

Impacto da realização de atividades experimentais em Física antes da exposição teórica na aprendizagem e motivação dos alunos

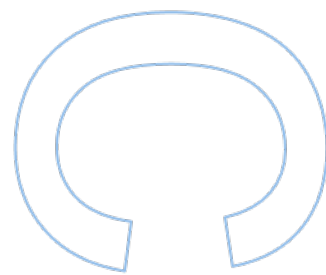
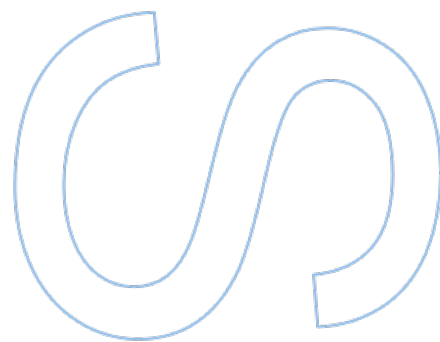
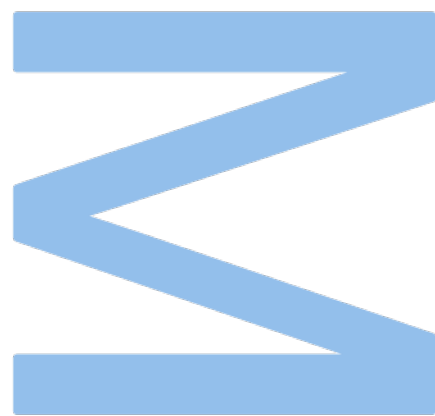
Vítor Emanuel dos Santos Ferreira

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2025-26



Impacto da realização de atividades experimentais em Física antes da exposição teórica na aprendizagem e motivação dos alunos

Vítor Emanuel dos Santos Ferreira

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências
2025-26

Orientador

Isabel Alexandra dos Santos Saúde, Professora Auxiliar Convidada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Marcelo Dumas Hahn, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Supervisor externo

Ana Rita Taveira da Costa, Professora-cooperante, Escola Secundária de Penafiel

Agradecimentos

Aos meus pais, irmã e restantes familiares por todo o apoio dado e entrega total que me permitiram chegar até aqui.

A todos os professores que fizeram parte desta jornada em geral, desde ao Professor Doutor Paulo Simeão de Carvalho e à Professora Doutora Carla Morais que, não sendo orientadores oficiais, quando solicitados nunca falharam e aos Professores Doutores João Lima, Eduardo Marques e José Luís Santos que propiciaram uma aprendizagem não só científica mas também pessoal.

Aos meus orientadores científicos, o Professor Doutor João Carlos Paiva na componente de Química (e humanista) que não falhou em momento algum e aos Professores Doutores Isabel Saúde e Marcelo Dumas Hahn na componente de Física que sempre se mostraram acessíveis para toda e qualquer discussão pedagógica e metodológica.

À Professora Ana Rita Costa, a minha orientadora na Escola Secundária de Penafiel, que durante todo o período de estágio se mostrou disponível e cooperante, fomentando uma aprendizagem significativa no exercício da prática docente.

A todos os professores do grupo disciplinar de Física e Química da Escola Secundária de Penafiel com cuja experiência e (con)vivência foi também possível absorver um pouco do muito que carregam com os seus anos de experiência.

Aos meus colegas de estágio, Adriano e Daniel, bem como aos restantes colegas de curso e pessoas próximas cujo presença constante ajudou a completar este percurso.

Aos meus alunos que, além de os ensinar, também me levaram a aprender com eles.

Resumo

No âmbito da Iniciação à Prática Profissional no ensino de Física e de Química, foi realizado um estudo quasi-experimental de comparação entre duas turmas de 9.º ano focado nas implicações da realização de atividades experimentais antes da exposição teórica dos respetivos conteúdos na respetiva aprendizagem e na motivação e interesse dos alunos pela disciplina. Para tal, numa das turmas, para os conteúdos da lei de Arquimedes e da lei de Ohm, foi adotada a sequência pedagógica “prática-teoria”, enquanto na outra foi implementada a sequência “teoria-prática”.

Para recolha de dados quantitativos, foram utilizados os testes 1 e 2 para o estabelecimento de um ponto de partida para cada turma, e os testes 3 e 4 para avaliar a aprendizagem dos alunos em cada um dos conteúdos. De forma a avaliar a evolução do interesse e da motivação dos alunos, antes e após a intervenção pedagógica, estes preencheram um questionário onde avaliaram afirmações com base numa escala de Likert. O questionário inicial era igual ao final e era composto por três domínios: interesse e motivação; perceção de facilidade da disciplina; valorização das atividades laboratoriais. Durante o ano letivo foi ainda possível, em conversas com os alunos, obter notas de campo capazes de completar a análise dos dados recolhidos anteriormente.

Os resultados demonstram que o sucesso na aquisição desses conteúdos na sequência pedagógica “prática-teoria” está associado ao grau de complexidade da atividade experimental, da recolha de dados e do respetivo tratamento e análise. Ou seja, quanto menor for a carga cognitiva inerente à atividade em etapas intermédias, maior será o sucesso dos alunos na aquisição dessas aprendizagens, pois ocorrerá uma menor dispersão do foco do objetivo principal. Assim, através dos resultados, conclui-se que a aprendizagem ativa ocorre de modo eficiente desde que as atividades experimentais estejam adequadas ao perfil dos alunos, não mobilizando demasiados conceitos secundários. Do mesmo modo, os resultados dos questionários e das notas de campo indicam que uma maior dificuldade no tratamento de dados induz uma menor motivação e interesse para a disciplina, uma vez que, em geral, revelam gostar de realizar atividades laboratoriais.

Este estudo revela-se pertinente em contexto educativo uma vez que identifica fatores que, no momento de planificação de uma atividade experimental, devem ser considerados pelo professor para poder potenciar o máximo de aprendizagem nos seus alunos.

Palavras-chave: Atividade experimental, motivação, carga cognitiva, aprendizagem ativa, ensino de Física

Abstract

Within the scope of the Professional Teaching Practice component in Physics and Chemistry Education, a quasi-experimental study was conducted comparing two 9th-grade classes, focusing on the implications of carrying out experimental activities before the theoretical presentation of the corresponding content on students' learning, motivation, and interest in the subject. To this end, for the topics of Archimedes' principle and Ohm's law, the "practice-theory" pedagogical sequence was adopted in one class, while the "theory-practice" sequence was implemented in the other.

To collect quantitative data, Tests 1 and 2 were used to establish a baseline for each class, while Tests 3 and 4 were used to assess students' learning of each topic. To evaluate changes in students' interest and motivation before and after the pedagogical intervention, students completed a questionnaire in which they rated statements using a Likert scale. The initial and final questionnaires were identical and comprised three domains: interest and motivation; perceived difficulty of the subject; and appreciation of laboratory activities. Throughout the school year, field notes were also collected from conversations with students, providing qualitative data that complemented the analysis of the previously gathered information.

The results indicate that success in acquiring these concepts with the "practice-theory" pedagogical sequence is associated with the level of complexity of the experimental activity, data collection procedures, and the corresponding data processing and analysis. In other words, the lower the cognitive load involved in intermediate stages of the activity, the greater the students' success in acquiring the intended learning outcomes, as there is less diversion of attention from the main objective. Therefore, the findings suggest that active learning can occur effectively provided that experimental activities are adapted to students' profiles and do not require the mobilization of an excessive number of secondary concepts. Likewise, the questionnaire results and field notes indicate that greater difficulty in data processing leads to lower motivation and interest in the subject, despite students generally reporting that they enjoy carrying out laboratory activities.

This study is particularly relevant in an educational context, as it identifies factors that teachers should consider when planning experimental activities in order to maximize student learning.

Keywords: Experimental activity, motivation, cognitive load, active learning, physics education.

Índice

Lista de Abreviaturas	vi
Lista de Tabelas	vi
Lista de Gráficos	vii
Lista de Figuras.....	vii
Introdução	1
1. Dossier de estágio: descrição sintética.....	3
2. Ensino ativo e atividades experimentais.....	4
3. Enquadramento curricular e fundamento teórico	5
3.1. Enquadramento curricular	5
3.2. Fundamento teórico.....	6
4. Descrição de atividades e de instrumentos de recolha de dados.....	11
5. Resultados e análises	16
5.1. Ponto de partida para a turma-padrão e turma-teste	16
5.2. Impulsão e Lei de Arquimedes	19
5.3. Resistência e Lei de Ohm	21
5.4. Questionários	24
Conclusão e considerações finais.....	29
Reflexão autocrítica para projetos futuros	30
Referências Bibliográficas.....	31
Anexos	32
A. Atividade experimental “Impulsão e Lei de Arquimedes” – Guião	32
B. Atividade Experimental “Lei de Ohm” – Guião	34
C. Questionários: Questões e resultados	36
D. Notas de Campo.....	40
E. Fichas de avaliação.....	45
F. Parecer da Comissão de Ética da FCUP e declarações de consentimento e assentimento	60
G. Métodos estatísticos para o tratamento e análise de dados	62

Lista de Abreviaturas

FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
ESP	ESCOLA SECUNDÁRIA DE PENAFIEL
FQ	FÍSICO-QUÍMICA
AE	ATIVIDADE EXPERIMENTAL
AL	ATIVIDADE LABORATORIAL
FA	TESTE/FICHA DE AVALIAÇÃO
KDE	ESTIMATIVA DE DENSIDADE DE KERNEL
STEM	<i>SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS</i>

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Categorização dos instrumentos de recolha de dados	11
Tabela 2 – Dados estatísticos de ambas as turmas nos testes 1 e 2	17
Tabela 3 – Desempenho dos alunos nas questões de cálculo dos testes 1 e 2	18
Tabela 4 – Dados estatísticos de ambas as turmas no teste 3	20
Tabela 5 – Dados estatísticos de ambas as turmas no teste 3	22
Tabela 6 – Questões do domínio 1	25
Tabela 7 – Questões do domínio 2	25
Tabela 8 – Questões do domínio 3	25
Tabela 9 – Resultados dos questionários	36
Tabela 10 – Legenda das questões	37

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Estimativa de densidade de Kernel, KDE, para o desempenho da turma-padrão e da turma-teste nas fichas de avaliação 1	17
Gráfico 2 – Estimativa de densidade de Kernel, KDE, para o desempenho da turma-padrão e da turma-teste nas fichas de avaliação 2.	17
Gráfico 3 – Estimativa de densidade de Kernel para o desempenho da turma-padrão e da turma-teste nas questões relacionadas com a impulsão e a Lei de Arquimedes	19
Gráfico 4 – Estimativa de densidade de Kernel para o desempenho da turma-padrão e da turma-teste nas questões relacionadas com a Lei de Ohm	22
Gráfico 5 – Médias e desvios-padrão das respostas dos alunos no domínio 1	26
Gráfico 6 – Médias e desvios-padrão das respostas dos alunos no domínio 2	27
Gráfico 7 – Médias e desvios-padrão das respostas dos alunos no domínio 3	27
Gráfico 8 – Domínio 1: Resultados e variações das respostas de cada turma	37
Gráfico 9 – Domínio 2: Resultados e variações das respostas de cada turma	38
Gráfico 10 – Domínio 3: Resultados e variações das respostas de cada turma	38

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema de um fluido	6
Figura 2 – Esquema da pressão num corpo imerso	7
Figura 3 – Esquema de forças que atuam num corpo imerso	8
Figura 4 – Condutores óhmicos e não-óhmicos	10
Figura 5 – Cronologia dos instrumentos de recolha de dados	11

Introdução

A presente investigação pretende responder à seguinte questão: Que impacto a realização de uma atividade experimental antes da exposição dos conteúdos teóricos pode ter na aprendizagem e motivação dos alunos?

Tanto na Física como na Química, enquanto áreas da ciência, o património científico atualmente validado foi-se construindo através de métodos empíricos, formulação de hipóteses, construção de modelos e elaboração de teorias e leis que, pelo menos, se mostrassem capazes de explicar satisfatoriamente os fenómenos observados na Natureza.

A construção de todo esse conhecimento é feita pela comunidade científica, mas necessita de ser transmitido, tornado acessível e adquirido pela sociedade. O modo como a escola o deve fazer é alvo de debate e várias são as propostas defendidas no meio académico, defendendo-se, em diversos casos, o método de aprendizagem por aproximação ao processo científico, enveredando por uma via experimental que privilegia a observação, a análise dos fenómenos e a procura de explicações pelos alunos (Bybee, 2006). Nesta perspetiva, a discussão dos resultados precede a formalização teórica dos conceitos, aproximando o processo de aprendizagem de algumas das etapas características da construção do conhecimento científico (Bybee, 2006). Ou seja, a promoção de estratégias pedagógicas, mais ou menos guiadas, que permitam aos alunos adquirir de forma ativa o conhecimento, uma vez que metodologias de ensino que promovem o envolvimento interativo dos alunos em atividades de raciocínio e discussão conceptual tendem a produzir ganhos de aprendizagem significativamente superiores aos obtidos através de metodologias tradicionais de ensino (Hake, 1998).

Nesse sentido, no âmbito da investigação para o relatório de estágio, foi proposto um trabalho de estudo quasi-experimental com a comparação de duas turmas do 9.º ano do 3.º ciclo do ensino básico. Nesta investigação, uma turma funciona como padrão, seguindo uma metodologia tradicional onde a teoria antecede a prática, enquanto a outra turma corresponde à turma-teste (ou quasi-experimental) onde é aplicada a sequência didática “prática-teoria”. Não se recorreu à aleatorização de grupos no seio de uma só turma devido a constrangimentos metodológicos e organizacionais da escola, bem como ao levantamento de questões de equidade se o estudo de desse nesses moldes. O estudo incide em apenas dois conteúdos programáticos: Lei de Arquimedes e Lei de Ohm.

Na turma-padrão, composta por 29 alunos sem qualquer retenção (14 raparigas e 15 rapazes) com idades compreendidas entre os 13 e 14 anos (no início do ano letivo)

as aulas são lecionadas pela professora-cooperante onde as atividades práticas surgem como forma de consolidação e verificação da teoria..

Na turma-teste, composta por 27 alunos sem retenção (16 raparigas e 11 rapazes) na faixa etária dos 13 e 14 anos, as aulas são lecionadas pelo professor-estagiário realizando uma inversão metodológica, focada numa vertente mais ativa para a construção dos conceitos pretendidos, onde se introduzirão os conteúdos mencionados através de atividade experimentais guiadas, seguidas de discussões dos resultados e de uma exposição teórica.

Este estudo tem por objetivos analisar a eficácia das atividades experimentais pré-teoria na aprendizagem dos respetivos conteúdos; na motivação evidenciada e expressa pelos alunos para a disciplina de Físico-Química; na perceção da facilidade que estes acreditam ter em aprender os conceitos destas áreas científicas; no gosto e na importância atribuída à execução de atividades laboratoriais nesta disciplina, tal como a sua utilidade para a compreensão dos conceitos mobilizados.

Para isso, é essencial identificar o ponto de cada turma. Para isso, as fichas de avaliação sumativas 1 e 2 fazem parte dos instrumentos de recolha de dados para avaliar as aptidões e capacidades dos alunos de ambas as turmas nos conteúdos de FQ, analisando a sua equivalência. De modo a analisar o interesse dos alunos, a sua perceção de facilidade e a sua visão sobre as atividades laboratoriais é proposto um questionário onde os alunos avaliam o seu grau de concordância com cada afirmação segundo uma escala de Likert. Estes dados são complementados com observações na AL 1 (descrita mais à frente).

De forma a avaliar a aprendizagem nos conteúdos da Lei de Arquimedes e da Lei de Ohm, as FA 3 e 4 servem como instrumentos de recolha de dados para ambas as turmas, os exercícios temáticos são iguais para a turma-padrão e a turma-teste. Para analisar a evolução da motivação dos alunos, no final do ano letivo é proposta a repetição do questionário para as duas turmas. Uma vez mais, as observações *in loco* complementam os resultados dos instrumentos anteriores.

Neste relatório é apresentada uma breve descrição do Dossier de estágio, apresentada uma revisão da literatura sobre “Ensino ativo e atividades experimentais”, seguindo-se um enquadramento curricular da investigação realizada acompanhada de uma descrição científica dos conteúdos alvo da intervenção. Num momento seguinte, é apresentada uma descrição detalhada das atividades realizadas e dos instrumentos de recolha de dados. De seguida, são apresentados os resultados e respetivas análises, terminando-se com a conclusão, considerações finais e uma reflexão sobre o projeto realizado.

1. Dossier de estágio: descrição sintética

Link para o dossier de estágio:

https://sigarra.up.pt/fcup/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=726655&pv_co_d=52at8Tk0lcaB

O presente dossier de estágio, disponibilizado em formato digital, reúne toda a atividade desenvolvida durante a Iniciação à Prática Pedagógica (IPP) do mestrado em ensino de Física e de Química para o 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário no decorrer do ano letivo 2025-26. O estágio resultou de uma parceria estabelecida pela instituição formadora, a Faculdade de Ciência da Universidade do Porto, e a instituição acolhedora, a Escola Secundária de Penafiel, uma escola não-agrupada. Neste apresenta-se toda descrição das atividades indisciplinares desenvolvidas ao longo do ano letivo.

Num momento inicial, o documento apresenta uma descrição da escola onde foi desenvolvido o presente estágio e de toda a sua comunidade académica, desde a oferta formativa, aos alunos, docentes e não-docentes que dela fazem parte. É ainda referido, de modo mais detalhado, a constituição do grupo de Física e Química da escola.

De seguida, é feita uma descrição breve das turmas acompanhadas durante o estágio pedagógico, havendo maior detalhe na análise feita às turmas onde foi realizada a prática de ensino supervisionada, enquanto nas turmas restantes foi feita a observação das aulas da professora orientadora cooperante.

Além das descrições apresentadas, é apresentada uma reflexão pessoal sobre o período de estágio, desde os ganhos percecionados do ponto de vista formativa e académico, às aprendizagens adquiridas como fruto da interação com o corpo docente da escola e, em particular e com especial importância, com o grupo disciplinar de Física e Química.

Na secção seguinte, o dossier apresenta os planos de aulas nas turmas onde se realizou a regência, descrevendo o planeamento da aula e sendo finalizado com as observações consideradas para cada aula decorrida.

O documento disponibiliza a enumeração e descrição de atividades extracurriculares nas quais houve participação durante o ano letivo. No final é apresentada o link que conduz ao material produzido e utilizado nas aulas de regime autónomo, deste PowerPoints, fichas de avaliação, entre outros (disponíveis em https://drive.google.com/drive/folders/1D1EJBZdBQQC6PSreLMH1_ik8We6S1bx7?usp=sharing).

2. Ensino ativo e atividades experimentais

Desde a Antiguidade Clássica que se discute qual o método mais eficaz para promover a aprendizagem. Nas últimas décadas, sobretudo na área das ciências, a proposta de modelos de ensino tem vindo a evoluir desde o expositivo – onde os alunos adotam uma postura passiva, de meros recetores de informação – até abordagens que atribuem ao aluno uma função mais ativa, assumindo um papel ativo na construção do conhecimento. Neste tipo de abordagem, a estratégia assenta na promoção, pelos alunos, do envolvimento numa situação problemática, na sua exploração e explicação das observações, na aplicação desses conhecimentos a situações e casos mais complexos do dia-a-dia e, acompanhando todo o processo, uma avaliação do conhecimento adquirido (Bybee, 2006).

A eficácia destas metodologias tem sido amplamente investigada e os resultados revelam-se promissores. Freeman (2014) reuniu 225 estudos realizados em diferentes áreas STEM, onde se conclui que as estratégias de aprendizagem ativas conduzem, em geral, a melhores desempenhos académicos dos alunos, reduzindo as taxas de insucesso de forma significativa em comparação com o ensino expositivo. É salientado que a promoção de estratégias que envolvam os alunos na discussão e resolução de problemas conduz a uma melhor compreensão dos fenómenos e conceitos estudados.

Em particular na área da Física, as conclusões são semelhantes. Hake (1998) verificou que estratégias *Interactive Engagement*, ao promoverem uma postura ativa dos alunos, a discussão conceptual e a exploração de situações problemáticas conduzem a ganhos conceptuais consideráveis face aos adquiridos em metodologias expositivas.

Contudo, o ensino ativo não corresponde a uma receita infalível que, por si só, promova aprendizagens significativas. De acordo com a Teoria da Carga Cognitiva desenvolvida por John Sweller em 1988, a “memória de curto prazo humana é severamente limitada e qualquer problema que exija o armazenamento de uma grande quantidade de elementos nessa memória pode contribuir para uma carga cognitiva excessiva” (Sweller, 1988). Desse modo, estudos subsequentes complementam o trabalho de Sweller, procurando compreender de que forma as limitações de memória influenciam a aprendizagem do ser humano, defendendo que o esforço mental no processamento de informação se divide em três tipos de carga cognitiva (Souza, 2010):

- **Carga intrínseca:** associada ao grau de dificuldade natural e inerente ao próprio conteúdo que esteja a ser trabalhado e a quantidade de elementos que

estejam a ser mobilizados em simultâneo. Embora decorra da natureza do conteúdo, é sugerida uma segmentação de modo a tratar os conteúdos mais complexos em partes pedagogicamente mais acessíveis (Souza, 2010).

- **Carga extrínseca:** resulta da forma como a informação pode ser apresentada ou de outras distrações que não estejam associadas ao tipo de conteúdo a ser analisado ou trabalhado. Sendo esta carga considerada prejudicial, deve ser reduzida ao mínimo possível (Souza, 2010).
- **Carga relevante:** equivale ao esforço mental que é direcionado para processar, compreender e criar conexões com os conceitos previamente adquiridos. Esta corresponde à carga cognitiva efetivamente usada para a aquisição de aprendizagens, devendo ser maximizada (Souza, 2010).

3. Enquadramento curricular e fundamento teórico

3.1. Enquadramento curricular

A investigação desenvolvida no âmbito do presente relatório encontra-se enquadrada nas Aprendizagens Essenciais propostas para o 9.º ano de escolaridade do 3.º ciclo do ensino básico (DGE, 2018).

Num primeiro momento, o conceito de Impulsão e a Lei de Arquimedes surgem na sequência do estudo das Leis de Newton e do conceito de resultante das forças enquadrando-se com a Aprendizagem Essencial:

“Verificar, experimentalmente, a Lei de Arquimedes, aplicando-a na interpretação de situações de flutuação ou afundamento.” (DGE, 2018, p.7)

A atividade experimental permitiu introduzir o conceito de impulsão, como uma força exercida por um fluido sobre um corpo que nele esteja imerso, atuando no sentido oposto ao peso do corpo.

Numa segunda fase, após a exploração dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica, explorou-se a relação estas em circuitos simples, associando-se às seguintes Aprendizagens Essenciais (DGE, 2018):

“Planificar e montar circuitos elétricos simples.” (p.8)

“Medir grandezas físicas elétricas (tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e energia) recorrendo a aparelhos de medição e usando unidades apropriadas, verificando como varia a tensão e a corrente elétrica nas associações em série e em paralelo.” (p.8)

“Relacionar correntes elétricas em diversos pontos e tensões elétricas em circuitos simples e avaliar a associação de recetores em série e em paralelo.”
(p.8)

A atividade proposta incide na análise da relação entre a diferença de potencial elétrico aplicada nos terminais de uma resistência fixa e a corrente elétrica que a atravessa. A partir das medições efetuadas, à temperatura constante, os alunos puderam estabelecer a relação de proporcionalidade direta entre a diferença de potencial elétrico e corrente elétrica que atravessa um condutor, identificando a constante de proporcionalidade como a resistência elétrica do condutor: $U = RI$, conhecida como Lei de Ohm.

3.2. Fundamento teórico

Impulsão e Lei de Arquimedes

A impulsão surge quando um corpo se encontra total ou parcialmente imerso num fluido e a sua intensidade dependerá do volume do fluido deslocado, da densidade do fluido e também da aceleração da gravidade no local. Um fluido, por simplicidade, ao contrário de um sólido, é uma substância que consegue fluir, cujas fronteiras se adaptam às do recipiente que o contenha (Halliday et al, 2014), podendo ser, portanto, um líquido ou um gás. Considere-se um fluido incompressível (um líquido). Uma das características fundamentais de um fluido é sua densidade, ρ , que, num fluido uniforme, será igual em qualquer ponto. Assim, a densidade de um fluido refletirá a massa m por cada unidade de volume, V , sendo matematicamente descrita por:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para compreender o surgimento da impulsão, é essencial introduzir o conceito de pressão, p , uma grandeza física que mede a força exercida por unidade de área:

$$p = \frac{F}{A}$$

A experiência sugere que, num dado ponto de um fluido em repouso, a pressão p tem o mesmo valor independentemente a orientação do sensor utilizado (Figura 1) (Halliday, 2014). Assim, a pressão surge como uma grandeza escalar sendo apenas determinada pela intensidade força exercida no sensor.

A pressão aumenta com a profundidade, mas também dependerá da densidade do líquido. Uma vez que o volume de uma coluna de um líquido corresponde ao produto da área da sua secção reta pela profundidade, e tendo em conta que a

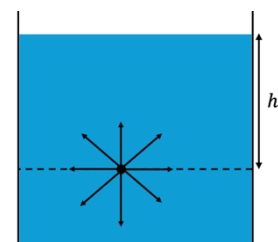


Figura 1

força que uma coluna de água exerce numa certa área a uma dada profundidade corresponde ao seu peso (Hewitt, 2015), tem-se que:

$$p_{fluido} = \frac{P_{fluido}}{A} \Leftrightarrow p_{fluido} = \frac{\rho_{fluido} \times (A \times h) \times g}{A} \Leftrightarrow p_{fluido} = \rho_{fluido} \times g \times h$$

Esta expressão transmite que a pressão exercida por um fluido em dois pontos à mesma profundidade é a mesma independentemente da forma do recipiente. A pressão total exercida num ponto à profundidade h será igual à soma das pressões exercidas pelo fluido e pela atmosfera (p_o) sobre a superfície do fluido, vindo

$$p = p_o + \rho_{fluido} g h$$

O surgimento da impulsão pode, assim ser introduzido. Considere-se, um corpo imerso num fluido, como o da Figura 2, em que o seu volume não é desprezável. Desse modo, a base do corpo encontra-se a uma profundidade maior do que o topo. Recorde-se:

- 1) A pressão num dado ponto é igual em todas as direções;
- 2) A pressão é tanto maior quanto a profundidade;
- 3) A pressão é dada por $p = F/A$.

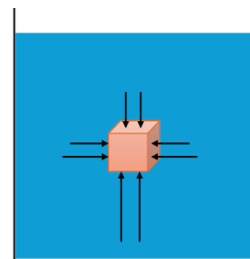


Figura 2

Quando o objeto está submerso, para iguais unidades de área, a força exercida pelo fluido devido à pressão será tanto maior quanto maior for a profundidade (Hewitt, 2015). Assim, sendo as forças exercidas perpendiculares em qualquer ponto à superfície do objeto – como ilustrado na Figura 2 – as componentes horizontais que atuam à mesma profundidade irão compensar-se, enquanto as componentes verticais não se equilibram. Como as forças com sentido para cima que atuam no objeto têm maior intensidade que as forças com sentido para baixo, surgirá uma resultante com sentido para cima – a impulsão, I .

Estas ideias podem ser expressas, de acordo com Serway (2008), definindo a pressão exercida na base do corpo (p_{base}) e a exercida no topo (p_{topo}). Já se conclui que a intensidade da força no topo será $F_{topo} = p_{topo} \times A$ e que da força exercida na base será $F_{base} = p_{base} \times A$, surgindo uma expressão para a impulsão:

$$I = F_{base} - F_{topo} \Leftrightarrow I = (p_{base} - p_{topo})A \Leftrightarrow I = [(p_o + \rho_{fluido} \cdot g \cdot h_{base}) - (p_o + \rho_{fluido} \cdot g \cdot h_{topo})]A$$

Considerando o corpo com forma cúbica, como sugere Serway (2008), definindo h como a diferença entre as alturas do topo e da base:

$$I = (\rho_{fluido} \cdot g \cdot h) \cdot A \Leftrightarrow I = \rho_{fluido} \cdot g \cdot V$$

sendo $V = h \cdot A$ o volume do corpo que se encontra imerso (total ou parcialmente) e, portanto, também o volume de fluido deslocado. Assim, pode-se concluir o enunciado da lei de Arquimedes: A intensidade da impulsão exercida por um fluido num corpo total ou parcialmente imerso é igual à intensidade do peso do fluido deslocado por esse corpo (Tipler, 2008), uma vez que:

$$P_{fluido} = m_{fluido} \cdot g = \rho_{fluido} \cdot V_{imerso} \cdot g = I$$

A impulsão, apesar de relacionada com a densidade do fluido e o volume deslocado (ou volume imerso do objeto), pode ser determinada experimentalmente sem o conhecimento dessas duas grandezas. Para isso, pode-se identificar as forças que atuam num corpo imerso com recurso a um dinamómetro, conhecendo de antemão o peso do objeto e definindo a grandeza “Peso aparente, $\vec{P}_{aparente}$ ” (Halliday, 2014). Esta última, correspondente ao valor registado no dinamómetro quando o objeto se encontra imerso num fluido (na Figura 3) com intensidade igual a $\vec{T}$. Desse modo,

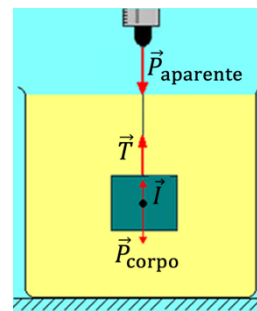


Figura 3

$$T + I = P_{corpo} \Leftrightarrow I = P_{corpo} - T \Rightarrow I = P_{corpo} - P_{aparente}$$

Quando o objeto se encontra apenas a interagir com o fluido, o peso aparente corresponde à resultante das forças que atuam nele. Pela 2ª Lei de Newton, $\vec{F}_R = m_{corpo} \cdot \vec{a}$, ou seja,

$$\vec{F}_R = \rho_{corpo} \cdot V_{corpo} \cdot \vec{a}$$

Substituindo na expressão anterior e recordando o enunciado de Arquimedes:

$$\rho_{corpo} \cdot V_{corpo} \cdot \vec{a} = \rho_{corpo} \cdot V_{corpo} \cdot \vec{g} - \rho_{fluido} \cdot V_{imerso} \cdot \vec{g} \Leftrightarrow \vec{a} = \left[1 - \frac{\rho_{fluido}}{\rho_{corpo}} \cdot \frac{V_{imerso}}{V_{corpo}} \right] \cdot \vec{g}$$

Quando um corpo é largado no interior de um fluido, ou seja, $V_{imerso} = V_{corpo}$, como ilustra Serway (2008), se a impulsão for superior ao peso, o corpo acelera para cima (a sua densidade é inferior à do fluido); se afunda, o peso é superior à impulsão (a densidade do corpo é superior à do fluido) e se se mantém em equilíbrio, impulsão e peso têm iguais intensidades (fluido e corpo possuem densidades iguais).

Lei de Ohm

Elettricidade é um nome dado a um conjunto de fenómenos que, de uma maneira ou de outra, está à nossa volta. Esta existe associada a partículas portadoras de carga elétrica (positiva ou negativa). A carga elétrica, cuja unidade SI é o coulomb C, não pode

ser criada ou destruída (Hewitt, 2015). Globalmente, a carga anterior a uma interação tem de ser igual à carga elétrica posterior a ela.

Uma partícula com carga elétrica Q irá provocar o surgimento um campo elétrico, $\vec{E}$, em seu redor de simetria radial cuja intensidade cai com o quadrado da distância, sendo dado por:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d^2} \hat{e}_r$$

onde, ϵ_0 é a constante de permissividade elétrica no vácuo.

Tal como enuncia a lei de Coulomb, quando uma outra partícula com carga q é colocada a uma distância d da carga Q , ser-lhe-á aplicada uma força descrita por:

$$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$$

Associado ao campo elétrico, surge uma outra grandeza essencial para a caracterização de fenómenos elétricos – potencial elétrico, U , com unidade SI volt, V.

Um corpo eletricamente carregado possui uma energia potencial elétrica, E_{pe} , associada à sua localização num campo elétrico, sendo necessário realizar trabalho de modo que se mova no sentido contrário à força elétrica que nele atua por ação da carga causadora do campo elétrico (Hewitt, 2015). Sendo a força elétrica uma força conservativa, ao conduzir a um deslocamento $d\vec{\ell}$ da carga q , provocará uma variação da energia potencial elétrica associada a essa carga (Tipler, 2008), de modo que

$$dE_{pe} = -\vec{F}_e \cdot d\vec{\ell} = -q \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

A variação de energia potencial elétrica é diretamente proporcional à carga q , permitindo definir o potencial elétrico, U , como sendo:

$$dU = \frac{dE_{pe}}{q}$$

Assim, para um deslocamento da carga q de um ponto a para um ponto b , provocará uma variação da energia potencial elétrica e, consequentemente, uma diferença de potencial elétrico (Tipler, 2008), ΔU . Denotando, $\Delta U = U$:

$$U = \Delta U = U_b - U_a = \frac{\Delta E_{pe}}{q} = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

Deste modo, o campo elétrico apontará no sentido em que o potencial elétrico decresce mais rapidamente (Tipler, 2008).

Quando as extremidades de um material condutor se encontram em diferentes potenciais elétricos apresentam uma diferença de potencial entre elas e as partículas eletricamente carregadas fluem de uma extremidade para a outra (Hewitt, 2015). Isto

provoca uma corrente elétrica, I , cuja unidade SI é o ampère, A, que mede a carga elétrica que atravessa a secção reta A de um condutor por unidade de tempo.

Diferentes materiais apresentam diferentes características que dificultam a passagem à corrente elétrica, a chamada resistência elétrica, R , cuja unidade SI é o ohm, Ω . Quanto maior for a seção reta, A , de um condutor, menor será a sua resistência; quando maior for o comprimento, L , maior será a sua resistência e, quanto maior for a resistividade elétrica, ρ , (diferente de material para material), maior será a resistência desse (bom ou mau) condutor (Tipler, 2008), tal como traduz a seguinte expressão:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

A resistência elétrica de um material condutor, conjuntamente com a diferença de potencial elétrico entre os terminais desse condutor, provocará uma maior ou menor corrente elétrica que o atravessa. Do mesmo modo, quanto maior for a resistência, menor será a corrente elétrica e quanto maior a diferença de potencial elétrico entre os terminais do condutor, maior será a corrente elétrica. A Lei de Ohm estabelece essa relação matemática. Através de ensaios empíricos, Georg Ohm (1789–1854) descobriu que, sob temperatura constante, a resistência de certos materiais permanece fixa. A relação resultante deste princípio modela um comportamento linear, o qual é representado graficamente por uma função linear:

$$U = RI$$

Entre os vários materiais condutores de corrente elétrica, como refere Tipler (2008), estes podem categorizar-se em dois tipos:

- Condutores óhmicos: relação entre diferença de potencial e corrente elétrica é linear;
- Condutores não-óhmicos: relação entre diferença de potencial e corrente elétrica não é linear.

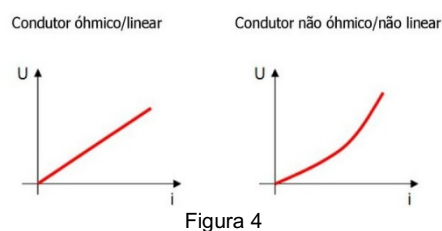


Figura 4

Como descreve Tipler (2008), a lei de Ohm não é uma lei fundamental na natureza, mas uma descrição empírica de uma propriedade partilhada por diversos materiais em certas condições.

4. Descrição de atividades e de instrumentos de recolha de dados

Para a recolha e análise de dados, serão tidas em conta duas turmas do 9.º ano do 3.º ciclo do ensino básico, sendo uma turma a padrão e a outra a intervencionada. Nesta última, os conteúdos relacionados com a Lei de Arquimedes e a Lei de Ohm serão lecionados com recurso a uma sequência pedagógica onde a experiência e a prática antecede a teoria. Nesta secção serão descritos os instrumentos de recolha de dados utilizados no decorrer do ano letivo, tais como fichas de avaliação (em Anexo E, e para as quais são considerados os resultados de todos os elementos de ambas as turmas), notas de campo (em Anexo D), questionários (em Anexo C) e os guiões das atividades práticas (nos Anexo A e B). De modo a compreender o ponto de partida de cada turma, as fichas de avaliação 1 e 2 servirão para estabelecer uma base padrão para cada turma, enquanto as fichas de avaliação 3 e 4 avaliarão o desempenho dos alunos nas questões relacionadas com os conceitos abordados experimentalmente. Da mesma forma, foi implementado um questionário igual a cada uma das turmas antes e após a intervenção pedagógica. Segue-se a tabela com todos os instrumentos de recolha de dados e o tipo de informação recolhida.

07 e 10/10/2025	AL 1 – Estudo do movimento de um corpo
27 e 30/10/2025	Ficha de avaliação 1
04 e 05/12/2025	Ficha de avaliação 2
13/01/2026	AE “Impulsão e Lei de Arquimedes”
23 e 27/01/2026	AL 2 – Verificação experimental da Lei de Arquimedes
02 e 05/02/2026	Ficha de avaliação 3
05/03/2026	AE “Lei de Ohm”
16 e 19/03/2026	Ficha de avaliação 4
16 a 24/03/2026	AL 3 – Circuitos elétricos em série e em paralelo

Figura 5 – Cronologia da recolha de dados

Tabela 1 – Instrumentos de recolha de dados

Instrumento de recolha de dados	Tipo de dados recolhidos
Fichas de avaliação	Quantitativos
Questionários	Quantitativos
Atividades práticas	Qualitativos
Notas de campo	Qualitativos

Importa dar nota de que o questionário e a recolha de dados no decorrer deste estudo foram realizados de acordo com o parecer favorável da Comissão de Ética da FCUP (em Anexos F) e os consentimentos e assentimentos dos alunos e encarregados de educação de ambas as turmas.

Fichas de avaliação sumativa 1 e 2

Na ficha de avaliação n.º 1 foram avaliadas as noções que permitem caracterizar movimentos retilíneos, destacando-se a compreensão e distinção dos conceitos de trajetória, posição, referencial, movimento e repouso, distinguir velocidade de rapidez média, determinar e compreender o significado de aceleração média, distinguir movimentos curvilíneos, movimentos retilíneos uniformes e uniformemente variados e, a partir de análises gráficas, determinar distâncias percorridas e caracterizar movimentos de um corpo.

Na ficha de avaliação n.º 2, os conceitos incidiam na compreensão das forças, distinguindo as exercidas por contacto ou à distância. Esta prova incide essencialmente nas 1ª, 2ª e 3ª Leis de Newton, na análise e identificação do tipo de movimento descrito por um corpo aplicando as 1ª e 2ª Leis de Newton e determinação da pressão exercida por um corpo sobre uma superfície. Em destaque neste teste salienta-se a determinação da resultante das forças num corpo onde atuem duas forças com igual direção e sentidos opostos, noção fundamental para o estudo da impulsão e Lei de Arquimedes.

Ambas as provas eram constituídas por questões conceptuais, de análise de gráficos, questões de cálculo de determinação escalar de grandezas físicas e ainda questões de comunicação científica sobre as situações apresentadas. Pretendiam avaliar as habilitações dos alunos para os conteúdos de física na disciplina de FQ.

Questionários

Antes de ser iniciada a intervenção descrita, como já mencionado, foi proposto que ambas as turmas respondessem a um questionário que seria repetido numa fase pós-intervenção. Neste questionário, de modo a poder avaliar a evolução das respostas dos alunos entre o momento prévio à investigação e uma fase posterior, foi requerida a criação de um código de anonimato alfanumérico para cada aluno de acordo com as regras propostas no mesmo formulário, para garantir que a amostra de respondentes aos questionários inicial e final era a mesma, sem colocar em causa a privacidade dos mesmos. A validade dos dados recolhidos é limitada à coerência dos códigos de anonimato gerados pelos inquiridos nos questionários inicial e final. Respostas com códigos diferentes, não podendo a sua evolução ser analisada, são automaticamente descartadas do tratamento estatístico.

Este questionário abrange três domínios. Num primeiro conjunto de questões pretende-se avaliar a motivação e o interesse dos alunos pela disciplina, bem como a importância/utilidade que atribuem às áreas da Física e da Química. Num outro grupo, é analisada a perceção que os alunos têm sobre o grau de dificuldade dos conteúdos

abordados em Física e em Química. Na última associação de questões é investigada a valorização atribuída pelos alunos às atividades laboratoriais realizadas em aula, destacando o gosto pela sua realização e avaliando a sua relevância para a aprendizagens nestas disciplinas.

A comparação de resultados em ambas turmas nos questionários inicial e final permitirá analisar a evolução da visão dos alunos e será complementada por notas de campo recolhidas em conversas tidas com os mesmos ao longo do ano letivo. Essas notas de campo serão descritas com maior profundidade mais adiante.

Apesar da intervenção pedagógica estar inserida em Física, o questionamento sobre a Química assume-se essencial para compreender a evolução das opiniões dos alunos inquiridos e compreender de que forma as suas ideias sobre uma das áreas pode influenciar a percepção sobre a outra.

Atividade Experimental “Impulsão e Lei de Arquimedes”

A exploração da Lei de Arquimedes, aplicada à turma intervencionada, realizou-se em duas aulas diferentes, perfazendo um total de 135 minutos: a recolha de dados e medições efetuadas em laboratório ocorreram numa aula de 45 minutos, enquanto o tratamento, análise e discussão de resultados ocorreu numa aula de 90 minutos. Em ambas as aulas, os alunos trabalharam em grupos compostos por 3/4 elementos.

Esta atividade dividiu-se em duas partes. Na primeira, no laboratório, os alunos deveriam ir vertendo água numa proveta, recolhendo pares de valores de volume e massa e, na aula de 90 minutos, para obter a densidade da água, construiriam um gráfico de dispersão $m(V)$, e determinariam o declive da reta de ajuste, de forma manual.

Na segunda parte, no laboratório, os alunos mediriam a massa e peso do corpo em estudo (para se obter experimentalmente a aceleração gravítica), imergiriam o corpo na água da proveta e registariam a variação de volume observada e o valor lido pelo dinamómetro. Os dinamómetros utilizados apresentavam um alcance de 2 N, exceto num grupo, onde era de 1 N. Este último apresentava uma melhor escala para a leitura das medições, embora os restantes também permitissem uma leitura eficaz. Na aula de 90 minutos, cada grupo de trabalho faria o tratamento dos dados onde se incluíam:

- Determinação da massa de água deslocada através da variação de volume e da densidade calculada anteriormente;
- Analisar o significado do volume da água deslocada após a imersão do corpo;
- Determinar a aceleração gravítica com os valores do peso do corpo no ar e a sua massa;
- Determinar o peso da água deslocada através dos valores obtidos anteriormente;

- Representar as forças que atuam no corpo em dois esquemas (quando o corpo está no ar e quando está imerso na água);
- Por fim, estabelecer a relação entre o peso do corpo, o valor medido pelo dinamómetro quando o corpo está imerso e o valor do peso da água deslocada.

Após o tratamento e análise dos dados pelos grupos de trabalho, seguir-se-ia uma discussão em grande grupo dos resultados e conclusões obtidas pelos alunos introduzindo-se o conceito de impulsão e da Lei de Arquimedes, seguindo-se a resolução de exercícios de consolidação em grande-grupo e individualmente.

Depois deste processo, ambas as turmas realizaram a AL 2 – Verificação experimental da lei de Arquimedes de acordo com o mencionado adiante na descrição das “Notas de campo”.

Atividade Experimental “Lei de Ohm”

No subdomínio dedicado à eletricidade, a relação entre a corrente elétrica que atravessa um componente com a sua resistência e a diferença de potencial medida nos seus terminais foi introduzida de forma empírica com recurso a um simulador. Nesta atividade, uma vez mais, os alunos trabalharam em grupos de 3/4 elementos numa aula de 90 minutos.

Durante a exploração realizada em grupo, os alunos montaram no simulador os circuitos solicitados no guião. No primeiro circuito, constituído apenas com uma resistência e uma pilha, pretendia-se compreender, para uma diferença de potencial fixa, as implicações do valor de uma resistência na corrente elétrica que a atravessa. Num outro circuito elétrico é adicionado um reóstato e os alunos recolheram pares de valores $U(I)$, fixando a resistência em $10,0 \, \Omega$. Ao contrário do solicitado no guião disponibilizado, ao invés de construir manualmente o gráfico solicitado, como os alunos disponham de computador e de modo a reduzir a carga extrínseca (Souza, 2010), optou-se por determinar a equação de reta de ajuste aos pontos recolhidos usando o *software* Excel ou Google Sheets. De seguida, pedia-se que analisassem essa equação de reta e o significado físico do declive obtido, concluindo tratar-se do valor da resistência fixa.

Notas de campo

No decorrer das atividades práticas realizadas foi possível recolher informações observando os grupos de trabalho, registando ideias dos alunos e comentários que foram surgindo. Além deste registo, no decorrer de diversas aulas, foi ainda possível, em conversas com a turma-teste, recolher comentários dos alunos relativamente à pertinência de atividades práticas em Física ou em Química e sobre o seu interesse em cada uma delas.

Antes de iniciada a intervenção pedagógica, ambas as turmas foram observadas na realização da AL 1 – “Estudo do movimento de um corpo”, onde se pretendia a recolha de pares de valores $x(t)$ para a construção do respetivo gráfico e, por análise, identificação do tipo de movimento.

Apesar de na turma-teste ter tido a sequência “prática-teoria”, no final de cada conteúdo teórico, tal como na turma-padrão, realizou-se uma outra atividade prática-laboratorial: no primeiro caso, a AL 2 – “Verificação experimental da Lei de Arquimedes” onde se usava um kitasato que, ao imergir um corpo no fluido contido no seu interior, o fluido deslocado verteria para um gobelé sobre uma balança, medindo-se a sua massa e determinando-se o seu peso. Num segundo momento a AL 3 – “Circuitos elétricos em série e em paralelo” em regime misto (simulador + material de laboratório) devido à falta de recursos, estudando a relação da corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico entre os componentes associados em série ou em paralelo.

Antes do questionário final, foram ainda recolhidas notas na sequência da atividade experimental demonstrativa do estudo da reatividade de metais alcalinos e alcalinoterrosos com a água, já no domínio da Química, permitindo uma melhor compreensão dos resultados obtidos em respostas ao questionário final na turma-teste.

No decorrer das atividades, a professora-cooperante e o professor-estagiário desempenharam papéis semelhantes de apoio aos grupos de trabalho durante as aulas dedicadas às atividades práticas.

Fichas de avaliação sumativa 3 e 4

Na ficha de avaliação 3 foram avaliados conceitos relacionados com energia cinética, energia potencial gravítica e conservação da energia mecânica; força de atrito, representação de forças e trabalho realizado por uma força; e impulsão e Lei de Arquimedes.

Para fins estatísticos de comparação entre as turmas estudadas, apenas foram analisadas as respostas de todos os alunos de ambas as turmas às questões do exercício 3 da ficha de avaliação n.º 3 (relacionadas com a impulsão e Lei de Arquimedes e iguais para as duas turmas) – presente em anexo –, envolvendo a definição conceptual, a análise de situações descritas e esquematizadas e a determinação da intensidade da impulsão exercida por um fluido num corpo através de dois modos diferentes: a partir da diferença entre a intensidade do peso do corpo e a resultante das forças que nele atuam, sendo necessário determinar a intensidade do peso e fornecido o valor lido pelo dinamómetro para o corpo imerso, e pelo produto da

densidade do fluido com a aceleração gravítica e o volume de fluido deslocado, aplicando diretamente a Lei de Arquimedes.

Na ficha de avaliação n.º 4, presente em anexo, foram abordados os conteúdos relacionados com eletricidade, nomeadamente, efeitos térmico, magnético e químico da corrente elétrica, regras de segurança no uso da eletricidade, identificação de portadores de carga, distinção de fonte e recetor e de bons e maus condutores, identificação de símbolos de componentes elétricos, análise de circuitos elétricos com componentes associados em série e em paralelo, corrente elétrica e diferença de potencial elétrico em circuitos em paralelo e em série, aparelhos de medição, associação de pilhas e resistência elétrica e Lei de Ohm.

Foram consideradas, para tratamento estatístico, as questões 4.6 e 4.7 da ficha de avaliação n.º 4 por serem iguais em ambas as turmas. Nestas questões era solicitado que fosse aplicada numa situação problemática a Lei de Ohm e que se efetuasse uma análise gráfica da diferença de potencial elétrico em função da corrente elétrica, comparando a resistência de diferentes condutores.

5. Resultados e análises

5.1. Ponto de partida para a turma-padrão e turma-teste

Inicialmente, é conveniente identificar o ponto de partida de cada turma de modo a possibilitar a análise dos resultados obtidos para ambos os casos. Para tal, considerem-se as fichas de avaliação 1 e 2 com os respetivos dados estatísticos dos resultados obtidos pelos alunos e uma análise com base no Teste U de Mann-Whitney e na estimativa de densidade de Kernel, KDE (ver Anexo G).

Na ficha de avaliação n.º 1, a turma-padrão obteve uma média de 64,2%, enquanto a turma-teste registou uma média global de 59,4%. Analisando os resultados de ambas turmas através do Teste U, obtém-se um valor-p de 0,394, significando que as turmas não apresentam diferenças estatisticamente relevantes, pelo que a diferença de resultados verificada tem uma grande probabilidade de ocorrer (39,4%). A estimativa de densidade de Kernel, KDE, comprova essa análise, evidenciando uma grande sobreposição dos resultados obtidos pelos alunos. Pode-se ainda constatar um desempenho superior por parte da turma-padrão havendo uma maior recorrência de classificações médias a médias-altas (superiores a 65%) do que na turma-teste. Nesta última, as classificações encontram-se mais num “planalto” em torno da mediana (60%).

Na ficha de avaliação n.º 2, a equivalência estatística é novamente suportada pelo valor

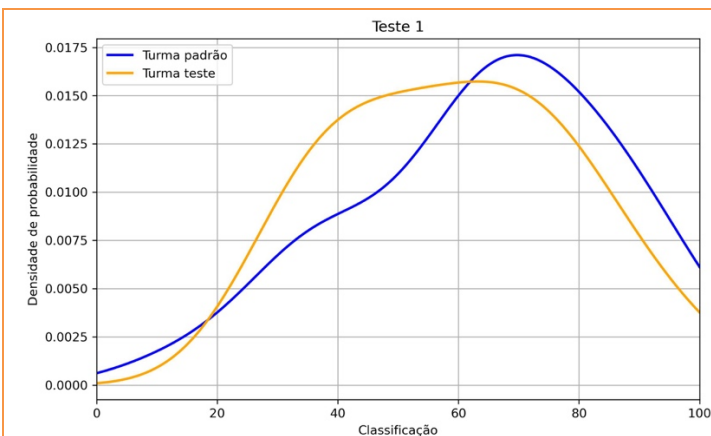


Gráfico 1 – Estimativa da densidade de Kernel, KDE, para o desempenho da turma-padrão e da turma-teste nas fichas de avaliação 1.

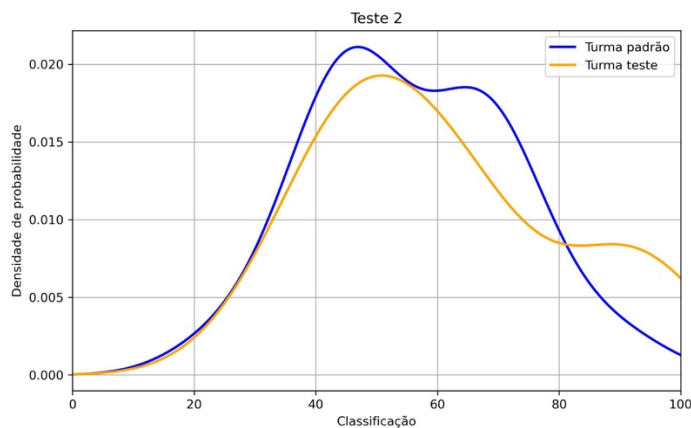


Gráfico 2 – Estimativa da densidade de Kernel, KDE, para o desempenho da turma-padrão e da turma-teste nas fichas de avaliação 2.

-p (0,620), bastante superior ao 0,05 limite que implicam a significância estatística da diferença entre as turmas. A turma-padrão registou uma média de 55,9%, uma descida face ao teste anterior. Nesta prova, ocorre um deslocamento e alargamento da “zona modal” para o intervalo entre os 45% e 65%, registrando-se uma diminuição do número de classificações médias-altas. Na turma-teste, observou-se uma manutenção da média da turma, tendo sido de 60,8%. Numa análise mais detalhada, nesta turma assinala-se o surgimento de uma “cauda” nas classificações altas e muito altas, observando-se uma

melhoria face ao teste anterior. Em contraponto, o grupo predominante de alunos obteve classificações médias-baixas em torno dos 50%.

De modo a completar a informação já descrita, a seguinte tabela apresenta dados estatísticos relevantes para a descrição do desempenho de ambas as turmas nos testes (ou fichas de avaliação) 1 e 2, confirmando a análise anterior.

Tabela 2 – Dados estatísticos de ambas as turmas nos testes 1 e 2

Teste	Turma	Tamanho da amostra	Média (%)	Mediana (%)	Desvio-padrão (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Superior a 85%
1	Padrão	29	64,2	66	21,6	14	99	4
	Teste	27	59,4	60	19,8	26	100 (x1)	3

2	Padrão	29	55,9	52	16,1	23	92	1
	Teste	27	60,8	57	20,1	29	100 (x1)	6

Com a realização das fichas de avaliação 1 e 2, pelo Teste U é possível inferir que as duas turmas não apresentam diferenças estatisticamente relevantes, podendo ser tidas como equivalentes. A turma-padrão apresenta um perfil onde o grupo modal de alunos obtém resultados mais próximos da média e da mediana do que a turma-teste, mas com um comportamento mais irregular do perfil geral da turma pelo deslocamento desse pico do primeiro para o segundo teste. Com a ficha de avaliação 2 começou a destacar-se um novo grupo de alunos na turma-teste com classificações mais elevadas, contrastando com os restantes elementos pertencentes a um grupo modal com classificações inferiores à média da turma.

De modo a completar a análise das duas turmas com base no desempenho nas fichas de avaliação 1 e 2, a tabela seguinte apresenta o desempenho dos alunos nas questões que envolviam a realização de cálculos, revelando-se estes fundamentais para alcançar as conclusões pretendidas para a atividade experimental dedicada à impulsão e à Lei de Arquimedes. Os resultados apresentados representam a percentagem média da cotação obtida por cada turma em cada questão desse tipo.

Tabela 3 – Valor-p e U para as questões de cálculo das fichas de avaliação 1 e 2

Questão	Ficha de avaliação 1			Ficha de avaliação 2		
	4.5	5.1	5.3	2.2	3.2	7.3
U	314,0	394,5	434,5	423,0	373,0	285,5
Valor-p	0,186	0,963	0,463	0,555	0,748	0,073

Os dados obtidos permitem inferir que, apesar da variabilidade observada no valor-p para cada questão de cálculo analítico, as turmas evidenciam ser equivalentes para a resolução deste tipo de questões.

Estando clarificada uma equivalência entre ambas as turmas nas suas habilitações para a realização de cálculo analítico simples, útil para a atividade experimental da Lei de Arquimedes, torna-se necessário analisar outro fator preponderante para a aprendizagem a partir de uma atividade experimental: a autonomia e motivação evidenciadas pelos alunos nesse tipo de momentos. Através da observação direta dos alunos de ambas as turmas no decorrer da atividade laboratorial 1 (AL 1 – Estudo do movimento de um corpo), em cada turma foi possível identificar dois conjuntos diferentes de alunos: apesar da falta de autonomia geral, num primeiro conjunto destacavam-se alunos que, com pequenas dicas, se revelavam capazes de decidir o modo de concretização das medições necessárias, havendo outros que revelaram grandes

dificuldades para essas tomadas de decisão. Quanto à análise e tratamento dos dados, houve grupos de trabalho que identificaram corretamente tratar-se de um movimento retilíneo uniformemente retardado, ao passo que outros se limitaram a “concluir” tratar-se um movimento retilíneo uniforme, sem dados que o comprovassem.

Numa análise global, com as fichas de avaliação 1 e 2, a turma-teste apresentou um desempenho mais constante, destacando-se o surgimento de um grupo de “excelência” na ficha de avaliação 2, do que a turma-padrão que apresenta um perfil mais homogêneo mas não uniforme, podendo-se, contudo, depreender que tanto a turma-padrão como a turma-teste, entre si, não apresentam globalmente diferenças iniciais relevantes que condicionem a análise de resultados futuros relacionados com a Impulsão/Lei de Arquimedes e a Lei de Ohm. A Atividade Laboratorial 1 permitiu verificar, globalmente, falta de autonomia na execução e dificuldades pontuais no tratamento e análise de resultados.

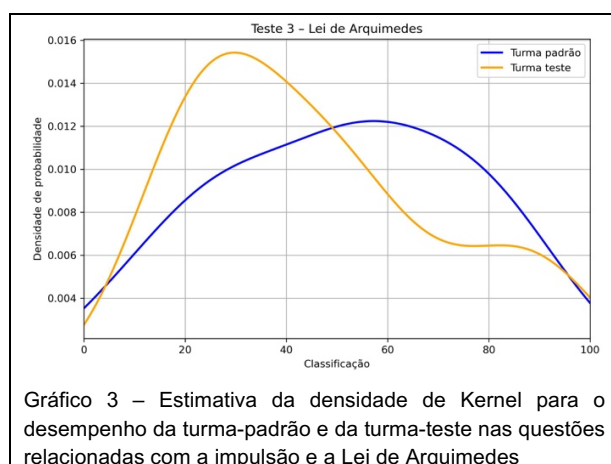
5.2. Impulsão e Lei de Arquimedes

A ficha de avaliação n.º 3, entre outros conteúdos já descritos anteriormente, avaliou as aprendizagens dos alunos sobre a impulsão e a Lei de Arquimedes. Apesar de na média global da ficha de avaliação a turma-teste ter obtido uma classificação ligeiramente superior à turma-padrão, respetivamente, 64,1% e 64,0 %, nas questões relacionadas com a intervenção pedagógica efetuada com a atividade experimental inicial da Lei de Arquimedes, a turma-teste registou um desempenho inferior nestes conteúdos.

Neste teste, a Lei de Arquimedes foram avaliadas no seguinte tipo de questões:

- 4 questões de análise conceptual e problemática (escolha múltipla – 4 pontos);
- 1 questão de representação de forças num corpo imerso num fluido (6 pontos);
- Determinação da impulsão a partir da resultante das forças (5 pontos);
- Determinação da impulsão aplicando a Lei de Arquimedes (10 pontos).

Nestes tópicos, a turma-padrão obteve uma classificação média de 51,2%, enquanto a turma-teste registou uma média de 46,6%, sendo que o Teste U retorna um valor-p de 0,179, indicando que a diferença entre os resultados das turmas não assume relevância estatística, havendo uma grande sobreposição de resultados, como mostra a KDE.



Observa-se ainda que, na turma-teste, há uma maior concentração de classificações negativas, não obstante haver um número ligeiramente superior de alunos com classificações entre 85% e 100% comparativamente à turma-padrão, sendo estes dados corroborados pela tabela seguinte, mantendo o comportamento do teste anterior.

Tabela 4 – Dados estatísticos da ficha de avaliação 3

	Global		Sem impulsão/Lei de Arquimedes		Impulsão/Lei de Arquimedes	
Turma	Padrão	Teste	Padrão	Teste	Padrão	Teste
Amostra	29	26	29	26	29	26
Média (%)	61,0	61,7	66,7	70,6	51,2	46,6
Mediana (%)	66,0	62,0	71,4	74,6	51,4	43,2
Desvio-padrão (%)	20,5	18,6	18,7	17,5	26,2	25,1
Mínimo (%)	20,0	26,0	31,7	28,6	0 (x1)	18,9
Máximo (%)	92,0	94,0	100 (x1)	96,8	100 (x1)	94,6
Superior a 85%	3	5	5	6	2	4

Para uma primeira análise aos resultados obtidos pelos alunos, podendo a impulsão ser determinada a partir da resultante das forças que atuam no objeto em estudo, convém analisar-se o desempenho destes na questão 3.2 da ficha de avaliação n.º 2 onde se solicitava a determinação da resultante de duas forças de igual direção e sentido oposto, como sucede para a impulsão e o peso do corpo. Nessa questão, a turma-padrão obteve uma classificação média de 71%, enquanto a turma-teste uma cotação média de 70%. Ao analisar a percentagem de alunos com pontuação máxima nesse exercício, na turma-padrão e na turma-teste correspondem a, respetivamente, 48,3% e 53,6%. Além do mais, o valor-p corresponde 0,748, indicando equivalência entre as turmas. Os resultados sugerem que não terá sido este pré-requisito a ditar a quebra observada nestes conteúdos.

Então, de modo a compreender o desempenho do grupo modal da turma-teste nos conteúdos relacionados com a impulsão e a Lei de Arquimedes face às FA anteriores, importa focar a análise na correspondente atividade experimental dessa turma (execução, tratamento e análise de resultados). Além da falta de autonomia ainda demonstrada pelos alunos, aliam-se fatores que podem justificar uma mais fraca aquisição desses conteúdos, tais como a realização da atividade em diferentes aulas conduzindo a uma dispersão do foco e, principalmente, à existência de várias etapas intermédias, já descritas anteriormente, conduzindo a uma maior carga extrínseca (Souza, 2010). Toda essa dispersão de foco e minimização da carga relevante (Souza,

2010) pode ter desviado os alunos do objetivo final: a compreensão do conceito de impulsão e conclusão sobre a Lei de Arquimedes em que “A impulsão é igual ao peso do fluido deslocado”. Do ponto de vista metodológico/técnico, a utilização de dinamómetros com alcance de 2 N, sendo o mais indicado o de alcance 1 N, também terá dificultado a obtenção dos dados experimentais pela forma como manuseavam esses aparelhos, levando a uma maior dificuldade de leitura e registo dos dados pelos alunos e respetiva análise para a obtenção das conclusões pretendidas.

Apesar de toda essa dispersão, houve ainda alunos que revelaram perspicácia na análise dos resultados obtidos, destacando-se expressões como:

“Tem de haver uma força para cima contrária ao peso.”

“Força para cima deve ser igual ao peso da água que subiu na proveta.”

Em geral, os alunos com classificações mais elevadas correspondentes “à cauda” do teste 2 mostraram-se, apesar das dificuldades, mais motivados para a execução experimental e para o tratamento dos dados, ao passo que os restantes evidenciaram menor predisposição e maiores dificuldades para a medição e tratamento dos dados experimentais, o que pode ter conduzido a uma mais fraca aprendizagem por parte dos alunos do grupo modal.

Na realização da atividade AL 2 – Verificação da lei de Arquimedes, o desempenho de ambas turmas foi semelhante ao observado anteriormente na AL 1, havendo a necessidade de acompanhamento dos grupos, por parte dos professores, observando-se ainda uma reduzida autonomia, mas evidenciando-se um melhor à-vontade de alguns alunos em cada uma das turmas.

A análise aqui efetuada sobre a Atividade Experimental – “Impulsão e Lei de Arquimedes” – pode ajudar a compreender a maior dispersão verificada no teste 3 nesses conteúdos, em particular a manutenção de classificações mais elevadas e para o pior desempenho do grupo modal da turma-teste.

5.3. Resistência e Lei de Ohm

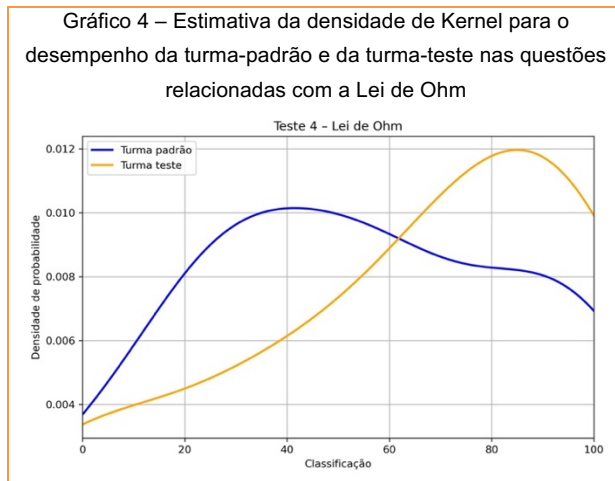
A ficha de avaliação n.º 4 avaliou as aprendizagens dos alunos sobre conceitos de eletricidade, em particular, a relação entre corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial elétrico num condutor resistivo, aplicando a Lei de Ohm. Apesar de na média global da ficha de avaliação a turma-teste ter obtido uma classificação ligeiramente inferior à turma-padrão, respetivamente, 65,6% e 67,5%, nas questões relacionadas com a intervenção pedagógica efetuada com a atividade experimental inicial da resistência elétrica e Lei de Ohm, a turma-teste registou um desempenho superior nestes conteúdos.

Para os resultados destes exercícios, corresponde um valor- p de 0,071. Este, sendo um valor superior a 0,05 indica não haver diferença estatisticamente relevante entre as turmas. Contudo, este é substancialmente inferior ao da ficha de avaliação 3 ($p = 0,179$), sugerindo uma tendência de maior diferenciação dos alunos de ambas as turmas para estes conteúdos. Neste teste, a Lei de Ohm foi avaliada no seguinte tipo de questões:

- 1 questão de análise gráfica (comunicação científica – 8 pontos);
- 1 questão de análise problemática (cálculo analítico – 8 pontos).

Nestes tópicos, a turma-padrão obteve uma classificação média de 55,4%, enquanto a turma-teste registou uma média de 64,8%.

O valor de p obtido no Teste U, não expressa diferenças significativas entre as turmas, mas surge condicionado pela reduzida dimensão das amostras. A sua pode ser complementada pela KDE que evidencia um desempenho superior



dos alunos da turma-teste nos conteúdos da Lei de Ohm, com uma elevada ocorrência de classificações médias-altas e altas (superiores a 75%), desaparecendo o grupo dominante de alunos com classificações médias-baixas. Na turma-padrão, o comportamento foi diferente, onde a moda da amostra ronda os 40%, ocorrendo ainda o surgimento de uma “cauda” para classificações entre 80% e 100%, ao contrário do verificado nas fichas de avaliação anteriores para essa mesma turma. Estes dados são ainda suportados pelos contidos na seguinte tabela, onde se verifica pela análise da mediana que, na turma-teste, para os conteúdos avaliados para a Lei de Ohm, indica uma maior frequência de resultados superiores à média da turma, ao contrário do que sucede na turma-padrão.

Tabela 5 – Dados estatísticos da ficha de avaliação 4

	Global		Sem lei de Ohm		Lei de Ohm	
Turma	Padrão	Teste	Padrão	Teste	Padrão	Teste
Amostra	29	27	29	27	29	27
Média (%)	67,5	65,6	69,8	63,7	55,4	62,5
Mediana (%)	73,0	66,0	76,2	65,5	50,0	75,0
Desvio-padrão (%)	18,1	21,7	16,8	20,5	31,3	33,8
Mínimo (%)	28,0	21,0	33,3	25,0	0 (x2)	0 (x3)

Máximo (%)	97,0	100 (x1)	96,4	100 (x1)	100 (x5)	100 (x5)
Superior a 85%	5	6	5	6	8	10

Em contraponto com o ocorrido nos conteúdos da Lei de Arquimedes e respetiva atividade experimental, na Atividade Experimental “Lei de Ohm” – realizada pela turma-teste – a carga cognitiva extrínseca (Souza, 2010) presente foi substancialmente reduzida devido: a uma menor quantidade de conceitos mobilizados (como a corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica), à exploração de um simulador (em lugar da montagem física), ao tratamento da reta de ajuste aos pontos $U(I)$ com recurso a um *software* como Excel ou Google Sheets (ao invés do tratamento manual) e à realização de tudo numa única aula. Apesar de nestes conteúdos a carga intrínseca (Souza, 2010) também ser menor, o desempenho inferior da turma-padrão sugere que não terá sido esse fator a ditar a melhoria dos resultados na turma-teste.

No decorrer da atividade de exploração, alguns grupos de trabalho revelaram dificuldades em identificar o modo correto de instalação do voltímetro para efetuar as medições pretendidas e apenas alguns grupos associaram rapidamente o valor do declive obtido para a reta $U(I)$ ao valor da resistência fixa instalada no circuito.

Do ponto de vista comportamental, em geral, os alunos que no decorrer do ano letivo foram obtendo melhores classificações nas fichas de avaliação evidenciaram uma postura mais proativa durante toda a atividade e de maior motivação, em contraste com alguns dos alunos com piores resultados que evidenciaram uma postura mais reticente e menor predisposição à partida para a atividade.

A atividade prática foi seguida, como mencionado, por uma discussão em turma das conclusões retiradas da exploração efetuada e da concretização de exercícios de consolidação. Posteriormente, ambas as turmas realizaram a Atividade Laboratorial 3 – “Circuitos elétricos em série e em paralelo”. Na AL 3, devido à falta de material e à importância de os alunos montarem circuitos elétricos com material de laboratório, foi decidido que esta atividade teria um carácter misto, com alguns grupos a trabalhar com um simulador e outros com o equipamento físico.

Na turma-padrão os alunos, em geral, não demonstraram dificuldade significativas na montagem dos circuitos elétricos em série ou em paralelo, nem com a instalação dos aparelhos de medida e apresentaram uma postura de grande motivação e interesse no decorrer de toda a atividade. Na turma-teste, os alunos também revelaram uma postura de interesse e motivação durante a atividade. Esta atitude de maior interesse conduziu a uma maior concentração dos alunos na AL 3. Num dos grupos, uma lâmpada estava danificada (não fundida) o que permitia a passagem de corrente elétrica. Um dos elementos observou que “se as duas lâmpadas estavam em série e a outra brilhava,

essa também devia estar acesa”. Esta referência permite inferir uma boa compreensão dos conceitos e dos fenómenos físicos subjacentes.

Globalmente, não se verificaram dificuldades maiores na medição da corrente elétrica e da diferença de potencial elétrico. Por parte de uma aluna que, geralmente, apresentava dificuldades à disciplina foi referido que *“ficava mais fácil aprender com os circuitos do que com as aulas teóricas”*, reforçando a importância de atividades *hands-on* para a aquisição dos conteúdos lecionados.

Em conclusão, apesar da heterogeneidade inicial da turma-teste, nas questões envolvendo a Lei de Ohm verificou-se uma aquisição muito boa dos conceitos relacionados. Tal pode ter resultado da menor carga extrínseca e a uma maximização da carga relevante (Souza, 2010) associada à exploração prática efetuada. Essa maior facilidade de tratamento e análise pode ter induzido uma maior motivação e ter possibilitado uma aprendizagem mais eficaz dos conteúdos da eletricidade.

5.4. Questionários

O estudo realizado pretende, também, avaliar a eficácia da estratégia adotada no interesse pela disciplina e na perceção de facilidade dos alunos sobre os conteúdos abordados, bem como a importância atribuída por estes às atividades laboratoriais. Para, além de conversas informais com os alunos da turma-teste, foi aplicado um questionário a essa turma e à turma-padrão em dois momentos: numa fase anterior à intervenção pedagógica e numa fase posterior. Apesar da constituição de ambas as turmas, após o cruzamento dos dados recolhidos nos questionários pré-intervenção e pós-intervenção, na turma-teste apenas resultaram 13 alunos (10 do sexo feminino e 3 do masculino com uma média de idades de 14,4 anos) com respostas comparáveis e válidas, enquanto na turma-padrão esse número foi de 8 inquiridos (2 do sexo masculino e 6 do feminino, com média de 14,0 anos de idade). Importa salientar a necessidade de prudência na análise, interpretação e generalização dos dados recolhidos tendo em conta a reduzida amostra de respostas comparáveis e válidas.

O questionário é essencialmente composto por 3 grandes domínios de análise. Em cada questão, os inquiridos deveriam indicar o seu grau de concordância com cada afirmação apresentada de acordo com uma escala de Likert, onde 1 correspondia a “Discordo totalmente” e 6 a “Concordo totalmente”. No primeiro do domínio pretende-se avaliar o interesse dos alunos pela disciplina em geral, e por cada uma das áreas (Física e Química) em particular, destacando-se as seguintes questões:

Tabela 6 – Questões do domínio 1

Domínio 1	MOTIVAÇÃO E INTERESSE PELA DISCIPLINA
Q1	Na disciplina de Físico-Química, considero a Química interessante.
Q2	Na disciplina de Físico-Química, considero a Física interessante.
Q3	Na disciplina de Físico-Química, considero a Química útil.
Q4	Na disciplina de Físico-Química, considero a Física útil.
Q5	Gosto de Físico-Química, em geral.
Q6	Gosto de Química.
Q7	Gosto de Física.

No segundo domínio é avaliada a perceção de facilidade que os alunos possuem em relação às áreas da Física e da Química, onde se evidenciam as seguintes questões:

Tabela 7 – Questões do domínio 2

Domínio 2	PERCEÇÃO DE FACILIDADE
Q8	Na disciplina de Físico-Química, considero a Química fácil.
Q9	Na disciplina de Físico-Química, considero a Física fácil.
Q10	Considero que Física é mais fácil do que Química.

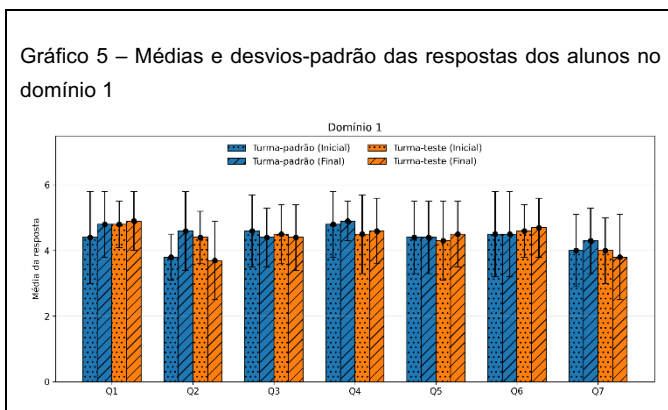
No terceiro domínio é atribuído principal foco nas atividades laboratoriais, incidindo no gosto pela sua realização e na sua utilidade para uma melhor compreensão dos conceitos abordados.

Tabela 8 – Questões do domínio 3

Domínio 3	VALORIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LABORATORIAIS
Q11	Gosto de realizar atividades laboratoriais em Química.
Q12	Gosto de realizar atividades laboratoriais em Física.
Q13	As atividades laboratoriais são essenciais para aprender Química.
Q14	As atividades laboratoriais são essenciais para aprender Física.

Domínio 1 – Motivação e interesse pela disciplina

No domínio 1 pretende-se avaliar a visão e o interesse dos alunos sobre a disciplina.



As respostas dos alunos de cada turma (Gráfico 5), excetuando à questão Q2, evidenciam uma reduzida variação na avaliação do seu interesse e gosto pela Química entre os questionários inicial e final, bem como no reconhecimento da utilidade percebida de cada uma das

áreas. Salienta-se, ainda, o elevado desvio-padrão, sugerindo heterogeneidade nas respostas, mas também conducente da reduzida dimensão da amostra. Entre os questionários inicial e final, para este domínio, apenas há a destacar na questão Q2 a variação positiva na turma-padrão (+ 0,88 pontos), relativamente ao interesse em Física, enquanto na turma-teste verificou-se uma diminuição bastante perceptível da média nessa questão (- 0,69 pontos) e a ligeira diminuição do gosto pela Física (Q7). Nesse sentido, de modo a entender o motivo dessa quebra, em conversas de sala de aula com elementos da turma-teste foram recolhidas afirmações que contribuem para compreender um pouco essa redução, tais como:

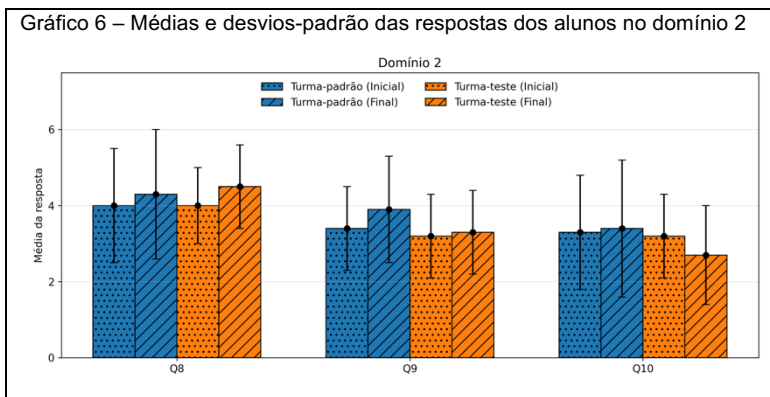
“Estão a ver, as experiências em química são muito mais interessantes” – inserida numa aula com demonstração e análise da reatividade de metais alcalinos (lítio e sódio) e metais alcalinoterrosos (magnésio) com a água. Foi ainda acrescentado que *“nas experiências em física as análises são mais complicadas”* e envolvem *“muita matemática”*.

Ou seja, a avaliação que os alunos fazem sobre cada uma das áreas (Física ou Química) acaba por estar inconsciente e intrinsecamente ligada à outra.

Domínio 2 – Perceção de facilidade da disciplina para os alunos

No domínio 2, onde se avaliava o grau de concordância dos inquiridos com a facilidade da área da Física ou da Química (Gráfico 6), a variação verificada na média das amostras de respostas recolhidas, apesar dos elevados desvios-padrão, é possível avaliar na questão Q8 uma tendência de aumento da perceção de facilidade da Química em ambas as turmas, sendo um pouco mais acentuada na turma-teste.

Na questão Q9, os respondentes de ambas as turmas assumem concordar que a Física se afigura fácil, mas com avaliações mais modestas na turma-teste. Na turma-

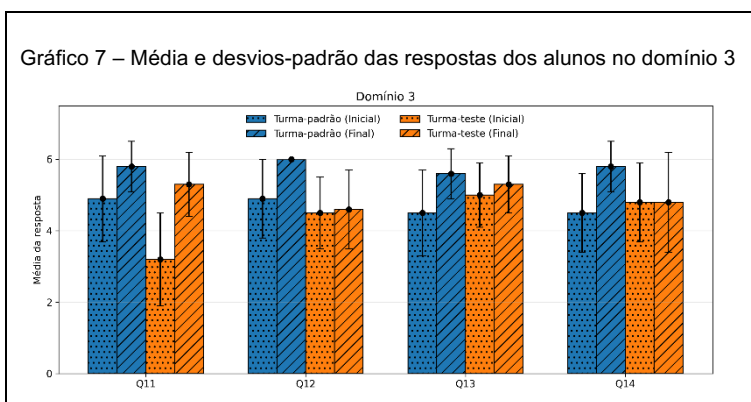


padrão surge uma evolução positiva (+ 0,5 pontos), enquanto na turma-teste se mantém praticamente estável (+0,1), tendo desde o início uma avaliação inferior à turma-padrão.

Na questão Q10, ao avaliarem a sua concordância com a afirmação “A Física é mais fácil do que a Química”, os alunos evidenciam uma evolução distinta. Enquanto na turma-padrão ocorre uma ligeira melhoria (+ 0,1 pontos), na turma-teste ocorre uma diminuição da média (- 0,5 pontos). Nesta última, não só ocorre uma diminuição da avaliação dos alunos, como a “fraca concordância inicial” (3,2 pontos), se transforma numa “ligeira discordância final” (2,7 pontos) onde, apesar da discordância global, há três inquiridos que manifestam uma maior perceção de que a Física é mais fácil do que a Química, face ao questionário inicial. Esta tendência para a opinião de que a Química será mais fácil do que a Física pode ser também suportada pelas declarações referidas anteriormente, resultantes do tratamento de dados na atividade experimental.

Domínio 3 – Valorização das atividades laboratoriais

No domínio 3, mais do que nos anteriores, os resultados muito elevados (Gráfico 7), pelo menos, da turma-padrão no questionário final não corroboram com observações *in loco* onde vários alunos não evidenciaram o entusiasmo refletido nas avaliações dos inquiridos às afirmações apresentadas, em particular à questão Q12.



Esta discrepância pode ter resultado da consciência, por parte dos alunos, de estarem a participar num estudo, conduzindo a uma inflação sem consciência das avaliações efetuadas, aliada à reduzida amostra

recolhida. Os resultados da turma-padrão à questão Q12 indicam que todos manifestam “Concordar totalmente” com a afirmação “Gosto de realizar atividades laboratoriais em Física”, não correspondendo à realidade observada.

Desse modo, os resultados da turma-padrão não serão considerados neste domínio para comparação de base com a turma-teste uma vez que poderão conduzir a conclusões artificiais que estejam desfasadas da realidade, devendo ainda ser interpretados com reservas nos domínios anteriores. Assim, analisar-se-á apenas a evolução ocorrida na turma-teste que, quanto às suas respostas, à partida, as avaliações realizadas pelos alunos no questionário assumem-se concordantes com a observação *in loco*, destacando-se um aumento das atividades laboratoriais em Química (+2,15 pontos) na questão Q11, e uma evolução mais ligeira na sua importância para a aprendizagem, na questão Q13, (+0,31 pontos). Para estes resultados, contribui, uma vez mais, a atividade demonstrativa já mencionada do estudo da reatividade de metais alcalinos e metais alcalinoterrosos com a água. No campo da Física, também em virtude de declarações descritas anteriormente sobre a complexidade do tratamento e análise de resultados e avaliação por comparação com a componente química, a evolução revelou-se modesta na turma-teste, havendo, em geral, a concordância acerca da importância das atividades laboratoriais para a aprendizagem em Física e Química.

Estes resultados são concordantes com as observações e discussões realizadas com os alunos que mencionaram “*ser mais fácil perceber a matéria*” através da realização de medições em laboratório do que com a simples exposição teórica.

Conclusão e considerações finais

Este trabalho assume-se útil para a prática pedagógica, nomeadamente para a tomada de decisão do docente de Física e Química quando chamado ao momento de planificar o modo de lecionação de determinados conteúdos científicos. Nestas áreas, sendo o conhecimento fruto da atividade experimental, torna-se imprescindível que este tipo de atividades surja em algum momento da vida académica dos estudantes. Desse modo, a sua preparação merece a atenção de vários aspetos fundamentais que sejam conducentes a uma aprendizagem eficaz dos conceitos científicos explorados e também do surgimento de uma motivação nos alunos para a disciplina, sendo este um fator fundamental para qualquer tipo de aprendizagem bem-sucedida.

No que respeita ao objetivo central desta investigação, respondendo à questão de investigação formulada, conclui-se que a introdução de atividades experimentais antes da exposição teórica dos conteúdos pode constituir uma estratégia didática eficaz, mas dependente da forma como essas atividades são formuladas e implementadas. Enquanto nos conteúdos relacionados com a Lei de Arquimedes a turma-teste apresentou um desempenho inferior ao da turma-padrão, embora a diferença não seja estatisticamente relevante, nos conteúdos da Lei de Ohm verificou-se a situação inversa, sugerindo que a eficácia desta abordagem poderá estar dependente das características específicas da atividade implementada, em particular da carga cognitiva subjacente. Na atividade com menor carga extrínseca, a carga relevante pode ter assumido maior peso, conduzindo a uma melhor aprendizagem e aquisição dos conceitos científicos centrais envolvidos e estudados.

Os resultados obtidos sugerem ainda que, embora os alunos reconheçam uma maior utilidade da Física para o dia-a-dia, o seu interesse poderá diminuir quando as atividades experimentais envolvem um tratamento de dados mais complexo. Ainda assim, os alunos das duas turmas tendem a reconhecer a importância destas atividades práticas e laboratoriais para a aprendizagem em Física e em Química.

Com base nas informações recolhidas dos alunos da turma-teste, pode-se concluir que as atividades experimentais, quando bem coordenadas com o ensino podem fomentar uma aprendizagem mais sólida e uma melhor consolidação dos conteúdos.

Importa, contudo, reconhecer algumas limitações deste trabalho, tendo em conta tratar-se de um estudo quasi-experimental realizado com apenas duas turmas e incidindo apenas sobre dois conteúdos curriculares específicos. Os resultados obtidos devem ser interpretados com prudência, não sendo possível generalizá-los, sobretudo devido à reduzida amostragem válida recolhida nos questionários.

Reflexão autocrítica para projetos futuros

Em jeito de fecho, importa efetuar uma breve reflexão crítica e pessoal com vista à implementação desta metodologia em projetos futuros na prática docente.

Num ponto inicial convém reforçar que os resultados não são, de todo, desencorajadores. Revelam que os alunos reconhecem a importância das atividades experimentais. Para uma maior robustez dos resultados dos questionários, estes poderiam ter assumido outras características. Primeiramente, mantendo essencialmente os três domínios avaliados, poderia ter sido vantajosa a redução do número de questões sobretudo no domínio 1 e, no questionário final, além de manter as questões iguais ao questionário inicial, como de resto foi feito, teria sido conveniente a inclusão de campos de resposta aberta (pelo menos um por domínio) de modo a compreender as motivações dos alunos para as respostas fechadas que haviam sido dadas e, na turma-teste, incluir um tópico de resposta aberta para avaliação do impacto da realização das atividades antes da exposição teórica tradicional.

Do ponto de vista prático, a Atividade Experimental “Impulsão e Lei de Arquimedes” requer uma reestruturação significativa. Se por um lado a necessidade de recolher dados por parte dos grupos de trabalho numa aula de 45 minutos para mais tarde os analisar numa outra aula de 90 minutos não terá ajudado à eficácia metodológica, a própria estrutura do guião e as etapas intermédias poderão ter-se revelado um obstáculo à concretização das aprendizagens. Numa reformulação, com vista a uma redução da carga extrínseca, nesta atividade ou em outras, quaisquer grandezas necessárias cujos valores decorram de medições experimentais, como aceleração gravítica, densidade, entre outras, deverão ser disponibilizados os valores tabelados, para que se possa reduzir o número de etapas intermédias, não desviando o foco dos alunos do conceito central.

Na Atividade Experimental “Lei de Ohm”, os resultados revelaram-se particularmente encorajadores sobretudo graças à reduzida mobilização conceptual necessária e também à possibilidade de realizar a exploração, o tratamento, a análise e a discussão em turma numa única aula, devido ao uso de um simulador *online*. Mais tarde, foi também interessante verificar que os grupos de trabalho não revelaram dificuldades na montagem de circuitos elétricos físicos, apresentando maior motivação na atividade prática.

Referências Bibliográficas

- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., ¶ Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Office of Science Education National Institutes of Health.
https://www.researchgate.net/publication/242363914_The_BSCS_5E_Instructional_Model_Origins_Effectiveness_and_Applications
- Direção-Geral da Educação. (2018). *Aprendizagens essenciais: 9.º ano, ensino básico, Físico-Química*. Ministério da Educação
- Sweller, J. (1988). *Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning*. Cognitive Science. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Souza, N. P. C. de. (2010). *Teoria da carga cognitiva: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem*. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará). Universidade do Pará.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3241.7767>
- Hake, R. R. (1998). *Interactive-Engagement Versus traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses*. American Journal of Physics 66 (1). <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. P. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering and mathematics*. University of California, San Francisco.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. J. (2008). *Physics for Scientist ans Engineers with Modern Physics* (7th ed.). Thomson Learning, Inc.
- Tipler, P. A. & Mosca, G. (2008). *Physics for Scientist and Engineers with modern physics* (6th ed.). W. H. Freeman and Company
- Halliday, D., Resnick, R. & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Hewitt, P. G. (2015). *Conceptual physics* (12th ed.). Pearson Education, Inc.

Anexos

A. Atividade experimental “Impulsão e Lei de Arquimedes” – Guião



ESCOLA SECUNDÁRIA DE PENAFIEL



U. PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Impulsão e Lei de Arquimedes

‘Eureka’

9º ano, Turma G, 2025-26

Professor estagiário: Vítor Ferreira

Professores orientadores: Ana Rita Costa e Marcelo Dumas Hahn

Duração: 45 minutos – Realizar as alíneas a negrito (medições) antes das restantes!

Porque nos sentimos “mais leves” quando mergulhamos na água?

Parte 1 – Nesta atividade experimental vai ser necessário num primeiro momento determinar a densidade do fluido utilizado para se poder retirar as devidas conclusões do trabalho. Para isso:

- a. **Numa proveta, para quatro volumes do fluido, regista o seu valor e a respetiva massa na seguinte tabela:**

V [mL]	m [g]

Tabela 1 – Registo do Volume e Massa do fluido

- b. Para os dados obtidos, regista em papel milimétrica os pontos num gráfico da massa em função do volume, $m(V)$.
- c. Com recurso a uma régua a um lápis, traça a reta que melhor se adequa aos pontos obtidos.
- d. Seleciona dois pontos da reta de leitura fácil e, a partir deles, determina o declive da reta e, dessa forma, a densidade do fluido utilizado. Este valor será essencial para a restante atividade.

Parte 2 – Realiza as etapas 1 e 2 e preenche a tabela 2:

1. **Medir a massa e o peso do objeto metálico disponibilizado;**
2. **Com o objeto suspenso no dinamómetro, imergi-lo na água sem tocar no fundo:**
 - a. **Ler a intensidade da força lida no dinamómetro;**
 - b. **Ler o volume final da água na proveta;**

Objeto	Massa do corpo [kg]	Força medida no dinamómetro [N]		Volume inicial [mL]	Volume final [mL]
		Corpo no ar	Corpo Imeroso		

Tabela 2 – Registo de dados

3. Com base nas medições efetuadas, preenche a tabela 3:

Objeto	Volume de água deslocada $\Delta V = V_f - V_i$ [mL]	Massa de água deslocada $m = \rho_{\text{água}} \times \Delta V$ [kg]

Tabela 3 – Tratamento de dados

4. A que corresponde a variação de volume verificada na proveta?

5. Usa os valores medidos do peso e da massa do corpo para obter um valor experimental da aceleração da gravidade, g , que será utilizado na alínea seguinte.

Repara que: $P = m \times g$.

6. Com o valor de g obtido no ponto anterior, calcula o peso da água deslocada.

Objeto	Cálculo:	Peso da água deslocada [N]

7. Ignorando que o objeto está suspenso no dinamómetro e analisando com cuidado cada situação, representa um esquema com as forças que atuam num corpo quando está:

No ar.	Imerso na água.
	

8. Com base nas medições efetuadas, quando o corpo está imerso, que relação se pode estabelecer entre o peso do corpo, a força medida pelo dinamómetro e o peso da água deslocada?

R.:

B. Atividade Experimental “Lei de Ohm” – Guião



Lei de Ohm
9º ano, Turma G, 2025-26
Professor estagiário: Vítor Ferreira
Professores orientadores: Ana Rita Costa, Marcelo Dumas Hahn e Isabel Saúde



U. PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Como se relacionam Diferença de potencial e Corrente elétrica num circuito?

Todos os materiais apresentam alguma **resistência à passagem da corrente elétrica** à temperatura ambiente. Esta deve-se às **colisões entre os eletrões móveis com os catiões dos metais e impurezas** presentes resultando no **aumento da temperatura** – o já estudado **Efeito de Joule**.

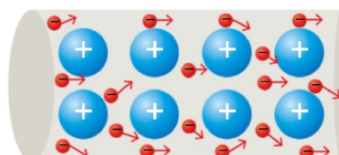


Figura 1

A **resistência elétrica, R** , é uma característica de um condutor e relaciona-se com a **diferença de potencial, U** , e a **corrente elétrica, I** . A unidade SI da resistência elétrica é o **ohm, Ω** .

Para estudar a relação referida, aceda ao simulador Phet [\[Link\]](#) onde se analisará um circuito como o representado na Figura 2.

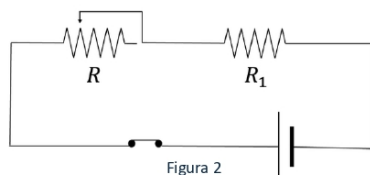


Figura 2

Recorde-se que o componente R_1 é uma resistência de valor fixo, enquanto o componente R é uma resistência de valor variável, ou seja, um reóstato.

Com recurso ao simulador responda às questões que são propostas.

- Para começar, construa no simulador um circuito como o da Figura 2 sem a resistência R e defina a diferença de potencial da pilha como sendo $U = 12 \text{ V}$. Incorpore no circuito um amperímetro de modo a medir a corrente elétrica que atravessa a resistência R_1 , bem como um voltímetro de modo a medir a diferença de potencial elétrica nos terminais dessa mesma resistência. Com o cursor, clique na resistência R_1 e registe o valor da resistência e da corrente elétrica medida pelo amperímetro na Tabela 1. De seguida, altere o valor da resistência R_1 para o dobro e registe os novos valores.

Diferença de potencial U_1 [V]	Resistência R_1 [Ω]	Corrente elétrica I_1 [A]

Tabela 1

- a. Complete corretamente o seguinte texto:

“Quando a resistência elétrica de um circuito _____ (diminui/aumenta), a corrente elétrica que o percorre aumenta.

Se diferentes resistências elétricas forem submetidas à mesma diferença de potencial elétrica, serão percorridas por correntes elétricas _____ (iguais/diferentes).

Quando a resistência elétrica duplica, a corrente elétrica passa para _____ (o dobro/metade).”

2. Ao circuito anterior, acrescente a resistência R , mantendo as medições da diferença de potencial elétrica e da corrente elétrica na resistência R_1 .

Mantendo o valor de R_1 fixo em $10,0 \, \Omega$, vá alterando os valores de R e completando a Tabela 2.

Corrente elétrica I_1 [A]	Diferença de potencial U_1 [V]

Tabela 2

- a. Com os valores obtidos, construa um gráfico da diferença de potencial em função da corrente elétrica, $U(I)$, e obtenha a equação de reta do tipo $y = kx + b$ que melhor se ajusta aos dados.



b. Indique a que grandezas físicas correspondem as variáveis x e y da equação obtida.

c. Indique os valores do declive, k , e da ordenada na origem, b , da equação obtida.

d. Indique a grandeza física a que corresponde o valor do declive obtido.

e. Complete corretamente o seguinte texto.

“Quando a diferença de potencial aplicada numa resistência _____ (aumenta/diminui), a corrente elétrica que a percorre diminui.

A diferença de potencial e a corrente elétrica são duas grandezas _____ (diretamente/inversamente) proporcionais.

Quanto maior for a resistência elétrica de um circuito, _____ (menor/menor) será a corrente que o percorre, para o mesmo valor de diferença de potencial do gerador.”

C. Questionários: Questões e resultados

Apresentam-se, na seguinte tabela, os valores das médias de cada turma nas respostas aos inicial e final, bem como a respetiva variação.

Tabela 9 – Resultados dos questionários

		Turma-padrão			Turma-teste		
		Início	Final	Variação	Início	Final	Variação
Domínio 1 – Interesse pela disciplina	Q1	4,4	4,8	+ 0,4	4,8	4,9	+ 0,2
	Q2	3,8	4,6	+ 0,8	4,4	3,7	– 0,7
	Q3	4,6	4,4	– 0,2	4,5	4,4	– 0,1
	Q4	4,8	4,9	+ 0,1	4,5	4,6	+ 0,1
	Q5	4,4	4,4	0,0	4,3	4,5	+ 0,2
	Q6	4,5	4,5	0,0	4,6	4,7	+ 0,1
	Q7	4,0	4,3	+ 0,3	4,0	3,8	– 0,2
Domínio 2 – Perceção de facilidade	Q8	4,0	4,3	+ 0,3	4,0	4,5	+ 0,5
	Q9	3,4	3,9	+ 0,5	3,2	3,3	+ 0,1
	Q10	3,3	3,4	+ 0,1	3,2	2,7	– 0,5
Domínio 3 – Atividades laboratoriais	Q11	4,9	5,8	+ 0,9	3,2	5,3	+ 2,2
	Q12	4,9	6,0	+ 1,1	4,5	4,6	+ 0,1
	Q13	4,5	5,6	+ 0,7	5,0	5,3	+ 0,3
	Q14	4,5	5,8	+ 1,3	4,8	4,8	– 0,1

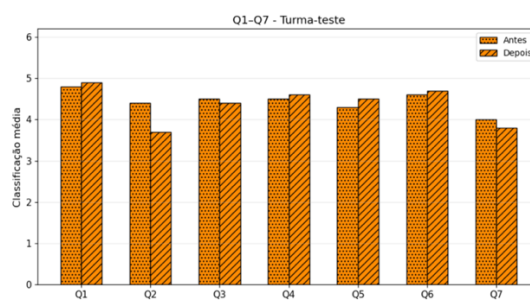
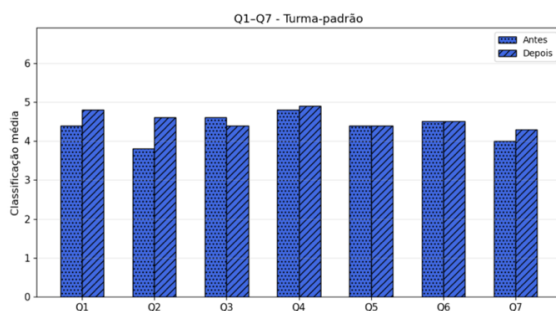
identificação das questões:

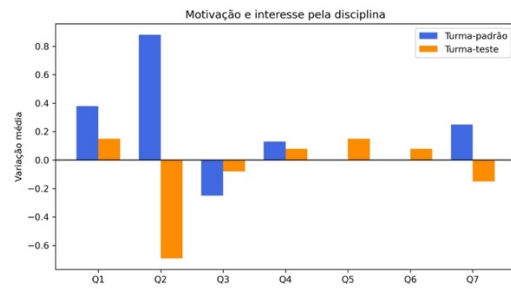
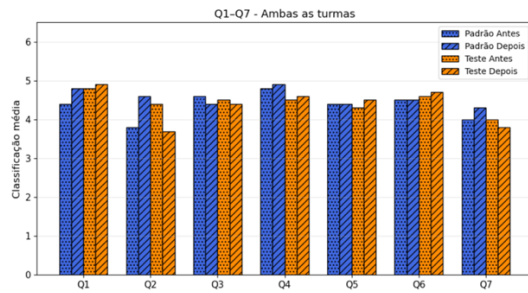
Tabela 10 – Legenda das questões

Q1	Na disciplina de Físico-Química, considero a Química interessante.
Q2	Na disciplina de Físico-Química, considero a Física interessante.
Q3	Na disciplina de Físico-Química, considero a Química útil.
Q4	Na disciplina de Físico-Química, considero a Física útil.
Q5	Gosto de Físico-Química, em geral.
Q6	Gosto de Química.
Q7	Gosto de Física.
Q8	Na disciplina de Físico-Química, considero a Química fácil.
Q9	Na disciplina de Físico-Química, considero a Física fácil.
Q10	Considero que Física é mais fácil do que Química.
Q11	Gosto de realizar atividades laboratoriais em Química.
Q12	Gosto de realizar atividades laboratoriais em Física.
Q13	As atividades laboratoriais são essenciais para aprender Química.
Q14	As atividades laboratoriais são essenciais para aprender Física.

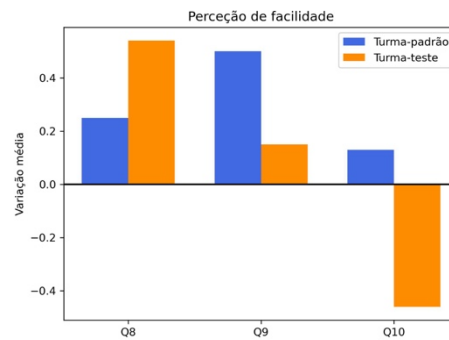
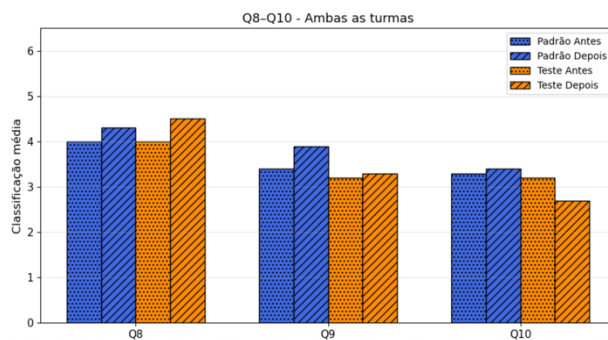
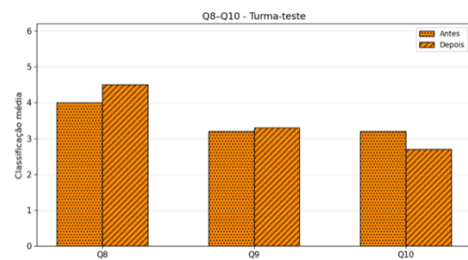
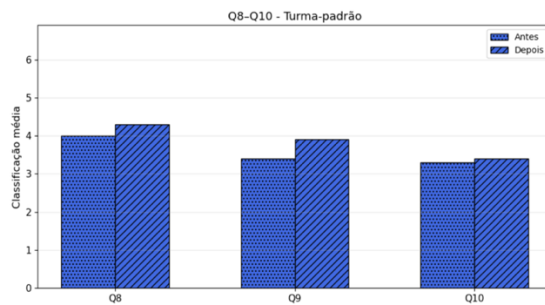
Seguem-se os gráficos de barras correspondentes a cada turma, juntamente com as respetivas variações, para cada domínio do questionário.

Domínio 1 – Interesse pela disciplina

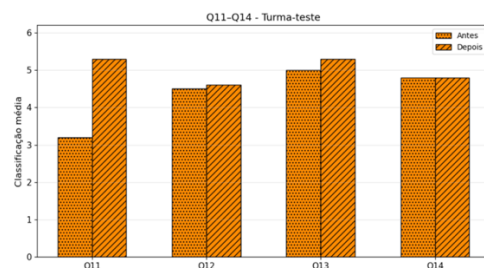
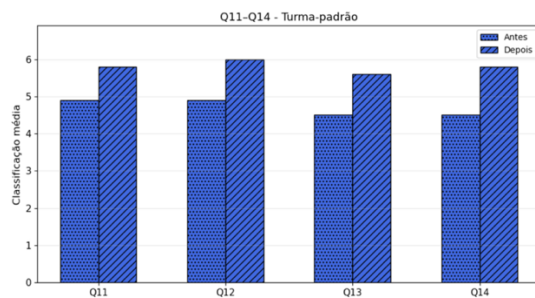


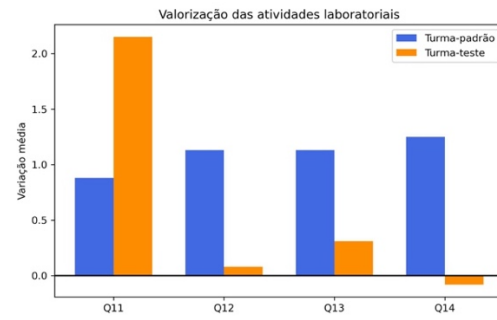
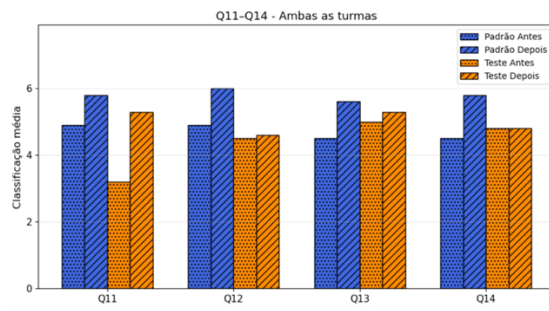


Domínio 2 – Perceção de facilidade da disciplina



Domínio 3 – Valorização das atividades laboratoriais





D. Notas de Campo

AL_1 – Estudo do movimento de um corpo [Turma-teste – 07/10/2025]

Nota:

- Atividade realizada com recurso a carrinhos de corda;
- Medição de distâncias com fita-métrica;
- Medição de tempos com cronómetros do telemóvel.

Execução:

Grupos realizaram a atividade prática à vez, sempre com a supervisão da professora, havendo, assim, 5 – 10 minutos para cada grupo efetuar as medições. Esta limitação temporal condicionou a liberdade de ação, dificultando-se a análise da autonomia dos grupos de trabalho.

Observações:

- Alguns grupos revelaram perspicácia na identificação da posição em que o carro deveria ser largado, enquanto outros pretendiam, inicialmente, começar a dar corda na posição $x = 0$ m, largando o carrinho muito mais atrás.
- Em geral, os alunos revelaram motivação para a atividade prática. Apesar disso, vários grupos apresentavam pouca autonomia para a obtenção dos dados experimentais pretendidos.
- Houve grupos que trataram os dados como se tratando um MRU, enquanto alguns conseguiram identificar o movimento como um MRUR, representando devidamente o gráfico $x(t)$.

AL_1 – Estudo do movimento de um corpo [turma-padrão – 10/10/2025]

Atividade realizada nos mesmos moldes que a turma-teste.

Turno 1	Obs.
Grupo 1	Revelaram pouca autonomia na preparação e insegurança no registo das medições. O aluno 1 não participou na discussão da atividade. A aluna 2 revelou muita insegurança para entender como obter as distâncias e fazer uma análise crítica dos valores obtidos.
Grupo 2	Preparou a atividade e não revelou dificuldade na análise de detalhes a ter em conta, como posição do carrinho para iniciar e parar a contagem. Revelou atenção às unidades de distância

Grupo 3	Mostrou-se motivado para a atividade. Preparou a atividade e não revelou dificuldade na análise de detalhes a ter em conta, como posição do carrinho para iniciar e parar a contagem. Revelou atenção às unidades de distância
Grupo 4	Revelaram pouca preparação para a atividade. O aluno 3 e a aluna 4 revelaram maior capacidade de análise da situação e dos pormenores a ter em conta para obter os dados experimentais. Conforme a atividade se foi desenrolando, foram-se desinibindo.
Turno 2	Obs.
Grupo 5	Mostraram pouca autonomia, mas com o apoio da professora conseguiram orientar-se
Grupo 6	Mostraram-se motivados para a atividade. O aluno 5. mostrou-se mais proativo. Todos se mostram confusos com a conversão de cm para m.Quanto às medições de tempo, não revelaram qualquer dificuldade no planeamento da atividade.
Grupo 7	Revelaram pouca autonomia, mas com a orientação desenrascam-se com alguma destreza, tanto para a medição dos tempos como das distâncias.
Grupo 8	Revelaram pouca autonomia, não tendo preparado a atividade. O santiago foi o mais proativo. Para a medição das distâncias não revelaram qualquer dificuldade.

Atividade experimental (pre-teoria)_1 – Impulsão e Lei de Arquimedes [Turma-teste – 13/01/2026]

Nota:

- Usou-se dinamómetro de 2,5 N enquanto o mais indicado seria o de 1 N (apenas um dos grupos usou este último);
- A determinação experimental da aceleração gravítica, g , e da densidade da água, ρ , introduziu erros no tratamento dos dados experimentais, tendo a AE podido ser mais eficaz com a utilização direta de $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$ e de $\rho_{\text{água}} = 1,00 \text{ g/mL}$.
- Na aula de 45 minutos efetuaram-se as medições experimentais;

- Na aula de 90 minutos realizou-se a análise e tratamento dos dados obtidos, concluindo-se com uma discussão em turma.

Observações:

- Expressão de alunos “Tem de haver uma força para cima que contraria o peso”;
- Revelada perspicácia num caso: “força para cima deve ser igual ao peso da água que subiu apesar de os valores estarem a ser diferentes”;
- Em geral, os melhores alunos apresentavam-se mais motivados, ao passo que os restantes evidenciavam maiores dificuldades e menos predisposição para o tratamento dos dados e também para a obtenção dos dados experimentais.

Atividade laboratorial (pos-teoria) – Estudo da Lei de Arquimedes [turma-padrão – 23/01/2026]

Nota: em todos os grupos os kitasatos continham água até metade da sua capacidade, estando à disposição de todos uma garrafa de esguicho com água. Talvez devessem ter sido os próprios a encher os kitasatos.

Observações:

- Alguns alunos evidenciavam mais motivação no momento de realizar a atividade experimental do que outros;
- Entre os alunos medianos e com maiores dificuldades, identificaram-se dificuldades na leitura da escala e incerteza do dinamómetro;
- Perante falhas nas medições, foram reveladas falhas na resolução de problemas técnicos que fossem surgindo;
- Todos os grupos de alunos mostraram dificuldades em analisar a necessidade de o nível de água no kitasato ser no limite, junto à mangueira.

Atividade laboratorial (pos-teoria) – Estudo da Lei de Arquimedes [Turma-teste – 27/01/2026]

Nota: em todos os grupos os kitasatos continham água até metade da sua capacidade, estando à disposição de todos uma garrafa de esguicho com água. Talvez devessem ter sido os próprios a encher os kitasatos.

Observações:

- Todos os grupos revelaram dificuldades com a necessidade de nivelamento da água no kitasato apesar de terem conhecimento da Lei de Arquimedes;
- Tal como na turma B, os melhores alunos evidenciavam maior motivação do que os alunos com maiores dificuldades para a realização da atividade experimental.

RE_2 – Lei de Ohm [Turma-teste – 05/03/2026]

Nota: por falta de recursos e por questão de agilidade, realizou-se a atividade com recurso ao simulador Phet numa aula de 90 minutos. Possibilitou uma discussão final com a turma sobre as conclusões obtidas.

Observações:

- Alguns grupos revelaram dificuldades em compreender de forma autónoma que deveriam colocar o voltímetro nos terminais da resistência R_1 em estudo e não na pilha;
- Ninguém perguntou o porquê de se usar uma resistência varável (reóstato) em vez de se alterar o valor da diferença de potencial na pilha;
- Poucos alunos associaram o valor do declive da reta $U(I)$ obtida ($\sim 9,90$) ao valor da resistência em estudo (10Ω);
- Os alunos com melhores resultados revelaram maior predisposição para a atividade do que os restantes que, por sua vez, se mostraram desde o princípio uma postura mais reticente e obtusa;
- As maiores dificuldades práticas associaram-se à construção e análise do gráfico, mesmo usando *software* como Excel ou Google Sheets;
- Na resposta às questões propostas no guião, não surgiram dúvidas significativas.

[Os alunos da turma-padrão realizaram esta mesma atividade já após a lecionação da Lei de Ohm.]

AL_3 – Circuitos elétricos [16 e 20/03/2026] = **turma-padrão**

Nota: atividade envolveu a montagem de circuitos em série e em paralelo com duas lâmpadas, medindo corrente elétrica e diferença de potencial.

Observações:

- Alunos revelaram grande motivação para a montagem dos circuitos elétricos e demonstraram interesse durante toda a atividade.

- Os alunos não mostraram dificuldades na montagem dos circuitos em série ou em paralelo nem na instalação dos amperímetros e voltmímetros para efetuar a medições pretendidas.

AL_3 – Circuitos elétricos [19 e 24/03/2026] = **Turma-teste**

Nota: atividade envolveu a montagem de circuitos em série e em paralelo com duas lâmpadas, medindo corrente elétrica e diferença de potencial.

Observações:

- Alunos revelaram grande motivação para a montagem dos circuitos elétricos e demonstraram interesse durante toda a atividade.
- Num dos grupos, uma lâmpada estava danificada, mas permitia a passagem da corrente elétrica apesar de não brilhar. Um dos elementos do grupo observou a necessidade da lâmpada um brilhar, tendo em conta que a lâmpada 2 (em série) estava a brilhar.
- Os alunos não mostraram dificuldades na montagem dos circuitos em série ou em paralelo nem na instalação dos amperímetros e voltmímetros para efetuar a medições pretendidas.
- Uma aluna referiu ter sentido maior facilidade em compreender as grandezas diferença de potencial e corrente elétrica em circuito em série e em paralelo com a atividade prática do que com a aula teórica.

[26/05/2026] – **Turma-teste**

Aula com atividade demonstrativa de estudo da reatividade de metais alcalinos e metais alcalinoterrosos com a água.

Observações de alguns alunos:

- Está a ver? As experiências em Química são muito mais interessantes do que em Física!
- Em Física a análise é muito mais complicada. Tem muita matemática.

E. Fichas de avaliação

Ficha de avaliação n.º 1

 	Teste de avaliação de Físico-Química 9º ano – (2025-26)		Duração: 45 min	
	Nome: _____ N.º _____ Turma: _____ Data: ____/____/2025 Professor(es): _____ Encarregado de Educação: _____		Classificação	
			Domínio [CO]	
			Domínio [CN]	
			Domínio [RP]	
		Total		

Lê atentamente as questões e responde no enunciado.

Nos itens de cálculo, apresenta todos os cálculos que efetuares.

1. Considera a figura 1, que representa uma família a passear de bicicleta num parque.



Figura 1

- 1.1. [4 pontos] Completa as frases seguintes com as palavras repouso e movimento.

- (A) Em relação ao bebé, a mãe encontra-se em _____.
- (B) Em relação ao planeta Terra, o jovem (à direita na imagem) está em _____.
- (C) Em relação ao jovem (à direita na imagem) as montanhas estão em _____.
- (D) Em relação à roda frente, a roda de trás está em _____.

- 1.2. [4 pontos] Relativamente à alínea anterior, indica qual o referencial em cada uma das situações.

- (A) Referencial: _____
- (B) Referencial: _____
- (C) Referencial: _____
- (D) Referencial: _____

- 1.3. [6 pontos] Das seguintes afirmações, indica as verdadeiras (V) e as falsas (F).

- (A) No seu movimento de queda vertical em relação à Terra, uma bola apresenta uma trajetória retilínea. _____
- (B) A trajetória da Terra no seu movimento à volta do Sol é uma trajetória curvilínea. _____
- (C) A posição de um corpo depende do referencial usado. _____
- (D) Um gráfico posição-tempo contém informação sobre a trajetória de um corpo. _____
- (E) Quanto menor a distância percorrida por um corpo, para iguais intervalos de tempo, maior será a sua rapidez média. _____
- (F) No movimento retilíneo uniforme, um corpo mantém a sua posição constante ao longo do tempo. _____

2. O gráfico 1 refere-se ao movimento relativo de um corpo numa trajetória retilínea durante o intervalo de tempo $\Delta t = 20$ s.

2.1. Selecciona de entre as questões seguintes a opção correta.

2.1.1. [4 pontos] A distância percorrida pelo corpo foi de...

- (A) 50 m. (B) 100 m.
(C) 60 m. (D) 110 m.

R.:

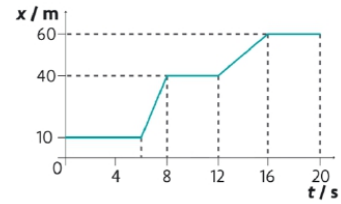


Gráfico 1

Gráfico 1

2.1.2. [4 pontos] No intervalo de tempo $\Delta t = [0; 6]$ s, o carrinho...

- (A) descreveu um movimento retilíneo uniforme.
(B) descreveu um movimento retilíneo uniformemente retardado.
(C) esteve em repouso.
(D) descreveu um movimento retilíneo uniformemente acelerado.

R.:

2.1.3. [4 pontos] O instante em que o carrinho passa na posição $x = 50$ m é...

- (A) $t = 12$ s (B) $t = 16$ s
(C) $t = 14$ s (D) Nenhuma das anteriores.

R.:

2.1.4. [4 pontos] A rapidez média do carrinho no intervalo de tempo em estudo foi de...

- (A) 2,5 m/s (B) 3,0 m/s²
(C) 3,0 m/s (D) 2,5 m/s²

R.:

2.2. [4 pontos] Refere durante quanto tempo o carrinho esteve em movimento. _____

2.3. [CC – 8 pontos] Indica, sem cálculos, o intervalo de tempo em que a rapidez média foi maior. Justifica.

3. A figura 2 representa posições de um carro e de uma bailarina nos seus movimentos.

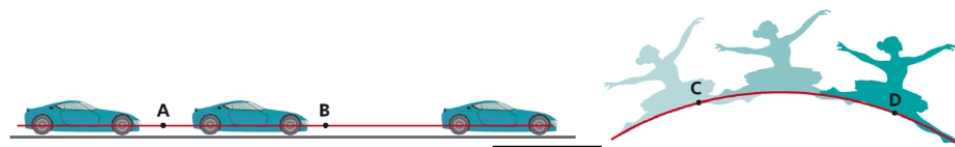


Figura 2

3.1. [4 pontos] Na figura 3 estão representados vetores velocidade.



Figura 3

Associa cada um dos vetores velocidade a uma posição A, B, C ou D da Figura 3.

I - _____. II - _____. III - _____. IV - _____.

3.2. [CC – 8 pontos] Após o movimento representado na Figura 2, o carro descreveu uma trajetória circular.

Durante esse intervalo de tempo, o velocímetro marcou sempre 30 km/h. Indica se a seguinte afirmação é verdadeira ou falsa e justifica a tua opção.

“O automóvel na trajetória circular descreveu um movimento curvilíneo com velocidade constante.”

4. O gráfico 2 descreve o movimento de um ciclista durante uma subida, em linha reta, num plano inclinado, em função do tempo, t .

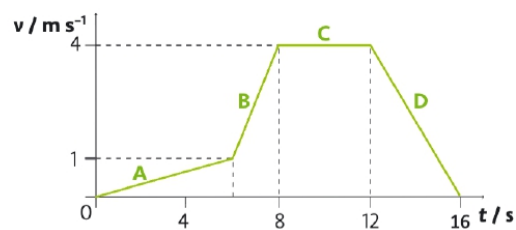


Gráfico 2

Responde às questões seguintes selecionando a opção correta.

4.1. [4 pontos] O ciclista encontra-se em repouso:

- (A) No instante $t = 6$ s. (B) No intervalo de tempo $[8; 12]$ s.
(C) No instante $t = 0$ s. (D) Nenhuma das anteriores.

R.:

4.2. [4 pontos] A aceleração tem valor nulo entre os instantes:

- (A) $t = 0$ s e $t = 6$ s (B) $t = 8$ s e $t = 12$ s
(C) $t = 6$ s e $t = 8$ s (D) $t = 12$ s e $t = 16$ s

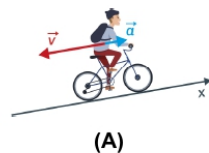
R.:

4.3. [4 pontos] O intervalo de tempo em que o módulo do valor da aceleração média foi maior é:

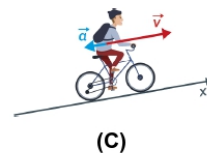
- (A) $\Delta t = [0; 6]$ s (B) $\Delta t = [8; 12]$ s
(C) $\Delta t = [6; 8]$ s (D) $\Delta t = [12; 16]$ s

R.:

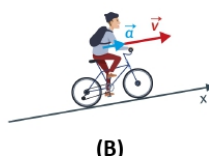
4.4. [4 pontos] Os vetores velocidade e aceleração do ciclista no instante $t = 7$ s encontram-se corretamente representados no esquema...



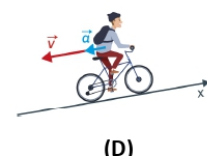
(A)



(B)



(C)

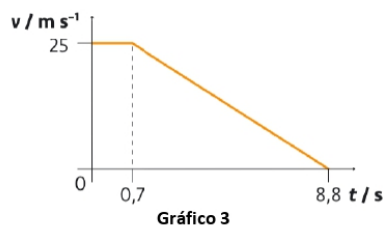


(D)

R.:

4.5. [5 pontos] Determine a componente da aceleração média do ciclista no intervalo de tempo $\Delta t = [12; 16]$ s.

5. O João desloca-se de automóvel para o trabalho com uma velocidade constante, de valor 25 m/s, mas, num dado instante, observa um camião parado na estrada, pelo que trava, reduzindo uniformemente a velocidade, e imobiliza o seu veículo. O João encontrava-se a 100 metros do camião quando o viu. O gráfico 3 representa corretamente a situação descrita.



- 5.1. [5 pontos] Sabendo que, no local em questão, o valor da velocidade máxima permitida por lei é de 100 km/h, verifica se o João cumpriu o limite de velocidade estabelecido.

- 5.2. Indica qual o tipo de movimento efetuado durante...

5.2.1. [4 pontos] o tempo de reação; _____

5.2.2. [4 pontos] o tempo de travagem. _____

- 5.3. [RP – 8 pontos] Verifica se o João conseguiu travar em segurança, evitando o acidente.

- 5.5. [4 pontos] Dos fatores seguintes, assinala os que provocam um aumento do tempo de travagem.

(A) Piso molhado	(D) Uso de telemóvel
(B) Pneus carecas	(E) Consumo de medicamentos
(C) Sonolência	(F) Idade do condutor



Boa Sorte!

FIM

Ficha de avaliação n.º 2

 	Teste de avaliação de Físico-Química 9º ano – V1 (2025-26)		Duração: 45 min
	Nome: _____		Classificação
	N.º _____ Turma: _____ Data: ____/____/2025		Domínio [CO]
	Professor(es): _____		Domínio [CN]
	Encarregado de Educação: _____		Domínio [RP]
		Total	

Lê atentamente as questões e responde no enunciado.

Nos itens de cálculo, apresenta todos os cálculos que efetuares.

1. Um pouco por todo o lado, observamos e sentimos o efeito de forças. Estas podem ser forças de contacto entre corpos ou forças à distância.

1.1. [4 pontos] Identifica nas frases seguintes se a força exercida nos corpos é de contacto ou à distância.

- (A) A força exercida pela Terra numa bicicleta. _____.
- (B) A força exercida pelos pés nos pedais. _____.
- (C) A força exercida pelo vento nas árvores. _____.
- (D) A força que um íman exerce sobre um pedaço de ferro. _____.

1.2. [4 pontos] Selecciona a opção que completa corretamente a frase.

Uma força é uma...

- (A) ...ação que resulta da interação entre corpos. (C) ...característica dos seres vivos.
- (B) ...característica dos corpos em movimento. (D) ...propriedade de um corpo.

R.:

1.3. [6 pontos] Completa as seguintes afirmações com as opções entre parêntesis.

- a. As forças representam-se por _____ (números/vetores).
- b. Segundo a 3ª lei de Newton, "A toda a força exercida corresponde outra com força simultânea, com igual _____ (sentido/direção) e intensidade, e diferentes _____ (sentido/direção) e ponto de aplicação".
- c. O peso e a reação normal são forças com igual _____ (ponto de aplicação/sentido).
- d. Num corpo com velocidade constante, a resultante das forças é _____ (positiva/nula).
- e. As forças que formam pares ação-reação atuam em corpos _____ (diferentes/iguais).

2. Considera os dois casos apresentados na figura 1 onde foi aplicada uma força de 500 N até se atingir a velocidade de 40 m/s.

- Menina: atingiu a velocidade de 40 m/s ao fim de 3,2 s.
- Prenda: atingiu a velocidade de 40 m/s ao fim de 4,0 s.

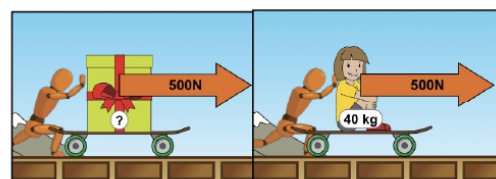


Figura 1

2.1. [4 pontos] Relativamente à situação descrita, pode-se afirmar que:

- (A) A massa da prenda é inferior à da menina.
- (B) A menina descreveu um movimento retilíneo uniforme.
- (C) A prenda tem uma inércia superior à da menina.
- (D) A força que a menina exerceu no skate é de 40 N.

R.:

2.2. [5 pontos] Determina a massa da prenda em unidades SI. Apresenta todas as etapas de resolução.

2.3 [8 pontos – CC] Com base na informação presente no gráfico da figura 2, indica, justificando sem efetuar cálculos, qual carrinho apresenta maior massa.

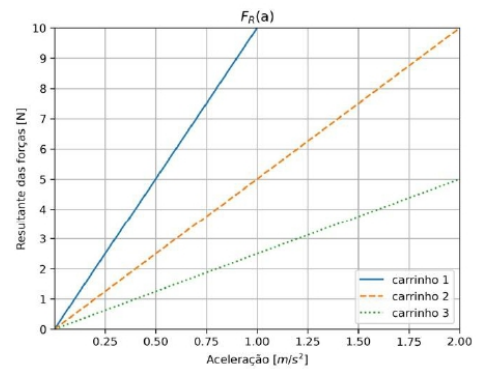


Figura 2

3. Considera a figura 3 com vários vetores representados. Atenção que cada vetor tem a sua própria escala.

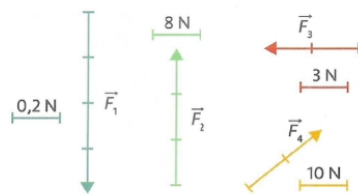


Figura 3

3.1. [8 pontos] Para cada situação, indica qual vetor pode representar a força exercida.

3.1.1. Puxar uma caixa numa rampa. _____.

3.1.2. Reação normal da superfície exercida num gato. _____.

3.1.3. Bola em queda livre. _____.

3.1.4. Empurrar um carrinho de supermercado. _____.

3.2. [5 pontos] Determina a intensidade da resultante das forças num corpo onde atuem as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ em simultâneo.

4. Considera as duas situações representadas na figura 4 do ponto de vista de um observador.

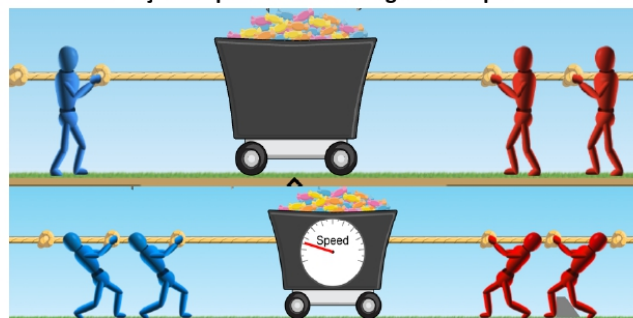


Figura 4

Situação A

Situação B

4.1. [4 pontos] Para o observador, na situação A, o carrinho, inicialmente em repouso, vai...

- (A) Permanecer em repouso.
- (B) Descrever um movimento retilíneo uniformemente acelerado.
- (C) Descrever um movimento retilíneo uniformemente retardado.
- (D) Descrever um movimento retilíneo uniforme.

R.:

4.2. [4 pontos] Na situação B, uma vez que a resultante das forças é nula, o carrinho...

- (A) Permanece em repouso.
- (B) Descreve um movimento retilíneo uniformemente acelerado.
- (C) Descreve um movimento retilíneo uniformemente retardado.
- (D) Descreve um movimento retilíneo uniforme.

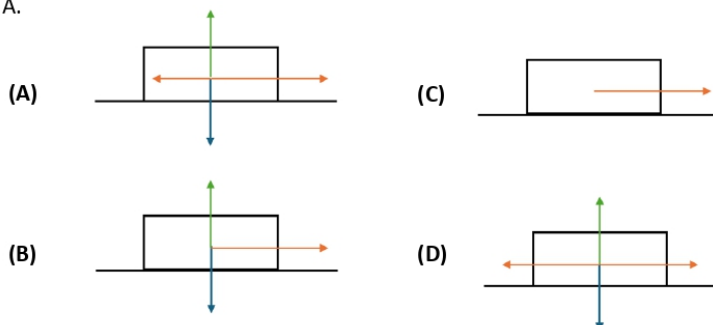
R.:

4.3. [4 pontos] As leis que permitem analisar a situação B são...

- (A) 1ª lei de Newton e 3ª lei de Newton.
- (B) 2ª lei de Newton e 3ª lei de Newton.
- (C) 1ª lei de Newton e 2ª lei de Newton.
- (D) Par ação-reação e Lei da Inércia.

R.:

4.4. [4 pontos] Selecciona qual dos seguintes diagramas pode representar as forças que atuam no carrinho na situação A.



R.:

5. A lei da inércia e da ação-reação, são duas das principais leis enunciadas por Newton para descrever as forças e os movimentos. Selecciona as opções corretas.

5.1. [4 pontos] A inércia...

- (A) É a tendência para manter a velocidade.
- (B) É maior quanto mais fácil for alterar o estado de repouso de um corpo.
- (C) Relaciona-se com a 3ª lei de Newton.
- (D) Aplica-se em situações de aceleração negativa.

R.:

5.2. [4 pontos] De acordo com a 2ª lei de Newton, para uma força de intensidade constante:

- (A) Quanto maior a massa, menor será a aceleração.
- (B) Quanto maior a massa, maior será a aceleração.
- (C) Quanto menor a massa, igual será a aceleração.
- (D) Quanto menor a massa, menor será a aceleração.

R.:

5.3. [8 pontos – CC] Classifica a seguinte afirmação como verdadeira ou falsa e indica uma razão que justifica a tua opção.

“O peso do corpo e a reação normal da superfície formam um par ação-reação”. _____

6. Considera a colisão de um automóvel com uma árvore.

6.1 [4 pontos] Das opções seguintes selecione a que representa corretamente a força de colisão exercida pela árvore no automóvel.



R.:

6.2 [4 pontos] Considera a expressão que permite calcular o valor da força de colisão sofrida pelo automóvel. Considera que o sentido positivo é o sentido do movimento.

(A) $F_{colisão} = -m \times \frac{\Delta t_{colisão}}{v_{final} - v_{inicial}}$

(C) $F_{colisão} = -m \times \frac{v_{final}}{\Delta t_{colisão}}$

(B) $F_{colisão} = m \times \frac{v_{inicial} - v_{final}}{\Delta t_{colisão}}$

(D) $F_{colisão} = -m \times \frac{v_{inicial}}{\Delta t_{colisão}}$

R.:

7. Considera a seguinte figura com dois blocos iguais, A e B, de massa 1 kg, pousados numa esponja e com dimensões 50 cm x 20 cm x 20 cm.

7.1. [4 pontos] Na situação A, a deformação é maior porque...

- (A) O bloco A tem maior peso.
(B) A pressão é maior.
(C) A área de contacto é maior.
(D) A reação normal da esponja tem menor intensidade.



Figura 5

R.:

7.2. [4 pontos] Assinala a opção que indica a forma como o *airbag* protege o condutor de um automóvel numa colisão.

- (A) Aumenta a energia da colisão.
(B) Aumenta o intervalo de tempo da colisão.
(C) Reduz o intervalo de tempo da colisão.
(D) Impede o condutor de ver.

R.:

7.3. [8 pontos – RP] Calcula a pressão exercida pelo bloco B na esponja em unidades SI. Considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

FIM



Os professores:
Rita Costa
Vitor Ferreira

Ficha de avaliação n.º 3

Os exercícios considerados para tratamento estatístico encontram-se assinalados por uma seta.

	Teste de avaliação de Físico-Química 9º ano – V1 (2025-26)		Duração: 45 min
	Nome: _____		Classificação
	N.º _____ Turma: _____ Data: ____/ 02 / 2026		Domínio [CN]
	Professor(es): _____		Domínio [CC]
	Encarregado de Educação: _____		Domínio [RP]
		Total	

Lê atentamente as questões e responde no enunciado.

Nos itens de cálculo, apresenta todos os cálculos que efetuares.

1. A energia manifesta-se de várias formas e os seus efeitos podem ser observados no quotidiano.

1.1. [4 pontos] Para cada uma das situações, indica se o tipo fundamental de energia associada é Energia cinética ou Energia potencial.

- (A) Mola de metal comprimida. _____.
- (B) Movimento de um carro na estrada. _____.
- (C) Água armazenada numa barragem. _____.
- (D) Descarga de água numa barragem. _____.

1.2. [4 pontos] Selecciona a opção que completa corretamente a frase.
A energia cinética...

- (A) ... depende da massa e da velocidade do corpo.
- (B) ... depende da massa e da altura do corpo.
- (C) ... depende da velocidade e da altura do corpo.
- (D) ... depende da velocidade, da massa e da altura do corpo.

R.:

1.3. [6 pontos] Considera um *skater*, numa pista sem atrito, que parte do repouso da posição A, como representado na Figura 1.

1.3.1. Completa as seguintes afirmações com as opções entre parêntesis.

Quando inicia a descida na posição A, o *skater* apresenta _____ (energia cinética/energia potencial gravítica) nula, mas que _____ (aumenta/diminui) à medida que vai descendo.

Na posição A, a _____ (energia cinética/energia potencial gravítica) tem valor máximo e irá _____ (aumentar/diminuir) da posição B para a C.

Desprezando o atrito, a energia mecânica _____ (é conservada/varia).

Na posição D, a energia potencial gravítica _____ (é/não é) nula, tal como a energia cinética.

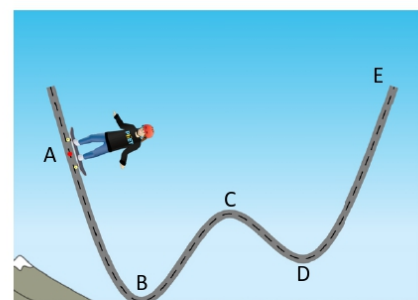


Figura 1

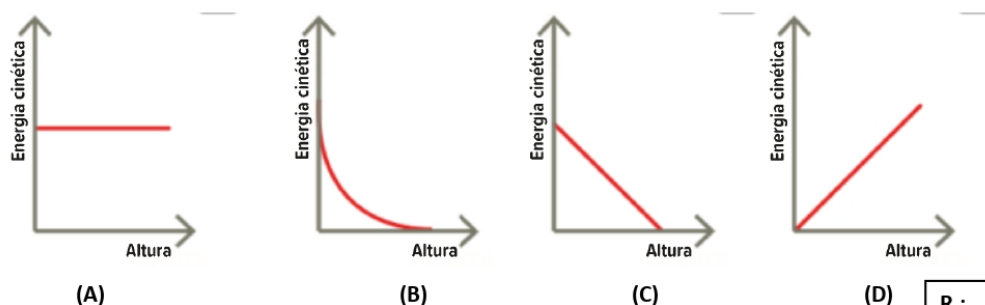
1.3.2. [4 pontos] Considerando a ausência de atrito:

- (A) O *skater* não consegue atingir a posição E.
- (B) O *skater* consegue atingir a posição E.
- (C) A energia mecânica do sistema aumenta de A para B.
- (D) O trabalho realizado pelo peso é resistente entre as posições C e D.

R.:

1.3.3. [5 pontos] Na posição A, o *skater* parte do repouso com energia potencial gravítica de 7000 J. Determina a energia cinética na posição C sabendo que a energia potencial gravítica nessa posição é de 2500 J. Apresenta todas as etapas de resolução.

1.3.4. [4 pontos] Entre as posições A e B, o gráfico que representa a energia cinética do *skater* em função da altura é:



R.:

1.4 [4 pontos] Selecciona das situações seguintes a que corresponde a uma transformação de energia cinética em energia potencial gravítica.

- (A) Salto para a piscina.
 (B) Queda de uma pedra de um telhado.
 (C) Movimento de subida de uma bola quando lançada para um cesto de basquete.
 (D) Nenhuma das anteriores.

R.:

1.5 [8 pontos - CC] Na fotografia estroboscópica da figura 2, podes ver as sucessivas posições do movimento de uma bola de ténis, registadas em intervalos de tempo iguais, após ressaltar da bola no solo, sendo a resistência do ar desprezável.

P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P_5 representam sucessivas posições da bola.

Indica, justificando, duas posições em que a bola de ténis possua igual energia potencial gravítica.

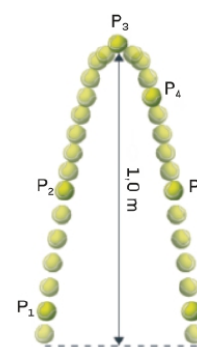


Figura 2

2. O atrito está presente no dia-a-dia em todas as situações.

2.1. [4 pontos] Indica em qual das seguintes situações o atrito se pode revelar prejudicial.

- (A) Pessoa a caminhar.
 (B) Acender um fósforo.
 (C) Dobradiça de uma porta.
 (D) Travão de um carro.

R.:

2.2. [4 pontos] Considera as situações representadas na Figura 3.

A força de atrito atua...

- (A) Apenas na situação B.
- (B) Nas situações A, B e C.
- (C) Nas situações B e C.
- (D) Apenas na situação A.

R.:

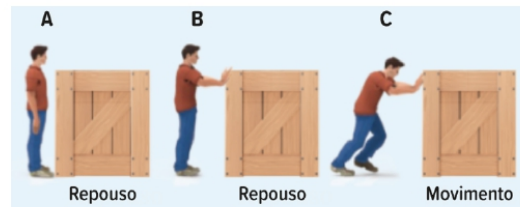
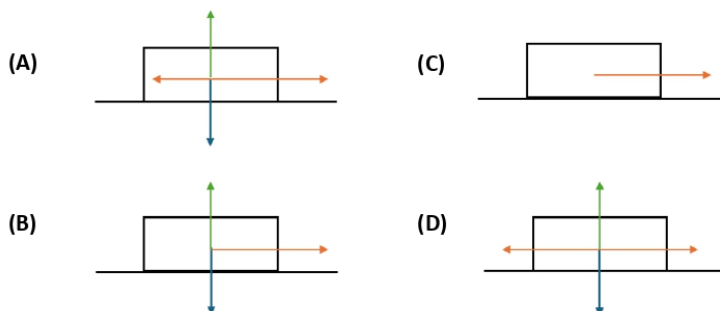


Figura 2

2.3. [4 pontos] Selecciona o diagrama que pode representar as forças que atuam na caixa C da Figura 3.



R.:

2.4. [4 pontos] Um escorrega infantil tem uma superfície polida, mas a parte final tem material rugoso. Selecciona das afirmações seguintes a que não está correta.

- (A) A superfície é polida para minimizar a força de atrito exercida na criança.
- (B) Na parte polida não há atrito.
- (C) A parte final do escorrega tem maior rugosidade para aumentar o atrito.
- (D) A parte rugosa serve para reduzir a velocidade da criança.

R.:

2.5. [8 pontos – CC] Indica, justificando, se a força de atrito realiza trabalho potente, nulo ou resistente numa situação em que se empurra um carro e este percorre uma distância de 4 metros.

3. No Mar Morto, em Israel e na Jordânia, os corpos flutuam com muita facilidade, sendo possível boiar e ler ao mesmo tempo, como na figura 4.

➡ 3.1. [4 pontos] A facilidade de flutuar neste mar deve-se à elevada salinidade, o que provoca:

- (A) Um aumento do peso da água deslocada.
- (B) Uma diminuição da densidade dos corpos.
- (C) Um aumento do volume da água deslocada.
- (D) Uma diminuição do peso dos corpos.

R.:



Figura 3

➡ 3.2. [4 pontos] Se for na água doce, uma rolha flutua mas as moedas afundam. Selecciona de entre as afirmações seguintes a verdadeira.

- (A) A lei de Arquimedes só se aplica à rolha.
- (B) Quando a moeda desce na água, exerce na água uma força a que se chama impulsão.
- (C) Se as moedas tiverem igual volume, a impulsão nelas exercida pela água é igual.
- (D) Na rolha, a intensidade da impulsão é superior à do peso, por isso a rolha flutua na água.

R.:

3.3. Numa atividade experimental, um grupo de alunos decidiu determinar a impulsão exercida por um fluido num corpo. O corpo possui um volume de 15 mL, massa de 0,25 kg e o fluido uma densidade de $\rho_{\text{fluido}} = 2,0 \text{ g/mL}$. Considera a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

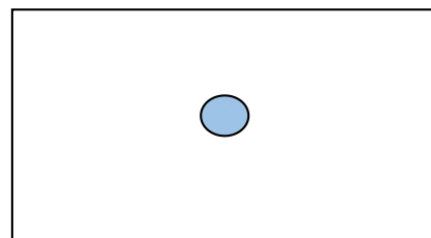


Figura 4

- **3.3.1.** [5 pontos] Quando mergulhado no fluido, o dinamómetro registava o valor $F = 2,2 \text{ N}$. Determina a intensidade da impulsão a partir dos valores das forças.

- **3.3.2.** [10 pontos — RP] Através da Lei de Arquimedes, determina a intensidade da impulsão e conclui se o corpo afunda, se sobe ou fica em equilíbrio imerso no fluido. Recorda que $\rho = \frac{m}{V}$.

- **3.3.3.** [6 pontos] Representa as forças que atuam no corpo quando ele se encontra no interior do fluido.



3.4. Numa aula prática, um grupo de alunos mergulhou a mesma bola em três tinas com fluidos de densidades diferentes como ilustra a figura 6. Os corpos estão em repouso nas três situações.

- **3.4.1.** [4 pontos] A impulsão exercida pelo fluido no corpo é:

- (A) Maior na tina A do que na tina B.
(B) Igual nas três tinas.
(C) Maior na tina C do que na tina A.
(D) Maior na tina B do que na tina C.



Tina A



Tina B



Tina C

R.:

Figura 5

- **3.4.2.** [4 pontos] Selecciona a afirmação correta.

- (A) Na tina C, o peso do corpo é inferior ao valor impulsão.
(B) Na tina C, o peso do corpo é igual ao valor impulsão.
(C) Na tina A, o peso do corpo é inferior ao valor impulsão.
(D) Na tina B, o peso do corpo é superior ao valor impulsão.

R.:

Os professores:
Rita Costa
Vitor Ferreira



FIM

Ficha de avaliação n.º 4

Os exercícios considerados para tratamento estatístico encontram-se assinalados por uma seta.

  REPÚBLICA PORTUGUESA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E INOVAÇÃO	Teste de avaliação de Físico-Química 9º ano – V1 (2025-26)		Duração: 45 min											
	Nome: _____		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">Classificação</th> </tr> <tr> <td>Domínio [CN]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Domínio [CC]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Domínio [RP]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> </tr> </table>		Classificação		Domínio [CN]		Domínio [CC]		Domínio [RP]		Total	
	Classificação													
	Domínio [CN]													
	Domínio [CC]													
Domínio [RP]														
Total														
N.º ____ Turma: ____ Data: ____/03/2026														
Professor(es): _____														
Encarregado de Educação: _____														

Lê atentamente as questões e responde no enunciado.

Nos itens de cálculo, apresenta todos os cálculos que efetuares.

1. A eletricidade está presente no dia-a-dia e da qual a sociedade já está dependente.

1.1. [4 pontos] Para cada fenómeno da coluna I, faça corresponder o efeito da coluna II.

Coluna I	Coluna II
A. Secador de cabelo	1. Efeito térmico
B. Auscultadores	2. Efeito magnético
C. Cromagem	3. Efeito químico
D. Ferro de engomar	

A – ____; B – ____; C – ____; D – ____.

1.2. [4 pontos] De entre as situações seguintes, indique a que não corresponde a uma regra básica de segurança para uma utilização segura da eletricidade

- (A) Não sobrepor fichas tripas numa tomada.
- (B) Usar extensões elétricas com o cabo desenrolado.
- (C) Usar equipamentos elétricos em pisos molhados.
- (D) Não introduzir objetos metálicos numa tomada.

R.:

1.3. [4 pontos] Selecione a opção que completa corretamente a seguinte frase.

A corrente elétrica deve-se ao movimento orientado...

- (A) ... dos cátions metálicos nos sólidos.
- (B) ... dos iões nas soluções aquosas.
- (C) ... dos aniões nos sólidos.
- (D) ... dos eletrões nas soluções aquosas.

R.:

1.4. [4 pontos] Selecione a opção que contém apenas meios/materiais bons condutores de corrente elétrica.

- (A) Água do mar, cobre, ouro e grafite.
- (B) Prata, grafite, diamante, cobre.
- (C) Ferro, água do mar, óleo, cobre.
- (D) Borracha, óleo, água, madeira.

R.:

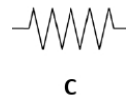
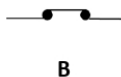
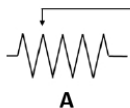
1.5. [4 pontos] Num circuito elétrico, a fonte e o receptor podem ser, respetivamente,

- (A) Lâmpada e pilha.
- (B) Gerador e motor.
- (C) Pilha e fio elétrico.
- (D) Voltímetro e resistência.

R.:

2. Os circuitos elétricos podem ser simplificados através de um esquema evidenciando a ligação entre os vários componentes representados por símbolos internacionalmente definidos.

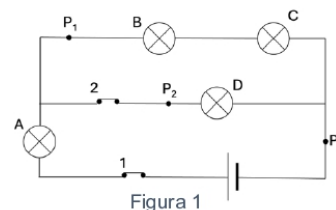
- 2.1. [4 pontos] Faça corresponder cada um dos símbolos (A, B, C e D) seguintes ao nome do respetivo componente indicado de (1) a (6).



(1) Campainha. (2) Pilha. (3) Reóstato. (4) Voltímetro. (5) Resistência. (6) Interruptor

A — ; B — ; C — ; D —

- 2.2. [6 pontos] Na Figura 1 está esquematizado um circuito elétrico composto por uma pilha, dois interruptores 1 e 2 e quatro lâmpadas iguais A, B, C e D. Os pontos P_1 , P_2 e P_3 não são componentes, representam apenas pontos do circuito.



Classifique as afirmações seguintes como verdadeiras ou falsas.

- Todas as lâmpadas encontram-se acesas.
- A corrente elétrica, I , que passa no ponto P_3 e na lâmpada A é igual.
- No sentido convencional da corrente elétrica, esta flui da lâmpada B para a C.
- A corrente elétrica, I , que passa nos pontos P_1 e P_2 é diferente.
- Se a lâmpada A fundir, as lâmpadas B e C permanecem acesas.
- A corrente elétrica que passa pelas lâmpadas A e D tem valor igual.

A — ; B — ; C — ;
D — ; E — ; F — ;

- 2.3. [5 pontos] Considere que se colocam amperímetros em cada um dos pontos P_1 , P_2 e P_3 . No ponto P_3 , o amperímetro mede 540 mA e no ponto P_2 mede 360 mA. Determine o valor da corrente elétrica que passa no ponto P_1 e na lâmpada A.

Apresente os resultados em mA.

R.:

- 2.4. [8 pontos – CC] Considere que a lâmpada B do circuito da Figura 1 se funde. Indique, justificando se alguma lâmpada vai permanecer acesa.

3. Para que exista corrente elétrica, é necessário ocorrer uma diferença de potencial elétrico entre os dois terminais do gerador desse circuito.

- 3.1. [4 pontos] A diferença de potencial corresponde...

- ... à energia fornecida por unidade de carga elétrica.
- ... à potência fornecida por carga elétrica.
- ... à energia fornecida por eletrão.
- ... ao número de cargas fornecidas ao circuito.

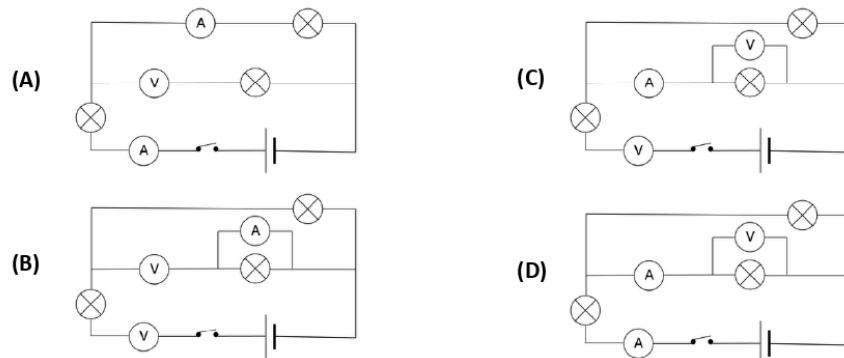
R.:

- 3.2. [4 pontos] Selecione a afirmação correta.

- A diferença de potencial mede-se com um multímetro instalado em série.
- A diferença de potencial é sempre igual em duas lâmpadas em série.
- A diferença de potencial mede-se com recurso a um voltímetro instalado em paralelo.
- A diferença de potencial é igual é qualquer componente de um circuito.

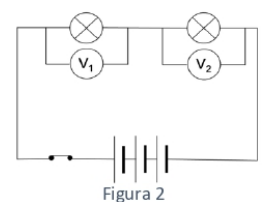
R.:

3.3. [4 pontos] Selecione a opção que contém o circuito elétrico esquematizado corretamente.



3.4. [5 pontos] Considere o circuito elétrico esquematizado na Figura 2 onde se encontra uma associação em série de pilhas iguais e de duas lâmpadas diferentes associadas também em série. Nos terminais de cada lâmpada foi colocado um voltímetro. O voltímetro V_1 mediu 2,5 V, enquanto o voltímetro V_2 mediu 3,5 V. Determine a diferença de potencial de cada pilha presente no circuito.

R.:



4. Uma das propriedades fundamentais é a resistência elétrica, essencial para evitar um curto-circuito.

4.1. [4 pontos] Complete corretamente a seguinte frase.

Um curto-circuito ocorre quando...

- (A) ... dois terminais de uma pilha/gerador entram em contacto direto.
- (B) ... um circuito não possui nenhuma lâmpada.
- (C) ... o circuito elétrico não suporta a tensão da pilha/gerador.
- (D) ... o circuito elétrico tem um comprimento inferior a 20 cm.

R.:

4.2. [4 pontos] A resistência elétrica relaciona-se com as colisões ocorridas entre os eletrões e as impurezas provocando o chamado Efeito de Joule. Indique qual dos três efeitos da corrente elétrica corresponde ao Efeito de Joule. R.:

4.3. [4 pontos] Num circuito constituído apenas por uma pilha de 9,0 V e uma resistência de 10,0 Ω , a corrente elétrica que o atravessa corresponde a:

- (A) $I = 90,0 \text{ A}$
- (B) $I = 0,90 \text{ A}$
- (C) $I = 1,11 \text{ A}$
- (D) $I = 9,0 \text{ A}$

R.:

4.4. [4 pontos] Complete corretamente a seguinte frase.

A resistência elétrica pode ser medida diretamente com recurso a um...

- (A) Voltímetro.
- (B) Amperímetro.
- (C) Ohmímetro.
- (D) Resistímetro.

R.:

4.5. [8 pontos] Complete as seguintes frases com as palavras indicadas entre parêntesis.

- a. Quando a diferença de potencial aplicada numa resistência fixa _____ (diminui/aumenta), a corrente elétrica que a percorre aumenta.
- b. Quanto maior o comprimento de um condutor _____ (maior/menor) será a resistência elétrica desse condutor.
- c. Quanto menos espesso for a secção reta de um condutor _____ (maior/menor) será a corrente elétrica que o percorre e _____ (maior/menor) será a resistência elétrica desse condutor.
- d. Um reóstato é uma resistência de valor _____ (variável/fixo).
- e. Para uma diferença de potencial constante, quando a resistência elétrica duplica, a corrente elétrica _____ (aumenta/diminui), passando para _____ (o dobro/metade).
- f. O cobre tem uma resistência _____ (maior/menor) que a da borracha.

F. Parecer da Comissão de Ética da FCUP e declarações de consentimento e assentimento



Parecer

Ref.: Proc. CE2025/p638876

Relativamente ao pedido de parecer requerido por Vítor Emanuel dos Santos Ferreira no âmbito do projeto intitulado “Atividades Experimentais no ensino de Física do 9.º ano”, a Comissão de Ética nada tem a opor à realização desse projeto, uma vez que estão garantidos o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos, o consentimento informado dos encarregados de educação/tutores responsáveis pelos alunos menores de idade e o assentimento informado desses mesmos alunos participantes no projeto.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 13 de novembro de 2025

O Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **João José de Faria Graça Afonso**
Lima
Num. de Identificação: 07103810
Data: 2025.11.13 10:53:32+00'00'

Declaração de Consentimento Informado

(para alunos menores)

Durante o ano letivo 2025/26, no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, serão aplicados questionários, anónimos, a alunos do 9.º ano da Escola Secundária de Penafiel, estando assegurados o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos. O professor-estagiário/investigador Vítor Ferreira é o responsável pela elaboração dos referidos questionários, sendo que os dados resultantes da participação dos alunos servirão para avaliar o impacto/perceção dos alunos sobre a realização de atividades experimentais no ensino da Física de 9.º ano.

Título do projeto: Atividades Experimentais no ensino de Física do 9.º ano

Nome do investigador principal: Vítor Emanuel dos Santos Ferreira

Orientador/coorientador científico: Marcelo Duma Hahn

Contactos do investigador principal (e.g., e-mail, telefone, etc): up201805065@up.pt

Eu, _____, encarregado de educação
abaixo-assinado, declaro que:

1. Autorizo a participação do meu educando, _____
(nome completo do educando), no projeto acima referido.
2. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador acima referido, sobre o projeto supracitado.
3. Compreendi que a participação do meu educando no projeto mencionado incluirá o preenchimento de questionários ou participação numa entrevista conduzida pelo investigador principal.
4. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir a qualquer momento da sua participação neste projeto, sem indicar o motivo.
5. Percebi que os dados recolhidos serão tratados pelos investigadores, sendo garantido o anonimato para o exterior.
6. Entendi que os investigadores irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins do projeto em causa.

O encarregado de educação:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Declaração de Assentimento Informado

(de alunos menores)

Durante o ano letivo 2025/26, no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, serão aplicados questionários, anónimos, a alunos do 9.º ano da Escola Secundária de Penafiel, estando assegurados o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos. O professor-estagiário/investigador Vítor Ferreira é o responsável pela elaboração dos referidos questionários, sendo que os dados resultantes da participação dos alunos servirão para avaliar o impacto/perceção dos alunos sobre a realização de atividades experimentais no ensino da Física de 9.º ano.

Título do projeto: Atividades Experimentais no ensino de Física do 9.º ano

Nome do investigador principal: Vítor Emanuel dos Santos Ferreira

Orientador/coorientadores científicos: Marcelo Dumas Hahn

Contactos do investigador principal (e.g., e-mail, telefone, etc): up201805065@up.pt

Eu, _____ (nome completo do aluno) abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados assim como a proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendo que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento da participação neste projeto, sem indicar o motivo.

O aluno:

O investigador principal:

Data: __/__/____

Data: __/__/____

G. Métodos estatísticos para o tratamento e análise de dados

Para efetuar a análise dos dados recolhidos através das fichas de avaliação sumativas, foram utilizados os tratamentos estatísticos “Estimativa de densidade de Kernel” e “Teste U de Mann-Whitney”.

Estimativa de densidade de Kernel, KDE

A estimativa de densidade de Kernel (KDE) é uma função não-paramétrica que pretende estimar a densidade de probabilidade de uma variável aleatória de uma amostra. Esta consiste numa “suavização” dos dados conforme a dimensão da amostra finita em que se inserem.

Para uma amostra de variáveis aleatórias e independentes (como o caso dos resultados de alunos em fichas de avaliação sumativas), esta função poderá ajudar a:

- Visualizar o formato geral de uma distribuição sem enviesar o tamanho de grupos;
- Detetar padrões como múltiplos picos, assimetrias ou caudas de maior densidade;

- Comparar distribuições entre diferentes grupos no mesmo gráfico.

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

h – largura de banda

n – dimensão da amostra

x – ponto onde a densidade é avaliada

A cada ponto da amostra, x_i (classificação numa ficha de avaliação), será atribuída uma gaussiana (um dos tipos de função Kernel, K). De seguida, para obter a KDE, soma todas essas curvas, obtendo-se um maior pico, ou densidade, onde haja uma maior concentração de classificações, refletindo o perfil de um grupo sem agrupar vais classificações num único nível (cotações entre 50% e 69% no nível 3), como exigiria um histograma.

Teste U de Mann-Whitney

O teste U de Mann-Whitney tem por objetivo comparar se dois grupos amostrais são ou não equivalentes entre si. Para isso, serão necessários calcular os parâmetros U e p.

Para determinar U, por exemplo para as fichas de avaliação, os resultados dos alunos de ambas as turmas são ordenados por ordem crescente numa única lista. A cada valor é atribuído um número de ordem (1, 2, ...). Para a turma 1 (com n_1 elementos) para a turma 2 (com n_2 elementos), são somados os números de ordem das respetivas classificações, obtendo-se R_1 e R_2 , podendo-se determinar U_1 e U_2 .

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Para o teste, é considerado $U = \min(U_1, U_2)$, que é convertido numa estatística normal padronizada, tendo por base o tamanho das amostras. A partir daí, o valor-p é determinado com base na distribuição normal padrão, permitindo avaliar o significado estatístico na diferença observada entre os grupos concluindo sobre uma de duas hipóteses (os grupos estatisticamente equivalentes ou não). Ou seja, se:

- **Valor-p $\leq$ 0,05 (5%):** a diferença entre as medianas é estatisticamente significativa. Ou seja, haveria apenas uma probabilidade inferior a 5% de os dois grupos obterem a diferença observada. Logo, os grupos não são equivalentes.

- **Valor-p > 0,05 (5%):** a diferença entre os grupos não é estatisticamente relevante.

Resultados Teste U de Mann-Whitney para as fichas de avaliação 1, 2, 3 e 4

	Dimensão da turma-padrão	Dimensão da turma-teste	U	Valor p
Ficha de avaliação 1	29	27	444,0	0,394
Ficha de avaliação 2	29	27	448,5	0,486
Ficha de avaliação 3 – Lei de Arquimedes	29	26	332,5	0,179
Ficha de avaliação 4 – Lei de Ohm	29	27	295,0	0,071