; // associa-se na variável com nome pinLDR o pino analógico A0
5 int valorLDR; // declara a variável associada ao valor de tensão de LDR
6 int luminosidade = 0;
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600); // inicia a comunicação para o monitor serial
10  pinMode(pinLED, OUTPUT); //define o pino onde está ligado o LED como saída
11  pinMode(pinLDR, INPUT); //define o pino onde está ligado o LDR como entrada
12 }
13
14 void loop() {
15  valorLDR = analogRead(pinLDR); // define o valorLDR como o input analógico lido no pinoLDR
16  Serial.print("valor lido no LDR = ");
17  Serial.println(valorLDR);
18
19  if (valorLDR < luminosidade) {
20    digitalWrite(pinLED, LOW); // se o valor lido no LDR é inferior a 500 o LED está apagado
21  }
22
23  else {
24    digitalWrite(pinLED, HIGH); // caso contrário o LED acende
25  }
26
27  delay(200);
28 }
  
```

11

# Anexo 10 - Planificação e recursos educativos utilizados na sessão 4


## PLANO DA 4ª SESSÃO

Física Química 10º ano



Nível de ensino	Secundário (Ensino Profissional)	Ano	10ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	10/05/2024
Módulo	F4 – Circuitos elétricos	Organizador	Circuitos elétricos e lei de Joule
Sumário	Atividade experimental com Arduino: “Características de uma pilha”.		
Aprendizagens essenciais	Determinar, experimentalmente, as características de uma pilha, avaliando os procedimentos e comunicando os resultados.		
Áreas de competências do perfil dos alunos	A Linguagens e textos; B Informação e comunicação; C Raciocínio e resolução de problemas; D Pensamento crítico e pensamento criativo; I Saber científico, técnico e tecnológico		
Objetivos	<p>Montar um circuito elétrico, constituído por uma pilha (gerador químico de corrente contínua), uma resistência variável e efetuar medições de diferença de potencial elétrico (U) e de corrente elétrica (I).</p> <p>Construir um gráfico, a curva característica da pilha, que relacione a diferença de potencial elétrico aplicado nos terminais da pilha e a corrente elétrica que percorre o circuito a que ela está ligada.</p> <p>Traçar a reta que melhor se ajusta aos dados experimentais, obter a sua equação e através desta determinar as características da pilha (força eletromotriz e a resistência interna).</p> <p>Comparar a força eletromotriz e a resistência interna de uma pilha nova e de uma pilha usada.</p>		
Pré-requisitos	Grandezas elétricas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (tensão elétrica) e resistência elétrica. Associações de componentes elétricos em série e em paralelo.		

### PLANO DA SESSÃO 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO E EXPERIMENTAL

Estratégias/Atividades	Material/Recursos
<p>1. Atividade experimental com Arduino: Características de uma pilha. (20 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grandezas físicas que caracterizam uma pilha: força eletromotriz e resistência interna.</li> <li>➤ Curva característica da pilha.</li> <li>➤ Determinação da força eletromotriz de uma pilha por medição direta e indireta.</li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica5_Características da pilha”</p>
<p>2. Explicação sobre a montagem utilizada na realização da atividade experimental e programação no Arduino IDE. (20 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensor de corrente e tensão (módulo INA219): especificações, protocolo I2C, modo de funcionamento e ligação ao circuito.</li> <li>➤ Material necessário para a montagem do circuito para a determinação das características da pilha com Arduino.</li> <li>➤ Instalação do programa <i>CoolTerm</i>, para aquisição dos dados de corrente e tensão que depois devem ser tratados em Excel.</li> <li>➤ Bibliotecas do Arduino IDE.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “Características_pilha_INA219.ino”.</li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica5_Características da pilha”</p>  <p>Características_pilha_INA219.ino</p>
<p>3. Montagem do circuito, de acordo com o <b>guião alternativo para a realização da A.L. 2.1</b>, e aquisição de dados para a determinação das características da pilha com Arduino. (20 minutos)</p>	<p>Computador + Arduino IDE + CoolTerm</p> <p>Arduino UNO R3, placa de ensaio (<i>BreadBoard</i>), sensor tensão e corrente (INA219), potenciômetro linear 10 kΩ, resistência elétrica 220 Ω, botões de pressão, cabos jumper macho-macho, cabos jumper com pinças crocodilo e pilha de</p>

	<p>9V.</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica5_Características da pilha”</p> <p>Guião alternativo para a realização da A.L. 2.1</p>
<p>4. Tratamento dos dados recolhidos através da montagem com Arduino. (25 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Construção do gráfico da função <math>U(I)</math>, para a pilha, e obter a reta de ajuste aos pontos do gráfico.</li> <li>➤ Através da equação da reta, determinar as características da pilha (força eletromotriz e a resistência interna).</li> <li>➤ Comparar a força eletromotriz e a resistência interna das pilhas usadas nos diferentes grupos e tirar conclusões.</li> </ul>	<p>Computador + Microsoft Excel</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica5_Características da pilha”</p>

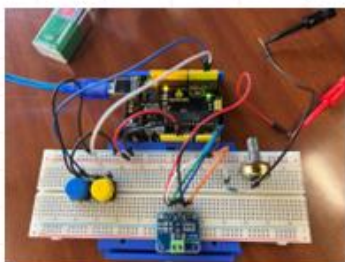
## BIBLIOGRAFIA

- Amaral, H. (2017, 27 abril). *Medindo corrente e tensão com o módulo INA219*. MakerHero. <https://w8ww.makerhero.com/blog/medindo-corrente-e-tensao-modulo-ina219/>
- Roger's Freeware (2020). *Coolterm 1.8*. <https://coolterm.apponic.com/>
- ELEGOO (2020). *The Most Complete Starter Kit Tutorial*. Disponível em: <https://www.elegoo.com/blogs/arduino-projects/elegoo-uno-r3-project-the-most-complete-starter-kit-tutorial> (07/01/2024)
- Texas Instruments (2015). *INA219 Zero-Drift, Bidirectional Current/Power Monitor With I2C Interface datasheet* (Rev. G). <https://www.ti.com/product/INA219?qqpn=ina219>

- **Apresentação de apoio à aula**

## Atividade laboratorial

### Características de uma pilha



1

## Objetivo da atividade laboratorial

- Determinar as características de as características de uma pilha a partir da sua curva característica.

2

## Pilha

- É um **gerador de tensão contínua** → movimento orientado de cargas (iões) que tem origem em reações químicas.



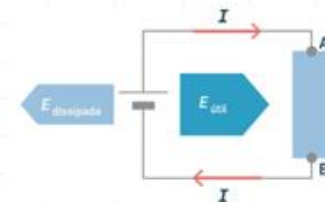
Será que a diferença de potencial que esta pilha fornece a um circuito é mesmo de 9 V?



**NÃO!** As pilhas tal como outros componentes do circuito apresentam resistência à passagem da corrente.

A **resistência interna da pilha ( $r$ )** provoca dissipação de energia por efeito Joule, levando ao aquecimento da pilha.

$$E_{\text{gerador}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{dissipada}}$$



3

## Grandezas físicas que caracterizam uma pilha

- Resistência interna da pilha ( $r$ )
- Força eletromotriz ( $\varepsilon$ ) → é a energia disponibilizada pela pilha por unidade de carga.



5

A diferença de potencial elétrico nos terminais de uma pilha e que é fornecida ao resto de um circuito é dada por:

$$U = \varepsilon - rI$$

Nesta equação:

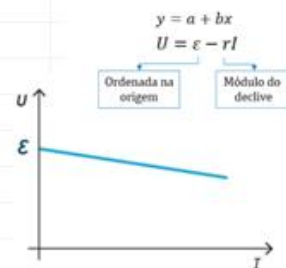
- $\varepsilon$  e  $r$  são constantes e características do gerador;
- $U$  e  $I$  são variáveis.

6

A representação gráfica de  $U$  em função de  $I$  é uma reta e o gráfico chama-se...

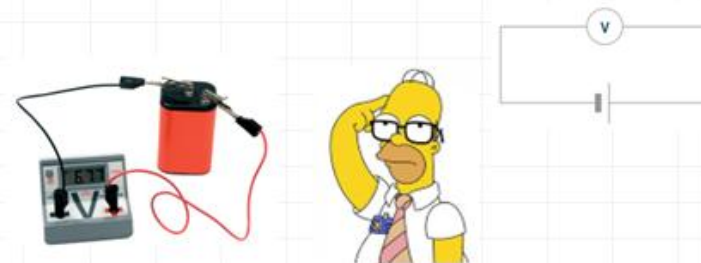
### curva característica da pilha

- A ordenada na origem é a **força eletromotriz,  $\varepsilon$** .
- O módulo do declive da reta é a **resistência interna,  $r$** .



7

A **força eletromotriz** de um gerador é medida ligando diretamente um voltímetro aos terminais do gerador.



8

Um voltímetro é um aparelho com uma resistência interna muito elevada.



Quando se liga o gerador diretamente ao voltímetro, a corrente no circuito é praticamente nula ( $I \approx 0$ ). Por outro lado, a resistência do gerador também é pequena.

$$rI \approx 0 \Rightarrow U = \varepsilon$$

Quando um gerador fornece energia a um circuito, a diferença de potencial elétrico que ele disponibiliza,  $U$ , é sempre menor do que a sua força eletromotriz.



9

Gerador ligado só a um voltímetro:  
( $I \approx 0$ )

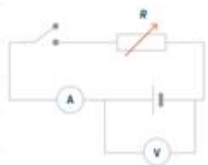
$$U \approx \varepsilon$$

Gerador que fornece energia a um  
circuito elétrico fechado:  
( $I \neq 0$ )

$$U < \varepsilon$$

10

Para estudar as características de uma pilha é habitual montar um circuito elétrico de acordo com o seguinte esquema.



A variação da resistência do circuito permite obter valores de  $U$  e  $I$ , necessários para traçar a curva característica da pilha.



11

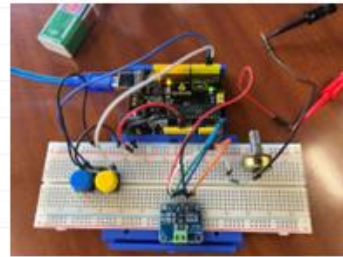


**Proposta de um  
procedimento  
laboratorial alternativo**

12

## Lista de material

- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de ensaio
- 1 x Sensor tensão e corrente (INA219)
- 1 x Potenciômetro linear 10kΩ
- 1 x Resistência elétrica 220Ω
- 2 x Botão de pressão
- 1 x Pilha
- Cabos Jumper macho-macho
- Cabos Jumper com pinças crocodilo



13

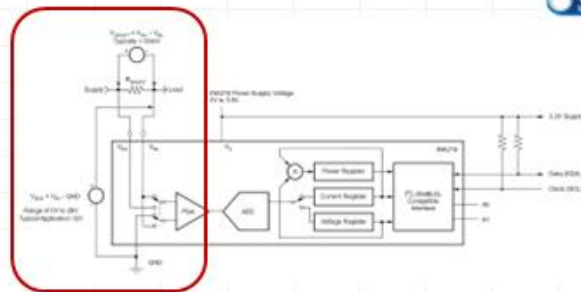
## Módulo INA219 Sensor de corrente e tensão



- O módulo INA219 substitui o voltímetro e amperímetro, pois consegue medir a tensão (até 26 V) e a corrente elétrica contínua (até 3,2 A), através do protocolo I2C (*Inter-Integrated Circuit*) e com uma precisão de  $\pm 1\%$ .
- O I2C é u, protocolo de comunicação que permite a conexão de múltiplos dispositivos (sensores, módulos) a um microcontrolador usando apenas dois fios (SDA e SCL).

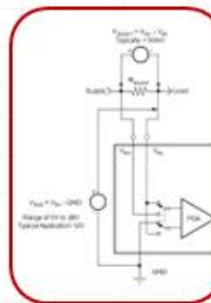
14

## Módulo INA219 Sensor de corrente e tensão



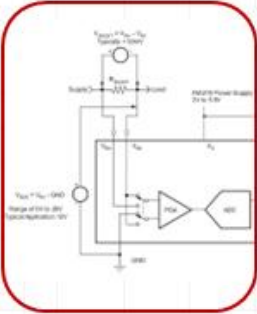
15

O INA contém uma **resistência shunt** de valor muito baixo (100 mΩ), quase desprezável, que se encontra ligado em série ao circuito.



Por aplicação da lei de Ohm, sabendo o valor da resistência e da tensão ou diferença de potencial nos terminais na  $R_{SHUNT}$ , determina-se o valor da corrente ( $I = U/R$ ). O shunt resistor funciona como um amperímetro e mede corrente elétrica ( $I$ ).

16



O INA utiliza um **conversor analógico digital (ADC)** que tem incorporado para fazer a conversão do input analógico para digital, funcionando como voltímetro.

O valor de tensão (*Load Voltage*, V) medido resulta da soma do valor de tensão na resistência shunt (*Shunt Voltage*, em mV) e do valor de tensão entre  $V_{in}$  - e o GND, o *BusVoltage* (V).

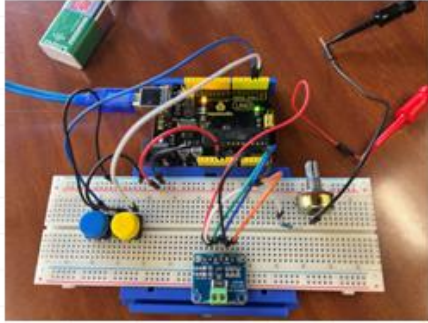
**loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000)**

17

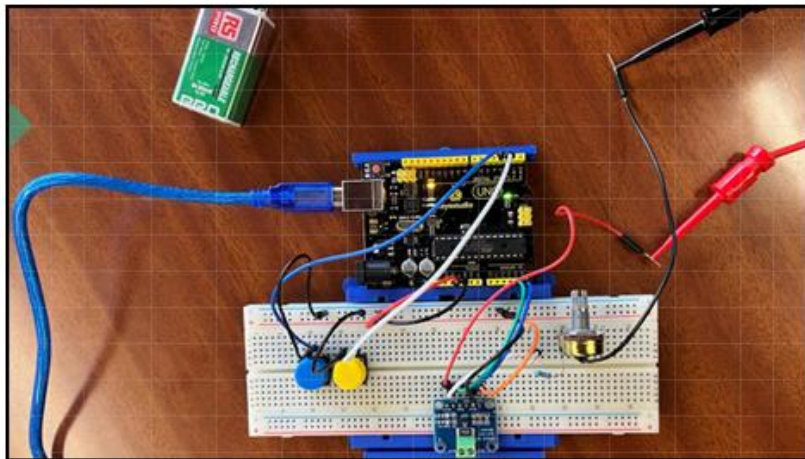
### Montagem do circuito real

#### Atenção!

- Antes de ligar o circuito à corrente, devem-se verificar todas as ligações!
- Há que evitar curto-circuitos e possíveis danos aos componentes eletrônicos.



18



19

### Módulo INA219

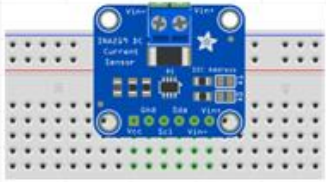
#### Sensor de corrente e tensão



20

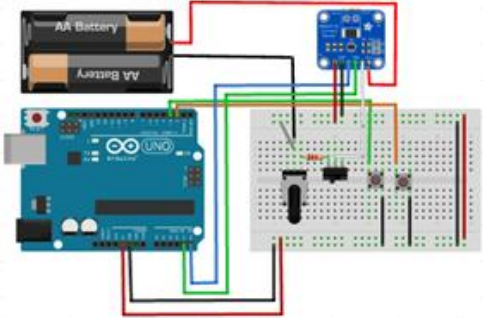
A ligação do módulo ao microcontrolador é fácil:

- **VCC** → liga ao pino de 3 ou 5 V do arduino
- **GND** → liga ao pino Gnd do arduino
- **SDA** → responsável pela transferência e receção de dados, liga ao pino analógico **A4** do arduino.
- **SCL** → utilizado para temporização, liga ao pino analógico **A5** do arduino.
- **Vin -** → liga ao negativo da fonte de alimentação (pilha)
- **Vin +** → liga ao positivo da fonte de alimentação (pilha)



21

### Montagem completa



22

## Bibliotecas

- O Arduino IDE pode ser expandido através da utilização de bibliotecas.
- Para utilizar uma biblioteca num sketch, primeiro é necessário fazer o seu download:

**Sketch > Import Library**

- No código deve ser incluído a(s) biblioteca(s) necessária(s).



23

## Bibliotecas

Na montagem para o estudo das características da pilha são necessárias as seguintes bibliotecas:

- <Wire.h> Permite comunicar através do protocolo I2C (já se encontra instalada no Arduino IDE)
- <Adafruit\_INA219.h> Conjunto de funções e definições que permitem ao Arduino comunicar com o sensor INA219



24

## Discussão do Sketch

25

```
1 #include <Wire.h> // inclui a biblioteca Wire.h que gerencia a comunicação através do protocolo I2C
2 #include <Adafruit_INA219.h> // inclui a biblioteca Adafruit_INA219 necessária para o funcionamento do módulo
3
4
5 Adafruit_INA219 ina219; // cria o objeto ina219, da classe Adafruit_INA219.
6 int button1 = 3; // declara o button1 no pino 3
7 int button2 = 2; // declara o button2 no pino 2
8 int start = 0; // variável auxiliar inicializada com 0, que pode ser usada posteriormente no código para controlar o estado do programa.
9
10
11 void setup(void) {
12
13   pinMode(button1, INPUT_PULLUP); // configura o button1 como uma entrada e define a utilização da resistência interna do Arduino
14   pinMode(button2, INPUT_PULLUP); // configura o button2 como uma entrada e define a utilização da resistência interna do Arduino
15   Serial.begin(115200); //inicia o monitor de série com baudrate 115200
16   while (!Serial) { // espera a ligação com a porta de série
17     delay(1);
18   }
19
20   if (!ina219.begin()) { // tenta inicial o sensor INA
21     Serial.println("Falha ao encontrar o INA219"); // se não conseguir inicial o INA entra em um loop infinito e imprime uma mensagem de erro.
22     while (1) { delay(10); }
23   }
24
25
26   Serial.println("Medindo tensão e corrente com INA219 ..."); // Quando consegue inicial o INA, envia a mensagem entre "" para o monitor de série
27   Serial.println("Load Voltage (V) Current (mA)"); // indica ao monitor as grandezas que são ser medidas
28
29 }
```

26

```
32 void loop(void) {
33   float shuntvoltage = 0; // variável (do tipo float) que armazena o valor do tensão no terminal do shunt (shuntvoltage), expressa em mV.
34   float buvoltage = 0; // variável que armazena o valor buvoltage, expressa em V.
35   float current_mA = 0; // variável que guarda o valor da corrente medida pelo sensor, em mA.
36   float loadvoltage = 0; // variável que guarda o valor do loadvoltage que é a soma de buvoltage com a queda de tensão no shunt, ie, shuntvoltage.
37
38
39   if (digitalRead(button1) == LOW) { // se o botão button1 não foi pressionado, ou seja, se o nível lógico lido no pino do botão for LOW
40     start = 1; // variável start é atribuída o valor 1, indicando que as medições devem começar.
41     delay(500);
42   }
43
44
45   if (start) { // se a variável start é verdadeira
46     shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
47     buvoltage = ina219.getBuvoltage_V();
48     current_mA = ina219.getCurrent_mA();
49     loadvoltage = buvoltage + (shuntvoltage / 1000);
50
51     Serial.println(loadvoltage);
52     Serial.print(", ");
53     Serial.println(current_mA);
54     Serial.print(", ");
55     delay(1000);
56   }
57
58   if (digitalRead(button2) == LOW) { // se o botão button2 não foi pressionado, ou seja, se o nível lógico lido no pino do botão for LOW
59     start = 0; // variável start é atribuída o valor 0, indicando que as medições devem parar.
60     delay(500);
61   }
62 }
```

27

## Aquisição de dados



CoolTerm

Download: <https://coolterm.apponic.com/>

28

# Anexo 11 - Planificação e recursos educativos utilizados na sessão 5


## PLANO DA 5ª SESSÃO

### Física Química 10º ano



Nível de ensino	Secundário (Ensino Profissional)	Ano	10ºano
Duração da aula	90 minutos	Data	24/05/2024
Módulo	Física F5 – Termodinâmica	Organizador	Segunda Lei da Termodinâmica
Sumário	Atividade experimental com Arduino: “Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico”.		
Aprendizagens essenciais	Compreender o rendimento de um processo, interpretando a degradação de energia com base na Segunda Lei da Termodinâmica, analisando a responsabilidade individual e coletiva na utilização sustentável de recursos.		
Áreas de competências do perfil dos alunos	A Linguagens e textos; B Informação e comunicação; C Raciocínio e resolução de problemas; D Pensamento crítico e pensamento criativo; I Saber científico, técnico e tecnológico		
Objetivos	<p>Associar a conversão fotovoltaica à transferência de energia da luz solar para um painel fotovoltaico que se manifesta no aparecimento de uma diferença de potencial elétrico nos seus terminais.</p> <p>Montar um circuito elétrico e efetuar medições de diferença de potencial elétrico e de corrente elétrica.</p> <p>Determinar a potência elétrica fornecida por um painel fotovoltaico.</p> <p>Investigar o efeito da variação da irradiância na potência do painel, concluindo qual é a melhor orientação de um painel fotovoltaico de modo a maximizar a sua potência.</p> <p>Construir e interpretar o gráfico da potência elétrica em função da diferença de potencial elétrico nos terminais de um painel fotovoltaico, determinando a diferença de potencial elétrico que otimiza o seu rendimento</p>		
Pré-requisitos	<p>Grandezas elétricas: corrente elétrica, diferença de potencial elétrico (tensão elétrica) e potência.</p> <p>Associações de componentes elétricos em série e em paralelo.</p>		

### PLANO DE SESSÃO DE 90 MINUTOS – MÉTODO EXPOSITIVO E EXPERIMENTAL

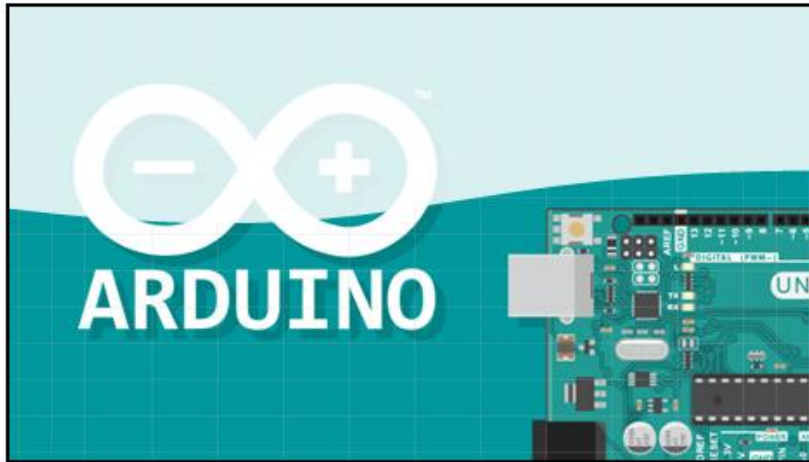
Estratégias/Atividades	Material/Recursos
<p><b>1.</b> Atividade experimental com Arduino: Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico. (10 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Painel fotovoltaico.</li> <li>➤ Conceito de irradiância.</li> <li>➤ Fatores de que depende o rendimento do painel fotovoltaico.</li> <li>➤ Curvas características do painel fotovoltaico: gráfico <math>I(U)</math> e gráfico <math>P(U)</math></li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFísica6_ Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico”</p>
<p><b>2.</b> Explicação sobre a montagem utilizada na realização da atividade experimental e programação no Arduino IDE. (22 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensor de corrente e tensão (módulo INA219) e display LCD: especificações, protocolo I2C, modo de funcionamento e ligação ao circuito.</li> <li>➤ Material necessário para a montagem do circuito</li> <li>➤ Bibliotecas do Arduino IDE.</li> <li>➤ Discussão do Sketch “painelsolar_INA219_ino”.</li> </ul>	<p>Computador + Projetor</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFísica6_ Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico”</p> <p></p> <p>painelsolar_INA219_ino</p>
<p><b>3.</b> Montagem do circuito, de acordo com o guião alternativo para a realização da A.L. 3.1, e aquisição de dados para o estudo da radiação e potência de um painel fotovoltaico. (20 minutos)</p>	<p>Computador + Arduino IDE + CoolTerm</p> <p>Arduino UNO R3, placa de ensaio (BreadBoard), Sensor tensão e corrente (INA219), potenciômetro linear 10 kΩ,</p>

	<p>resistência elétrica 220 <math>\Omega</math>, botões de pressão, cabos jumper macho-macho, cabos jumper com pinças crocodilo e painel solar</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica6_ Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico”</p>
<p><b>4.</b> Tratamento dos dados recolhidos através da montagem com Arduino. (30 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Construção do gráfico da função <math>P(U)</math> e identificação da tensão ou diferença de potencial que otimiza a potência do painel.</li> <li>➤ Comparação dos dados recolhidos com o painel em diferentes inclinações, relativamente à fonte luminosa, e retirar conclusões acerca da orientação que maximiza a sua potência.</li> <li>➤ Comparação dos dados recolhidos com a interposição dos diferentes filtros (papel celofane), que simulam dias com menos irradiância, e retirar conclusões acerca do que acontece à potência disponibilizada pelo painel.</li> </ul>	<p>Computador + Microsoft Excel</p> <p>Apresentação de apoio à aula “ArduEnFisica6_ Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico”</p>

## BIBLIOGRAFIA

- Amaral, H. (2017, 27 abril). *Medindo corrente e tensão com o módulo INA219*. MakerHero. <https://w8www.makerhero.com/blog/medindo-corrente-e-tensao-modulo-ina219/>
- ELEGOO (2020). *The Most Complete Starter Kit Tutorial*. <https://www.elegoo.com/blogs/arduino-projects/elegoo-uno-r3-project-the-most-complete-starter-kit-tutorial> (07/01/2024)
- Hrisko, J. (2021). *Solar Panel Characterization and Experiments with Arduino*. Maker Portal. <https://makersportal.com/blog/solar-panel-characterization-and-experiments-with-arduino>
- Texas Instruments (2015). *INA219 Zero-Drift, Bidirectional Current/Power Monitor With I2C Interface datasheet* (Rev. G). <https://www.ti.com/product/INA219?qqpn=ina219>

- **Apresentação de apoio à aula**



1

### Atividade laboratorial

## Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico



The photograph shows a laboratory setup on a red surface. A small solar panel is connected to an Arduino Uno board, which is in turn connected to a breadboard circuit. A smartphone is placed in front of the setup, likely displaying data from the Arduino. A power supply unit is also visible in the background.



2

## Objetivos

- Investigar a influência da irradiância de uma fonte luminosa que incide sobre um painel fotovoltaico, na diferença de potencial elétrico introduzida num circuito, nas curvas características desse circuito e no rendimento do processo.

3

## Painel fotovoltaico

- Constituído por células fotovoltaicas, que convertem a energia solar transferida, por radiação, em energia elétrica, através do **efeito fotovoltaico**.
- A incidência de radiação numa célula fotovoltaica origina uma **diferença de potencial elétrico** nos seus terminais, criando uma **corrente elétrica contínua** num circuito.

Painel fotovoltaico = Gerador de corrente contínua



4



**Energia fotovoltaica**

**Vantagens**  
Utilização de uma fonte de energia renovável: o Sol.  
Produção de energia elétrica sem emissão de dióxido de carbono, contribuindo para a sustentabilidade do planeta.

**Desvantagens**  
Elevado custo inicial.  
Baixo rendimento (até 20%).  
Poluição gerada na fabricação das células.

5

## Irradiância ( $E_r$ )

- Energia da radiação por unidade de área e por unidade de tempo (ou potência da radiação por unidade de área):

$$E_r = \frac{E}{A \Delta t} \quad \Leftrightarrow \quad E_r = \frac{P}{A}$$

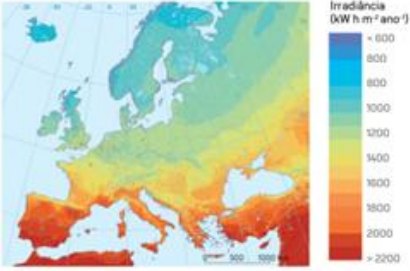
$\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$        $\text{W m}^{-2}$

6

Em Portugal a irradiância é mais elevada do que na maioria dos países europeus.

↓

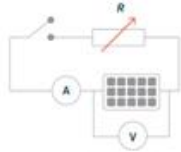
Cada vez se aproveita mais a radiação solar para produzir eletricidade com painéis fotovoltaicos.



Mapa da irradiância solar na Europa

7

Para investigar de que forma a irradiância influencia a potência útil de um painel fotovoltaico é habitual montar um circuito elétrico de acordo com o seguinte esquema:



Seguidamente, faz-se variar:

- a inclinação do painel fotovoltaico face à direção da luz incidente.
- as características da iluminação utilizada, através da interposição de filtros entre a fonte de radiação e o painel.

8

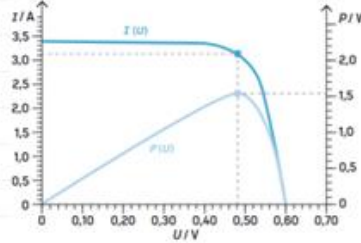
O rendimento de um painel depende:

- Irradiação incidente;
- Orientação (deve ser perpendicular à direção da radiação visível incidente);
- Temperatura.




9

### Curvas características do painel fotovoltaico



- **Gráfico  $I(U)$ :** Curva característica da corrente  $I$  em função da diferença de potencial (ou tensão),  $U$ .
- **Gráfico  $P(U)$ :** Curva característica da potência útil  $P_u$  em função da diferença de potencial,  $U$ .

10




## Proposta de um procedimento laboratorial alternativo

11

### Lista de material

- 1 x Placa Uno R3 com cabo USB
- 1 x Placa de ensaio
- 1 x Sensor tensão e corrente (INA219)
- 1 x Potenciômetro linear 10K
- 2 x Botão de pressão
- 1 x Painel fotovoltaico
- 1 x LCD 16x2, com I2C
- Cabos Jumper macho-macho
- Cabos Jumper com pinças crocodilo
- Fonte luminosa



12

## Módulo INA219

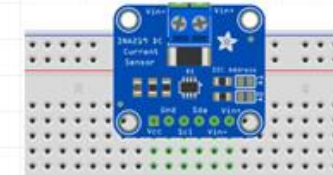
### Sensor de corrente e tensão



- O módulo INA219 substitui o voltímetro e amperímetro, pois consegue medir a tensão (até 26 V) e a corrente elétrica (até 3,2 A) contínua, através do protocolo I2C (*Inter-Integrated Circuit*) e com uma precisão de  $\pm 1\%$ .
- Além dos valores de corrente e tensão este módulo também fornece valores de **potência útil**.

13

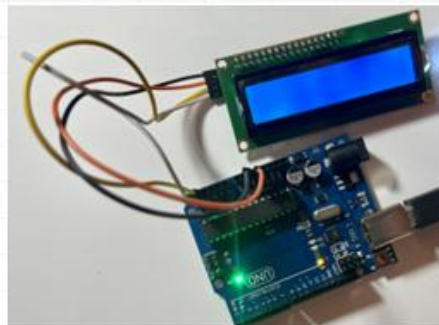
A ligação do módulo ao microcontrolador é fácil:



- **VCC** → liga ao pino de 3 ou 5 V do arduino
- **GND** → liga ao pino Gnd do arduino
- **SDA** → responsável pela transferência e receção de dados, liga ao pino analógico **A4** do arduino.
- **SCL** → utilizado para temporização, liga ao pino analógico **A5** do arduino.
- **Vin -** → liga ao negativo da fonte de alimentação (pilha)
- **Vin +** → liga ao positivo da fonte de alimentação (pilha)

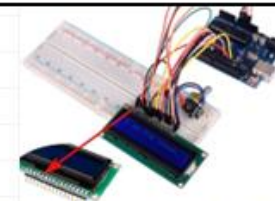
14

## 5. Display LCD



15

## Display LCD 16x2



- O display LCD 16x2 (16 colunas e 2 linhas) é um componente eletrónico que permite exibir informação, em tempo real, através de caracteres, números e símbolos. Como por exemplo, humidade, temperatura, pressão, corrente ou tensão, entre outras.
- A ligação deste componente ao Arduino é fácil mas **requer a utilização de muitas portas digitais**, o que pode ser um problema em projetos maiores.

16

## Display LCD 16x2 com o módulo I2C



- O módulo I2C (*Inter-Integrated Circuit*) permite **reduzir o número de portas digitais necessárias para ligar o display LCD ao microcontrolador.**
- Na parte lateral, o módulo I2C possui 4 pinos para ligação ao arduino. Destes, apenas 2 são necessários para controlar o LCD, os outros servem para alimentação do módulo.

17

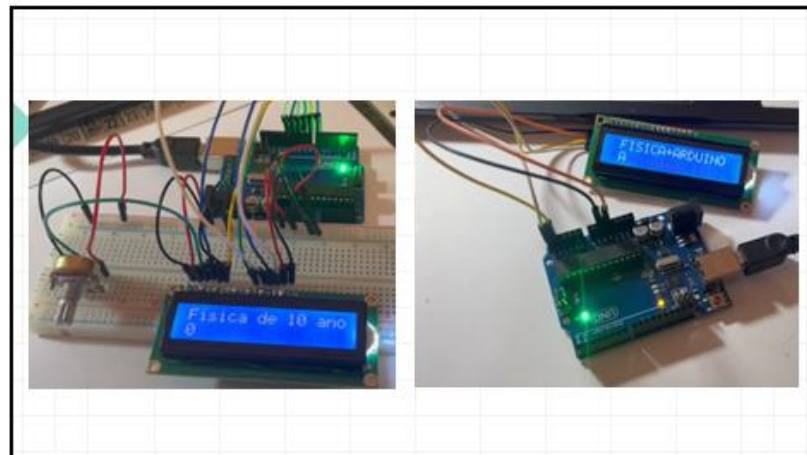
## Display LCD 16x2 com o módulo I2C



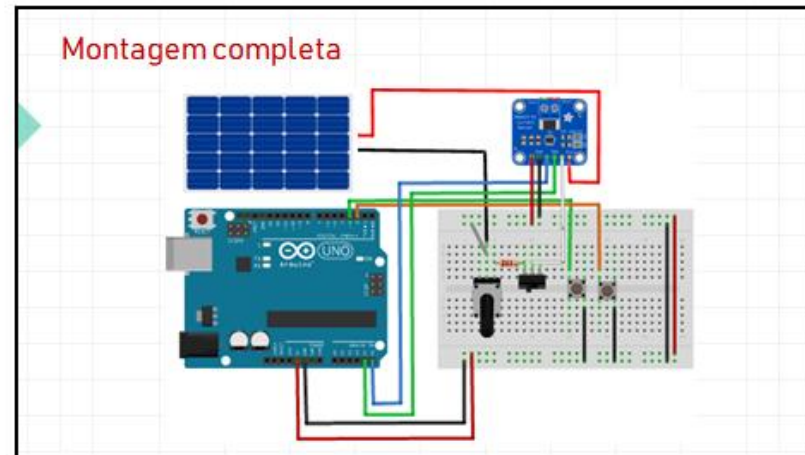
Pinos de ligação do módulo I2C ao Arduino:

- **SDA** (*Serial Data*) → responsável pela transferência e recebimento de dados, liga ao pino analógico **A4** do arduino.
- **SCL** (*Serial Clock*) → utilizado para temporização, liga ao pino analógico **A5** do arduino.
- **VCC** → liga ao pino 5 V do arduino.
- **GND** → liga ao pino GND do arduino.

18



19



20



## Bibliotecas

Na montagem para o estudo das curvas características do painel fotovoltaico são necessárias as seguintes bibliotecas:

<Wire.h> Permite comunicar através do protocolo I2C (já se encontra instalada no Arduino IDE)

<Adafruit\_INA219.h> Conjunto de funções e definições que permitem ao Arduino comunicar com o sensor INA219

<LiquidCrystal\_I2C.h> Permite controlar displays I2C



21

## Discussão do Sketch

22

```
pinMode(INA219_CS, OUTPUT); // define o pino de controlo do sensor como saída

1 #include <Wire.h> // inclui a biblioteca Wire.h que permite a comunicação através do protocolo I2C
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // inclui biblioteca LiquidCrystal_I2C que permite controlar displays I2C
3 #include <Adafruit_INA219.h> // inclui a biblioteca Adafruit_INA219 necessária para o funcionamento do módulo INA219
4
5 Adafruit_INA219 ina219; // cria o objeto ina219, da classe Adafruit_INA219.
6 int button = 2; // declara o button no pino 2
7 int button = 3; // declara o button no pino 3
8 int start = 0; // variável auxiliar inicializada com 0, que pode ser usada posteriormente no código para controlar o estado do programa.
9 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // cria o objeto lcd, da classe LiquidCrystal_I2C e informa o endereço, número de colunas e linhas do display.
10
11 void setup() { // declara a função setup(), que será definida posteriormente.
12
13   lcd.begin(16,2); // inicializa o display LCD
14
15   pinMode(button, INPUT_PULLUP); // configura o button com uma entrada e define a utilização da resistência interna do Arduino
16   pinMode(button, INPUT_PULLUP); // configura o button com uma entrada e define a utilização da resistência interna do Arduino
17
18   Serial.begin(115200); // inicializa a comunicação serial a 115200 bps.
19   while (!Serial) { // espera a ligação com a porta de série
20     delay(10);
21   }
22
23
24   if (!ina219.begin()) { // tenta iniciar o sensor INA
25     Serial.println("Falha ao encontrar o módulo INA"); // se não conseguir iniciar o INA entra em um loop infinito e imprime uma mensagem de erro.
26     while (1) { delay(10); }
27   }
28
29   Serial.println("Medir tensão e corrente com INA219 ...");
30   Serial.println("Load Voltage (V) Current (mA) Power (mW)");
31 }
```

23

```
32 // Inicia o I2C
33 I2C.begin() // serve para iniciar a comunicação com o display já conectado
34 lcd.setCursor(1,1); // coloca o cursor do display na coluna 1 e linha 1
35 lcd.print("Prime Start"); // quando de saída com a mensagem que deve aparecer na coluna 1 e linha 1.
36 lcd.setCursor(1,2); // coloca o cursor do display na coluna 1 e linha 2
37 lcd.print("Medir V/I/P..."); // quando de saída com a mensagem que deve aparecer na coluna 1 e linha 2
38 }
39
40 void loop() {
41 {
42   float shuntvoltage = 0; // variável (do tipo float) que armazena o valor do tensão nos terminais do shunt (shuntvoltage), expressa em mV.
43   float busvoltage = 0; // variável que armazena o valor busvoltage, expressa em V.
44   float current_mA = 0; // variável que guarda o valor da corrente medida pelo sensor, em mA.
45   float loadvoltage = 0; // variável que guarda o valor do loadvoltage que é a soma do busvoltage com a queda de tensão no shunt, ou, shuntvoltage.
46   float power_mW = 0; // variável que guarda o valor da potência medida pelo sensor, em mW.
47
48   lcd.backlight(); // liga a luz do display
49
50   if (digitalRead(button) == LOW) // se o botão button não foi pressionado, ou seja, se o nível lógico lido no pino do botão for LOW
51   {
52     start = 1; // a variável start é atribuída o valor 1, indicando que as medições devem começar
53     delay(500);
54   }
55
56
57   if (start) // se a variável start é verdadeira
58   {
59     shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
60     busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();
61     current_mA = ina219.getCurrent_mA();
62     // ina219.getPower_mW();
63     loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);
64     power_mW = current_mA * loadvoltage;
65   }
```

24

```

64 Serial.print(loadvoltage); Serial.print(", ");
65 Serial.print(current_mA);
66 Serial.print(", ");
67 Serial.print(power_mW);
68 delay(1000);
69
70 lcd.clear(); // limpa a tela do display LCD
71 lcd.update(loadvoltage, current_mA, power_mW); // Atualiza o display LCD com os novos valores.
72 }
73
74
75 if (digitalRead(button) == LOW) // se o botão button não foi pressionado, ou seja, se o nível lógico lido no pino do botão for LOW
76 {
77     start = 0; // a variável start é atribuída o valor 0, indicando que as medições devem parar.
78     delay(500);
79 }
80
81
82 void lcdUpdate(float loadvoltage, float current_mA, float power_mW) // Atualiza o display LCD com os novos valores.
83 {
84     lcd.setCursor(0,0);
85     lcd.print("uV");
86
87     lcd.setCursor(6,0);
88     lcd.print("mA");
89
90     lcd.setCursor(12,0);
91     lcd.print("mW");
92
93     lcd.setCursor(0,1);
94     lcd.print(loadvoltage);
95
96     lcd.setCursor(6,1);
97     lcd.print(current_mA);
98
99     lcd.setCursor(12,1);
100    lcd.print(power_mW);
101 }

```

25

## Aquisição de dados



**CoolTerm**

Download: <https://coolterm.apponic.com/>

26

## Anexo 12 – Resultados dos questionários para a A.L. 2.1

Pré-teste: A.L. 2.1 - Turma de controlo (10CT)											
Aluno	Questões										Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	10	0	0	5	0	0	0	0	0	15
2	0	10	5	10	5	0	0	0	0	0	30
3	0	10	5	5	10	10	0	0	0	0	40
4	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	10
5	0	10	5	5	10	10	0	0	0	10	50
6	10	0	5	10	5	10	0	0	0	0	40
7	10	10	5	10	0	0	0	0	0	0	35
8	0	10	0	10	10	0	0	0	0	0	30
9	0	10	5	10	5	0	0	0	0	0	30
10	0	10	0	5	5	0	0	0	10	0	30
11	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	15
12	0	0	10	0	5	0	0	0	0	0	15
13	0	10	5	10	5	0	10	0	0	0	40
14	0	10	10	10	0	0	0	0	0	10	40
15	10	10	0	10	10	10	10	0	0	10	70
16	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	15
17	0	10	10	10	5	0	0	0	0	0	35
18	0	10	5	0	5	0	0	0	0	0	20
19	0	10	10	10	10	10	0	0	10	0	60
20	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	50
21	0	10	0	0	10	0	10	0	0	0	30
22	0	0	10	10	5	0	0	0	10	0	35

Pós-teste: A.L. 2.1 – Turma de controlo (10CT)											
Aluno	Questões										Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0	10	5	0	10	0	0	0	0	25
2	0	0	10	10	5	10	0	0	0	10	45
3	0	0	10	10	10	10	0	0	0	10	50
4	0	0	10	5	0	10	0	10	0	0	35
5	10	10	0	5	10	10	10	0	0	10	65
6	0	0	10	5	5	0	0	0	0	0	20
7	0	0	10	0	5	0	10	0	0	0	25
8	0	0	5	10	0	0	0	0	0	0	15
9	10	0	10	10	0	10	10	0	0	0	50
10	0	10	5	10	10	10	0	0	10	0	55
11	0	10	10	0	10	10	0	10	0	0	50
12	0	10	10	0	5	0	0	0	10	0	35
13	0	0	10	10	5	0	0	0	10	0	35
14	0	0	10	10	10	0	0	10	0	0	40
15	0	10	10	10	10	0	10	0	0	10	60
16	0	0	10	10	10	10	10	0	0	0	50
17	0	0	10	10	10	0	10	10	0	0	50
18	0	10	10	10	5	10	0	0	0	10	55
19	0	10	10	10	5	10	10	10	0	0	65
20	10	0	10	10	10	10	10	10	0	10	80
21	0	10	0	0	10	10	10	10	0	10	60
22	0	0	10	10	10	10	10	10	0	0	60

<b>Pré-teste: A.L. 2.1 – Turmas de intervenção (TPI8-TGR7)</b>											
Aluno	Questões										Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0	5	0	5	10	0	10	0	0	30
2	0	0	0	0	0	0	10	10	0	10	30
3	0	0	5	10	10	0	0	0	0	10	35
4	10	0	5	0	10	10	0	0	0	0	35
5	0	0	5	10	10	0	0	0	0	10	35
6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	10	15
7	0	0	0	0	5	0	10	0	0	0	15
8	0	0	5	10	10	0	0	0	0	10	35
9	0	0	5	0	10	10	10	0	0	0	35
10	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	15
11	0	0	5	10	0	10	0	10	0	0	35
12	0	0	5	10	5	0	0	10	0	0	30
13	0	0	0	0	5	0	0	10	0	0	15
14	0	0	5	0	0	10	0	10	0	0	25
15	0	0	5	10	0	0	0	0	0	0	15
16	0	0	5	0	10	0	10	0	0	0	25
17	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	15
18	0	0	5	10	0	0	10	0	0	0	25

<b>Pós-teste: A.L. 2.1 – Turmas de intervenção (TPI8-TGR7)</b>											
Aluno	Questões										Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	10	0	10	10	10	10	0	0	0	10	60
2	0	0	10	10	10	10	0	10	0	10	60
3	10	10	5	10	10	10	10	10	0	10	85
4	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	95
5	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	20
6	0	10	5	10	10	10	10	10	10	0	75
7	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	15
8	10	10	0	0	5	10	10	10	10	10	75
9	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	30
10	0	0	5	0	5	10	0	10	0	0	30
11	10	10	5	0	10	10	10	10	10	0	75
12	10	0	0	10	5	10	10	0	0	0	45
13	0	10	10	0	10	10	10	10	10	10	80
14	0	0	5	10	5	0	0	0	0	0	20
15	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	15
16	10	10	5	0	10	10	10	10	0	10	75
17	10	0	10	0	5	10	0	0	0	0	35
18	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	80

### Anexo 13 - Resultados dos questionários para a A.L. 3.1

Pré-teste: A.L. 3.1 - Turma de controlo (10CT)									
Aluno	Questões								Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	0	10	0	0	0	0	0	10
2	0	10	0	10	10	0	0	10	40
3	20	10	0	10	10	10	10	0	70
4	0	10	0	10	0	0	0	0	20
5	0	10	0	10	10	10	0	10	50
6	0	10	0	10	0	0	0	0	20
7	0	10	10	10	10	0	0	0	40
8	0	0	10	10	0	20	0	0	40
9	0	10	0	0	0	0	0	0	10
10	20	10	0	10	10	10	0	0	60
11	0	0	0	10	0	0	0	0	10
12	0	10	0	10	0	10	0	0	30
13	0	10	10	10	10	0	0	10	50
14	20	0	0	10	0	20	0	0	50
15	20	10	0	10	10	0	10	0	60
16	0	0	10	10	0	20	0	0	40
17	0	10	0	10	0	10	0	0	30
18	0	0	10	0	10	0	0	0	20
19	20	0	0	10	0	20	10	10	70
20	0	10	0	10	0	10	0	0	30
21	20	0	10	10	0	10	0	10	60
22	20	10	0	10	10	10	10	10	80

Pós-teste: A.L. 3.1 - Turma de controlo (10CT)									
Aluno	Questões								Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	10	10	10	0	10	0	0	40
2	20	10	0	10	10	20	0	10	80
3	20	10	0	10	10	10	10	10	80
4	20	10	0	10	10	20	0	0	70
5	0	10	0	0	10	10	0	10	40
6	20	10	0	10	0	20	0	0	60
7	0	10	10	10	10	10	0	10	60
8	20	0	10	10	10	20	0	0	70
9	0	10	0	10	0	10	0	10	40
10	20	10	0	10	10	10	10	0	70
11	20	0	0	10	10	20	0	0	60
12	20	10	0	10	0	10	0	10	60
13	0	10	10	10	10	0	0	0	40
14	20	0	0	0	10	20	0	0	50
15	20	10	0	10	10	0	0	0	50
16	0	10	10	10	10	20	0	10	70
17	20	10	0	10	0	10	0	0	50
18	0	10	10	10	10	0	0	0	40
19	20	0	10	10	0	20	10	10	80
20	0	10	0	10	10	10	0	0	40
21	20	10	10	10	10	20	0	0	80
22	20	10	0	10	10	10	0	10	70

Pré-teste: A.L. 3.1 – Turmas de intervenção (TPI8-TGR7)									
Aluno	Questões								Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	0	0	0	0	10	0	0	10
2	0	0	0	0	0	10	0	0	10
3	0	0	0	0	10	10	0	10	30
4	20	10	0	10	0	0	0	10	50
5	0	0	10	0	0	10	0	10	30
6	0	0	0	0	0	10	0	0	10
7	20	10	0	0	0	10	0	0	40
8	0	10	10	10	0	10	0	10	50
9	20	0	0	0	0	10	0	0	30
10	0	0	0	10	0	10	0	0	20
11	0	10	0	0	0	0	0	0	10
12	0	0	10	0	0	10	0	10	30
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	20	10	0	0	10	10	0	0	50
15	0	0	0	10	0	0	0	10	20
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	10	10	0	0	10	0	0	30
18	20	0	10	0	10	10	0	10	60

Pós-teste: A.L. 3.1 – Turmas de intervenção (TPI8-TGR7)									
Aluno	Questões								Classificação (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	20	10	10	0	10	10	0	0	60
2	0	0	10	0	0	0	0	0	10
3	20	0	0	0	10	10	10	10	60
4	20	0	10	10	10	10	0	10	70
5	0	10	10	0	10	20	0	10	60
6	0	10	0	0	0	10	0	0	20
7	20	10	10	0	10	20	10	0	80
8	0	10	10	10	0	10	0	10	50
9	20	0	10	0	10	20	0	10	70
10	20	0	0	10	0	0	0	0	30
11	0	10	10	0	10	10	10	0	50
12	0	10	10	0	10	20	0	10	60
13	20	0	10	0	0	0	0	0	30
14	0	10	0	0	10	10	0	0	30
15	20	0	10	10	0	0	0	10	50
16	0	10	0	10	10	20	10	10	70
17	20	10	10	0	0	10	0	0	50
18	20	10	0	10	10	20	0	10	80

## Anexo 14 – Análise estatística das classificações

	<b>Atividade laboratorial 2.1</b>			
	<b>Turma de controlo (10CT)</b>		<b>Turmas de intervenção (PI8-TGR7)</b>	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Mediana	32,5	50	27,5	60
Moda	30,0	50,0	35,0	75,0
Variância da amostra	234,3	267,6	74,3	751,6
Curtose	0,3	-0,3	-1,7	-1,6
Assimetria	0,6	-0,2	-0,3	-0,2
Intervalo	60	65	20	80
Mínimo	10	15	15	15
Máximo	70	80	35	95
Contagem	22	22	18	18
Nível de confiança (95,0%)	6,8	7,3	4,3	13,6

	<b>Atividade laboratorial 3.1</b>			
	<b>Turma de controlo (10CT)</b>		<b>Turmas de intervenção (PI8-TGR7)</b>	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Mediana	40,0	60,0	30,0	55,0
Moda	40,0	40,0	30,0	60,0
Variância da amostra	433,1	227,7	329,4	414,7
Curtose	-0,9	-1,5	-0,9	-0,5
Assimetria	0,1	0,0	0,2	-0,5
Intervalo	70	40	60	70
Mínimo	10	40	0	10
Máximo	80	80	60	80
Contagem	22	22	18	18
Nível de confiança (95,0%)	9,2	6,7	9,0	10,1

## Anexo 15 – Certificado de participação na dinamização do Workshop “Introdução ao Arduino no Ensino da Física”



## Anexo 16 – Certificado da Comunicação Científica em forma de poster



X Ciclo de Conferências  
da Faculdade de Ciências

**Certificado**  
Apresentação de Poster



Certifica-se que a comunicação em forma de Poster intitulada  
*Uma Abordagem Steam nos Laboratórios de Física do Ensino Secundário*  
da autoria de  
*Verónica P. Jacob e Elsa S. R. Fonseca*  
foi apresentada no X Ciclo de Conferências da Faculdade de Ciências, realizado nos dias 18 e 19 de outubro  
de 2024.

O Presidente da Faculdade de Ciências  
Paulo Jorge da Silva Almeida



