

Universidade de Lisboa



**Abordagem STEM na aprendizagem da eletricidade.
Um trabalho com alunos do 9.º ano de escolaridade**

Ana Isabel de Oliveira Pisco Simões

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

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela Professora
Doutora Mónica Baptista e pelo Professor Doutor Rui Agostinho

2020

Agradecimentos

Quero agradecer à professora Mónica Baptista pela sua simpatia e disponibilidade ao longo de todo o mestrado, e também, pelas suas sugestões e orientações nesta fase final que em muito me ajudaram a superar deste desafio.

Ao professor Rui Agostinho agradeço a disponibilidade.

Também quero agradecer à professora Estela Dória, a professora cooperante, por ter partilhado a sala de aula e os seus alunos comigo, e pelos ensinamentos que me transmitiu, enquanto me orientou. A tranquilidade que me transmitia foi fundamental, durante as minhas intervenções.

Não posso deixar de agradecer aos meus queridos pais por todo o apoio, encorajamento e ajuda que me deram, particularmente, nesta etapa da minha vida. Muito obrigado por cuidarem dos meus filhos nas minhas ausências. A vossa ajuda foi fundamental.

Ao meu marido que tantas vezes teve que se desdobrar em pai e mãe, pelo apoio, pelo incentivo, por acreditar e me fazer acreditar que era capaz de terminar esta caminhada, um muito obrigado.

Quero muito agradecer aos meus filhotes, António Maria e Maria do Carmo, pela vossa compreensão, e pelo vosso sorriso que tantas vezes me ajudou a superar o cansaço e os momentos mais difíceis. Um simples abraço aliado a um abraço forte, fizeram tantas vezes a diferença, e deram-me motivação para continuar e não desistir.

Às minhas companheiras desta caminhada, Ana e Mara, um muito obrigado pela partilha, pelo apoio e pela amizade.

Às colegas Teresa Tavares, Ana Paula e Ana Luísa pelas horas que passamos a trocar mensagens, a resolver problemas de Física e a fazer relatórios, um obrigado.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo conhecer como a implementação de atividades STEM influencia a aprendizagem dos alunos sobre o tópico eletricidade. Mais concretamente, pretende-se dar resposta a três questões relacionadas com as estruturas cognitivas dos alunos sobre o tópico eletricidade e a natureza das associações que estabelecem no início da intervenção e com as aprendizagens e dificuldades dos alunos quando envolvidos em atividades STEM sobre a eletricidade. Para se dar resposta às questões orientadoras deste trabalho, desenvolveram-se cinco tarefas de cariz investigativo, sobre eletricidade, utilizando-se um contexto próximo da realidade e do quotidiano dos alunos. Neste trabalho participaram 29 alunos, com idades compreendidas entre os 13 e os 14 anos, de uma turma de 9.º ano de escolaridade de uma escola situada em Lisboa. A recolha de dados foi feita através de um *word association test*, documentos escritos dos alunos, fotografia e observação participante. Este trabalho enquadra-se num projeto mais amplo “Let’s GoSTEM: Abordagem STEM e sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação”, financiado pela agência FCT-Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/CED-EDG/31480/2017). Os resultados apontam para uma maior motivação e um maior envolvimento por parte dos alunos quando envolvidos nas tarefas STEM propostas. De facto, os dados mostram que, partindo de um contexto real e próximo do seu quotidiano, os alunos realizam aprendizagens mais significativas sobre o tópico eletricidade. De acordo com os dados recolhidos, os alunos realizaram aprendizagens no domínio conceptual e no domínio processual.

Palavras-chave: Educação STEM, estruturas cognitivas, aprendizagens dos alunos, tópico eletricidade.

Abstract

This research aims to understand how implementing STEM activities influences students' learning on the topic of electricity. More specifically, it attempts to answer three questions about students' cognitive structures on the topic of electricity, the nature of the associations they establish at the beginning and the difficulties the students experience in STEM activities on electricity. In order to answer these questions, five investigative tasks related to electricity were developed, based on the context of the students' lives. The sample group was 29 students, aged 13 to 14, from a 9th grade class at a school in Lisbon. Data was collected from a word association test, written documents from students, photographs and participant observation. This work is part of a broader project “Let's Go STEM: STEM approach and its influence on the learning of Physics, interest and motivation”, funded by the FCT - Foundation for Science and Technology (PTDC / CED-EDG / 31480/2017). The results indicate greater student motivation and involvement when involved in the proposed STEM activities. In fact, the data shows that, starting from a real context and relevant to their daily lives, students achieve more significant learning about electricity. The data also indicates that students have improved in the conceptual and procedural domains.

Keywords: STEM education, cognitive structures, student learning, electricity topic.

Índice geral

Índice de quadros.....	v
Índice de figuras.....	vi
Capítulo 1	
Introdução.....	1
Organização do trabalho.....	4
Capítulo 2	
Enquadramento teórico.....	5
Capítulo 3	
Unidade de Ensino.....	16
Capítulo 4	
Métodos e procedimentos.....	33
Capítulo 5	
Resultados.....	42
Capítulo 6	
Discussão, conclusão e reflexão final.....	84
Referências bibliográficas.....	91
Apêndices.....	96
Apêndice A – Tarefas.....	97
Apêndice B – Planos de aula.....	109

Índice de quadros

Quadro 3.1 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 1.....	24
Quadro 3.2 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 2.....	26
Quadro 3.3 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 3.....	28
Quadro 3.4 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 4.....	30
Quadro 3.5 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 5.....	32
Quadro 4.1 – Instrumentos de recolha de dados, categorias e subcategorias para a segunda e terceira questão de investigação.....	41
Quadro 5.1 – Tabela de frequência do WAT.....	44
Quadro 5.2 – Mapa de frequência.....	46
Quadro 5.3 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo eletricidade.....	48
Quadro 5.4 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo energia.....	48
Quadro 5.5 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo eletrão.....	49
Quadro 5.6 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo corrente.....	50
Quadro 5.7 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo tensão.....	51
Quadro 5.8 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo resistência.....	52
Quadro 5.9 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo potência.....	53

Índice de figuras

Fig. 2.1 - Quadro teórico com práticas instrucionais para a integração da educação STEM. Adaptado e traduzido de Thibaut et al. (2018)	9
Fig. 3.1 – Esquema organizador dos principais tópicos da unidade didática abordados nas aulas.....	18

Capítulo 1

Introdução

Numa sociedade em permanente mudança, onde os desenvolvimentos científicos e tecnológicos estão cada vez mais presentes, passou a existir uma necessidade crescente de se formarem cidadãos com conhecimentos na área científica que lhes permitam interpretar e compreender o mundo que os rodeia, bem como tomar de decisões fundamentadas face a questões do quotidiano.

Além disso, o desenvolvimento económico das diferentes sociedades surge associado a capacidades e competências, tais como raciocínio lógico e crítico e resolução de problemas numa perspetiva humana que se assume gradualmente mais inovadora, inventora, autossuficiente e alfabetizada tecnologicamente (Stohlmann, 2012). O desenvolvimento de tais competências está, cada vez mais, associado à educação científica, sendo reconhecida mundialmente a sua importância. Tal como referido por Fensham (2008), a “educação escolar em ciência e tecnologia nunca foi tão importante” (p.4). Contudo, nos últimos tempos tem-se assistido a uma diminuição do interesse dos alunos pela aprendizagem nas ciências (Morais, 2012). Desta forma, há necessidade da implementação, por parte dos professores, de estratégias de ensino que estimulem a aprendizagem das ciências, e do mesmo modo lhes permita compreender a utilidade essa aprendizagem (Morais, 2012).

A Educação STEM, cuja sigla remete para a “Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática” surge como uma possível resposta ao desinteresse dos alunos por estas áreas. A integração STEM é uma abordagem de ensino centrada no aluno, no qual o professor tem o papel de facilitador no processo de ensino-aprendizagem e o contexto de uma problemática real e do quotidiano mobiliza as quatro temáticas. Por um lado, esta integração permite ao aluno melhorar as suas competências de raciocínio e pensamento lógico e, por outro lado, efetuar uma aprendizagem mais efetiva (Stohlmann, 2012). Todavia, a integração STEM nas escolas continua a estar longe de ser uma realidade. De acordo com Thibaut (2018), a integração da educação STEM requer uma reestruturação quer ao nível curricular, quer ao nível das aulas, uma vez que as disciplinas se encontram,

ainda, muito segregadas. Esta prática ainda não é uma realidade nas escolas, pelo facto de os professores considerarem que demoram mais tempo se recorrerem à abordagem STEM (Stohlmann, 2012). Este motivo, obviamente, tem implicação na escolha das estratégias a adotar em sala de aula. O custo elevado dos materiais necessários é outro motivo, apontado pelos professores, pelo qual não recorrem à integração STEM. Na verdade, na perspetiva dos professores a abordagem STEM é dispendiosa, na medida em que requer uma multiplicidade de materiais e recursos. Os materiais, usualmente, utilizados são ferramentas e materiais de construção, como serras, martelos, madeira e cola. Os materiais eletrónicos, tais como computadores e *tablet*; programas de *design*, software dinâmico/robótica, acesso à internet, entre outros, são, também, utilizados frequentemente. Alguns destes materiais têm que ser adquiridos pelas escolas e são as escolas que não conseguem suportar esse investimento. (Stohlmann, 2012).

Não obstante estas perspetivas dos professores, a educação de qualidade em STEM assume-se como vital para o sucesso de futuro dos alunos. Portanto, é imperativo reforçar a integração STEM na educação. Deste modo, e segundo Wang (citado por Thibaut et al, 2018), esta integração pode ser feita numa perspetiva multidisciplinar, onde os conteúdos e competências são aprendidos separadamente e o aluno terá que os relacionar a posteriori, ou numa perspetiva interdisciplinar em que se parte de uma problemática real e os alunos terão acesso ao conteúdo e às competências das diferentes disciplinas em simultâneo. Também o envolvimento e a motivação dos alunos são cruciais, nesta abordagem. Deste modo, é conseguido um maior envolvimento por parte dos alunos ao adotar um contexto com uma problemática real e do quotidiano dos alunos. Os alunos mobilizam o seu conhecimento prévio, relacionando conceitos e processos (uma vez que as problemáticas utilizadas são transversais a várias disciplinas) ao mesmo tempo que solucionam problemas e tornam a aprendizagem numa experiência mais significativa. As tarefas concebidas para a integração STEM são centradas no aluno, numa perspetiva que estes desenvolvem melhor o conhecimento e as competências quando estão implicados diretamente neste processo de aprendizagem. Contudo, na opinião de Guzey (Thibaut et al, 2018), não se pode ignorar a aprendizagem cooperativa, onde a cooperação entre pares é importante para a partilha de conceitos científicos e o desenvolvimento da competência de comunicação (Stohlmann, 2012). De facto, a aprendizagem cooperativa vai ao encontro da aprendizagem do ponto de vista do construtivismo social, onde o aluno aprende construindo as suas interpretações pessoais do mundo, baseando-se nas suas experiências e interações com o mundo que o rodeia, partilhando com os pares essa

aprendizagem. Ertmer e Newby (2013) e Stavredes (2011) referem que o “construtivismo social onde o aluno aprende construindo as suas interpretações pessoais do mundo, baseando-se nas suas experiências e interações com o meio que o rodeia” (citado em Thibaut et al., 2018 p.3).

Para a resolução dos problemas recorre-se à utilização de estratégias de *Inquiry* que conferem uma abordagem prática onde aluno é convidado a observar, prever e explicar as suas observações, construindo conhecimento a partir do seu conhecimento prévio (Thibaut et al, 2018). As atividades de *design* também implicam um maior envolvimento por parte do aluno e uma maior perceção da tecnologia. Através destas atividades de *design*, os alunos podem projetar processos ou produtos (Stohlmann, 2012) e, segundo Riskowski (Thibaut et al, 2018), desta forma preencher a lacuna existente entre o conhecimento factual, o conhecimento abstrato e a sua aplicação.

Atendendo à relevância da educação STEM, neste trabalho pretende-se conhecer como a implementação de tarefas STEM influencia a aprendizagem dos alunos do 9.º ano sobre o tópico eletricidade. Mais concretamente, pretende-se dar resposta às seguintes questões:

- Quais as estruturas cognitivas dos alunos e a natureza das associações que estabelecem entre conceitos de eletricidade antes da aplicação das tarefas STEM?
- Que aprendizagens sobre a eletricidade desenvolvem os alunos quando envolvidos em tarefas STEM?
- Que dificuldades na aprendizagem da eletricidade sentem os alunos quando envolvidos numa abordagem STEM?

Este trabalho encontra-se inserido num projeto mais amplo “Let’s GoSTEM: Abordagem STEM e a sua influência nas aprendizagens de Física, interesse e motivação (2019-2022), financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (Referência: PTDC/CED-EDG/31480/2017).

Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se a introdução do trabalho, onde se faz referência à problemática e às questões orientadoras. No segundo capítulo descreve-se o enquadramento teórico, abordando-se a Educação STEM, a sua integração em sala de aula e modelos para a sua integração. Neste capítulo faz-se referência à importância da abordagem STEM em sala de aula e descrevem-se algumas das limitações à sua implementação. O terceiro capítulo é dedicado à unidade de ensino. Este capítulo é dividido em três secções. Na primeira secção apresenta-se o enquadramento curricular, de acordo com as orientações curriculares e as aprendizagens essenciais, seguido das dificuldades dos alunos. Por fim, a terceira secção é dedicada à estratégia de ensino onde se apresenta, detalhadamente, a descrição das tarefas. O quarto capítulo é destinado aos métodos e procedimentos utilizados neste trabalho. Este quarto capítulo encontra-se dividido em quatro secções. Na primeira secção descreve-se o método de investigação selecionado para dar resposta às três questões orientadoras, na segunda secção apresentam-se os instrumentos de recolha de dados utilizados, a caracterização dos participantes encontra-se na secção seguinte e, por fim, apresenta-se a análise dos dados. O quinto capítulo dedica-se aos resultados obtidos para dar resposta às três questões orientadoras. Este capítulo está organizado em três secções em torno das questões de investigação. Cada secção encontra-se, por sua vez, dividida em subsecções de acordo com as categorias e subcategorias de análise formadas. Por fim, surge o sexto capítulo que é composto por três secções. Aqui, interpretam-se os resultados obtidos neste trabalho, apresentam-se as principais conclusões e reflete-se acerca do trabalho desenvolvido.

Capítulo 2

Enquadramento teórico

Educação STEM

Na atual sociedade somos cada vez mais confrontados, diariamente, com fenómenos naturais e realidades científicas e tecnológicas que para as compreendermos necessitamos de ser detentores de informação científica. Osborne e Dillon (2008) referem que “a ciência é uma componente importante da nossa herança cultural europeia. Ela fornece as explicações mais importantes que temos do mundo material. Além disso, é essencial compreender algumas práticas e processos da ciência para se envolver com muitos dos problemas que a sociedade contemporânea enfrenta” (p. 5).

Nos últimos anos, a necessidade da educação em ciência tem vindo a ser reconhecida. Segundo Reis (2006), a necessidade da educação em ciência justifica-se em termos económicos, utilitários, culturais, democráticos e morais. Por um lado, a educação em ciência, constitui-se como um marco da nossa cultura que deve proporcionar conhecimentos aos cidadãos, de modo, a permitir uma participação ativa na sociedade democrática. Deste modo, é possível os cidadãos gozarem de uma participação crítica e reflexiva em discussões e tomadas de decisão sobre assuntos de natureza socio-científica. Por outro lado, a educação em ciências possibilita o desenvolvimento de competências pessoais indispensáveis para o desenvolvimento científico e tecnológico que estão diretamente ligados ao desenvolvimento económico do país.

O desenvolvimento das sociedades surge associado a um conjunto de competências tais como raciocínio, pensamento lógico e criativo, resolução de problemas, entre outros (Horta). Desta forma, o mercado de trabalho, cada vez mais exigente requisita pessoas com as referidas competências, sendo estas desenvolvidas aquando da aprendizagem da ciência (Stohlmann, 2012).

Contudo, na tentativa de não limitar o ensino das ciências apenas como promotor da literacia científica, mas também, para a preparação dos alunos para a faculdade e para as suas futuras carreiras surgiram os *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013). De acordo com, este currículo são necessárias três dimensões para se adquirir uma educação

científica de qualidade, onde as práticas da ciência e da engenharia no mundo real e a atribuição de igual importância entre o inquérito científico e o design da engenharia têm um papel de destaque. Estas dimensões assentam numa forte componente prática. Por um lado, os alunos fazem uso das práticas utilizadas pelos cientistas para investigar e construir os modelos e teorias sobre o mundo. Por outro lado, recorrem a um conjunto de práticas de engenharia que os engenheiros utilizam para projetar e construir sistemas. A dimensão seguinte enfatiza a necessidade de recorrer a conceitos transversais a todas as disciplinas científicas, dispensando um conteúdo disciplinar singular. De acordo com os NGSS é preciso estimular e construir o interesse simultâneo em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, fazendo uma ligeira abordagem ao STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic).

STEM é o acrónimo de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. O conceito STEM aponta para uma interligação destes domínios. Como definição, de cada um dos domínios, tem-se:

“Ciência: o estudo sistemático da natureza e comportamento do material e universo físico, baseado em observação, experimentação e medição, e na formulação de leis para descrever esses factos em termos gerais.

Tecnologia: o ramo do conhecimento que lida com a criação e uso de meios técnicos e a sua inter-relação com a vida, a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a assuntos como artes industriais, engenharia, ciência aplicada e ciência pura.

Engenharia: a arte ou ciência da aplicação prática do conhecimento das ciências puras, como física ou química, como na construção de motores, pontes, edifícios, minas, navios e fábricas de produtos químicos.

Matemática: um grupo de ciências relacionadas, incluindo álgebra, geometria e cálculo, preocupado com o estudo do número, quantidade, forma e espaço e suas inter-relações usando uma notação especializada.” (White, 2014, p. 4)

Contudo, na área da educação não existe um consenso quanto à “definição” de STEM. Por um lado, STEM pode ser definido tendo em conta as quatro disciplinas do acrónimo em separado. Por outro lado, a “definição” de STEM pode ser entendida como integração em simultâneo de todas as disciplinas, bem como apenas a interseção de parte dessas disciplinas (European Schoolnet, 2018). A educação STEM foi originalmente uma iniciativa educacional dos Estados Unidos da América, com a intenção de dotar os todos

os seus alunos com pensamento crítico e com competências criativas para a resolução de problemas (White, 2014).

Também em Portugal é reconhecida a importância do fortalecimento da educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM). As principais estratégias estabelecidas e implementadas em Portugal para promover o STEM foram o desenvolvimento de políticas eficazes e atrativas tais como currículos e métodos de ensino STEM e melhorar a educação/formação para professores. Para aumentar a popularidade da ciência, da tecnologia e o respetivo interesse foram também promovidas campanhas e competições, tais como as olimpíadas da matemática e a ciência viva (Horta, 2013). As medidas implementadas em Portugal visaram a padronização dos currículos STEM, nos diferentes níveis de escolaridade nas escolas e a disponibilização de professores qualificados em STEM. Assim como, a motivação dos alunos para o STEM, a sua preparação para o ensino superior e o aumento do número de alunos que apostam na formação superior em STEM. Numa perspetiva em que as competências STEM são cada vez mais solicitadas na atual sociedade e estão cada vez mais associadas ao desenvolvimento económico das sociedades, as medidas implementadas vão ao encontro da apropriação das necessidades do mercado de trabalho. De acordo com Horta (2013), as carreiras STEM apresentam uma menor taxa de desemprego, como tal uma maior e mais rápida empregabilidade acompanhada de melhores remunerações.

O STEM é uma abordagem centrada no aluno e em que o professor assume um papel de facilitador da construção do conhecimento, acompanhando e orientando o aluno no seu próprio processo de investigação. Nesta abordagem, o professor abandona o papel de docente cuja função é exclusivamente a transmissão de conhecimento, e passa a ser um mentor de uma aprendizagem centrada no aluno. Guzey (citado por Thibaut et al, 2018) defende que os alunos quando participam ativamente em atividades de aprendizagem desenvolvem melhor a sua compreensão e as competências.

De acordo com algumas pesquisas efetuadas, o ensino integrado de matemática e ciências pode ser um ponto de partida para a integração STEM. Alguns investigadores como Zemelman, Daniels e Hyde (2005) (citados por Thibaut et al., 2012) apresentam práticas que os professores podem utilizar para a integração destas duas disciplinas:

- “(1) usar materiais manipuláveis e aprendizagem prático;
- (2) aprendizagem cooperativa;
- (3) discussão e investigação;
- (4) questionamentos e hipóteses;

- (5) usar a justificação de pensamento;
- (6) escrita para reflexão e resolução de problemas;
- (7) usar uma abordagem de solução de problemas;
- (8) integrar tecnologia;
- (9) professor como facilitador;
- (10) usar a avaliação como parte da instrução” (p. 29).

Stohlmann et al. (2012), tendo em conta estas sugestões, sugere um modelo para a integração STEM nas salas de aula. Nesse modelo defende que o professor ao planear as suas aulas deve compreender as conceções alternativas dos alunos e as suas capacidades. O professor deve privilegiar a escolha de uma metodologia que permita o aluno estar no centro da aprendizagem e ser baseada na resolução de problemas, permitindo ao aluno a construção do conhecimento partindo dos seus conhecimentos prévios. O planeamento da aula deve assegurar o foco em ideias, conceitos ou temas centrais, sempre numa perspetiva do mundo real e cultural.

Na sala de aula, o professor deve privilegiar o *Inquiry* remetendo para o trabalho prático, possibilitar o uso de material manipulável, numa perspetiva aprendizagem cooperativa. Deste modo, o aluno desenvolve a sua aprendizagem em torno de questões, elaborando hipóteses. Durante o processo de ensino aprendizagem deve dar ênfase à justificação do pensamento e à reflexão escrita, mantendo o foco na compreensão de padrões. Ao longo das aulas, o professor não deve descurar o *feedback* aos alunos, nem a utilização da avaliação como parte da instrução (Stohlmann et al., 2012).

De acordo com Stohlmann et al. (2012), a educação com recurso à integração STEM requer usualmente diversos materiais para os alunos investigarem soluções para problemáticas reais através do *design*. A vasta gama de materiais que os alunos podem utilizar vão desde materiais de construção, a materiais eletrónicos, entre outros materiais utilizados no *design*. O uso destes materiais em atividades de *design* possibilita um melhor entendimento acerca da tecnologia aos alunos. Segundo Cantrell (2006) (citado por Stohlmann et al., 2012), os alunos que habitualmente não se envolvem em ciências envolvem-se ativamente no processo de *design*. Deste modo, para que os alunos consigam alcançar uma aprendizagem significativa é importante que tenham oportunidade de projetar produtos. Pois, ao entender que o trabalho de um engenheiro é projetar tecnologias que possam resolver problemas reais, os alunos percebem que a tecnologia é algo criado pelo Homem para lhe facilitar a vida (Stohlmann, 2012).

Anos mais tarde, Thibaut (2018) baseado numa extensa revisão de literatura, concebeu um quadro teórico para a integração STEM na educação.

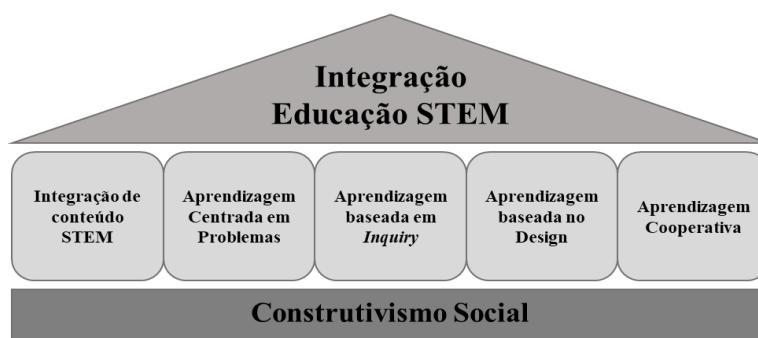


Fig. 2.1 - Quadro teórico com práticas instrucionais para a integração da educação STEM. Adaptado e traduzido de Thibaut et al. (2018).

Neste quadro teórico são apontadas múltiplas práticas de ensino para a integração STEM. A integração deve ocorrer do ponto de vista do construtivismo social, onde o aluno participa ativamente na construção do conhecimento (Driver et al., 1994; Eastwell, 2002; citados em Thibaut et al., 2018), sendo que esta aprendizagem não constitui uma experiência individual (Prawat & Floden, 1994 citados em Thibaut et al., 2018). Deste modo, deve ser promovida uma aprendizagem cooperativa, centrada em problemas, baseada no *design* e por *inquiry*, onde se integra o conteúdo STEM. Todas estas práticas promovem o envolvimento do aluno e a construção do conhecimento, numa perspetiva do construtivismo social.

A integração do conteúdo STEM deve promover a assimilação do conteúdo e da prática das diferentes disciplinas do STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Portanto, a integração do conteúdo STEM surge também de acordo com diferentes opiniões de vários investigadores. Para Wang et al. (2011) (citados por Thibaut et al., 2018), a integração do conteúdo STEM pode ocorrer numa perspetiva multidisciplinar ou numa perspetiva interdisciplinar. Satchwell e Loepp (2002) (citados por Thibaut et al., 2018) defendem que esta integração pode ser feita com a instrução do conteúdo de uma disciplina em particular, na qual se mobilizam conteúdos de outras disciplinas para suportar essa aprendizagem ou com a instrução simultânea de conteúdos/conceitos das diferentes disciplinas. Investigadores como o Roehrig et al. (2012) (citados por Thibaut et al., 2018) fazem a distinção entre a integração de contexto, onde o recurso a contextos de diferentes disciplinas suportam a aprendizagem do conteúdo de uma disciplina em particular, atribuindo uma maior relevância ao conteúdo; e a integração de conteúdo onde,

partindo de uma atividade, se trabalham conteúdos das diferentes áreas disciplinares. Apesar de todos estes pontos de vista diferentes, parece ser unânime entre os diversos investigadores que a integração STEM deve ocorrer explicitamente de acordo com Pearson (2017) (citado por Thibaut et al., 2018) e premiar a integração simultânea de dois ou mais disciplinas STEM.

O trabalho em equipa possibilita o ensino centrado no aluno e, também, permite a aprendizagem cooperativa. Na aprendizagem cooperativa, os membros do grupo trabalham juntos de uma forma coordenada e concertada de forma a atingir os objetivos comuns do grupo, atingindo simultaneamente os objetivos individuais que consistem na aprendizagem do tópico e das respetivas competências. A cooperação exige, assim, um processo de comunicação efetivo que promova a criação de ideias e maior influência mútua, implica o estabelecimento de relações interpessoais positivas, que facilitem a participação de todos, a mútua influência, o respeito por posições distintas e o colocar-se na posição do outro. De acordo com Freitas (2003), o principal objetivo da aprendizagem cooperativa é facilitar a aprendizagem de cada membro do grupo, através da criação de uma rede de relações, estruturada e organizada. A vivência de situações de grupo permite desenvolver uma série de competências pessoais, tal como a comunicação. A aprendizagem cooperativa promove o desenvolvimento de capacidades de integração, de resolução de problemas, de autorregulação do processo de ensino e aprendizagem e de pensamento crítico. Esta estratégia possibilita que os alunos se tornem mais responsáveis pelas suas aprendizagens, promovendo a compreensão dos conceitos e a construção dos conhecimentos de um modo mais autónomo.

Na perspetiva de o aluno estar no centro da experiência de aprendizagem, a integração STEM adota o *Inquiry Based Learning (IBL)*, vulgarmente também designado por *Inquiry*. O *inquiry* confere uma abordagem mais prática, promovendo a construção de conhecimento (Wells, 2016). Esta abordagem pedagógica privilegia as questões, ideias, observações e conclusões do aluno enquanto ferramentas de construção do seu próprio conhecimento, aportando, dessa forma, os centros de interesse do mesmo, contribuindo fortemente para o processo de ensino-aprendizagem. Deste modo, a utilização do *inquiry* promove um forte impacto na ampliação do interesse, envolvimento e satisfação dos alunos nas aprendizagens. Usualmente, recorre-se ao modelo dos 5 E's de Bybee (2006): envolvimento (engagement), exploração (exploration), explicação (explanation), elaboração (elaboration) e avaliação (evaluation) (Bybee et al, 2006). Este modelo proporciona um maior envolvimento, interesse e motivação do aluno no processo de

aprendizagem, fornecendo meios de operacionalização do saber científico e desafiando-o à construção prática do conhecimento na área das Ciências. Nas atividades práticas de resolução de problemas investigativos baseados na metodologia *inquiry*, o aluno, sob a orientação do professor, desenvolve conhecimentos ao nível da apropriação de procedimentos e do desenvolvimento conceptual (Thibaut et al., 2018). A construção do conhecimento do aluno é promovida quando se parte do seu conhecimento prévio, envolvendo-o em práticas científicas (Thibaut et al., 2018). Essas práticas assumem-se como a identificação de problemas, o planeamento de métodos experimentais, a condução de experiências científicas, o registo, a interpretação de dados e comunicação os seus resultados e conclusões através de uma linguagem científica adequada (Miguéns, 1999). Desta forma, a metodologia *inquiry* possibilita que o aluno relacione a teoria com a prática, interaja com o conteúdo e o processo, desenhe mapas conceptuais e os confronte com a realidade. O aluno ao explorar desmistifica a Ciência como parte do quotidiano e da sociedade. Esta dinâmica permite capacitar os alunos de competências-chave como pensamento crítico e criativo, assim como, o raciocínio.

O *Inquiry* favorece o envolvimento e a motivação dos alunos que são cruciais para a integração STEM. No entanto, a inclusão de um contexto com uma problemática real e do quotidiano dos alunos irá exponenciar esse envolvimento. Portanto, a introdução de um problema no início da tarefa leva os alunos a ativar o seu conhecimento prévio relacionando-o com a experiência e com o novo conhecimento favorecendo a construção de conhecimento significativo. A aprendizagem centrada em problemas permite a aplicação e transferência de conhecimento para um contexto real, enquanto, as competências de resolução de problemas vão sendo desenvolvidas. Desta forma, os alunos podem relacionar o conhecimento e competências adquiridas na escola com as suas vivências/experiências pessoais, encorajando-os a uma aprendizagem mais significativa (Thibaut et al., 2018).

As atividades que contemplam projetos de engenharia revelam-se desafiantes para os alunos e possibilitam o reforço dos seus conhecimentos acerca da ciência, tecnologia e engenharia. Nestes projetos os alunos são capazes de demonstrar as suas aprendizagens projetando um produto e desta forma preencher a lacuna existente entre o conhecimento factual, o conhecimento abstrato e a sua aplicação (Stohlmann et al., 2012).

Stohlmann et al. (2012) defendem a integração STEM, recorrendo à aprendizagem baseada no *design*. Esta integração é benéfica porque permite tornar a aprendizagem dos alunos numa experiência mais relevante, menos fragmentada, mais estimulante. De

acordo com, Fortus (2005) (citado em Standish et al., 2016), o uso do design da engenharia possibilita o envolvimento dos alunos no raciocínio científico.

O *design* da engenharia vai ao encontro de uma aprendizagem centrada em problemas. Os alunos entram num processo de ensino-aprendizagem em que têm de solucionar problemas com determinadas especificações. A resposta aos problemas está na base de um projeto que os alunos vão ter que desenvolver de acordo com as especificações/funções requisitadas. Para isso, os alunos têm que efetuar escolhas acerca do material que vão utilizar, mobilizando um pensamento crítico e criativo. A escolha do material deve assentar nas funções pretendidas para o projeto e no custo (Guzey et al., 2016). A construção do projeto é a etapa seguinte. Após a construção, o projeto é testado e, caso necessário, é melhorado (Standish et al., 2016). Silk (2009) (citado por Standish et al., 2016), refere que esta aprendizagem, baseada no *design*, oferece aos alunos a oportunidade de explorarem os conceitos científicos, através da construção de projetos em contextos relevantes. Enquanto, Guzey (2016) defende que os alunos ao relatarem as observações, os designs e os resultados dos testes efetuados ao projeto, a sua compreensão acerca do que é a engenharia e o trabalho de um engenheiro é promovida.

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados para se perceber quais os efeitos da integração STEM tem sobre os alunos. Por exemplo, Chittum et al. (2017) desenvolveram uma investigação para estudar o efeito de um programa STEM extracurricular na motivação e no envolvimento dos alunos. Mais concretamente, a investigação teve como objetivos investigar como um programa designado *Studio STEM*, programa extracurricular STEM com base na aprendizagem baseada no *design*, afeta as crenças dos alunos sobre da ciência, e se essas crenças diferem dos colegas que não participam no programa. Durante a implementação do *Studio STEM*, é igualmente, importante perceber quais os conteúdos que motivaram os alunos a participar no programa. Este programa foi desenvolvido, intencionalmente, para motivar e envolver os jovens nos conteúdos e nas atividades STEM. Deste modo, a utilização de um currículo interdisciplinar, do inquiry e de um ambiente informal de aprendizagem, permitiu a exploração criativa de estratégias, por parte dos jovens, para resolução de problemas. Neste estudo participaram 102 alunos que não entraram no programa *Studio STEM* (grupo de controlo) e 19 alunos que participaram no referido programa extracurricular (grupo experimental). Aos alunos foram lançados dois desafios: “Salvem os Pinguins” e “Salvem as Aves Marinhas”. No primeiro desafio, “Salvem os Pinguins”, os alunos têm de projetar casas mais isoladas, para reduzir as emissões de dióxido de carbono que são o resultado da utilização de

combustíveis fósseis no aquecimento das habitações. O *design* da casa também é considerado e testado de acordo com a sua eficácia. Em termos de aprendizagens científicas, os alunos aprendem os processos de transferência da energia térmica através da radiação, convecção e condução. Em pequenos grupos, testaram diferentes materiais, projetam e constroem as casas. Em “Salvem as Aves Marinhas” os alunos deparam-se com o problema da redução do consumo de petróleo, este que muitas vezes é derramado sobre os oceanos prejudicando as aves marinhas. Na aprendizagem científica, os alunos adquirem conhecimentos sobre as forças e os movimentos. A Lei da Conservação da Energia é igualmente aprendida pelos alunos. Numa mobilização destes conhecimentos os alunos têm de projetar, construir e testar um pequeno carro movido a energia solar. A construção do carro deve considerar um *design*, de modo que, o carro puxe o máximo peso possível. Os alunos reuniam uma vez por semana durante noventa minutos. E a duração total do programa foi de seis semanas, excetuando-se dois grupos do segundo desafio que prolongaram o programa por mais seis semanas, perfazendo no total 12 semanas. Os dados referentes a este estudo foram recolhidos através de questionários e de entrevistas estruturadas. Todos os alunos que participaram neste estudo responderam ao “Questionário das crenças da ciência”, mas apenas 14 dos que participaram no programa é que responderam ao “Questionário Studio STEM”, que permitiu obter as perceções dos alunos durante todo o período em que decorreu o programa. Nas entrevistas, os alunos referiram que a sua motivação melhorou e que descobriram conteúdos motivadores. Depois de analisados os dados, os autores concluíram que o *Studio STEM* teve um impacto positivo na motivação e no envolvimento dos participantes nas diferentes atividades da ciência e da engenharia, bem como, na intenção dos alunos em seguir estudos superiores nestas áreas. Este estudo revelou que os alunos podem ser motivados em programas, de frequência voluntária, extracurriculares onde são confrontados com conceitos e atividades STEM, travando-se o declínio da motivação dos alunos sobre a ciência.

Na Turquia, Ugras (2018) realizou um estudo que teve como objetivo determinar os efeitos das atividades STEM nas atitudes STEM, criatividade e crenças motivacionais dos alunos, assim como, as suas opiniões sobre a educação STEM. Neste estudo participaram 25 alunos, dos quais 15 são raparigas e 10 são rapazes, de um 7.º ano de escolaridade de uma escola pública situada na província de Elazığ. As atividades STEM baseadas no *design*, foram aplicadas semanalmente num período de três horas, durante oito semanas. Nestas tarefas foram lançados diferentes desafios. Alguns dos desafios solicitavam a

construção de um barco rápido para chegar à costa, a produção de objetos que facilitem a o nosso quotidiano, a construção de casas fortes que não permitam a morte de pessoas em caso de terremotos, entre outros. A recolha de dados foi conseguida através de entrevistas, diários escritos pelos alunos, “Escala de Atitudes STEM”, “Escala de Criatividade Científica” e “Escala das Estratégias de Motivação e Aprendizagem”. De acordo, com os dados recolhidos nas entrevistas e nos diários dos alunos, os alunos consideram a educação STEM instrutiva, divertida, criativa e motivadora. Estes referem que a sua criatividade melhorou, estando mais motivados na sala de aula e que no futuro pretendiam trabalhar em áreas STEM. Os alunos perceberam, também, que o programa permitiu-lhes desenvolver uma melhor gestão de tempo e paciência devido às atividades STEM. Após o tratamento e análise dos dados obtidos no estudo, Ugras concluiu que as atividades STEM melhoram as atitudes STEM dos alunos, bem como a sua criatividade. A implementação destas atividades contribuiu significativamente para a motivação dos alunos.

Struyf et al. (2019) desenvolveram um estudo para determinar o envolvimento dos alunos em diferentes ambientes de aprendizagem STEM. Mais concretamente, os autores pretenderam realizar o estudo da importância de um ambiente de aprendizagem onde se aplica a integração STEM (iSTEM). Durante 20 aulas, com uma duração compreendida entre os 50 e os 100 minutos, os alunos foram desafiados para o desenvolvimento de três módulos. No primeiro módulo, os alunos tinham que projetar e construir um carro de condução autónomo e amigo do ambiente. A projeção e construção de um sistema de segurança de um museu foi o desafio lançado no segundo módulo. Por fim, no terceiro módulo, os alunos tiveram que projetar e construir um dispositivo de reabilitação. Participaram neste estudo 67 alunos, dos quais 42 são alunos do sexo masculino, do 9.º ano. Os alunos formaram sete grupos com uma constituição que varia entre os 7 e os 12 elementos. As observações decorreram entre janeiro e maio do ano de 2016, e possibilitaram a recolha de dados através da filmagem e da observação direta das aulas. O grupo de foco, que consiste na entrevista de grupo em ambiente de grupo, onde os participantes podem falar livremente entre si enquanto são questionados sobre as suas perceções, opiniões e atitudes, permite o enriquecimento dos dados da observação, através da narrativa da experiência dos alunos. A análise dos dados obtidos permitiu concluir-se que um ambiente de aprendizagem, no qual se utilize uma abordagem iSTEM, permite o envolvimento dos alunos, sendo particularmente significativo um ambiente de aprendizagem centrado no aluno. Nas narrativas dos alunos, estes manifestaram que o uso

de problemas reais, do mundo que os rodeia, a aprendizagem centrada no aluno e a integração STEM promoveram o seu envolvimento no processo de aprendizagem. Em suma, deste estudo retém-se que a integração STEM é uma boa prática que permite o envolvimento dos alunos em ambientes de aprendizagem STEM.

Capítulo 3

Unidade de Ensino

Este capítulo é subdividido em três secções: enquadramento curricular, dificuldades dos alunos em eletricidade e a estratégia de ensino. Na primeira secção é apresentado o enquadramento curricular do tópico de ensino - Eletricidade. Nesse enquadramento curricular mencionam-se as metas curriculares e as Aprendizagens Essenciais, bem como os conhecimentos prévios que os alunos devem apresentar para a aprendizagem deste tópico. Na segunda secção são identificadas as principais dificuldades dos alunos durante a aprendizagem do tópico, de acordo com a revisão da literatura. Finalmente, na última secção do capítulo apresenta-se a estratégia de ensino adotada, assim como, a descrição minuciosa das tarefas.

Enquadramento Curricular

O tema abordado neste relatório de ensino da prática supervisionada pertence ao domínio da eletricidade do 9.º ano de escolaridade, mais precisamente ao subdomínio da corrente elétrica e dos circuitos elétricos. As Aprendizagens Essenciais (AE) são um dos atuais documentos curriculares de referência, e apresenta diretrizes e recomendações no sentido de a disciplina de Físico-química adotar uma elevada componente experimental, de modo a desenvolver o raciocínio e a capacidade de resolução de problemas (observação, formulação, de hipóteses e interpretação), bem como remeter para trabalho em grupo permitindo o desenvolvimento de relações interpessoais. Para além deste documento curricular de referência, também as metas curriculares apontam para um conjunto de aprendizagens a alcançar por parte dos alunos no domínio em causa.

Deste modo, existiu uma preocupação na formulação do conjunto das tarefas a desenvolver, durante a intervenção, para que estivessem de acordo com as Aprendizagens Essenciais (Ministério da Educação, 2018), contemplando trabalho cooperativo e experimentação.

Em concordância com as orientações das Aprendizagens Essenciais (Ministério da Educação, 2018), as tarefas contemplam a planificação e montagem de circuitos elétricos

simples, assim como, a respetiva representação esquemática. A medição de grandezas físicas elétricas, tais como tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica, recorrendo aos aparelhos de medição adequados e a utilização das respetivas unidades SI, também são considerados no desenvolvimento das tarefas. A construção de circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo, que permitem a verificação da variação da tensão e da corrente elétrica nessas associações, também foi igualmente atendida na construção das tarefas. No entanto, para que estas aprendizagens sejam alcançadas e, de acordo com as orientações das metas curriculares (Ministério da Educação, 2013), existem conteúdos que de uma forma implícita são trabalhados. Esses conteúdos são a corrente elétrica, bons e maus condutores elétricos, componentes elétricos e a sua simbologia, associações de recetores em série e em paralelo, tensão ou diferença de potencial e respetiva unidade SI, voltímetro, grandeza corrente elétrica e respetiva unidade SI, amperímetro, resistência elétrica e respetiva unidade SI.

Para a aprendizagem deste tópico, e uma vez que a corrente elétrica se define como um movimento orientado de partículas com carga elétrica através de um meio condutor, é importante que os alunos relembrem que a matéria é constituída por corpúsculos submicroscópicos, tais como átomos e iões. Relembrando, obviamente, a constituição do átomo e as suas partículas constituintes que possuem carga elétrica, eletrões e prótons, e ainda que os iões são corpúsculos com carga positiva (catiões) ou carga negativa (aniões). A professora cooperante efetuou uma breve revisão de conteúdos com os alunos antes de se iniciar o tópico. Esta revisão de conteúdos do 8.º ano de escolaridade assentou no domínio das reações químicas, mais especificamente no subdomínio da explicação e representação das reações químicas. Deste modo, a professora cooperante reviu a constituição dos átomos e as cargas elétricas das suas partículas constituintes. Recordou, ainda, que um ião é um corpúsculo que resulta de um átomo ou grupo de átomos que perdeu ou ganhou eletrões, apresentando carga negativa quando ganha eletrões e carga positiva quando perde eletrões. Nesta sequência de revisões, a professora cooperante falou do sentido do movimento dos eletrões num circuito reportando para o sentido real da corrente elétrica. No 9.º ano, antes de iniciar as intervenções foi explorado pela professora cooperante, através de exemplos do dia a dia, a importância e o uso da eletricidade. A professora cooperante assinalou o papel fundamental da eletricidade no desenvolvimento social e tecnológico.

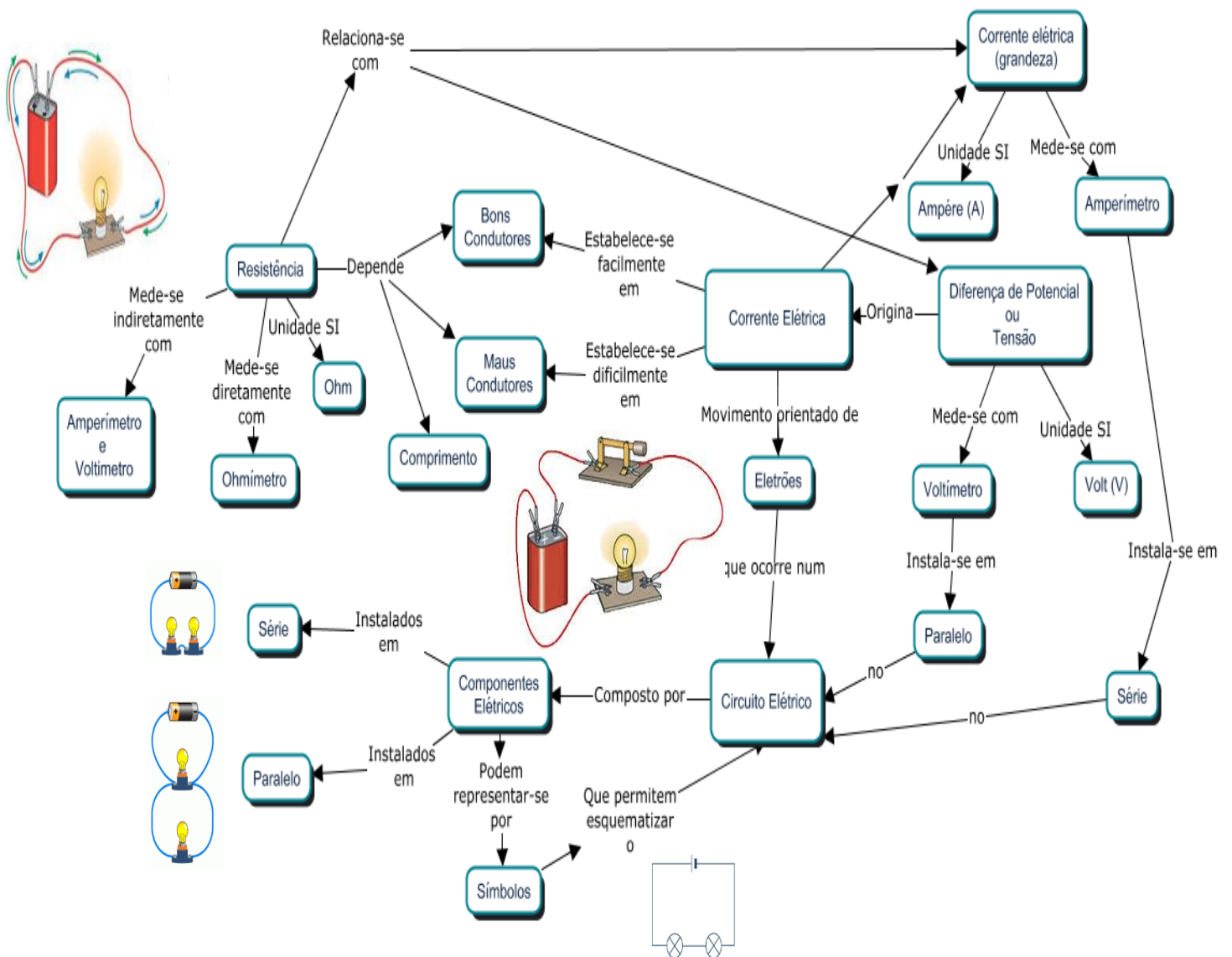


Fig. 3.1 – Esquema organizador dos principais tópicos da unidade didática abordados nas aulas.

Dificuldades dos alunos acerca da eletricidade

A eletricidade, assim como, as suas aplicações estão muito presentes no quotidiano da nossa sociedade. E, como tal, muitas vezes se estabelecem conversas na sociedade utilizando os conceitos relativos à eletricidade. Por esse facto, os alunos apresentam concepções prévias muito enraizadas e em conflito com o conhecimento aceite cientificamente. Para Neto (1991), os alunos não só constroem ideias próprias sobre o que os rodeia antes do ensino formal, mas também durante e/ou após. Muitas destas concepções alternativas acompanham os alunos ao longo de todo o seu percurso académico (Afra et al, 2009). Gravina (1994) defende que estas concepções alternativas são partilhadas por um elevado número de alunos e revelam-se um entrave à aprendizagem, uma vez que são muito resistentes à mudança. Para estas, não existem fronteiras são transversais a todos os sistemas educacionais e a todos os países (Shipstone et al., 1988).

Neto (1991), Afra (2009), Gravina (1994) e Duit (1997) notam que as principais dificuldades dos alunos provêm das concepções prévias e alternativas destes sobre o tema da eletricidade. Deste modo, devido a estas concepções intuitivas para alguns alunos basta ligar um componente elétrico a um polo da bateria para existir passagem da corrente elétrica, não reconhecendo a necessidade de existir um circuito elétrico fechado para a passagem da corrente elétrica. Existe a ideia que a corrente elétrica não é conservada, mas sim consumida ou transformada em energia quando atravessa uma resistência ou lâmpada. Portanto, os diferentes recetores elétricos são considerados uns “reservatórios” que transformam a corrente enviada pelo gerador em luz ou calor. Outra ideia pré-concebida pelos alunos relacionada com a corrente elétrica é a sua divisão equitativa num nó, independentemente dos componentes que estão associados em paralelo. Frequentemente, os estudantes focam-se apenas num ponto do circuito ignorando o que acontece nos outros pontos do circuito. E, por isso, o gerador é muitas vezes tido como um reservatório de corrente elétrica, permitindo um débito de corrente constante independentemente da configuração do circuito elétrico. Ainda relacionado com o circuito elétrico, os alunos desenvolvem o raciocínio sequencial. Estes alunos têm uma imagem sequencial do circuito e implicitamente a percepção que uma mudança em qualquer ponto do circuito influencia apenas os dispositivos localizados após o ponto do circuito onde ocorreu a referida mudança. Este entendimento é cimentado pela noção que a corrente elétrica é que transmite essa alteração ao circuito. Portanto, essa alteração apenas é transmitida no sentido que é atribuído à corrente. A diferença de potencial é

interpretada como uma propriedade da corrente elétrica, resultado da expressão matemática $U = R I$, em que a resistência (R) é inversamente proporcional à corrente elétrica (I). Deste modo, a diferença de potencial é considerada, erradamente, uma consequência da corrente elétrica e não a causa. Estes são alguns dos muitos exemplos de concepções alternativas acerca do tópico da eletricidade.

No entanto, as concepções alternativas que os alunos detêm não se assumem como as únicas dificuldades dos alunos acerca do tópico. Alguns autores enunciam um conjunto de dificuldades para a aprendizagem da eletricidade, vejamos o estudo efetuado por Neto et al. (1991) onde são reconhecidos alguns dos entraves à aprendizagem da eletricidade:

“—Ser a electricidade uma área onde proliferam conceitos abstractos cuja compreensão ultrapassa as reais capacidades da maioria dos alunos.

—Existirem modelos conceptuais alternativos, construídos a partir da interação dos alunos com o seu meio sócio-cultural.

—Ter o ensino de electricidade provocado a assimilação de noções incorrectas, devido à utilização de estratégias incapazes de auxiliar o aluno a estabelecer a ponte entre o seu referencial intuitivo e o referencial formal.

—Ser a electricidade um fenómeno natural que, apesar do papel insubstituível que desempenha no mundo de hoje, aparece, com frequência, associado a «mitos», «medos» e «fantasmas», tantas vezes infundados (Oldham et al., 1986)” (p. 96).

Num estudo realizado sobre a perspetiva dos alunos acerca das aulas de eletricidade, Dias (2009) refere que os alunos associam as suas dificuldades aos conteúdos considerando-os bastante abstratos e de difícil compreensão. Muitos alunos mencionam “o facto de determinados fenómenos não poderem ser observados diretamente” (Dias et al., 2009, p. 112) como um aspeto negativo e dificultador da aprendizagem. E aos conteúdos abstratos seguem-se os inúmeros conceitos relacionados com eletricidade de igual modo abstratos, de difícil compreensão e interpretação. Contudo, esta dificuldade na interpretação dos conceitos da Física surge devido a deficiências noutros domínios do conhecimento, onde esta competência não foi adequadamente desenvolvida. O *deficit* de competências adquiridas na matemática também demonstra ser uma barreira para aprendizagem em Física. De facto, muitas são as vezes em que os alunos desenvolvem uma aprendizagem mecânica dos conteúdos, sem compreenderem como relacionam matematicamente as grandezas. Os alunos referem que “a principal dificuldade foi saber qual fórmula usar em cada questão”, “As fórmulas e como usá-las. Tenho problemas de interpretar o que se pede no exercício” (Dias et al., 2009, p. 113). Nestas afirmações estão subjacentes duas

dificuldades dos alunos, a primeira está nitidamente relacionada com a compreensão dos princípios físicos subjacentes a uma fórmula e a segunda com a compreensão de como se relacionam matematicamente algumas grandezas físicas.

No excerto também é referido que o medo, os mitos e os fantasmas também podem ser impedimento à aprendizagem. De facto, ao longo da nossa vida assistimos os mais velhos alertar as crianças para os diversos perigos da eletricidade e até a aconselhá-los para não manipularem aparelhos elétricos para evitarem apanhar um choque. As crianças, ao crescerem com esta conceção permanente de perigo, associada à eletricidade, desenvolvem naturalmente um sentimento de medo que no futuro irá bloquear parcial ou totalmente os mecanismos da motivação para a aprendizagem deste tópico (Neto et al., 1991).

Estratégias de ensino

As estratégias de ensino subjacentes às tarefas propostas na intervenção realizada são de cariz investigativo. De facto, as tarefas concebidas, numa perspetiva investigativa, procuraram englobar a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática (STEM), tendo como foco a física. Esta abordagem é conseguida pela atribuição de problemáticas em contexto real e do quotidiano dos alunos, de modo a promover a aprendizagem significativa dos conceitos científicos e do conteúdo do tópico eletricidade. As componentes da engenharia e da tecnologia surgem enquanto recursos que permitem auxiliar os alunos na resolução das problemáticas apresentadas em contextos reais e familiares, promovendo a aprendizagem significativa do tópico em causa. Deste modo, os alunos projetam diversos circuitos elétricos consoante as especificidades que são requisitadas e, efetuam escolhas, com sentido crítico, de materiais baseadas em diferentes características (Engenharia). O *design* da engenharia também está contemplado na projeção e execução da maquete do projeto final, no qual os alunos, uma vez mais, têm que efetuar seleção de materiais de acordo com diferentes características. Contudo, para projetarem os circuitos elétricos, os alunos têm que conhecer a sua constituição e ser capazes de representá-los esquematicamente através de símbolos técnicos (Tecnologia). O uso de diversos dispositivos de medição de grandezas e o recurso à Internet (Tecnologia) também estão completados nas tarefas propostas. A matemática (M) é, igualmente, utilizada enquanto recurso e permite aos alunos, através de expressões

matemáticas, a escrita e a compreensão de como se relacionam algumas das grandezas físicas relativas ao tópico eletricidade.

A professora ao desenvolver este conjunto de tarefas de cariz investigativo tem a preocupação centrar as tarefas no aluno, uma vez que, de acordo com Guzey (citado em Thibaut et al., 2018), os alunos quando participam ativamente em atividades de aprendizagem desenvolvem melhor a sua compreensão e as suas competências. Do mesmo modo, ao contemplar na dinâmica de aula, o trabalho em grupo, não só vai ao encontro do ensino centrado no aluno, mas também da aprendizagem cooperativa. Na aprendizagem cooperativa os membros do grupo trabalham juntos, de uma forma coordenada e consertada, de forma a atingir os objetivos comuns, atingindo simultaneamente os objetivos individuais que consistem na aprendizagem do tópico e das respetivas competências. A cooperação exige assim um processo de comunicação efetivo que promova a criação de ideias e maior influência mútua, implicando o estabelecimento de relações interpessoais positivas que facilitem a participação de todos, o respeito por posições distintas e o respeitar a posição do outro. De acordo com Freitas (2003), o principal objetivo da aprendizagem cooperativa é facilitar a aprendizagem de cada membro do grupo, através da criação de uma rede de relações, estruturada e organizada. A vivência de situações de grupo permite desenvolver uma série de competências pessoais, tal como a comunicação.

A perspetiva de manter o aluno no centro da experiência de aprendizagem revelou-se uma nítida preocupação por parte da professora que contemplou o conjunto de aulas com uma abordagem inquiry recorrendo a problemáticas reais. A inclusão de um contexto com uma problemática real e do quotidiano dos alunos visa despertar o interesse, a curiosidade e estimular a motivação dos alunos. Com a introdução do problema no início da tarefa, a professora pretende que os alunos ativem o seu conhecimento prévio, relacionando-o com a experiência, resultando numa construção de conhecimento mais significativa. A aprendizagem centrada numa problemática permite a aplicação e transferência de conhecimento para um contexto real, enquanto, as competências de resolução de problemas vão sendo desenvolvidas. Deste modo, os alunos são convidados a construir um plano, de forma a responder ao problema, numa investigação mais ou menos orientada pelo professor, envolvendo trabalho experimental. Nas atividades práticas de resolução de problemas investigativos, o aluno, sob a orientação do professor, desenvolve conhecimentos ao nível processual e conceptual, ao identificar problemas, desenvolver planificações, experimentar, registar e interpretar dados e elaborar conclusões (Miguéns,

1999). O *Inquiry* permite conjugar a componente experimental e o trabalho cooperativo, num processo de ensino aprendizagem centrado no aluno em que todos os alunos participam ativamente nas atividades/experiências de aprendizagem.

De acordo com Stohlmann (2012), o conhecimento dos alunos acerca da ciência, tecnologia e engenharia sai reforçado quando estes estão sujeitos a atividades desafiantes de projetos de engenharia. Deste modo, o conjunto de tarefas desenvolvidas pela professora culmina numa tarefa, na qual os alunos têm de desenvolver um projeto de iluminação num jardim de acordo com especificações fornecidas ao longo das tarefas. Nestes projetos, os alunos deverão ser capazes de demonstrar as suas aprendizagens projetando um produto. A unidade de ensino está organizada em torno de cinco tarefas cujos objetivos de aprendizagem se encontram resumidos nas tabelas seguintes. Com o término da referida unidade de ensino resultará um produto final assente no *design* da engenharia (maquete). Os alunos trabalharam em grupos compostos por quatro ou cinco elementos. A escolha dos grupos de trabalho foi realizada pela professora, atendendo às características da turma em geral e dos alunos em particular. A cada grupo de alunos é disponibilizado o material necessário para a realização experimental. Deste modo, são disponibilizadas pilhas de 9 V, lâmpadas de 0,3 A, casquilhos, fios condutores, crocodilos e multímetros digitais.

Tarefa 1 – Circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo

Os tópicos abordados nesta tarefa são a corrente elétrica, os circuitos elétricos, sua constituição e representação esquemática. A tarefa tem a duração de 90 minutos.

Quadro 3.1 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 1.

Objetivos de aprendizagem	
Física: <ul style="list-style-type: none">✓ Saber o que é a corrente elétrica;✓ Saber a constituição de um circuito elétrico;✓ Conhecer os diferentes componentes elétricos e a sua simbologia;✓ Montar um circuito elétrico;✓ Saber representar um circuito através de um esquema;✓ Saber que os recetores se podem associar em série e em paralelo;✓ Compreender que quando os componentes de um circuito se ligam em série, só há um caminho para a passagem da corrente elétrica;✓ Compreender que quando dois ou mais recetores de energia elétrica se ligam em paralelo, existe mais que um caminho para a passagem da corrente elétrica.	STEM: <ul style="list-style-type: none">❖ Experimentar (Ciência);❖ Projetar um circuito que permita acender e apagar independentemente duas lâmpadas (Engenharia);❖ Conhecimento da constituição de um circuito elétrico (Tecnologia).❖ Esquematizar um circuito elétrico através de símbolos técnicos. (Tecnologia).

A tarefa 1 começa por apresentar uma banda desenhada com a finalidade de envolver os alunos e de lhes dar a conhecer a problemática. Os alunos identificam a problemática, e

de seguida, é-lhes pedido para desenvolverem um plano de acordo com o material disponível para dar resposta à problemática. Após desenvolverem um plano que permita a montagem de circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo, realizam-se a montagem dos referidos circuitos. Para além da simples observação dos circuitos montados, os alunos vão desenroscando uma lâmpada em cada tipo de associação e observam atentamente o que sucede. Depois, é solicitado aos alunos o desenho dos circuitos elétricos que montaram previamente e a explicação do seu funcionamento. Por fim, os alunos tiram conclusões de acordo com as observações realizadas.

Nesta tarefa é evidenciada a componente da engenharia inerente à projeção de um circuito elétrico que permite acender e apagar independentemente duas lâmpadas.

A componente da tecnologia está associada ao conhecimento da constituição de um circuito elétrico e à forma como este pode melhorar a nossa vida. Esta tarefa mostra como a “instalação” dos circuitos elétricos com associação de lâmpadas em série e em paralelo, no jardim do António e do pai, permitem a iluminação e o aproveitamento daquele espaço.

Tarefa 2 – Bons e Maus Condutores Elétricos

Os tópicos abordados nesta tarefa são a corrente elétrica, os circuitos elétricos, a sua constituição e representação esquemática, e os materiais bons e maus condutores elétricos. A tarefa tem a duração de 90 minutos.

Quadro 3.2 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 2.

Objetivos de aprendizagem	
Física: <ul style="list-style-type: none">✓ Saber que existem materiais bons e maus condutores (isoladores) elétricos;✓ Montar um circuito elétrico;✓ Saber representar um circuito através de um esquema.	STEM: <ul style="list-style-type: none">❖ Experimentar (Ciência);❖ Conceitos físicos (Ciência);❖ Projetar um circuito que permita testar a condutividade elétrica de um material (Engenharia);❖ Identificar qual o melhor material de acordo com características de condutividade e preço (Engenharia).

A banda desenhada contextualiza os alunos com o problema em estudo. Uma vez identificado o problema, os alunos escolhem e listam os materiais que têm em sua posse e que gostavam de experimentar. Posto isto, os alunos planificam uma atividade experimental que permita identificar e classificar os materiais escolhidos de acordo com a condutividade elétrica. De seguida, esquematizam o circuito elétrico que vão montar, identificando os diversos componentes. Após a realização da experiência laboratorial, registam as observações realizadas, o que permite a classificação dos materiais testados em bom ou maus condutores.

Na última questão da tarefa é pedido aos alunos que escolham, justificando, o melhor material tendo em conta a condutividade e o valor comercial. São fornecidos, numa tabela, alguns dados sobre diferentes materiais relativamente aos critérios solicitados. Desta forma, os alunos encontram-se com uma situação de escolha de um material tendo em conta os fatores económicos (custo da matéria prima) e científicos (condutividade

elétrica), evidenciando a componente da engenharia implícita na tarefa, onde se apela ao seu espírito crítico.

Tarefa 3 – Tensão elétrica e Corrente elétrica

Os tópicos abordados nesta tarefa são tensão elétrica, voltímetro, tensão elétrica nos terminais de uma associação de lâmpadas em série, tensão elétrica nos terminais de uma associação de lâmpadas em paralelo, grandeza corrente elétrica, amperímetro, corrente elétrica num circuito com lâmpadas associadas em paralelo, corrente elétrica num circuito com lâmpadas associadas em série. A tarefa tem a duração de 90 minutos.

Quadro 3.3 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 3.

Objetivos de aprendizagem	
Física: <ul style="list-style-type: none">✓ Compreender a necessidade do fornecimento de energia para que as cargas elétricas adquiram um movimento orientado;✓ Saber o que é a tensão ou diferença de potencial entre dois pontos, e que a unidade SI da tensão é o volt (V);✓ Compreender que o gerador é o componente elétrico que cria uma tensão nos terminais do condutor;✓ Saber que os aparelhos que se utilizam para a medição da tensão são os voltímetros, e podem ser digitais ou analógicos ligando-se sempre em paralelo num circuito;✓ Instalar um voltímetro num circuito elétrico e efetuar medições de tensão;✓ Compreender que a tensão nos terminais de uma associação de lâmpadas em série é igual à soma das tensões nos terminais de cada lâmpada, enquanto nos terminais de uma associação de	STEM: <ul style="list-style-type: none">❖ Experimentar (Ciência);❖ Conceitos físicos (Ciência);❖ Utilização do Multímetro (Tecnologia);❖ Representar através de expressões matemáticas a variação da tensão e da corrente elétrica nos circuitos com associações de lâmpadas em série e paralelo (Matemática).

<p>lâmpadas em paralelo é igual à tensão nos terminais de cada lâmpada;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Saber o que é a corrente elétrica, I, e a unidade SI de corrente elétrica é o ampere (A); ✓ Saber que os aparelhos que se utilizam para a medição da corrente elétrica são os amperímetros, e podem ser digitais ou analógicos, e estes ligam-se sempre em série, num circuito; ✓ Instalar um amperímetro num circuito elétrico e medir correntes elétricas; ✓ Compreender que a corrente elétrica num circuito com associações de lâmpadas em série é sempre a mesma, enquanto que, num circuito com associações de lâmpadas em paralelo é igual à soma dos valores da corrente elétricas nas derivações. 	
---	--

Nesta tarefa a contextualização é conseguida pela banda desenhada. De seguida, é pedido aos alunos para sublinharem na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem. Depois, pesquisam no manual o significado dessas palavras. Este procedimento permite-lhes a compreensão acerca do voltímetro e do amperímetro, necessária para a planificação de uma atividade experimental que possibilite a medição da tensão elétrica e da corrente elétrica em circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. Na questão seguinte, é solicitado aos alunos a representação esquemática de ambos os circuitos elétricos com os aparelhos de medida que vão utilizar nas medições das grandezas físicas. Posteriormente, constroem uma tabela para os registos dos resultados e o plano é posto em prática. A partir dos resultados obtidos, os alunos elaboram as devidas conclusões e representam através de expressões matemáticas a variação da tensão e da corrente elétrica nos circuitos com associações de lâmpadas em série e paralelo.

Tarefa 4 – Resistência elétrica

A quarta tarefa apresenta uma estrutura semelhante à terceira tarefa. Os tópicos abordados nesta tarefa são resistência elétrica, ohmímetro, medição direta e indireta da resistência elétrica. A tarefa tem a duração de 90 minutos.

Quadro 3.4 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 4.

Objetivos de aprendizagem	
Física: <ul style="list-style-type: none">✓ Saber o que é a resistência elétrica de um condutor, que a unidade SI é o ohm (Ω) e o aparelho que permite medir diretamente é o ohmímetro;✓ Compreender que o valor da resistência elétrica de um condutor, também pode ser obtida através de uma medição indireta;✓ Compreender que existem materiais que oferecem maior resistência à passagem da corrente elétrica do que outros;✓ Compreender que uma resistência também pode ser um dispositivo elétrico, que tem a função de diminuir a corrente elétrica em certos circuitos elétricos;✓ Compreender que quanto maior for o valor da resistência, menor é a corrente elétrica no circuito e conseqüentemente menor será o brilho das lâmpadas;✓ Compreender que a resistência elétrica de um condutor é igual ao quociente entre a tensão aplicada nos terminais do condutor e a corrente elétrica que o percorre.	STEM: <ul style="list-style-type: none">❖ Experimentar (Ciência);❖ Conceitos físicos (Ciência);❖ Utilização do Multímetro (Tecnologia);❖ Calcular o valor da resistência utilizando a expressão matemática $R = \frac{U}{I}$ (Matemática).❖ Compreender que para uma tensão constante, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência do condutor (Matemática).

Após a leitura da banda desenhada é solicitado aos alunos que sublinhem as palavras cujo significado é desconhecido. Segue-se a pesquisa no manual sobre as palavras selecionadas. Da mesma forma que na tarefa anterior, é desenvolvido um plano que permita, agora, a determinação do valor das resistências encontradas na arrecadação do pai do António. Esse plano é acompanhado pela representação esquemática do circuito elétrico com os respetivos aparelhos de medida. Monta-se o circuito elétrico e efetuam-se as medições necessárias. Registam-se todos os valores medidos, assim como, todas as observações dignas de registo. Posteriormente, os alunos calculam o valor das resistências recorrendo ao quociente entre o valor medido da tensão elétrica nos terminais da resistência e a corrente elétrica que a percorre. Por fim, os alunos tiram conclusões.

Tarefa 5 – Projeto construção da maquete

Na quinta e última tarefa procede-se à construção do projeto final. A tarefa tem a duração de 90 minutos.

Quadro 3.5 – Objetivos de aprendizagem, da componente da física e dos domínios STEM, da Tarefa 5.

Objetivos de aprendizagem	
Física: <ul style="list-style-type: none">✓ Representar esquematicamente um circuito elétrico;✓ Montar um circuito elétrico com associações de lâmpadas em série;✓ Montar um circuito elétrico com associações de lâmpadas em paralelo.	STEM: <ul style="list-style-type: none">❖ Experimentar (Ciência);❖ Conhecimento da constituição de um circuito elétrico (Tecnologia);❖ Uso da <i>internet</i> para pesquisa (Tecnologia);❖ Projetar e executar a maquete de um jardim, tendo em conta qual o melhor material a utilizar em termos económicos e de execução (Engenharia, <i>Design</i>).

O projeto final diz respeito à projeção e à execução de uma maquete do jardim da casa do António e à montagem dos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. Os alunos iniciam a aula com uma pesquisa na *internet*, na qual recolhem informação quanto ao modo de construção de uma maquete. Posto isto, os alunos têm que efetuar uma listagem e recolha de todos os materiais necessários para a referida construção. Antecipadamente, fazem o plano da maquete onde incluem os circuitos elétricos, representando os mesmos esquematicamente. No decorrer da tarefa, os alunos têm alguns aspetos a considerar na escolha dos materiais tais como o seu custo, a facilidade de aquisição, o manuseio, o corte e a colagem. É solicitado aos alunos que procedam ao registo das dificuldades sentidas durante a construção da maquete tais como as limitações na construção, a escolha dos materiais, a montagem dos circuitos, entre outras.

Capítulo 4

Métodos e procedimentos

Neste capítulo apresenta-se uma fundamentação do método de investigação utilizado neste trabalho, de forma a dar resposta às três questões orientadoras. Apresentam-se ainda os diferentes instrumentos de recolha de dados. Segue-se uma caracterização dos participantes e, por fim, é apresentada a análise de dados, na qual consta as categorias e subcategorias de análise relativas às questões de investigação.

Método de investigação

Grande parte das investigações em Educação têm por base métodos qualitativos. Bogdan e Biklen (1994) apontam cinco características deste tipo de investigação: na investigação qualitativa a fonte direta de recolha de dados é o ambiente natural, praticando-se no contexto da ocorrência, entre os atores que participam naturalmente na interação e segue o processo normal da vida quotidiana. O investigador despense muito tempo nos locais a observar e, mesmo que utilize determinados tipos de equipamento para registo de dados, estes são recolhidos em contexto e são complementados pelas informações obtidas em contacto direto. A investigação qualitativa é descritiva. Os dados têm como base as comunicações, sendo recolhidos em formas de palavras ou imagens e não de números. Neste tipo de pesquisa os investigadores interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados, a análise efetuada é indutiva e a perceção do significado que as pessoas atribuem ao que se pretende pesquisar tem uma importância fundamental. O estudo, de natureza descritiva e interpretativa, adota uma metodologia qualitativa que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das perceções pessoais. Os métodos qualitativos encaram a interação do investigador com o campo e os seus membros como parte explícita da produção do saber, em lugar de a excluírem a todo o custo, como variável interveniente. Nesta abordagem, os comportamentos observados, aleatórios ou idiossincráticos, não são suscetíveis de generalização, mas permitem

escrutinar as perspectivas dos participantes como contributo para uma visão mais esclarecedora quanto ao estudo.

Neste trabalho, e de acordo com Bogdan e Biklen (1994), adotou-se uma abordagem qualitativa, onde a sala de aula constituiu o ambiente natural, na qual foram recolhidos os dados da investigação.

Recolha de dados

Numa investigação qualitativa existem diferentes instrumentos de recolha de dados, entre eles destacam-se a observação, a fotografia e os documentos escritos, de acordo com Bogdan e Biklen (1994).

Observação

A recolha de dados prevê a obtenção de informação o mais abrangente possível e a observação surge assim como uma recolha de dados intencional e cuidadosa, de forma que o observador adota uma postura neutralidade, sem inferir ou alterar a realidade. Ao iniciar qualquer processo de observação devemos considerar, a definição dos objetivos da observação, que ocorrerá a partir das respostas que forem atribuídas à questão inicial. A definição desses objetivos permite a construção do projeto de observação. As principais ferramentas do observador são os seus próprios sentidos, em particular a visão e audição, os quais podem ser ampliados por via do recurso a equipamentos audiovisuais para registar, conservar e reproduzir a realidade. Desta forma, o investigador procura anotar tudo o que observa numa descrição pormenorizada acerca dos locais, dos objetos, as pessoas e onde deve incluir tudo o que viu e ouviu. (Bogdan & Biklen, 1994). De acordo com Patton (1987), a observação assume-se como naturalista sempre que o investigador se insere no meio natural, aproximando se o mais possível do objeto sujeito à observação. O observador poderá desempenhar vários papéis dentro do contexto, ou seja, a sua participação nas situações observadas poderá variar: ser não participante (observador que permanece distanciado do objeto de estudo e não interage de forma alguma com o objeto de estudo no momento em que realiza a observação. Este tipo de técnica, reduz substancialmente a interferência do observador no observado e permite o uso de instrumentos de registo sem influenciar o objeto de estudo); observador participante (observador que partilha a vida do grupo, é um membro do grupo de estudo).

Quanto à estruturação, a observação pode ser estruturada, semiestruturada e não estruturada. Na observação estruturada, o observador tem conhecimento prévio do que vai observar, pré-organizando as categorias de observação de acordo com os objetivos. Este adota um papel passivo e não intrusivo anotando objetivamente e sistematicamente a incidência dos factos em estudo, permitindo, assim, a geração de dados numéricos. Na observação não estruturada, o observador, apesar de ter conhecimento prévio do objetivo da observação age livremente em que durante a observação decide o que pode ser importante para a sua pesquisa. A observação semiestruturada assume assim um carácter intermédio entre as anteriores, em que o observador já tem algumas categorias de observação elaboradas, mas aquando da própria observação podem surgir novas categorias.

Os dados recolhidos na observação vão constituir as notas de campo. As notas de campo devem ser precisas, extensivas e detalhadas para permitir ao investigador uma posterior análise de dados de forma a poder dar resposta à questão inicial, mas nunca devem assentar em suposições que o investigador faça acerca do meio (Patton, 1987).

Neste trabalho a observação participante ocorre no período das aulas, durante a intervenção. E, como resultado dessa observação, obtêm-se as notas de campo cujo registo é efetuado imediatamente após cada aula. As notas de campo são o resultado da reflexão pós aula, em que a professora escreve, atendendo ao desenrolar da aula, sobre as aprendizagens e dificuldades dos alunos, os aspetos positivos e aspetos negativos da aula, bem como todos os comentários relevantes dos alunos.

Fotografia

Muitas vezes o observador faz uso de uma máquina fotográfica para registar a realidade, ampliando assim os seus sentidos. Deste modo, a fotografia surge ligada à investigação qualitativa, fornecendo dados descritivos. Apesar de alguns investigadores, como Sontag (1977) e Tagg (1988), não reconhecerem a utilidade da fotografia, referindo que esta distorce a realidade. Outros reconhecem a sua utilidade, alegando que a fotografia lhes permite estudar e compreender aspetos da vida, “as imagens dizem mais do que as palavras” (Bogdan & Bicklen, 1994, p. 184). Assim sendo, a fotografia constitui-se como uma ferramenta para o investigador educacional. Em investigação educacional, as fotografias utilizadas agrupam-se em duas categorias as que foram feitas pelo próprio investigador e as que foram feitas por outras pessoas. Neste tipo de investigação a

fotografia permite a recolha de informação factual de um modo muito simples e prático. Esta recolha surge muitas vezes associada à observação participante.

Neste trabalho, a fotografia foi captada pela professora com a finalidade única e exclusiva de registar as imagens das maquetes realizadas pelos alunos. Estas constituem-se como um dado extra na investigação qualitativa.

Documentos escritos

Na investigação qualitativa os documentos escritos são frequentemente utilizados como dados. Lüdke e André (1986) reconhecem a análise de documentos como uma fonte de informação. Guba e Lincoln (1981, citados em Lüdke & André, 1986) apresentam várias vantagens para o uso de documentos na pesquisa ou na avaliação educacional. Em primeiro lugar, os autores destacam o facto de os documentos se constituírem como uma fonte estável e rica. “Persistindo ao longo do tempo, os documentos podem ser consultados várias vezes e inclusive servir de base a diferentes estudos, o que dá mais estabilidade aos resultados obtidos” (Lüdke & André, 1986, p. 39).

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), os documentos escritos podem ser categorizados em duas categorias, os documentos pessoais e os documentos oficiais. Segundo Plumer (1983), Taylor e Bogdan (1984) (citados por Bogdan & Biklen, 1994) designam-se por documentos pessoais todos os textos produzidos na primeira pessoa, onde constem a descrição de ações e experiências vivenciadas pelo autor. Deste modo, estes textos revelam o ponto de vista e as emoções da pessoa que vive a experiência, propriamente dita. A escrita destes documentos pode ser solicitada pelo investigador. No entanto, recorrentemente estes documentos já se encontram escritos e são encontrados.

Os documentos oficiais são aqueles que são disponibilizados ao investigador por diversas organizações. Alguns exemplos destes documentos são os registos dos alunos, os boletins informativos, as minutas de encontros, entre outros. Alguns investigadores consideram estes documentos altamente subjetivos e com uma perspetiva enviesada da realidade. Contudo, outros reconhecem a sua utilidade na medida em que “podem ter acesso à perspetiva oficial” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 180).

Neste trabalho os documentos escritos utilizados foram: as produções escritas dos alunos, isto é, as suas respostas às tarefas propostas pela professora e o *Word Association Test* (WAT). O documento oficial utilizado foi o projeto educativo do agrupamento de escolas que permitiu redigir a caracterização da escola.

Word Association Test

Johnson (citado por Gunstone, 1980) utilizou pela primeira vez o WAT nos anos sessenta. A dificuldade associada à identificação das estruturas cognitivas, enquanto associações entre termos conceitos e processos tem sido consensual entre os diversos investigadores. A estrutura cognitiva entende-se como sendo esta uma rede, mental, de interações e conexões entre vocábulos, resultante da interação do indivíduo com o meio (Ausubel, 1968 citado em Derman, 2016). Segundo Bahar e Hansell (2000), o WAT é um dos métodos mais antigos e comuns para a investigação da estrutura cognitiva dos indivíduos numa área de conteúdo específico. Por este motivo tem sido utilizado por diversos investigadores. Segundo Johnson e Onwuegbuzie (2004) (citados por Derman, 2016) o WAT é um teste que permite a recolha qualitativa de dados. No WAT é fornecido aos alunos um conjunto de palavras estímulo relacionadas com uma temática específica. Os alunos escrevem todas as palavras que associam a cada uma das palavras estímulo (Derman, 2016), num determinado intervalo de tempo.

Como tal, antes da realização das tarefas STEM sobre a eletricidade, foi aplicado um WAT. Este teste foi realizado individualmente, em aula, em duas etapas. Na primeira etapa foi fornecido ao aluno um conjunto de folhas onde, em cada folha, estava escrita uma das sete palavras estímulo relacionadas com o tópico da eletricidade. As palavras estímulo fornecidas aos alunos foram: eletricidade, energia, eletrão, corrente, tensão, resistência e potência. A instrução para os alunos escreverem todas as palavras que se lembrassem e pudessem estar associadas a cada palavra estímulo seguiu no WAT. Numa segunda fase, entregou-se aos alunos um novo conjunto de folhas. Nestas pediu-se que construíssem frases onde constasse simultaneamente a palavra estímulo e as palavras resposta do aluno. Os alunos tiveram sensivelmente dez minutos para realizarem cada parte do teste. Como se pretendia identificar as conceções prévias dos alunos, acerca do tópico da eletricidade, bem como a natureza das associações entre os diversos conceitos relacionados ao tópico, existiu o cuidado de uma análise exaustiva de todos os testes.

Participantes

A escola

A escola pertence a um agrupamento de escolas criado em 2008/2009 e situado no centro de Lisboa. Este agrupamento de escolas está inserido numa zona residencial e, simultaneamente, numa zona de forte concentração de atividades terciárias. O meio urbano circundante apresenta uma grande diversidade de ofertas educativas quer públicas, quer privadas. Estas escolas são de fácil acesso através da rede de transporte públicos. Este agrupamento de escolas é constituído por quatro edifícios distintos, de acordo com o nível de escolaridade.

Quanto ao espaço físico, este sofreu obras de recuperação em 2008/2009. Por esse motivo, as salas de aula apresentam-se num ótimo estado de conservação. Todas as salas de aula estão equipadas com computador, ligação à *internet*, quadros interativos e projetores multimédia. Relativamente aos laboratórios, existem dois laboratórios de física e um laboratório de química, com salas de preparação anexas. Estes contêm um vasto conjunto de equipamentos e materiais específicos que permitem lecionar estas disciplinas mais específicas e à semelhança das salas de aula possuem, também, computador, ligação à *internet* e projetores multimédia.

A turma

Os participantes pertencem a uma turma do 9.º ano de escolaridade composta por 29 alunos, sendo 16 alunos do sexo feminino e 13 alunos do sexo masculino. Esta turma não apresenta nenhuma retenção. Os alunos apresentam uma média de idades próxima dos 14, sendo que 22 têm 14 anos de idade enquanto os restantes alunos têm 13 anos. Todos os alunos são de nacionalidade portuguesa, pertencendo de um modo geral. A turma evidencia um bom rendimento escolar, sem existir qualquer classificação negativa na disciplina de Físico-química. Em termos comportamentais, são uma turma que se dispersa facilmente e são conversadores, facto igualmente referido por docentes de outras disciplinas nas reuniões de avaliação.

Análise de dados

Para Bogdan e Biklen (1994), a análise de dados é o processo de busca e a organização sistemática das notas de campo, dos documentos escritos e das fotografias com o objetivo de aumentar a sua compreensão acerca dos dados recolhidos. O processo de análise qualitativa, segundo Bardin (1977), pressupõe diferentes fases da análise de conteúdo, que são a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Desta forma, quando o investigador tem na sua posse todos os dados recolhidos durante o trabalho de campo deverá organizá-los e agrupá-los, atribuindo-lhes categorias de acordo com as regularidades e padrões que se repetem ao longo desses dados, num sentido mais abrangente, ou dentro de uma categoria num sentido mais restrito formando as subcategorias.

Bardin (1977) entende a categorização como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos” (p.117). O processo de categorização, assim entendido, permite a obtenção de categorias que reúnem elementos num mesmo grupo. Deste modo, a categorização permite uma representação simplificada dos dados recolhidos durante a investigação.

Assim, a análise dos dados obtidos, deverá ser um processo de organização sistemático onde o investigador tem como objetivo compreender melhor esses dados, categorizá-los de acordo com características comuns e posteriormente apresentar a outros o que encontrou.

Neste trabalho, para dar resposta à primeira questão de investigação, relacionada com as estruturas cognitivas dos alunos e a natureza das associações que estabelecem entre conceitos de eletricidade antes da aplicação das tarefas STEM, efetuou-se o tratamento dos dados recolhidos nas respostas do WAT.

O número de conceitos associados a cada palavra estímulo, possibilita a construção de uma tabela de frequências e o respetivo mapa de frequências. No entanto, apesar desta associação de palavras revelar a existência de uma relação entre duas palavras (estímulo e resposta), não revela qual o tipo de relação. Portanto, caso dois alunos atribuam a mesma palavra resposta a uma dada palavra estímulo, isso não significa que as relacionem da mesma forma (Gunstone, 1980). A escrita de uma frase que contenha simultaneamente a palavra estímulo e a palavra resposta (Derman, 2016) justifica-se pela necessidade de

se compreender qual o tipo de ligação ou associação que o aluno faz entre as duas palavras (Gunstone, 1980).

Assim, a análise dos dados do WAT resulta de uma combinação de uma análise qualitativa e quantitativa. No entanto, esta quantificação dos dados por parte do investigador apresenta apenas o intuito de facilitar a compreensão acerca do tipo e da intensidade das relações entre conceitos e inferir acerca das estruturas cognitivas dos alunos. (Derman, 2016)

Desta forma, a aplicação do WAT permite a determinação do número e do tipo de conceitos que a estrutura cognitiva dos alunos contém, relativos a um conteúdo específico, assim como, a identificação do desenvolvimento dessas estruturas cognitivas (Derman, 2016).

Para a segunda e a terceira questão de investigação, relativas às aprendizagens e dificuldades sobre a eletricidade desenvolvidas pelos alunos quando envolvidos em atividades STEM, analisaram-se os documentos escritos pelos alunos (respostas dos alunos às tarefas). Esta análise foi complementada com as notas de campo que a professora efetuou como resultado da observação participante e pelas fotografias. Desta análise surgiram quatro categorias. As categorias encontradas foram o domínio conceptual, o domínio processual, o domínio do *Design* e, finalmente, o domínio STEM. A categoria do domínio conceptual ainda se divide em quatro subcategorias que são circuito elétrico, corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica. De igual forma, a categoria do domínio processual divide-se em quatro subcategorias relacionadas com os processos de planear experiências, registar os resultados, tirar conclusões e representar esquematicamente circuitos elétricos. No Quadro 4.1. consta o instrumento de recolha de dados, as categorias e subcategorias para a segunda e terceira questão de investigação.

Quadro 4.1 – Instrumentos de recolha de dados, categorias e subcategorias para a segunda e terceira questão de investigação.

Questão do Estudo	Recolha de dados	Categorias	Subcategoria
<p>Que aprendizagens sobre a eletricidade desenvolvem os alunos quando envolvidos em atividades STEM?</p> <p>Que dificuldades na aprendizagem da eletricidade sentem os alunos quando envolvidos em atividades STEM?</p>	Observação participante e semiestruturada	Domínio Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> - Circuito elétrico - Corrente elétrica - Tensão elétrica - Resistência elétrica
		Domínio Processual	<ul style="list-style-type: none"> - Planear experiências - Registo de resultados - Tirar conclusões - Representar esquematicamente circuitos elétricos.
	Documentos escritos pelos alunos	Domínio do <i>Design</i>	
		Domínio STEM	
Fotografia			

Capítulo 5

Resultados

Neste capítulo apresentam-se os resultados deste trabalho de cariz investigativo. Deste modo, este capítulo encontra-se dividido em três secções correspondentes às questões orientadoras, nomeadamente, quais as estruturas cognitivas dos alunos e a natureza das associações que estabelecem entre conceitos de eletricidade antes da aplicação das tarefas STEM e quais as aprendizagens e dificuldades dos alunos quando envolvidos em tarefas STEM. No entanto, a segunda e a terceira secção encontram-se ainda divididas em subsecções, de acordo com, as categorias e subcategorias que surgiram da análise dos dados recolhidos no capítulo anterior.

Estrutura cognitiva dos alunos e a natureza das associações que estabelecem entre conceitos de eletricidade antes da aplicação das tarefas STEM

Nesta secção importa compreender se os alunos apresentam ou não conhecimentos prévios acerca do tópico da eletricidade. Para isso, efetuou-se o tratamento dos dados recolhidos nas respostas do WAT. As diversas palavras escritas pelos alunos foram contabilizadas e com elas, juntamente com as palavras estímulo, construiu-se uma tabela de frequências.

Os alunos escreveram muitas palavras resposta, nas quais, associaram o seu senso comum e experiências do seu dia-a-dia, às palavras estímulo. Este comportamento por parte dos alunos foi coerente, com o facto de ser a primeira vez, no seu percurso escolar, que eletricidade fez parte dos conteúdos de aprendizagem.

As palavras resposta dos alunos perfaziam um número total de cento e oitenta e três, deste modo, existiu uma seleção de forma a garantir que as palavras utilizadas na construção da tabela estivessem relacionadas com o tópico. Portanto, nessa seleção foram tidos sempre em consideração o tópico da eletricidade e os diversos conceitos a ele associado, assim como, as relações que se podiam estabelecer entre a palavra estímulo e a palavra

resposta. Assim sendo, todas as palavras como nomes de professores, colegas e das diversas disciplinas, tais como História e Matemática foram desprezadas. Também não foram contabilizadas as palavras que descreviam distintos estados de espírito como euforia, stress, descontrolo, determinação ou atividades como dormir, correr e saltar. Os alunos escreveram muitas palavras resposta relacionadas com conceitos matemáticos, para a palavra estímulo potência, como por exemplo, expoente, cubo, quadrado. Surgiram, também, termos associados a potência como mundial, bombas e explosão. Naturalmente, essas palavras foram desprezadas para a construção da tabela de frequência. Arterial, saúde e vida apareceram associadas a tensão e não foram consideradas por não se relacionarem com o tópico a estudar. Energia enquanto palavra estímulo deu azo a muitas palavras resposta, por parte dos alunos, a saber: renovável, não renovável, geotérmica, hídrica, nuclear, potencial, cinética e mecânica. Contudo, estas foram desprezadas, pois os alunos não conseguiram relacionar estes termos com o tópico eletricidade.

Algumas das palavras resposta dos alunos foram agrupadas numa palavra mais abrangente para simplificação da sua apresentação. Na palavra resposta tecnologia foram associadas respostas como computador, televisão, telemóvel, Playstation, Playstation portátil, micro-ondas e internet. As palavras transporte, carros, metro e comboio também foram agrupadas em transportes.

No final, apenas foram contabilizadas as palavras escritas pelos alunos que fossem significantes e válidas no contexto físico relativo ao tópico da eletricidade. Existiu uma preocupação para que os resultados fossem os mais objetivos e sintéticos possível.

O quadro de frequências (Quadro 5.1) relativo aos dados do teste do Word Association Test encontra-se na página seguinte.

Quadro 5.1 – Tabela de frequência do WAT.

RESPOSTA DOS ALUNOS	PALAVRA ESTÍMULO						
	ELETRICIDADE	ENERGIA	ELETRÃO	CORRENTE	TENSÃO	RESISTÊNCIA	POTÊNCIA
Luz	25	6		2			
Lâmpada	9	3		1		2	1
Energia	16	1	3	3	3	2	6
Interruptor	9			1			
Tomada / Ficha	7			2			
(Energia) Elétrica	5			19	6	2	2
Eletricidade		7	4	8	5	5	2
Eletrão	5	5		3			
Negativo	1	2	4				2
Fio (Condutor)/ Cabos	10	1	1	9	1	2	
Corrente elétrica	14		1	1			
Pilha / Bateria	5	4	1			3	
Eólica	1	13					
Circuito (elétrico)	4	1		4	1	7	1
Nuvem eletrônica			9				
Choque	5			1	1		
Joules		2					
Tecnologia	18	3				1	
Carregador				1			
Leds	1	1			2	3	1
Cobre	1		1	4			
Voltímetro/ Volt/ Voltagem	7	3		2	5		6
Ohm(Ω)	1				1	2	2
Resistência	2	1	1		1		1
Transportes	4						

Nos resultados obtidos os alunos evidenciaram alguns conhecimentos prévios acerca do tópico eletricidade. Os alunos para a palavra estímulo eletricidade reconheceram de imediato a sua importância ao nível da iluminação (luz) e da tecnologia. A esta palavra também associaram a ideia de corrente elétrica, fios condutores e energia.

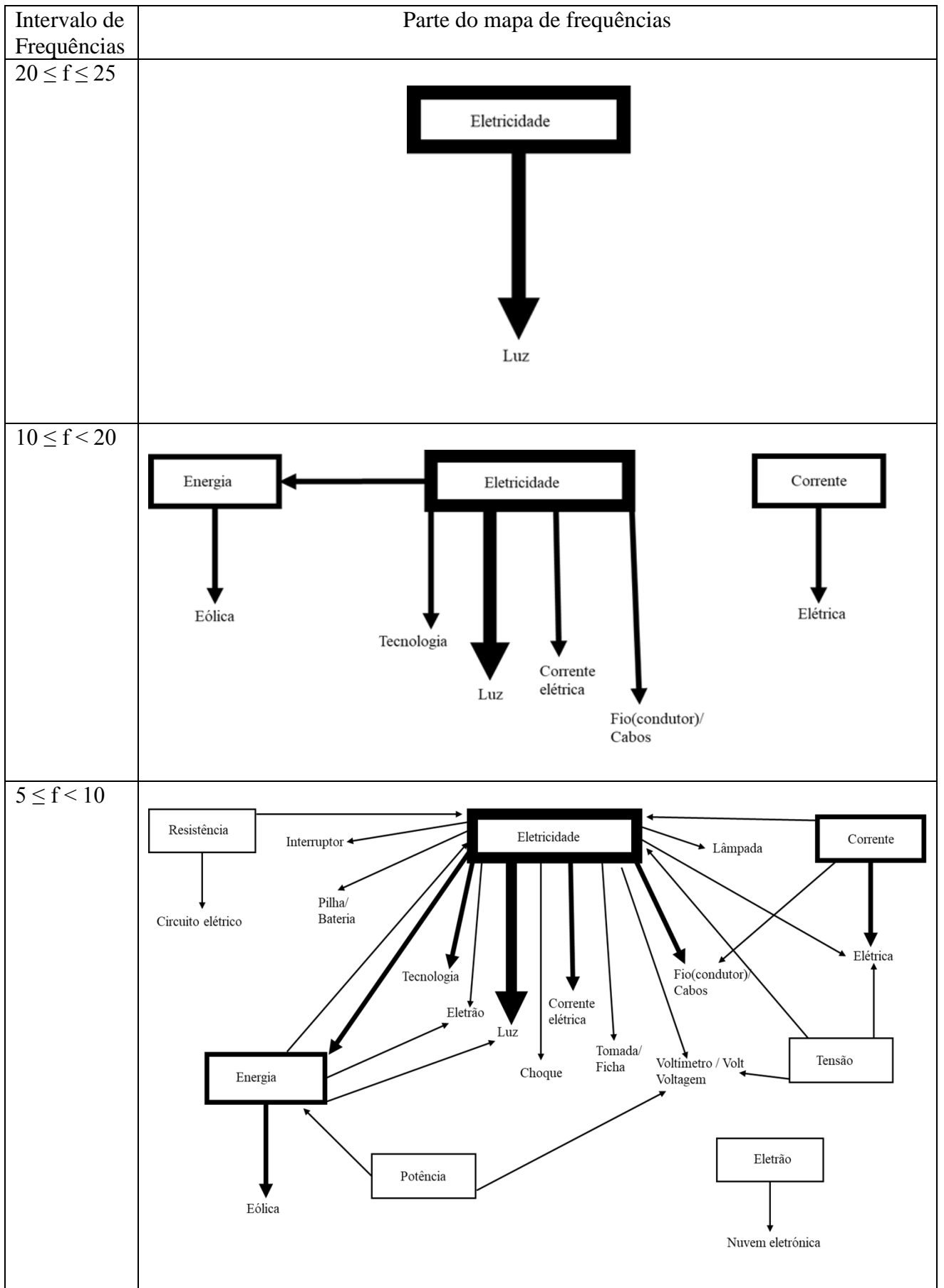
Numa primeira análise, tendo em conta apenas as palavras resposta com maior frequência foi perceptível, de um modo geral, que para todas as palavras estímulo fornecidas foram escritos conceitos diretamente relacionados com o tópico. Para tensão os alunos associaram energia elétrica, eletricidade, o aparelho de medida voltímetro e a respetiva unidade SI volt. Em relação a corrente, esta surge associada a vocábulos como elétrica e fio condutor. Quanto a energia, as palavras resposta com maior frequência foram eólica e eletricidade

Ao efetuar uma segunda análise, agora mais pormenorizada, da tabela de frequências foram notórias as associações que os alunos fizeram entre as diferentes palavras estímulo. Essas associações são perceptíveis quando se observa, cuidadosamente, as palavras resposta dos alunos que apresentaram maior frequência. Desse modo, rapidamente se percebe que a palavra eletricidade surge atribuída às palavras estímulo energia, tensão e resistência, enquanto que, a palavra resposta energia apareceu atribuída às palavras estímulo eletricidade, tensão e potência. Daqui, ressaltou a associação feita pelos alunos entre eletricidade e energia.

Contudo, para uma melhor apreciação das relações entre conceitos, que os alunos estabeleceram, construiu-se um mapa de frequências (Quadro 5.2). O mapa de frequência apresentou os resultados obtidos, tendo em conta a frequência entre a palavra estímulo e a palavra resposta. Deste modo, quanto maior fosse a frequência entre as palavras, mais larga seria a seta e a moldura onde se encontrava a palavra estímulo. Esta diferença na largura das setas e da moldura permitiu uma rápida análise da intensidade de cada associação entre conceitos do tópico eletricidade.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se uma necessidade em efetuar uma divisão dos resultados tendo em conta os valores de frequência. Desse modo, surgiram três intervalos de frequência, com os quais se procedeu à construção do referido mapa de frequência.

Quadro 5.2 – Mapa de frequência



O mapa de frequências revelou as relações entre a palavra estímulo e as palavras resposta dos alunos. No primeiro intervalo de frequência, relativo às frequências mais elevadas, a palavra estímulo eletricidade é associada à palavra luz. Esta associação assumiu-se como a mais forte de todo o mapa, traduzindo-se esquematicamente pela maior largura da seta. Posteriormente, no segundo intervalo de frequências ($10 \leq f < 20$) juntaram-se as palavras estímulo corrente e energia a eletricidade. Neste patamar destacou-se a associação entre os conceitos eletricidade e energia, em que a seta indicou a direção dessa mesma relação. A palavra energia (palavra estímulo) foi obtida a partir de uma palavra resposta dos alunos. Esta associação surgiu, apenas, no segundo intervalo de frequências, e deste modo, a sua moldura tem uma largura menor do que a moldura da palavra eletricidade, porque, corresponde a uma associação mais fraca.

No último intervalo de frequências ($5 \leq f < 10$) todas as sete palavras estímulo estavam presentes. À exceção da palavra estímulo eletrão, todas as restantes estabeleceram, pelo menos, uma associação com outra palavra estímulo, por exemplo potência relacionou-se com energia e esta última com eletricidade. Foi notório, neste intervalo, o aumento das interações entre palavras. Neste intervalo de frequências, diferentes palavras estímulo estavam associadas às mesmas palavras respostas. Por exemplo, ambas as palavras estímulo eletricidade e corrente estão associadas à palavra resposta fio condutor, enquanto, as palavras estímulo eletricidade, tensão e potência estão, todas, associadas à palavra resposta voltímetro. Apesar de, este último nível se traduzir em valores de frequências mais baixos, é o mais rico e desenvolvido em termos de organização cognitiva por parte dos alunos.

A segunda parte do WAT consistia nos alunos redigirem uma frase que incluísse uma palavra estímulo e uma sua palavra resposta. Estas frases foram sujeitas a uma análise de conteúdo. Esta análise permitiu que cada frase fosse examinada para se apurar a compreensão prévia dos alunos acerca do tópico. Deste modo, foi possível determinar a se os alunos detinham ou não compreensão acerca dos conceitos relacionados com eletricidade. E, no caso de apresentarem essa compreensão, importava perceber se se tratava de uma compreensão mais ou menos vaga.

Algumas frases escritas pelos alunos, de acordo com a palavra estímulo fornecida e a palavra resposta, foram compiladas em quadros. Os Quadros permitiram uma melhor perceção acerca da compreensão dos alunos sobre os diversos conceitos relacionados com o tópico da eletricidade.

Quadro 5.3 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo eletricidade.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Eletricidade	Tecnologia	PARA A TECNOLOGIA FUNCIONAR É NECESSÁRIA ELETRICIDADE.
Eletricidade	Luz	sem a eletricidade não temos luz.
Eletricidade	Energia	A eletricidade é uma forma de energia.

A partir da análise das frases formuladas, acerca da palavra estímulo eletricidade, foi perceptível a adequada compreensão dos alunos para a importância da eletricidade na sociedade. Os alunos reconheceram que podiam utilizar a eletricidade como fonte de energia na iluminação e na tecnologia.

Quadro 5.4 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo energia.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Energia	Eólica	Energia eólica dá eletricidade a muitas casas.
Energia	Bateria	A bateria tem energia
Energia	Joule	No SI, a unidade da energia é o J, Joules.

No conceito energia os alunos explicitaram um vago conhecimento. Na última frase, o aluno identificou corretamente a unidade SI da energia, o joule. No entanto, este conhecimento deve-se ao tópico forças, movimentos e energia anteriormente estudado. Um aluno reconheceu a utilização da energia eólica para a produção de eletricidade. “A bateria tem energia” pode ser entendido como a pilha ser um gerador.

Quadro 5.5 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo eletrão.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Eletrão	Negativo	- Um eletrão tem carga negativa
Eletrão	Corrente elétrica	A minha corrente elétrica tem eletrões.
Eletrão	Nuvem eletrónica	Os eletrões localizam-se na nuvem eletrónica


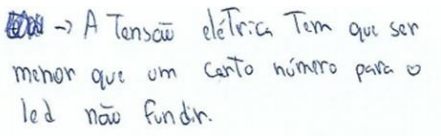

Nestas frases, relativas à palavra estímulo eletrão, os alunos revelaram compreensão acerca da localização dos eletrões no átomo, nuvem eletrónica, assim como da carga elétrica dessa partícula ser negativa. Contudo, os alunos adquiriram estes conhecimentos no oitavo ano de escolaridade. A maioria da turma associou esta palavra estímulo a conteúdos já desenvolvidos anteriormente e não fizeram a transposição desse conhecimento para o tópico da eletricidade. Apenas uma frase estabelece a relação entre o eletrão e o tópico da eletricidade. O aluno que redigiu a frase “A minha corrente elétrica tem eletrões” revela uma vaga compreensão de que os eletrões podem estabelecer uma corrente elétrica, não especificando quais os eletrões e/ou o tipo de movimento dos eletrões para estabelecer a corrente elétrica.

Quadro 5.6 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo corrente.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Corrente	Fio condutor	Para que a corrente elétrica se propague tem de haver um circuito com a um bom fio condutor, as como é o caso do cobre.
Corrente	Circuito	Os circuitos elétricos Os circuitos ^{podem ter} corrente elétrica.
Corrente	Elétrica	Numa corrente elétrica tem de haver bons condutores como o metal, mas também existem maus condutores, como a borracha.


Os alunos redigiram frases, relativas à palavra estímulo corrente, nas quais evidenciam uma nítida compreensão acerca da palavra estímulo estar relacionada com eletricidade. No entanto, as frases revelam o uso, por parte dos alunos, de uma linguagem muito simples e pouco cuidada cientificamente. Nestes exemplos, na primeira frase o aluno revelou a necessidade da existência de um fio condutor, “como é o caso do cobre”, de modo a permitir a passagem da corrente elétrica num circuito elétrico. Outro aluno, que escreveu a última frase, reforça a ideia da existência de materiais bons condutores, como o metal, e de materiais maus condutores elétricos, como a borracha. O aluno, que redigiu a segunda frase, associou a corrente elétrica aos circuitos elétricos, contudo, ressaltou essa presença com a expressão “podem ter” o que podia estar relacionado com a noção de circuito estar fechado ou aberto

Quadro 5.7 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo tensão.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Tensão	Elétrica	
Tensão	LED	
Tensão	Volt	

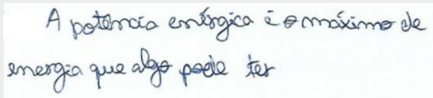
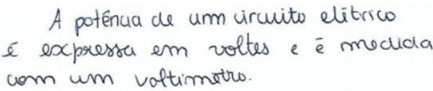
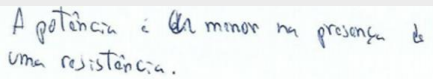
Estas frases escritas pelos alunos retrataram a maioria das frases escritas pelos restantes alunos. A compreensão prévia dos alunos sobre o conceito tensão foi visível. Estes alunos reconheceram que a tensão elétrica representa-se por U, sendo a unidade SI o volt. A noção da necessidade de controlar o valor da tensão elétrica num circuito, de acordo com o intervalo adequado para o uso do LED, sem que este seja danificado, estava presente na segunda frase.

Quadro 5.8 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo resistência.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Resistência	Ohm	<p>A resistência é medida em Ohm.</p> <p>O símbolo da resistência elétrica é </p>
Resistência	Circuito / LED	A resistência é a pequena peça que se põe num circuito antes dos leds para estes não fundirem.
Resistência	Pilha	As pilhas têm uma ^{resistências} para funcionarem bem

De acordo com as frases do Quadro, os alunos destacaram, uma vez mais, alguns conhecimentos prévios sobre o conceito resistência. Um aluno identificou a resistência como um componente elétrico utilizado num circuito para controlar a tensão elétrica. Outro reconheceu a unidade SI de resistência elétrica como o ohm. No entanto, na segunda frase da tabela outro aluno fez uma interpretação errada, uma vez que o símbolo Ω é o símbolo do ohm e não da resistência elétrica. Na última frase, o aluno revelou o seu entendimento para a presença de uma resistência no interior de uma pilha.

Quadro 5.9 – Quadro com frases redigidas pelos alunos para a palavra estímulo potência.

Palavra Estímulo	Palavra Resposta	Frase
Potência	Energia	
Potência	Voltímetro	
Potência	Resistência	

Na palavra estímulo potência surgiram muitas palavras resposta relacionadas com matemática. Deste modo, muitas das frases construídas pelos alunos estavam relacionadas com matemática e não com o tópico da eletricidade. Também, muitas páginas foram deixadas em branco pelos alunos. Esse facto foi ilustrativo da dificuldade de os alunos associarem o conceito potência a eletricidade. Também a seleção de frases, representada no Quadro acima, demonstrou isso mesmo. Existiu uma vaga compreensão que a potência estava relacionada com energia. Um aluno também relacionou a potência e a resistência como inversamente proporcionais, mas sem especificar. Na segunda frase, o aluno fez um raciocínio errado pois a unidade de potência no Sistema Internacional de Unidades é o watt, W, e não o volt. E a potência elétrica de um aparelho pode ser medida diretamente com um wattímetro e não com um voltímetro.

Aprendizagens dos alunos quando realizam tarefas STEM sobre a eletricidade

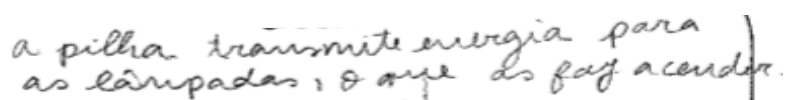
Nesta secção destacar-se-ão as aprendizagens dos alunos quando realizam tarefas STEM sobre a eletricidade. As principais aprendizagens dos alunos estão relacionadas com os conceitos científicos relacionados com o tópico da eletricidade e com os diversos processos.

Domínio Conceptual

No domínio conceptual importa focar as aprendizagens dos alunos quanto aos conceitos científicos inerentes à temática da eletricidade. Dando-se particular atenção a quatro grandes grupos de conceitos: circuito elétrico, corrente elétrica, tensão elétrica e resistência elétrica, onde obviamente constam todos os conceitos científicos intimamente ligados a cada um destes. Neste domínio conceptual é também de grande importância o uso e o domínio de uma linguagem científica adequada.

Circuito elétrico

Os alunos demonstraram compreender a constituição e o funcionamento de um circuito elétrico. A título de exemplo na tarefa um, mais concretamente na questão três, onde se pediu que explicassem o funcionamento dos circuitos elétricos os alunos responderam:

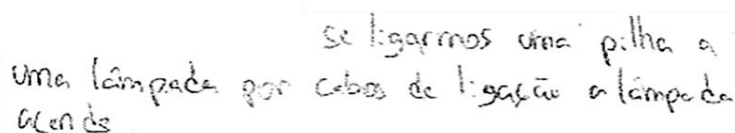


a pilha transmite energia para as lâmpadas, e assim as faz acender.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 3, G1)

Este grupo de alunos explicou a constituição do circuito elétrico que montou. Fizeram notar a presença da pilha que forneceu energia, reconhecendo que foi o gerador utilizado, e as lâmpadas os recetores de energia elétrica, que no circuito fechado, acenderam. Contudo, o grupo mostrou uma linguagem científica pouco cuidada.

Outro grupo destacou ainda a necessidade da presença dos fios de ligação (fios condutores), como foi possível observar a seguinte resposta:

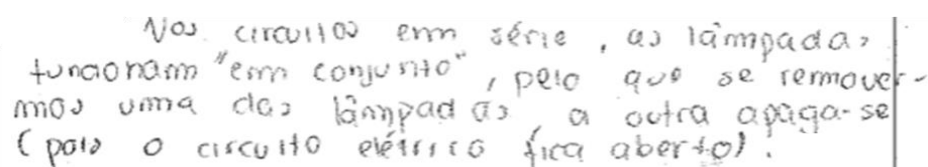


se ligarmos uma pilha a uma lâmpada por cabos de ligação a lâmpada acende.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 4, G3)

Nesta resposta foi notória a compreensão que para o estabelecimento de um circuito elétrico fechado, o gerador (pilha), e os recetores de energia elétrica (lâmpada) tinham de estar devidamente ligados entre si por fios de ligação.

A compreensão de que um circuito aberto, não permitia a passagem da corrente elétrica e, conseqüentemente, a lâmpada não acendia está patente na seguinte resposta:

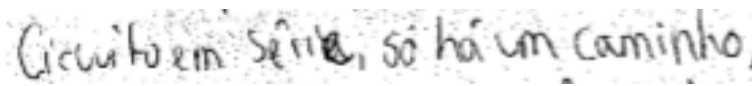


Nos circuitos em série, as lâmpadas funcionam "em conjunto", pelo que se removermos uma das lâmpadas a outra apaga-se (pois o circuito elétrico fica aberto).

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 4, G2)

Estes alunos utilizaram uma linguagem pouco rigorosa, no entanto, demonstraram compreender que num circuito com duas lâmpadas associadas em série quando se desenroscava uma lâmpada interrompia-se o circuito elétrico. Deste modo, a passagem da corrente elétrica deixava de ocorrer, ficando o circuito aberto.

Este raciocínio levou os alunos a escreverem:

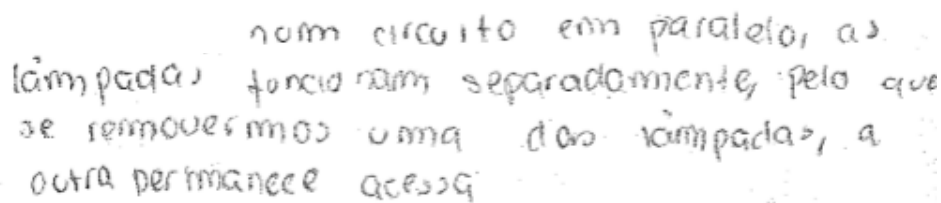


Circuito em série, só há um caminho.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G4)

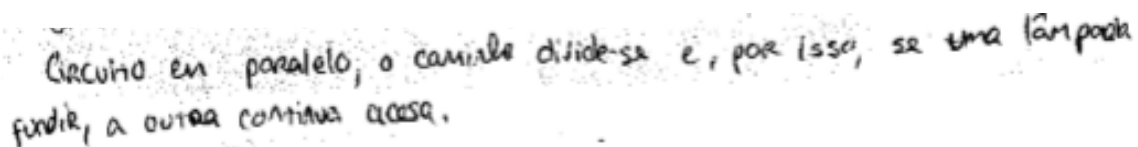
Nesta observação registada pelo grupo de alunos foi perceptível a sua compreensão para a existência de apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica quando estavam perante um circuito elétrico com uma associação de lâmpadas em série.

No entanto, quando o estudo incidiu sobre os circuitos elétricos com associações de lâmpadas em paralelo, obtiveram-se as seguintes respostas:



num circuito em paralelo, as lâmpadas funcionam separadamente, pelo que se removermos uma das lâmpadas, a outra permanece acesa.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 4, G2)

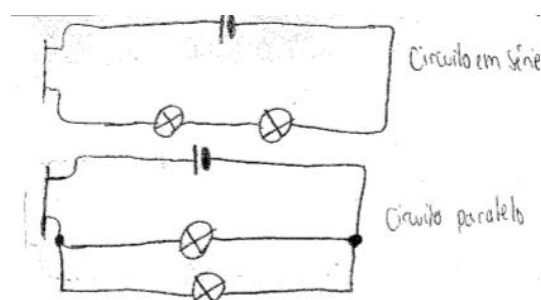


Circuito em paralelo, o caminho divide-se e, por isso, se uma lâmpada fundir, a outra continua acesa.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G4)

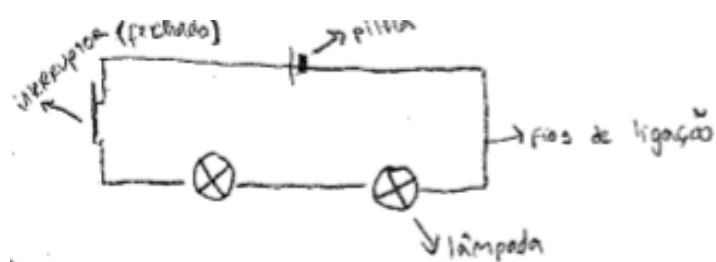
Uma vez mais nas respostas, os alunos expressaram uma linguagem científica pouco cuidada, mas revelaram compreensão pelo facto de num circuito elétrico com associações de lâmpadas em paralelo existir mais do que um caminho para a passagem da corrente elétrica. Portanto, a corrente elétrica do circuito principal divide-se pelas diferentes ramificações, permitindo que uma lâmpada permaneça acesa quando uma lâmpada, noutra ramo do circuito elétrico, fundir.

De uma forma geral, os alunos da turma compreenderam como podiam representar um circuito elétrico.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 3, G4)

Nesta representação, os alunos deste grupo destacaram a sua compreensão sobre a forma mais simples de representar um circuito elétrico através de um esquema. Também, revelaram a sua compreensão para num circuito elétrico com duas lâmpadas associadas em série, estas estavam ligadas uma a seguir à outra, enquanto num circuito elétrico com lâmpadas associadas em paralelo, estas estavam instaladas em ramos diferentes do circuito. Neste esquema, os diferentes componentes do circuito elétrico estavam representados pelos respetivos símbolos.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 1, G4)

Neste registo do mesmo grupo de alunos foi perceptível a sua compreensão acerca da simbologia de cada componente elétrico.

Na montagem dos circuitos elétricos os diferentes grupos de trabalho ainda realizaram aprendizagens acerca da condutividade elétrica de diferentes materiais, o que lhes permitiu a posteriori a classificação desses enquanto bons ou maus condutores da corrente elétrica. Na tarefa dois, questão seis era pedido aos alunos o registo das observações e obteve-se a seguinte resposta:

Durante a nossa experiência, verificámos que a condutividade dos objetos que experimentámos foi diferente (consoante o material de que eram feitos). A condutividade dos materiais foi verificada através da quantidade de brilho da lâmpada, sendo o material um melhor condutor quanto mais brilhante a lâmpada ficasse.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 6, G2)

Nesta resposta, os alunos demonstraram compreensão de que a condutividade elétrica dos materiais era função da facilidade com que um material se deixava atravessar por uma corrente elétrica. Os alunos quando escreveram que "...o material é um melhor condutor quanto mais brilhante a lâmpada ficasse..." e após verbalizarem em aula "que a facilidade de um material se deixar atravessar pela corrente elétrica está relacionado com uma resistência "natural" desse material à passagem da corrente elétrica" explicitaram a sua compreensão para o facto de um material bom condutor elétrico oferecer sempre alguma resistência à passagem da corrente elétrica, sendo essa resistência muito menor do que a resistência oferecida pelos os maus condutores. Estes alunos destacaram que a resistência oferecida pelo condutor tinha reflexo na quantidade do brilho da lâmpada, compreendendo deste modo que os materiais bons condutores não permitiam a passagem de corrente elétrica de igual modo. Os alunos revelaram, também, compreensão que o brilho das lâmpadas estava relacionado com a corrente elétrica que as percorria, sendo que quanto maior fosse a corrente elétrica mais brilhante ficava a lâmpada.

Esta lógica de raciocínio permitiu aos alunos responderem à questão sete, da tarefa número dois, classificando os diferentes materiais testados em bons e maus condutores elétricos, de acordo com a seguinte resposta:

Material	Receptor	Bom ou mau condutor elétrico
cobre		bom
vidro		mau
grafite		bom (conduz mas permite uma menor passagem de corrente)
alumínio		bom
borracha		mau
clip		bom
tecido		mau
papel		mau
madeira (lapis)		mau

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 7, G1)

Os alunos demonstraram compreensão de que um material bom condutor era aquele que permitia a passagem da corrente elétrica enquanto um material mau condutor elétrico não se deixava atravessar pela corrente elétrica.

Outra observação, e conseqüente registo, pertinente efetuada pelos alunos foi a seguinte:

Quanto mais aproximamos os crocodilos maior é a intensidade da luz, no caso da grafite

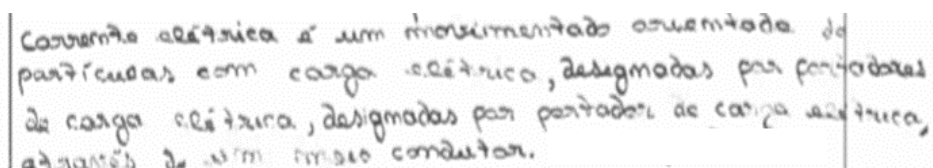
(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 6, G6)

Com este registo, os alunos constataram que quanto menor o comprimento do condutor, neste caso a grafite, maior era a quantidade de corrente elétrica que passava através dele,

menor a resistência oferecida à passagem da corrente elétrica e consequentemente maior o brilho da lâmpada.

Corrente elétrica

Muitas foram as aprendizagens reveladas pelos alunos, quando o estudo incidiu sobre a corrente elétrica. Vejamos algumas das respostas dos alunos:



Corrente elétrica é um movimento ordenado de partículas com carga elétrica, designadas por portadoras de carga elétrica, designadas por portadoras de carga elétrica, através de um meio condutor.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G1)

Este grupo de alunos apresentou uma resposta completa fazendo uso de uma linguagem científica adequada em que definiu corrente elétrica na perfeição.

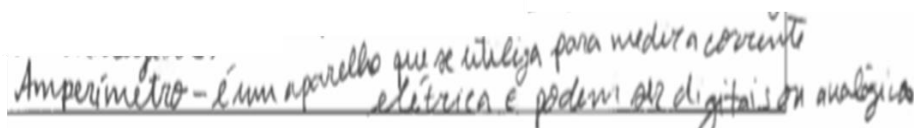
Contudo, quando se pretendeu definir a grandeza corrente elétrica a resposta dada pelos alunos foi a seguinte:

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G3)

Nesta resposta, apesar de apenas ter feito referência à expressão matemática da grandeza corrente elétrica, I , os alunos mostraram compreender que a grandeza corrente elétrica é a razão entre a carga elétrica (q) que passa numa secção reta do condutor e o intervalo de tempo (Δt), ou de modo mais geral é a carga elétrica (q) que passa por unidade de tempo (Δt), através de uma secção reta de um condutor.

Quanto aos aparelhos de medida utilizados para a medição da referida grandeza física, os alunos apresentaram uma resposta como a seguinte:

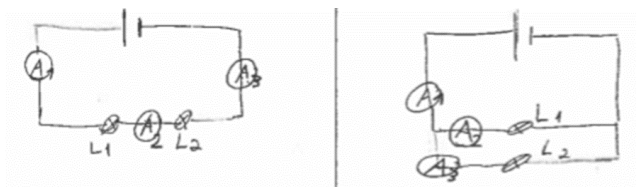


Amperímetro - é um aparelho que se utiliza para medir a corrente elétrica e podem ser digitais ou analógicos

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G1)

Os alunos indicaram a sua compreensão para o facto de ser o amperímetro o aparelho utilizado para a medição da corrente elétrica, referindo ainda que estes aparelhos podiam ser digitais ou analógicos.

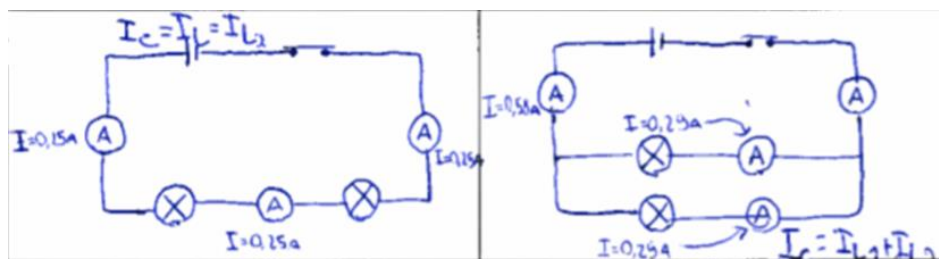
Na questão quatro, da tarefa número três, solicitou-se aos alunos para representarem os circuitos elétricos com os aparelhos de medida que iam utilizar, no caso do amperímetro obteve-se a seguinte resposta:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G1)

Nestes esquemas dos circuitos elétricos com as lâmpadas associadas em série e em paralelo, os alunos explicitaram a sua compreensão para o amperímetro ser intercalado sempre em série no circuito.

Aquando da medição dos valores da corrente elétrica (I), nos circuitos elétricos com lâmpadas associadas em série e em paralelo, alguns alunos apresentaram o seguinte registo:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G4)

Neste registo, os alunos demonstraram conhecimento acerca da unidade SI da grandeza corrente elétrica ser o ampere, representando-se simbolicamente por A. Estes alunos destacaram ainda compreensão que numa associação de duas lâmpadas em série, a corrente elétrica na lâmpada L_1 era igual à corrente elétrica na lâmpada L_2 , resultando na seguinte relação matemática $I = I_{L1} = I_{L2}$; enquanto numa associação de duas lâmpadas em paralelo, a corrente I , no circuito principal era igual à soma das correntes elétricas nos dois ramos, resultando na seguinte relação matemática $I = I_{L1} + I_{L2}$.

Tensão elétrica

Os alunos quando se debruçaram no estudo da tensão elétrica revelaram igualmente muitas aprendizagens sendo exemplo disso os seus registos escritos que são analisados de seguida.

*tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, A e B, de um condutor
é a energia elétrica transferida pelo condutor por unidade de carga elétrica que
atravessa o condutor entre esses dois pontos.*

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 1, G6)

Este grupo de alunos apresentou uma resposta completa, fazendo uso de uma linguagem científica adequada em que definiu tensão elétrica ou diferença de potencial adequadamente, como sendo a energia transferida para o condutor por unidade de carga elétrica que atravessa o condutor entre dois pontos A e B.

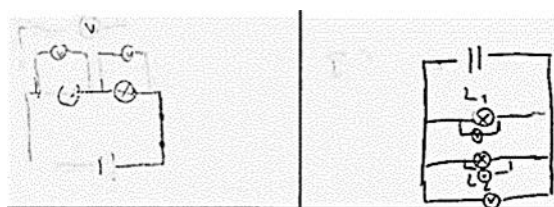
Quanto aos aparelhos de medida utilizados para a medição da referida grandeza física, os alunos apresentaram uma resposta como a seguinte:

voltímetro - é um aparelho que se utiliza para medir a tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico. Podem ser digitais ou analógicos.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 1, G1)

Este grupo de alunos revelou a sua compreensão para o facto de o voltímetro ser o aparelho utilizado para a medição da tensão elétrica ou diferença de potencial, referindo ainda que estes aparelhos podiam ser digitais ou analógicos.

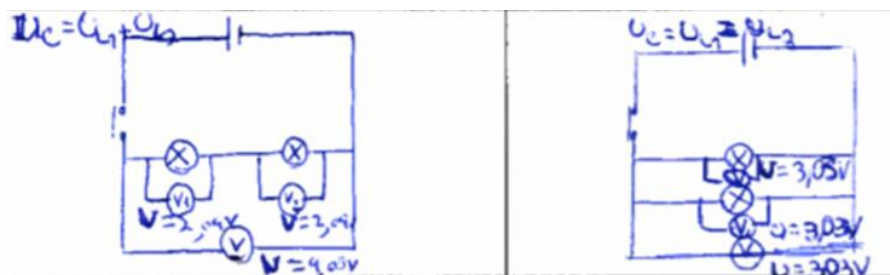
Na questão quatro, da tarefa número três, solicitou-se aos alunos para representarem os circuitos elétricos com os aparelhos de medida que iam utilizar, no caso do voltímetro obteve-se a seguinte resposta:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G3)

Nesta representação esquemática dos circuitos elétricos, com as lâmpadas associadas em série e em paralelo, os alunos mostraram a sua compreensão para o voltímetro ser intercalado sempre em paralelo com o recetor elétrico, neste caso a lâmpada, cuja tensão pretendiam medir.

Aquando da medição dos valores da tensão elétrica (U) nos circuitos elétricos com lâmpadas associadas em série e em paralelo, alguns alunos apresentaram o seguinte registo:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G4)

Neste registo, os alunos demonstraram conhecimento da unidade SI da tensão elétrica ser o volt, simbolicamente representado por V. Destacaram, ainda, a compreensão que a tensão elétrica, U, nos terminais da associação das duas lâmpadas em série era igual à soma das tensões nos terminais de cada uma das lâmpadas, resultando na seguinte relação matemática $U = U_{L1} + U_{L2}$; enquanto nos terminais da associação de duas lâmpadas em paralelo, a tensão elétrica, U, era igual à tensão nos terminais de cada uma das lâmpadas, resultando na seguinte relação matemática $U = U_{L1} = U_{L2}$.

Resistência elétrica

À semelhança dos conceitos de corrente elétrica e tensão elétrica os alunos também aprenderam o conceito da resistência elétrica.

Resistência elétrica → A resistência elétrica, R, de um condutor é igual ao quociente entre a tensão, U, nos terminais do condutor e a corrente elétrica, I, que o percorre $R = \frac{U}{I}$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G1)

Neste registo escrito, os alunos apresentaram uma resposta completa, fazendo uso de uma linguagem científica adequada, onde definiram corretamente resistência elétrica (R) como sendo a razão entre a tensão elétrica (U) nos terminais do condutor e a corrente elétrica (I) que o percorre. Nesta resposta demonstraram por um lado, a sua compreensão teórica acerca da resistência elétrica de um condutor, e por outro lado, a compreensão pela expressão matemática que a permite calcular.

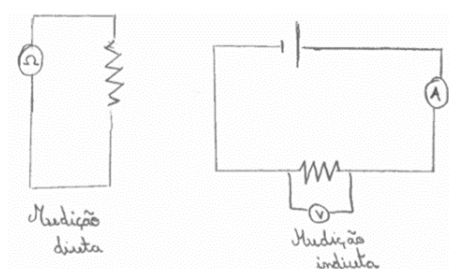
Quanto aos aparelhos de medida utilizados para a medição da referida grandeza física, os alunos apresentaram uma resposta como a seguinte:

ohmímetros são aparelhos que permitem medir diretamente a resistência elétrica de um condutor, quando não se encontra intercalado num circuito

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 2, G4)

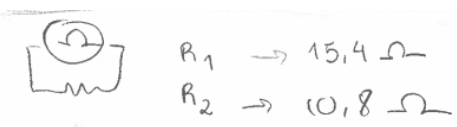
Nesta resposta, os alunos mostraram a sua compreensão para a medição direta da resistência elétrica de um condutor através de um ohmímetro, quando o condutor não estava intercalado num circuito elétrico.

Na tarefa quatro, mais concretamente na questão número quatro, quando se pediu para que representassem esquematicamente o circuito elétrico com os respetivos aparelhos de medida para a obtenção/determinação da resistência elétrica de um condutor, obtiveram-se as seguintes respostas:



(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 4, G2)

Com esta resposta, este grupo de alunos revelou compreender que a determinação da resistência elétrica de uma resistência podia realizar-se através de uma medição direta fazendo uso de um ohmímetro, ou através de uma medição indireta em que se mediam a tensão elétrica aos terminais da resistência, com um voltímetro, e a corrente elétrica que atravessava essa resistência, com um amperímetro.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 5, G3)

$$R_1 \quad R = \frac{3,10}{0,20} \Rightarrow R = 15,5$$

$$R_2 \quad R = \frac{2,95}{0,46} \Rightarrow R = 11,3$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 6, G3)

Nestes registos, os alunos apresentaram os valores de resistência que obtiveram através das medições direta e indireta, tendo-se estes revelado muito próximos. Apesar, de os

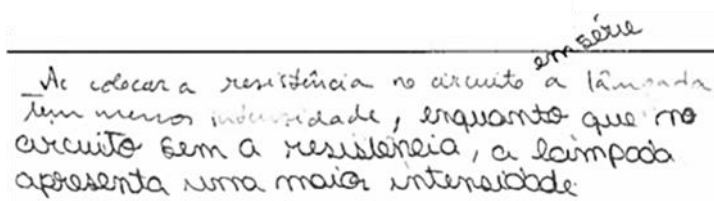
alunos mostrarem o seu conhecimento acerca da unidade SI da resistência elétrica ser o ohm representando-se por Ω na questão 5, na questão 6 não acompanham o resultado resistência com a respetiva unidade SI.

$$R = \frac{3,26}{0,29} = 11,24 \Omega$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 6, G4)

Nesta resposta os alunos demonstraram compreender que podiam calcular o valor da resistência elétrica através do quociente entre o valor da tensão elétrica e da corrente elétrica medidos experimentalmente. Também revelaram conhecimento acerca da unidade SI da resistência elétrica ser o ohm representando-se por Ω .

O registo de observações pertinentes por parte dos alunos demonstrou outras aprendizagens, tais como:

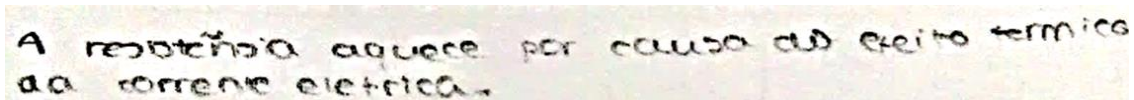


Ao colocar a resistência no circuito a lâmpada tem menor intensidade, enquanto que no circuito sem a resistência, a lâmpada apresenta uma maior intensidade.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 5, G1)

Os alunos deste grupo, com esta resposta ainda que incompleta, revelaram compreensão que quanto maior fosse o valor da resistência (componente elétrico), menor era a corrente elétrica que a atravessa e consequentemente menor era o brilho da lâmpada. Ressalva-se que experimentalmente os alunos mantiveram o valor da tensão elétrica constante, uma vez que, utilizaram sempre uma só pilha de 9 V. Deste modo, inferiu-se que a resistência elétrica era inversamente proporcional à corrente elétrica que atravessava o condutor. Outra aprendizagem explicitada pelos alunos foi a compreensão que uma resistência podia ser um dispositivo elétrico com a função de diminuir a corrente elétrica em determinados circuitos elétricos.

Alguns alunos observaram o que acontecia à resistência, enquanto tomavam nota do valor da tensão elétrica aos seus terminais e da corrente elétrica que a percorria:



A resistência aquece por causa do efeito térmico da corrente elétrica.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 7, G3)

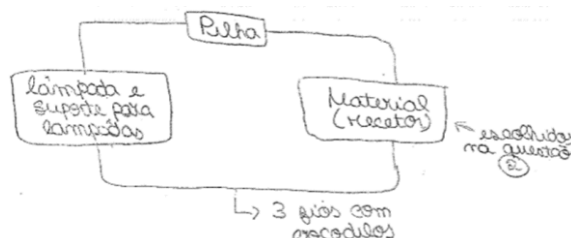
Com este registo escrito estes alunos, embora que com algumas lacunas, verificaram que a resistência (componente elétrico) aquecia durante a experiência devido à passagem da corrente elétrica designando-se este efeito da corrente elétrica como efeito térmico. A professora discutiu com a turma esta frase escrita por este grupo de alunos e questionou-os acerca de uma possível justificação para o aquecimento da resistência. Um aluno de outro grupo referiu que este aquecimento dos componentes do circuito, neste caso a resistência, deveu-se à resistência ou oposição à passagem da corrente elétrica oferecida por esses componentes.

Domínio Processual

Nesta secção destacar-se-ão as aprendizagens dos alunos, no domínio processual, quando realizam tarefas STEM sobre a eletricidade. Neste domínio importa focar as aprendizagens dos alunos pela compreensão dos processos, dando-se especial atenção ao trabalho experimental desenvolvido pelos alunos quando são convidados a resolver problemas e deste modo planear experiências, registar resultados, interpretar os resultados obtidos e tirar conclusões, comunicando os seus resultados fazendo uso de um vocabulário adequado. Também as representações realizadas pelos alunos são alvo de importância nesta secção. Sendo as representações realizadas pelos alunos de particular interesse para as aprendizagens no domínio processual as representações esquemáticas dos circuitos elétricos.

Planear Experiências

No desenrolar do conjunto de aulas, em que as aprendizagens incidiam no tópico da eletricidade, quando se solicitava aos alunos para desenvolverem um plano de forma a ajudar o António e o seu pai, de acordo com diversas problemáticas, algumas das respostas dos alunos foram as seguintes.

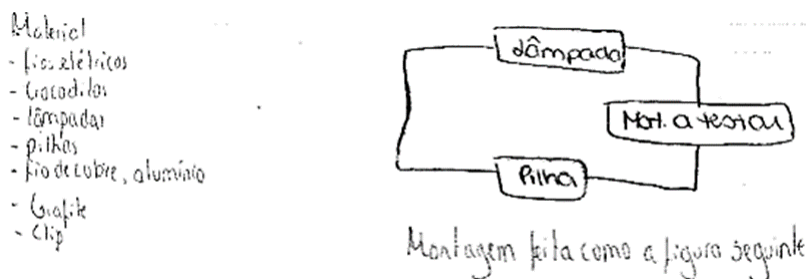


(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 3, G1)

Nesta resposta simples, estes alunos fizeram um organigrama de um circuito elétrico com caixas de texto, onde referiam qual o componente elétrico a utilizar no circuito elétrico,

que teriam que montar e a respetiva legenda. Revelando assim alguma compreensão acerca do tipo de circuito elétrico a montar, e dos componentes elétricos a utilizar, para dar resposta à problemática, neste caso da condutividade elétrica dos materiais.

Contudo, também surgiram respostas um pouco mais elaboradas como a seguinte.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 3, G6)

Neste registo dos alunos foi notória a compreensão de que para efetuarem um planeamento experimental tinha que existir uma listagem de material a utilizar e um procedimento experimental.

No entanto, e isso foi extensível a praticamente toda a turma, a parte do procedimento experimental resumiu-se a um esboço da montagem experimental que teriam que efetuar, revelando muita resistência à escrita desse mesmo procedimento.

O grupo que escreveu o procedimento experimental apresentou-o do seguinte modo:

material:

resistências, cabos de ligação, crocodilos, pilha, amperímetro, voltímetro, ohmímetro

→ plano:

ligar a resistência à pilha através de cabos de ligação e crocodilos e medimos o seu valor com um amperímetro, um voltímetro ou um ohmímetro

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 3, G3)

Neste registo, os alunos apresentaram compreensão quanto ao modo de como iam ligar os diferentes componentes elétricos, de forma a estabelecer o circuito elétrico no qual iam realizar as medições da corrente elétrica e da tensão elétrica, com o amperímetro e voltímetro, respetivamente. Estes alunos demonstraram, também, compreensão de que podiam medir a resistência elétrica de uma resistência diretamente fazendo uso de um ohmímetro, no entanto, não esclareceram o modo como o faziam.

Registro de Resultados

O registro de resultados é uma etapa importante que permitiu a posteriori a adequada análise e interpretação dos resultados permitindo aos alunos elaborarem as suas conclusões.

De seguida, são apresentadas algumas das respostas dos alunos quando lhes foi solicitado para que registassem as suas observações.

Material	Lâmpada	
	Acende	não acende
Clip	X	
fio de alumínio	X	
fio de cobre	X	
brinco	X	
lata		X
grafite	X	
borracha		X
registo		X

Quanto mais aproximamos os fios o mais aumenta a intensidade da luz, no caso do grafite

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 6, G6)

Este grupo de alunos demonstrou uma compreensão para o registo de observações realizadas fosse algo claro, sintético e objetivo, onde fossem mencionadas apenas as observações revelantes para a resposta à problemática. Deste modo, destacaram a sua compreensão para a evidência experimental da lâmpada acender ou não, ser o reflexo da passagem da corrente elétrica nos condutores, e como tal assumir-se como a observação relevante a registar.

Quando o registo das observações era devido a medições de grandezas físicas, surgiram respostas como as seguintes:

Circuitos	Tensão elétrica		Corrente elétrica	
	1ª lâmp.	2ª lâmp.	1ª lâmp.	2ª lâmp.
Circuito em série	1,70	1,12	0,25	0,25
	3,02		0,25	
Circuito em paralelo	1,76	2,15	0,29	0,29
	1,92		0,58	

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 5, G4)

Também este grupo de alunos demonstrou uma compreensão para o registo de observações realizadas seja algo claro, sintético e objetivo, apresentando uma tabela para o registo dos valores das medições da tensão elétrica e da corrente elétrica. Deste modo, os alunos demonstraram que esta apresentação das medições das duas grandezas físicas

sob a forma de tabela lhes permitia uma melhor e rápida interpretação dos resultados. Contudo, estes alunos apresentaram algumas incorreções quanto ao vocabulário utilizado, deviam ter utilizado circuito com lâmpadas associadas em série/paralelo ao invés de circuito em série/paralelo, e também não fizeram qualquer referência às unidades SI das grandezas físicas que mediram.

Lâmpadas associadas em	Tensão elétrica (u)/v		
	terminais associados	L1	L2
SÉRIE	2,92 u/v	1,46 (u)/v	1,48 (u)/v
PARALELO	1,9 (u)/v	-1,3 (u)/v	-1,9 (u)/v

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 5, G6)

Estes alunos revelaram compreensão de que deviam apresentar os seus resultados utilizando uma linguagem com rigor científico e fizeram menção às unidades SI da grandeza física que estavam a medir.

Tirar Conclusões

Todas as tarefas foram construídas de modo que os alunos tivessem de planear a experiência que iriam realizar, registar os resultados obtidos e, por fim, interpretar esses resultados de modo a tirar conclusões.

Algumas das conclusões retiradas pelos alunos aquando da realização das tarefas foram a classificação de materiais em bons ou maus condutores da corrente elétrica.

Vejamos os seguintes registos dos alunos:

Material	Condutor	
	Bom	Mau
Clip	X	
Fio de alumínio	X	
Fio de cobre	X	
Color		X
Grafite		X
Borracha		X

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 7, G6)

Este grupo de alunos mostrou a sua capacidade de concluir perante as observações retiradas a partir do circuito elétrico que montou, em que intercalavam diferentes

materiais nesse circuito e observavam se a lâmpada acendia ou não, e que lhe permitiu classificar esses materiais em bons ou maus condutores elétricos respetivamente.

Outra conclusão esperada, por parte dos alunos, era acerca da variação da tensão elétrica no circuito elétrico com associação de lâmpadas em série/paralelo e do mesmo modo a variação da corrente elétrica no circuito elétrico com associação de lâmpadas em série/paralelo.

$$\text{associação em série da intensidade de corrente} \rightarrow I_c = I_{L_1} = I_{L_2}$$

$$\text{associação em série da tensão elétrica} \rightarrow U_c = U_{L_1} + U_{L_2}$$

$$\text{associação em paralelo da intensidade de corrente} \rightarrow I_c = I_{L_1} + I_{L_2}$$

$$\text{associação em paralelo da tensão elétrica} \rightarrow U_c = U_{L_1} = U_{L_2}$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 7, G2)

Estes alunos revelaram capacidade para concluir a partir das observações/medições efetuadas. No entanto, neste caso a conclusão cingiu-se ao realmente observado. A professora questionou os alunos o que acontecia à variação da tensão elétrica no circuito elétrico com associação de lâmpadas em série/paralelo caso fossem mais do que duas lâmpadas e estes não revelaram capacidade de generalização, o que é extensível aos restantes grupos. Apresentaram ainda uma linguagem com pouco rigor científico pois referem-se às associações de lâmpadas em série e em paralelo apenas como a associação em série ou associação em paralelo. Estes registos escritos indicaram outra incorreção quanto à linguagem científica que foi referirem a tensão elétrica nos terminais de uma associação de lâmpadas em série (ou em paralelo) como associação em série (ou em paralelo) da tensão elétrica. Estes alunos apresentaram as suas conclusões limitando-se à apresentação das expressões algébricas que relacionam, por um lado, a tensão elétrica nos terminais de uma associação de lâmpadas em série e em paralelo com a tensão elétrica aos terminais de cada lâmpada; e, por outro lado, a corrente elétrica num circuito com uma associação de lâmpadas em série e em paralelo e a corrente elétrica que atravessa cada uma das lâmpadas.

Outra conclusão obtida foi a seguinte:

numa associação de lâmpadas em série a relação existente entre a tensão elétrica do circuito e igual a $L_1 + L_2$
 numa associação de lâmpadas em série a relação entre a corrente elétrica do circuito é igual a das duas lâmpadas
 numa associação de lâmpadas em paralelo a relação entre a tensão elétrica do circuito é igual a das duas lâmpadas
 numa associação de lâmpadas em paralelo a relação entre a intensidade da corrente elétrica do circuito e das lâmpadas é
 $I_C = I_{L_1} + I_{L_2}$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 7, G3)

Este grupo de alunos revelou a sua compreensão em concluir partindo dos resultados obtidos fazendo uso de uma linguagem científica adequada, em que por vezes recorreram a expressões matemáticas de modo a complementar adequadamente a sua resposta.

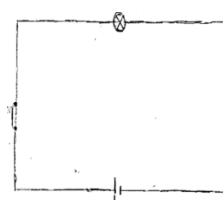
A resistência pode ser calculada por 2 processos, diretamente ou indiretamente. Os valores vão ser aproximados.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 7, G1)

Neste registo escrito os alunos concluíram que a resistência elétrica de um condutor pôde ser determinada diretamente ou indiretamente e os valores obtidos pelos dois métodos foram aproximados. No entanto, apesar de não existir qualquer registo escrito, em aula este grupo de alunos referiu verbalmente que os valores obtidos da resistência elétrica pelos dois métodos iriam ser diferentes devido à incerteza associada a cada instrumento de medida.

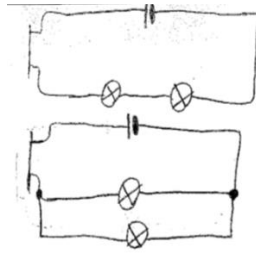
Representação esquemática de circuitos elétricos

À medida que os alunos iam realizando as tarefas propostas a complexidade dos circuitos elétricos que tinham que montar e conseqüentemente esquematizar ia naturalmente aumentando. Os diferentes registos escritos por parte destes alunos revelaram isso mesmo.



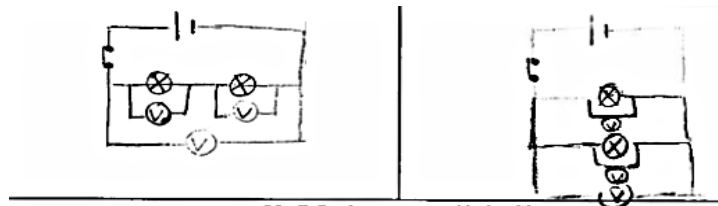
(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 4, G6)

Neste registo escrito os alunos mostraram a sua compreensão para a esquematização de um circuito elétrico simples constituído por uma lâmpada, um interruptor fechado, uma pilha e o espaço em branco no fio de ligação que serviu para intercalar os diferentes materiais que pretendiam testar quanto à condutibilidade elétrica.



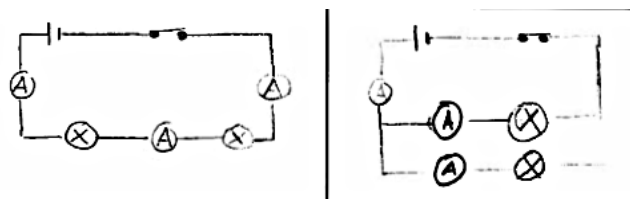
(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 3, G4)

Esta representação esquemática revelou a aptidão destes alunos para a representação dos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G2)

Aqui foi revelada a compreensão pela esquematização de um circuito elétrico com o voltímetro intercalado em paralelo, quer na lâmpada em que se pretendeu medir a tensão elétrica quer nos terminais de cada associação de lâmpadas.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G2)

Neste registo escrito, os alunos mostraram a sua capacidade para esquematizar um circuito elétrico com associações de lâmpadas em série e em paralelo, onde intercalaram o amperímetro em série.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 4, G3)

Estes alunos explicitaram a sua capacidade de representação esquemática de um circuito elétrico, em que se pretendeu determinar a resistência elétrica de um componente elétrico, neste caso uma resistência. No esquema de cima, os alunos representaram o voltímetro em paralelo aos terminais da resistência, quando esta estava intercalada num circuito, e o amperímetro em série com a mesma. Enquanto que, na figura de baixo os alunos limitaram-se a representar, adequadamente, o ohmímetro ligado à resistência quando esta não estava intercalada num circuito.

Domínio do *Design*

Nesta secção destacam-se as aprendizagens dos alunos no domínio do *design*, quando realizam tarefas STEM sobre a eletricidade. Neste domínio importa focar as aprendizagens dos alunos aquando da projecção da maquete, para a posterior montagem de circuitos elétricos dando resposta às alterações no jardim pretendidas pelo pai e pelo António.

Na tarefa numero dois, questão oito, foi lançado aos alunos o desafio da escolha do melhor material condutor, partindo de uma listagem fornecida, e tendo por base os critérios de condutibilidade elétrica e o valor comercial. Algumas das respostas são analisadas.

O melhor condutor é o cobre puro pois, apesar de não ser o que apresenta a condutibilidade mais alta, é o segundo melhor condutor e com o preço mais acessível, já que a prata tem o valor de condutibilidade mais alto mas custa 555,83 € por quilo e o cobre apenas 5,35€ por quilo.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 8, G4)

Neste registo escrito dos alunos, estes revelaram compreensão para a necessidade da escolha de um material condutor recair em ambos os critérios. Deste modo, reconheceram que o material escolhido devia ter um valor elevado de condutibilidade elétrica e um preço

acessível. Contudo, limitaram-se à escolha entre os dois materiais que apontavam para os valores de condutibilidade elétrica mais elevados, não dando qualquer hipótese aos restantes materiais.

No entanto, outros grupos apresentaram escolhas diferentes e perspicazes devidamente fundamentadas.

Escolhemos o alumínio devido ao seu baixo preço e à sua boa condutividade ~~epe~~, mas nós vamos escolher o cobre no entanto devido ao seu valor é mais "vítima" de furtos, logo decidimos ~~et~~ escolher o alumínio.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 8, G5)

Tendo em conta a condutividade e o valor comercial achamos que o cobre puro é o mais indicado. Porque é bom condutor (a melhor condutor da tabela) e o seu preço é aceitável, mas muito barato mas também não muito caro.
Tendo em conta os diversos furtos aos fios de cobre e este circuito será instalado num jardim, escolheríamos o alumínio pois é barato e tem uma potência média.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 8, G6)

Nestes dois últimos registos escritos dos alunos foi notória a sua compreensão para o facto de o cobre apresentar um valor superior de condutibilidade elétrica comparativamente ao alumínio. No entanto, transpuseram esse conhecimento para o seu dia-a-dia e como reconheceram que tinham vindo a ser noticiadas situações de furto de fios de cobre optaram pelo alumínio identificando neste metal uma boa razão condutibilidade elétrica/preço. Os alunos que efetuaram o último registo escrito foram mais longe e reconheceram que a sua escolha de material condutor ia servir para a eletrificação do jardim da casa do António, optando pelo alumínio que se assumiu como um bom condutor, com um preço bastante acessível, evitando a cobiça por parte dos assaltantes de modo a acautelar eventuais furtos.

Na tarefa número cinco, questão três, solicitou-se aos alunos a construção de uma maquete do jardim da casa do António. Alguns grupos de trabalho organizaram-se e construíram algumas maquetes.

Um grupo de alunos construiu uma maquete de um jardim em que o piso do jardim era relva artificial. Neste jardim, os alunos colocaram um banco de jardim que fizeram em madeira, um lago em que a água era simulada por um plástico azul, e uma zona com um

cesto de basquetebol. Contudo, como os alunos não deixaram na escola a maquete não foi possível fotografá-la dada a inesperada situação criada pela pandemia COVID-19.

Algumas fotografias de maquetes desenvolvidas pelos alunos.



(Maquete, tarefa 5 - questão 8, G1)

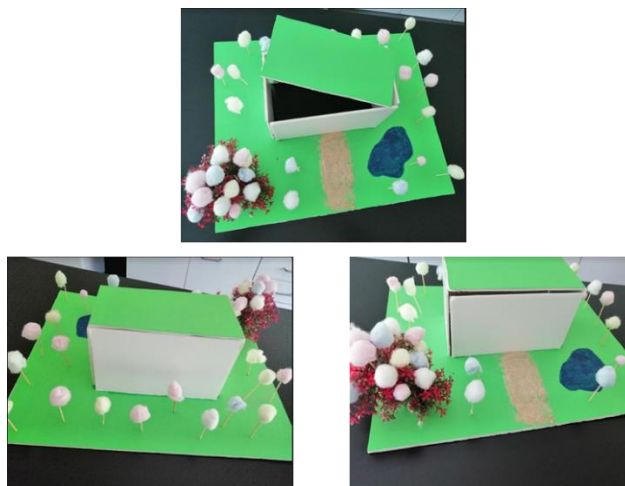
Estas fotografias mostraram as escolhas dos materiais, por parte dos alunos, para a construção da maquete. Estes alunos optaram por utilizar essencialmente, cartão e papel colorido na sua maquete. A utilização de pequenas pedras e pequenos arbustos em plástico para ornamentação foi visível. O lago foi delimitado por pequenas pedras e um papel de cor azul simulou a água. Os dois bancos de jardim foram construídos com papel.



(Maquete, tarefa 5 – questão 8, G1)

Este grupo de alunos escolheram cartão para conceber a sua maquete, na qual incluíram uma porta que abre e fecha. À volta da casa colocaram um musgo artificial para simular

pequenas plantas. Um percurso de pequenas pedras de acesso à entrada da casa foi representado por pequenos pedaços de cartolina. Um estendal da roupa, construído também em cartão, foi colocado numa lateral do jardim.



(Maquete, tarefa 5 – questão 8, G1)

Estes alunos optaram por utilizar esferovite coberta com cartolina para a construção da maquete. Nos ornamentos utilizaram um arbusto em plástico, bolas de algodão e palitos de madeira para as árvores, areia para conceber um percurso de acesso à casa. Um pequeno lago surge pintado de azul no meio jardim.

Um outro grupo de alunos estava a construir um carro com peças de lego para o colocarem numa maquete de jardim dos colegas. Neste carro, iriam montar circuitos elétricos para os faróis dianteiros e traseiros do mesmo. Este trabalho também não ficou na escola, deste modo, não foi possível fotografá-lo.

Dificuldades dos alunos quando realizam tarefas STEM sobre a eletricidade

Nesta secção dá-se particular atenção às dificuldades reveladas pelos alunos no decorrer da realização das tarefas STEM sobre a eletricidade. As principais dificuldades dos alunos estão relacionadas com os conceitos científicos relacionados com o tópico da eletricidade e com os diversos processos.

Domínio Conceptual

O conceito científico onde os alunos revelaram dificuldades foi corrente elétrica (I). Essa dificuldade foi evidenciada pelos alunos aquando da realização da tarefa três, onde a temática de investigação assentava na corrente elétrica (I) e na tensão elétrica (U). Na questão dois era pedido aos alunos que sublinhassem na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecêssem e posteriormente pesquisassem o seu significado no manual. Alguns dos grupos de alunos sublinharam corrente elétrica (I).



Corrente elétrica é um movimento ordenado de partículas com carga elétrica, designadas por portadoras de carga elétrica, designadas por portadoras de carga elétrica, através de um meio condutor.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G1)

De acordo com os registos deste grupo de alunos, o significado que atribuiu à grandeza corrente elétrica (I) não foi o adequado. Nesta questão pretendia-se a definição de grandeza corrente elétrica, I, como sendo a carga elétrica que passa, por unidade de tempo, através de uma secção reta de um condutor.

Todavia, esta não foi a única dificuldade que os alunos apresentaram nesta questão.

tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, A e B, de um condutor e a energia elétrica transferida por o condutor por unidade de carga elétrica que atravessa o condutor entre estes dois pontos

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 2, G6)

Este grupo de alunos, à semelhança de outros grupos, limitaram-se a copiar as definições dos conceitos, cujo significado desconheciam, do manual sem que fizessem quaisquer alterações. Esta resposta por parte dos alunos remeteu-nos para a dificuldade em interpretar e reescrever as definições dos conceitos por palavras próprias.

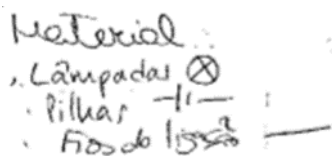
Domínio Processual

Ao longo das diversas aulas em que os alunos foram convidados a resolver as diversas tarefas STEM sobre a eletricidade foram notórias as suas dificuldades para com a resolução de tarefas de cariz investigativo. Estas dificuldades puseram em evidência que os alunos não se encontravam familiarizados com a aprendizagem através de problemas

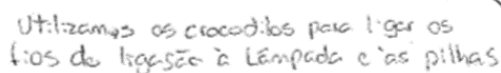
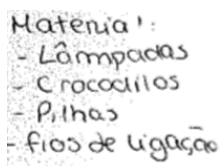
em que tinham de planear e de realizar procedimentos experimentais, de forma a dar resposta a esses mesmos problemas.

Planear Experiências

Em todas as tarefas a problemática foi revelada na banda desenhada. Na primeira tarefa, a problemática incidiu nos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. As tarefas foram contempladas com uma questão que solicitava aos alunos a redação de uma planificação tendo em conta o material disponível. Algumas das respostas escritas dos alunos manifestaram essas mesmas dificuldades.

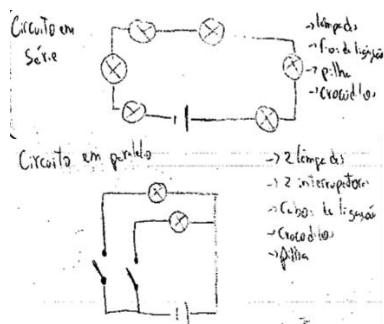


(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G1)



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G5)

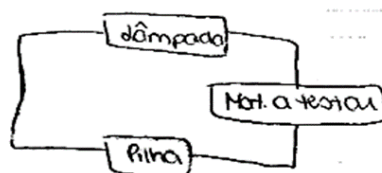
Nestes registos escritos dos alunos, apesar de ambos os grupos compreenderem a necessidade de incluir na planificação uma listagem do material a utilizar, mostraram uma grande dificuldade em apresentar um procedimento experimental adequado. No primeiro registo escrito dos alunos, não existiu sequer nenhuma referência a um procedimento experimental a adotar. No segundo registo os alunos descreveram como estabelecer as ligações entre os diferentes constituintes elétricos de modo a montar um circuito elétrico utilizando uma linguagem pessoal e com pouco rigor científico. Também não fizeram qualquer referência ao modo de como vão ligar das duas lâmpadas para conseguirem os dois tipos de associação.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 2, G3)

A dificuldade de planear uma atividade por parte dos alunos voltou a estar patente nestes registos. Aqui, uma vez mais, os alunos revelaram a sua resistência à escrita de um procedimento experimental adequado de forma a dar resposta à problemática. Os alunos optaram pela representação esquemática dos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. Contudo, não respeitaram o material disponível para montar cada associação de lâmpadas. Na representação esquemática do circuito elétrico com a associação de lâmpadas em série, os alunos esquematizaram seis lâmpadas em vez de representarem apenas as duas lâmpadas que tinham disponíveis. A legenda da representação esquemática dos circuitos acumulava a função de listagem de material necessário. Em termos de linguagem científica, os alunos deviam ter escrito circuito elétrico com associação de lâmpadas em série, em vez de circuito em série, e de igual modo, circuito elétrico com associação de lâmpadas em paralelo em vez de circuito em paralelo.

- Material
- Fios elétricos
 - Cabos de ligação
 - lâmpadas
 - pilhas
 - fio de cobre, alumínio
 - Grafite
 - clip



Montagem feita como a figura seguinte

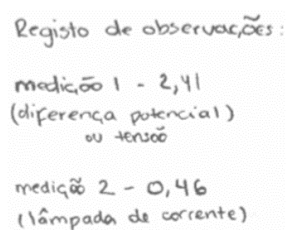
(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 3, G6)

Ao longo das diversas tarefas, os alunos demonstraram sempre alguma dificuldade na planificação principalmente na escrita de um procedimento. No entanto, os alunos deste grupo adotaram estrategicamente o esboço da adequada montagem experimental que iam realizar substituindo assim o procedimento experimental escrito. Esta estratégia mostrou o quão difícil foi para os alunos transporem as suas ideias por escrito.

Registo de Resultados

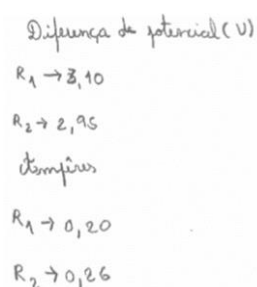
Uma das dificuldades que os alunos revelaram foi o registo das observações realizadas, principalmente o registo dos valores das grandezas físicas que mediram.

A tarefa quatro dizia respeito ao estudo da resistência elétrica de um condutor. Como tal, os alunos tinham que efetuar medições da tensão elétrica aos terminais do condutor e da corrente elétrica que atravessa esse mesmo condutor. No entanto, quando tiveram de registar os valores que mediram os alunos apresentaram-nos um registo com algumas lacunas.



Registo de observações:
medição 1 - 2,41
(diferença potencial)
ou tensão
medição 2 - 0,46
(lâmpada de corrente)

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 5, G6)



Diferença de potencial (V)
 $R_1 \rightarrow 3,10$
 $R_2 \rightarrow 2,95$
Ampères
 $R_1 \rightarrow 0,20$
 $R_2 \rightarrow 0,26$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 5, G2)

Os alunos de ambos os grupos apresentaram os valores de tensão elétrica ou diferença de potencial (U) e corrente elétrica (I) medidos, todavia, sem fazerem qualquer referência à respetiva unidade SI da grandeza elétrica medida. Outra dificuldade foi a confusão entre a grandeza corrente elétrica com a respetiva unidade SI ampere. No segundo registo, os alunos pretendiam indicar os valores de corrente elétrica medidos em ampere, mas escreveram apenas “...Ampêres...”. No primeiro registo de resultados, os alunos exibiram uma incorreção ao escrever lâmpada de corrente onde deviam ter escrito intensidade de corrente.

Tratamento de Dados

No tratamento de dados também foram evidenciadas algumas dificuldades por parte dos alunos.

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{3,10}{0,20} \Rightarrow R = 15,5$$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 6, G3)

Para o cálculo do valor da resistência, os alunos efetuaram o quociente entre a tensão elétrica aos terminais do condutor e a corrente elétrica que o atravessa. No entanto, os alunos não apresentam o resultado acompanhado da respetiva unidade SI.

A não apresentação dos valores das grandezas físicas acompanhados da respetiva unidade SI revelou-se uma dificuldade dos alunos quer na apresentação dos resultados obtidos quer nos cálculos efetuados no tratamento dos resultados.

Um outro grupo de alunos apresentou o seguinte registo.

$$R = \frac{2,41}{0,46} (=) R = 5,239$$

$$R = 7$$

∴ pq a resistência estava quente

(Registos escritos dos alunos, tarefa 4 – questão 6, G1)

Neste registo os alunos apresentam os cálculos da resistência a partir da tensão e da corrente elétrica que mediram, e o valor da resistência medida diretamente e uma possível justificação para a diferença encontrada. Na aula, quando a professora passou pelos grupos e viu esta resposta, questionou porque tinham associado o aumento de temperatura à diferença entre os valores da resistência elétrica. Um aluno do grupo respondeu, de imediato, que caso a resistência fosse constituída por um material semicondutor o facto de se encontrar a temperaturas diferentes, nas duas medições, iria ter influência no valor da resistência. Ou seja, a temperatura a que se encontra um material semicondutor tem influência na maior ou menor facilidade que esse material tem para conduzir a corrente elétrica. Estes alunos tiveram dificuldade na justificação da obtenção de valores diferentes para a resistência. Uma vez mais, os alunos evidenciaram a dificuldade em apresentar os valores das grandezas físicas acompanhados da unidade SI.

Tirar Conclusões

A elaboração de conclusões foi outra dificuldade demonstrada pelos alunos.

Os circuitos elétricos são sensíveis, Com um simples toque
as lâmpadas podem desligar-se.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 4, G4)

Nestes registos escritos, os alunos evidenciam a sua dificuldade em concluir. Os alunos entenderam que as observações realizadas eram as conclusões a retirar.

No circuito em série se desviroscamos uma das lâmpadas
acontece uma quebra da corrente elétrica e a outra luz
apaga-se.
No circuito em paralelo se desviroscamos uma
das lâmpadas a outra não se apaga e não ocorre uma
quebra na corrente elétrica.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 4, G1)

Uma vez mais os alunos escreveram na sua resposta as observações realizadas e não as conclusões. Partindo destas observações estes alunos deviam ter concluído que num circuito com associações de componentes elétricos em série existe apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica, enquanto num circuito com associações de componentes elétricos em paralelo há mais que um caminho para a passagem da corrente elétrica. Na escrita os alunos usaram uma linguagem com pouco rigor científico, pois utilizaram novamente a expressão circuito em série e circuito em paralelo, em vez de circuito com associação de lâmpadas em série e em paralelo, respetivamente. Os alunos também referiram que quando desenroscavam uma das lâmpadas acontecia uma “...quebra na corrente elétrica...”, o que nos remeteu para a sua compreensão acerca da interrupção na passagem da corrente elétrica no circuito. Apenas não utilizaram a linguagem científica mais adequada para transmitir essa compreensão.

Concluindo, podemos associar duas lâmpadas de duas
formas, ou através de um circuito em série ou
em paralelo.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 1 – questão 4, G1)

Os alunos elaboraram uma conclusão onde destacaram a sua compreensão para o modo como podiam associar diversas lâmpadas num circuito elétrico. Contudo, não generalizaram a conclusão a outros recetores de energia elétrica. Como as lâmpadas funcionaram como recetores de energia elétrica, era expectável que estes alunos concluíssem que existiam duas formas de associar os recetores de energia elétrica num circuito elétrico. Os recetores elétricos podiam estar ligados uns a seguir aos outros

associando-se em série ou estar em ramos diferentes do circuito associando-se em paralelo.

Esta dificuldade de generalizar na elaboração das suas conclusões esteve evidente em mais registos escritos dos alunos.

- A tensão é a soma das 2 lâmpadas quando há uma associação em série

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 7, G5)

Este outro grupo de alunos também não exibiu capacidade de generalização, retirando conclusões apenas com base nas observações realizadas. Estes alunos montaram um circuito elétrico com uma associação de duas lâmpadas em série para testarem a relação que existia entre a tensão nos terminais da associação de lâmpadas em série e nos terminais de cada lâmpada e quando concluíram apenas tiveram em consideração as duas lâmpadas utilizadas na montagem que efetuaram e não estenderam esse conhecimento a um número n de lâmpadas (com n igual ou superior a dois). Esta dificuldade de generalização foi acompanhada de uma linguagem científica pouco cuidada. Estes alunos deviam ter escrito a tensão elétrica nos terminais da associação de lâmpadas em série é igual à soma das tensões nos terminais de cada uma das lâmpadas da associação.

Esta dificuldade voltou a estar presente quando os alunos estudaram a relação entre a corrente elétrica num circuito em paralelo e a corrente elétrica nos diferentes ramos ou derivações.

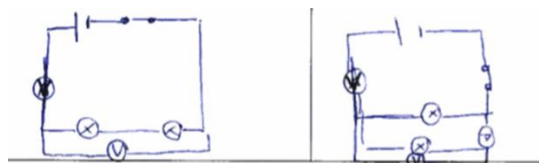
numa associação de lâmpadas em paralelo a relação entre a intensidade da corrente elétrica do circuito e das lâmpadas é
 $I_c = I_{L1} + I_{L2}$

(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 7, G3)

Nestes registos escritos dos alunos, tal como nos anteriores, regressaram as evidências da dificuldade de generalização a partir das observações realizadas. Os alunos limitaram-se a concluir que numa associação de duas lâmpadas em paralelo a corrente elétrica, I , no circuito principal é igual à soma das correntes elétricas nas duas derivações. Contudo, era esperado que estes alunos concluíssem que numa associação de lâmpadas em paralelo a corrente elétrica, I , no circuito principal é igual à soma das correntes elétricas nas diversas derivações.

Representação Esquemática de Circuitos Elétricos

Algumas das dúvidas dos alunos fizeram-se sentir nas representações esquemáticas de circuitos elétricos.



(Registos escritos dos alunos, tarefa 3 – questão 4, G5)

Os alunos deste grupo tiveram dificuldades em representar esquematicamente o voltímetro intercalado no circuito elétrico com lâmpadas associadas em série e em paralelo. Em ambas as representações os alunos desenharam o voltímetro corretamente intercalado em paralelo em relação aos terminais das associações de lâmpadas. Contudo, os alunos representam erradamente o voltímetro intercalado em série no circuito elétrico. Claramente existiu uma confusão por parte dos alunos nos conceitos em série e em paralelo. A correta representação esquemática contemplava todos os voltímetros intercalados em paralelo, ou seja, instalados em ramos ou derivações diferentes do ramo onde se encontravam as lâmpadas.

Domínio do Design

As tarefas foram construídas numa perspetiva em que os alunos teriam que desenvolver um projeto (maquete) no qual teriam que instalar circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. Para essa instalação, os alunos teriam de fazer uso dos conhecimentos adquiridos no conjunto das aulas de eletricidade.

Na tarefa dois os alunos foram convidados a efetuar uma escolha, devidamente fundamentada, de um material que se assumia como o melhor condutor elétrico. Essa escolha teve como base as evidências de uma tabela que lhes era fornecida, tendo em conta os critérios da condutividade e do valor comercial. E, uma vez mais, surgiram as dificuldades.

A prata é um melhor condutor porque tem um valor de condutividade de $62,5 \times 10^9 \text{ S/m}$ que é o maior valor da tabela.
A grafite é o melhor material tendo em conta o valor comercial pois é o material mais barato, tendo um valor de 0,55 €

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 8, G3)

Estes alunos escolheram dois materiais distintos, em vez de optarem por um único material que cumprisse ambos os critérios. Desta forma, revelaram ter alguma dificuldade na interpretação da questão. Por um lado, os alunos limitaram-se a observar a tabela e a escolher o material que tinha o valor de condutibilidade mais elevado, a prata, independentemente do seu valor comercial ser relativamente elevado. Por outro lado, e de acordo com o critério do valor comercial, escolheram a grafite pois é a que apresentava o menor valor comercial. Contudo, a grafite apresenta, simultaneamente, o menor valor de condutibilidade não se assumindo como o material mais adequado em termos de condutibilidade elétrica. Deste modo, não existiu por parte destes alunos uma boa análise dos critérios na escolha do material condutor. Os alunos não perceberam que a escolha devia ser baseada na razão condutibilidade elétrica/valor comercial e que o material escolhido podia ser simultaneamente um bom condutor elétrico e não ser muito dispendioso.

b) No valor comercial é o ouro, pois segundo a tabela
é o que tem maior preço: 49635,00 €/kg.

(Registos escritos dos alunos, tarefa 2 – questão 8, G1)

Nesta resposta dos alunos voltou a estar patente a dificuldade na interpretação da questão. Este grupo de alunos não conseguiu fazer um juízo razoável na escolha do melhor condutor. Os alunos assumiram que o melhor material segundo o critério do valor comercial era o ouro, uma vez que, apresentava o valor de custo mais elevado. Deste modo, os alunos nem pensaram que devido ao custo elevado do ouro este não se assumia como o melhor material, pois era economicamente incomportável utilizar um material condutor tão dispendioso.

Estes alunos não conseguiram colocar-se no papel do engenheiro que no seu quotidiano tem que fazer escolhas sábias, para os seus projetos, optando por materiais que sejam simultaneamente funcionais e economicamente acessíveis.

Capítulo 6

Discussão, Conclusão e Reflexão Final

Com a realização deste trabalho pretendeu-se conhecer a influência de uma abordagem STEM no ensino do tópico da eletricidade. As questões orientadoras deste trabalho objetivavam conhecer quais as estruturas cognitivas prévias, relativas ao tópico eletricidade, que os alunos apresentavam e quais as aprendizagens realizadas e dificuldades sentidas pelos mesmos quando envolvidos numa abordagem STEM.

Este capítulo encontra-se dividido em três secções. A primeira secção é relativa à discussão dos resultados obtidos neste trabalho investigativo. De seguida, são apresentadas as conclusões. E, por fim, a última secção é dedicada à reflexão pessoal das aprendizagens e dificuldades sentidas durante a realização deste trabalho e à minha “nova” perspectiva do que é ser professor.

Discussão

Nesta secção discutem-se os dados relativos às três questões de investigação. Quanto à primeira questão orientadora deste trabalho, relacionada com as associações entre conceitos de eletricidade que os alunos apresentam nas suas estruturas cognitivas, os resultados foram obtidos através dos documentos escritos pelos alunos (WAT). Os resultados evidenciaram que os alunos apresentam conhecimentos prévios acerca da eletricidade e, deste modo, associações entre conceitos da eletricidade nas suas estruturas cognitivas. As estruturas cognitivas são formadas por um conjunto de interações do aluno com o meio circundante, a partir das quais estabelece diferentes conceitos e os relaciona montando uma rede de interações e conexões entre vocábulos (Ausubel, 1968 citado em Derman, 2016). Deste modo, produzem-se os conceitos prévios dos alunos. Numa interpretação do mapa de frequências obtido surge um intervalo de frequências mais elevadas, onde se representa o nível mais elevado em termos de organização da estrutura cognitiva dos alunos. No intervalo de frequências imediatamente a seguir surgem mais duas palavras estímulo (energia e corrente), que estão ligadas apenas a uma palavra resposta. No entanto, ressalva-se o aparecimento de uma relação que se estabelece entre

duas palavras estímulo. No último intervalo de frequência, que diz respeito aos valores mais baixos de frequências, todas as sete palavras estímulo estão presentes, e apresentam múltiplas interações entre elas. Neste intervalo a mesma resposta dos alunos surge associada a diferentes palavras estímulo. Esta teia formada entre as diversas palavras estímulo e resposta dos alunos revelou o tipo e o número de conceitos relativos a eletricidade que os alunos apresentam nas suas estruturas cognitivas (Derman, 2016), bem como, as relações estabelecidas entre esses mesmos conceitos (Isa & Maskill, 1982 citado em Derman, 2016). Contudo, não indica o tipo de relação estabelecida, pelos alunos, entre os diferentes conceitos (Gunstone, 1980). A percepção do modo como os alunos relacionam as palavras escritas com as palavras estímulo, apenas, foi possível com a análise das frases escritas pelos mesmos (Gunstone, 1980). Esta análise possibilitou, ainda, a detecção de ideias erradas, falta de entendimento e/ou compreensão vaga por parte dos alunos.

As frases escritas pelos alunos revelaram que estes apresentam algumas ideias erradas ao referirem que a potência se expressa em volts e que o símbolo da resistência elétrica é Ω . As relações estabelecidas pelos alunos, entre palavra eletrão e as palavras resposta, estão intimamente ligadas a conteúdos anteriormente adquiridos. Deste modo, é demonstrado que as aprendizagens efetuadas pelos alunos em ciências são retidas na memória a longo prazo, fazendo parte da sua estrutura cognitiva, o que está de acordo com o defendido por Tsai (2001, citado por Derman, 2016). Porém, os resultados mostram uma vaga compreensão nas relações que os alunos estabelecem entre as palavras tensão, corrente, eletricidade e as palavras resposta. Essa vaga compreensão está patente nas frases escritas pelos alunos ao referirem que os circuitos elétricos podem ter corrente elétrica, que U é o símbolo da tensão elétrica que se mede em volts e por fim ao remeterem para a possibilidade de a eletricidade ser utilizada como fonte de energia para a iluminação.

A segunda questão orientadora deste trabalho diz respeito às aprendizagens sobre a eletricidade que os alunos desenvolvem quando envolvidos em tarefas STEM. Nesta questão foram tidos em conta as aprendizagens dos alunos em diferentes domínios: o conceptual, o processual, e o *design*. Os resultados desta questão orientadora foram obtidos através da observação, dos registos escritos pelos alunos, das notas de campo, e da fotografia das maquetes e apontam para diversas aprendizagens realizadas pelos alunos. Nas atividades *inquiry*, o aluno, sob a orientação do professor, desenvolve conhecimentos ao nível da apropriação de procedimentos e do desenvolvimento conceptual (Thibaut et al., 2018).

No domínio conceptual, os registos escritos dos alunos revelam as aprendizagens dos alunos para diversos conceitos científicos inerentes ao tópico. De facto, esta aprendizagem está de acordo com a perspetiva do *inquiry* em que as atividades experimentais promovem a “descoberta” de novos conceitos e a sua compreensão (Thibaut et al., 2018).

No domínio processual, os diversos grupos envolveram-se nas tarefas e demonstraram a sua capacidade para planear experiências, experimentar, registar resultados, interpretar resultados e elaborar conclusões, culminando na aprendizagem de conteúdos pretendida. De facto, as atividades de resolução de problemas, baseados na metodologia *inquiry*, permite o desenvolvimento de conhecimentos ao nível da apropriação de procedimentos e do desenvolvimento conceptual por parte dos alunos (Thibaut et al., 2018). Neste domínio também se destacam as aprendizagens dos alunos em representar esquematicamente os circuitos elétricos, onde capazesmente produziram esquemas gráficos utilizando simbologia técnica remetendo para a tecnologia (Horta, 2013).

O facto de os alunos encontrarem-se envolvidos num processo de aprendizagem que culmina na projeção de uma maquete, na qual teriam que montar circuitos elétricos, levou-os ao desenvolvimento de competências, tais como, raciocínio, pensamento lógico e criativo, resolução de problemas (Horta, 2013), autonomia e relações interpessoais. Ao longo das diversas tarefas, os alunos mostraram-se sistematicamente mais autónomos e demonstraram a sua capacidade de raciocínio quando estavam sujeitos a escolhas de material de acordo com características funcionais e económicas em que tinham que justificar essas mesmas escolhas. A competência de resolução de problemas foi sendo desenvolvida ao longo da resolução das diversas tarefas, culminando na aprendizagem de conceitos e processos pretendidos. A motivação dos alunos para a aprendizagem é reflexo do envolvimento destes no projeto de um produto de *design* de engenharia (Stohlmann et al., 2012).

Relativamente à terceira questão de investigação deste trabalho, relacionada com as dificuldades sentidas pelos alunos acerca da eletricidade, quando envolvidos em tarefas STEM, os dados foram recolhidos através da observação, dos registos escritos dos alunos e os resultados apontam para algumas dificuldades dos alunos. Estas dificuldades foram categorizadas no domínio conceptual, no domínio processual e no domínio do design. Uma das dificuldades demonstradas pelos alunos e que é transversal às três categorias de dificuldades é a interpretação de textos, que é corroborada por Dias et al. (2009). De facto,

essa dificuldade está patente no domínio conceptual em interpretar e reescrever as definições dos conceitos por palavras próprias.

No domínio processual, a principal dificuldade demonstrada, logo na primeira tarefa, foi delinear um plano para dar resposta ao problema apresentado. Os alunos não entendem o que se pretende quando lhes é pedido para desenvolverem um plano. Assim, esse *deficit* na interpretação da questão é um nítido entrave à aprendizagem. Apenas quando a professora passa pelos grupos fornecendo dicas e/ou explicando o que se pretendia, os alunos conseguiram perceber a questão. Na representação esquemática dos circuitos com lâmpadas associadas em série e em paralelo um dos grupos representou erradamente o voltímetro no circuito. Apesar de terem verbalizado corretamente o modo de instalar o voltímetro no circuito elétrico, efetuaram a sua representação inadequadamente fruto da confusão entre os conceitos em série e em paralelo.

No domínio do *design*, a dificuldade de interpretação ficou patente, uma vez mais, quando os alunos são convidados a efetuar a escolha de um material de acordo com o valor de condutividade elétrica e o valor comercial. Deste modo, existiu um grupo que escolheu dois materiais distintos, e não apenas um como esperado, e um outro grupo ainda escolheu o material mais dispendioso. Ambos os grupos após a discussão em aula verbalizaram que existiu uma má interpretação da questão por parte dos elementos desses mesmos grupos.

Outras dificuldades evidenciadas por alguns alunos através dos seus registos escritos foram o uso deficiente de linguagem científica, para comunicação dos seus resultados e na falta da unidade SI junto da grandeza física.

Devido à atual situação pandémica da COVID-19, a última tarefa não foi aplicada em aula. Alguns grupos foram antecipadamente construindo as maquetes. A partir da observação das mesmas, pode-se fazer algumas considerações acerca das escolhas efetuadas pelos alunos no que respeita ao material utilizado.

Conclusão

A abordagem STEM das tarefas nas aulas de física, mais concretamente no tópico eletricidade, levou a uma maior motivação e um maior envolvimento por parte dos alunos (Stohlmann et al., 2012). A motivação e o envolvimento dos alunos foram impulsionados pelo facto de as tarefas apresentarem um contexto real e próximo do seu quotidiano,

contribuindo para aprendizagens mais significativas no contexto científico (Thibaut et al., 2018). Ao longo das diversas aulas, os alunos revelaram o gosto pelas aulas experimentais, onde participavam ativamente na construção da sua aprendizagem, compreendendo melhor os conceitos (Thibaut et al., 2018). A estrutura cognitiva prévia dos alunos, cujas associações sugeriam uma vaga compreensão ou mesmo ideias erradas entre conceitos da eletricidade, foi certamente reestruturada e melhorada devido à aprendizagem significativa realizada pelos alunos (Anderson e Botticelli, 1990; Ebenezer, 2001; Eilks, 2013; Schizas et al., 2013 citados por Derman, 2016).

Esta abordagem permitiu igualmente o desenvolvimento de competências STEM, tais como, raciocínio, pensamento crítico e criativo, resolução de problemas, autonomia e relações interpessoais (Horta, 2013) nos alunos, conforme recomendado pelas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para o 3.º Ciclo do Ensino Básico (Galvão et al., 2001).

Reflexão final

A caminhada efetuada no percurso deste mestrado em ensino permitiu-me perceber a verdadeira realidade docente que vai muito para além da transmissão de conhecimentos. Compreendo que ao professor cabe a responsabilidade de motivar e criar condições favoráveis e necessárias a todo o processo de ensino-aprendizagem. Aprendi que o professor, cada vez mais, se assume como um formador e educador promovendo o desenvolvimento pessoal e social dos seus alunos. E deve, por isso, ser portador de um conjunto de valores que transmite aos seus alunos, alunos esses que muitas vezes representam uma pluralidade de nacionalidades, de valores e costumes internacionais. O respeito por cada aluno à diferença pessoal, social, cultural, sem discriminações; a criação de um ambiente de confiança e bem estar, favorável a aprendizagens ativas, significativas e efetivas, o saber agir e reagir com serenidade, o fazer uso de uma linguagem não agressiva nem humilhante, profissionalmente cuidada; o ser imparcial, objetivo e justo no exercício da avaliação das aprendizagens; o alimentar nos alunos o desejo de aprender e exprimir confiança nos alunos e na sua capacidade de aprender, são exemplos de um conjunto de valores e atitudes que o professor deve ter para com o aluno.

Ao longo desta caminhada aprendi que ser professor não é apenas um trabalho limitado à sala de aula, existe todo um trabalho antes e depois da “sala de aula”. Algum desse trabalho passa pela realização de um bom plano de aula que pode e deve preparar o

professor para as diversas situações ou questões que podem surgir durante a aula e ajudar na condução da aprendizagem pretendida, sem nunca esquecer o foco de aprendizagem da aula em particular. Assim, quando pensamos nas eventuais dificuldades dos alunos que possam surgir, preparamo-nos para esse eventual esclarecimento. O plano de aula permite a atribuição de períodos de tempo a cada parte da aula, para impedir que ocorra desorganização no período da aula, ajudando obviamente com a gestão temporal da aula. O plano de aula revelou-se uma ótima ferramenta de trabalho para mim. No início das minhas intervenções existia o receio da atribuição do tempo que eu fazia a cada parte da aula fosse inadequado e que promovesse aulas desorganizadas que conduziram ao desinteresse dos alunos. Contudo, ao longo das intervenções apenas tive que fazer alguns ajustes em termos temporais, motivados pela necessidade de os alunos terminarem as montagens experimentais, efetuarem medições e registarem as observações. No entanto, outra aprendizagem que efetuei é que apesar de uma aula estar antecipadamente e devidamente planificada nem sempre é possível cumprir o plano de aula, por inúmeros razões, algumas das quais alheias ao professor. Por esse motivo, o professor deve ter sempre um plano alternativo para colmatar e ultrapassar essa situação imprevista sem comprometer as aprendizagens dos alunos.

A construção de tarefas foi uma das dificuldades com que me deparei. De facto, são muitos os aspetos a considerar. Há que ter em conta as características da turma/ dos alunos para os quais se está a construir a tarefa, bem como o material disponível e garantir que as mesmas sejam desafiantes, estimulantes, com contextos próximos da realidade dos alunos de modo a que sejam produzidas aprendizagens significantes.

Neste percurso também existiram inseguranças motivadas, por ter a perfeita noção que, os alunos não estavam habituados a um tipo de ensino-aprendizagem investigativo em que o professor fosse, apenas, um mentor/orientador desse processo. Deste modo, tive bastante receio que os alunos não alcançassem as aprendizagens pretendidas. Contudo, essas inseguranças foram se dissipando a partir do momento, em que me apercebi da motivação e do empenho demonstrado pela turma aquando da realização das tarefas propostas. E no final da aula, perceber que os alunos aprenderam os conteúdos foi, de facto, um sentimento de missão cumprida.

Durante o desenrolar das tarefas, ao passar pelos diferentes grupos, fiquei, sinceramente, convicta que uma relação de proximidade para com os alunos no intuito de os ajudar, os olhar, os ouvir, ou simplesmente dar-lhes umas palavras de incentivo, elogio, feedback

ou de ajuda estimula-os para a realização das suas tarefas. E, simultaneamente, respeitam-se as características e as capacidades de cada aluno em particular.

Este percurso termina com a perfeita noção que o professor tem que se reinventar a cada aula, todos os dias do ano letivo, e motivar plateias de alunos todos diferentes. É um trabalho contínuo no tempo, em que a diversificação vai ser uma aliada para que as aprendizagens pretendidas sejam conseguidas. A cada obstáculo que surja tem que ser resiliente, pois tem que dar resposta em tempo útil, inovando-se, superando-se e mantendo sempre o foco na aprendizagem dos seus alunos.

A frequência neste mestrado em ensino permitiu-me desenvolver conhecimentos e competências que levo na bagagem e que vão, sem dúvida, ajudar-me para a próxima etapa de ser professora, mas levo, porém, a certeza da necessidade da permanente atualização.

Referências bibliográficas

- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação um guião prático e crítico*. Lisboa: Edições ASA.
- Afra, N. C., Osta, I., & Zoubeir, W. (2009). Students alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 103-102.
- Bahar, M. & M. H. Hansell (2000). The relationship between some psychological factors and their effect on the performance of grid questions and word associations tests. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 20 (3), 349-364.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Chittum, J. R., Dones, B. D., Sehmuz, A., & Schram, A. B. (2017). The effects of an afterschool program on students' motivation and engagement. *International Journal of STEM Education*, 4(1):11. DOI: 10.1186/s40594-017-0065-4
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education*. London e New York, NY: Routledge Falmer.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1998). *The landscape of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Derman, A., Eilks, I. (2016). Using a word association test for the assessment of high school student's cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 902-913. DOI:10.1039/c6rp00084c
- Dias, A. C. G., Barlete, V. E., Martins, & C. A. (2009). A Opinião de Alunos sobre as Aulas de Eletricidade: Uma Reflexão sobre Fatores Intervenientes na Aprendizagem. *Experiências em Ensino das Ciências*, 4, 107-117.

- Duit, R., Rhoneck, C. (1997). Learning and understanding key concepts of electricity. Em A. Tiberghien, E. L. Jossem, & J. Barajos (Eds.). *Connecting Research in Physics Education With Teacher Education*, The International Commission on Physics Education, 50-55.
- European Schoolnet (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. Scientix Observatory report, European Schoolnet, Bruxelas.
- Fensham, P. (2008). Science Education Policy-Making Eleven Emerging Issues, Paris: Unesco, retirado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156700>
- Fiolhais, C., Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R. & Rodrigues, S. (2013). *Metas Curriculares do 3.º ciclo do ensino básico: ciências físico-químicas*. Lisboa: MEC – Ministério da Educação e da Ciência.
- Freitas, L.V. & Freitas, C.V. (2003). *Aprendizagem cooperativa*. Porto: Edições ASA
- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185-189.
- Galvão, C., Adelaide Neves, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. d., Vilela, M. d., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (junho de 2001). *Orientações Curriculares 3º Ciclo. Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Gravina, M. H., & Buchweitz, B. (1994). Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. *Revista Brasileira de Ensino da Física*, 16, 110-119.
- Gunstone, F. R. (1980). Word Association and the Description of Cognitive Structure. *Research in Science Education*, 10, 45-53.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular

Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 11-29. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>

Horta, H. (2013). *STEM education in Portugal: education, policies and labor market. Consultant report: securing Australia's future: STEM: Country Comparisons*. Melbourne, Austrália: Australian Council of Learned Academies. Obtido de <http://www.acola.org.au/ACOLA/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report-%20Portugal.pdf>

Lüdke, M., & André, M. E. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Edições EPU.

Miguéns, M. (1999). *Seminário: Ensino Experimental e Construção de Saberes*. Acedido em junho de 2020: <http://www.cnedu.pt/pt/publicacoes/seminarios-e-coloquios/772ensino-experimental-e-construcao-de-saberes>

Morais, C., Paiva, J., & Francisco, N. (2012). Módulos Inquiry: Desenvolvimento e Utilização de Recursos Educativos para a Potenciação do Inquiry Based- Learning no Ensino da Química. *Boletim da Sociedade Portuguesa da Química*, 127, 73-77.

Neto, A., Valente, M., & Valente, M. O. (1991). Circuitos elementares de corrente contínua: dificuldades de aprendizagem e formas de as superar. *Gazeta de Física*, 14, 94-106.

NGSS Release. (2013). *Next Generation Science Standards*. Acedido em:

<https://www.globe.gov/do-globe/research-resources/teaching-resources/teaching-standards/ngss>

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage.

Quivy, R. & Campenhoudt, L. (2003). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Grávida.

Reis, P. (2006). Ciência e Educação: que relação? *Interacções*, 2(3), 160-187.

- República Portuguesa, Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais/ Articulação com o Perfil do Aluno*. Acedido em 4 de fevereiro 2020 www.dge.mec.pt/sites/default/files/Projetos_Curriculares/Aprendizagens_Essenciais/Consulta_Publica/3_ciclo/9_fisico-quimica_cp.pdf
- Standish, N., Christensen, R., Knezek, G., Kjellstrom, W., & Bredder, E. (2016). The Effects of an Engineering Design Module on Student Learning in a Middle School Science Classroom. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 15(6), 156-174.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., McClelland, J., & Roehrig, G.H. (2011). Impressions of a middle grades STEM integration program: Educators share lessons learned from the implementation of a middle grades STEM curriculum model. *Middle School Journal*, 43(1), 32-40.
- Stohlmann, M., Moore, T. & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de-Pauw, J., Van Petegem, Peter. (2019). Students' Engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*. 1-21. DOI: 10.1080/09500693.2019.1607983
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J.B., Dehaene, W., Deprez, J., Cock, M.D., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Velde, D.V., Petegem, P.V. & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Tuckman, B. (2005). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ugras, M. (2018). The Effects of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creativity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM

Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5), 165-182.
DOI: 10.15345/iojes.2018.05.012

Wells, J. G. (2016). PIRPOSAL Model of Integrative STEM Education: Conceptual and Pedagogical Framework for Classroom Implementation. *Technology and Engineering Teacher*, 75(6), 12-19.

White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-8.

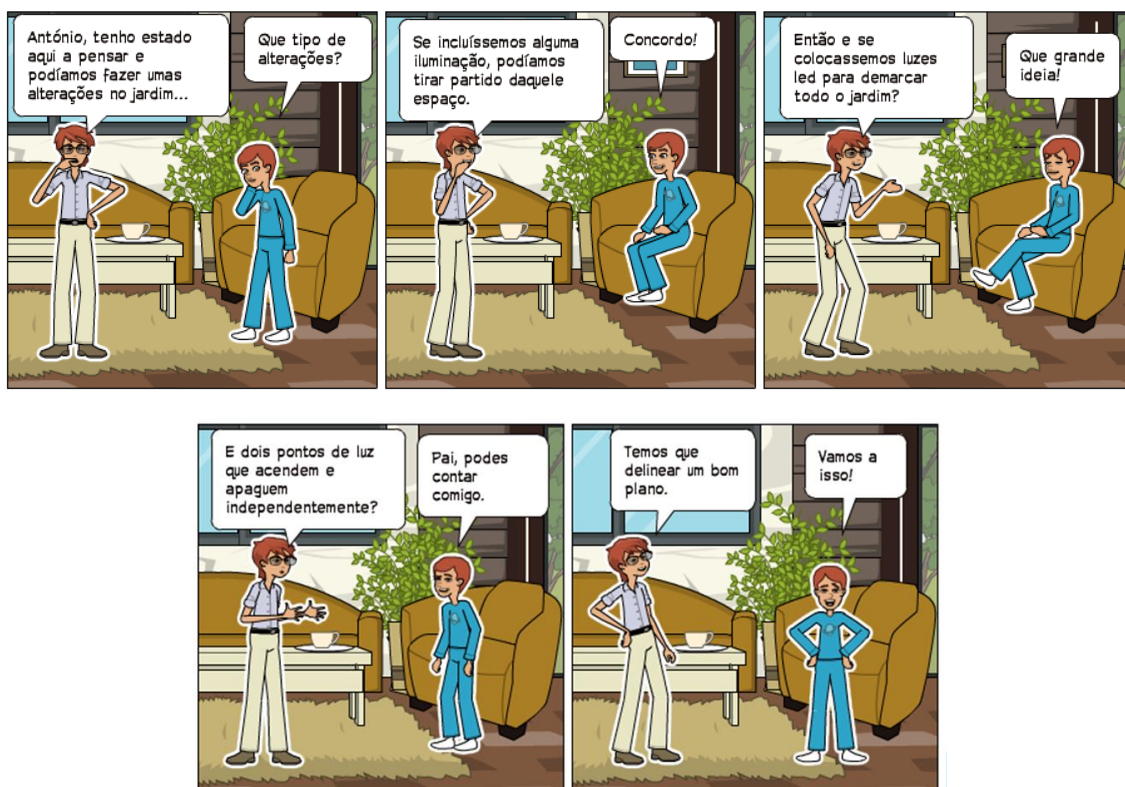
Apêndices

Apêndice A – Tarefas

Apêndice A.1 - Tarefa 1

Circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo

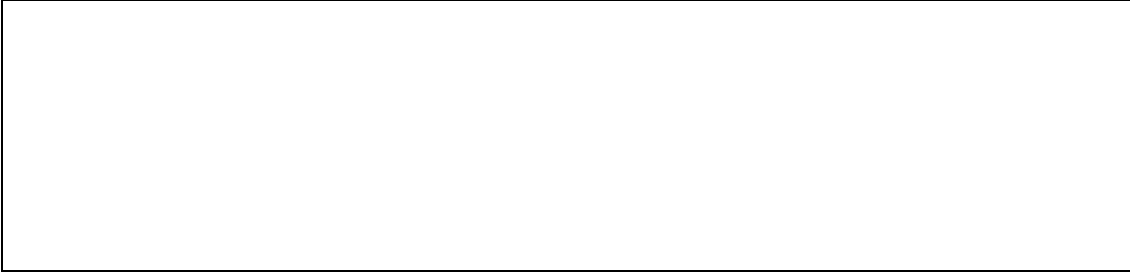
1. Leiam com atenção o texto seguinte:
Numa casa perto de ti...



Vamos ajudar o António e o pai nesta tarefa?

2. Desenvolvam um plano que vos permita ajudar o António e o pai, de acordo com o material disponível

3. Coloquem em ação o vosso plano.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to describe their plan.

4. Desenhem os circuitos elétricos e expliquem o seu funcionamento.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw electrical circuits and explain their operation.

5. Tirem conclusões.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw conclusions from their experiment.

Apêndice A.2 - Tarefa 2

Bons e Maus Condutores Elétricos

1- Leiam a banda desenhada.



2- Façam uma lista dos materiais que gostariam de experimentar.

3- Discutam um plano que vos permita ajudar o António e o pai.

4- Façam um esquema do circuito, identificando cada um dos componentes.

5- Realizem o vosso plano.

6- Registem as vossas observações.

7- Classifiquem os materiais testados como bons e maus condutores elétricos.

8- Escolham, justificando com base nas evidências da tabela seguinte, o melhor material tendo em conta os seguintes critérios:

- a) Condutividade
- b) Valor comercial.

Tabela 1 – Condutibilidade e Preço de alguns materiais.

Material	Condutibilidade (S.m/mm ²)	Preço (€/kg)
Prata	62,5	555,33
Cobre Puro	61,7	5,35
Ouro	43,5	49635,00
Alumínio	34,2	1,55
Grafite	0,07	0,55

Apêndice A.3 - Tarefa 3

Tensão elétrica e Corrente elétrica

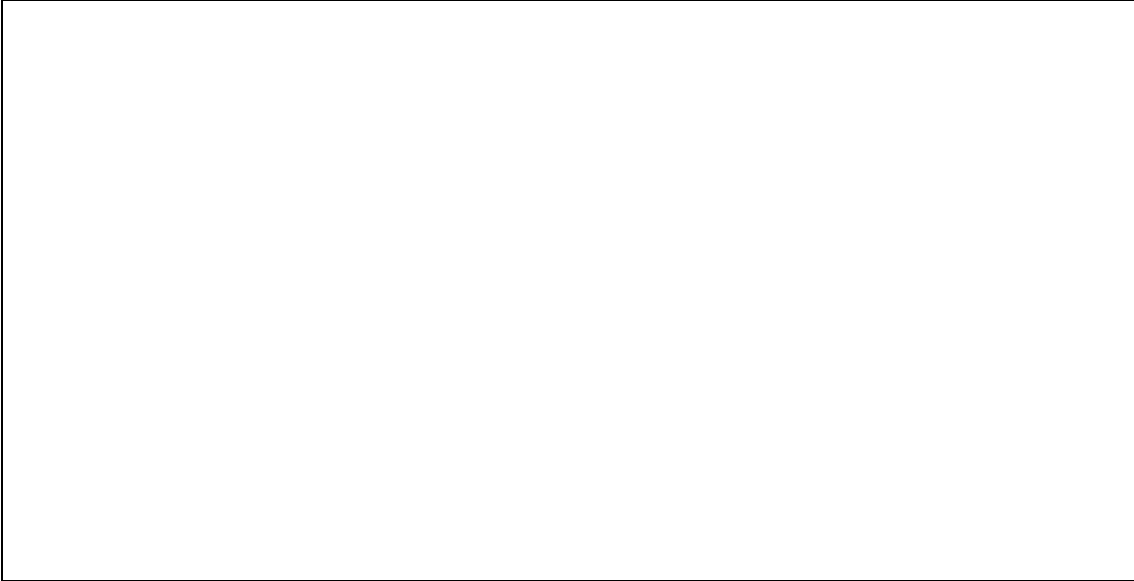
1- Leiam a banda desenhada.



2- Sublinhem na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem e pesquisem no vosso manual o seu significado.

3- Desenvolvam um plano que vos permita ajudar o António e o pai, na medição dos valores da tensão elétrica e da corrente elétrica. Indiquem todo o material que vão utilizar.

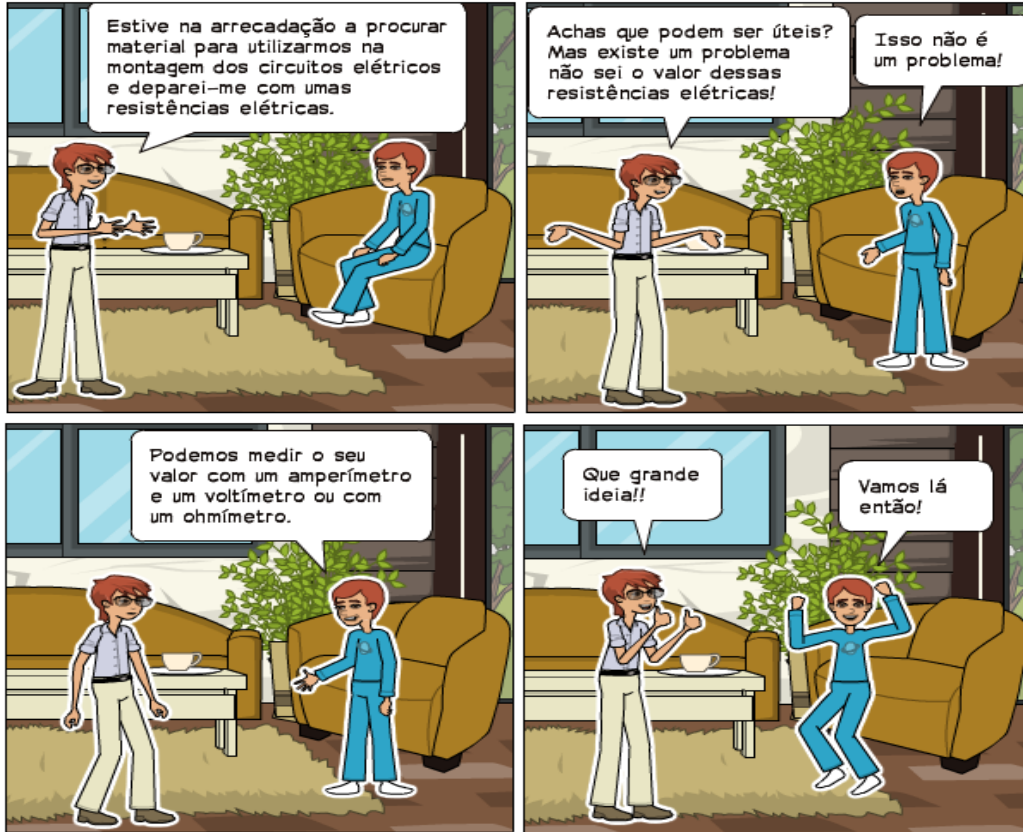
7- Tirem conclusões.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to write their conclusions.

Apêndice A.4 - Tarefa 4

Resistência elétrica

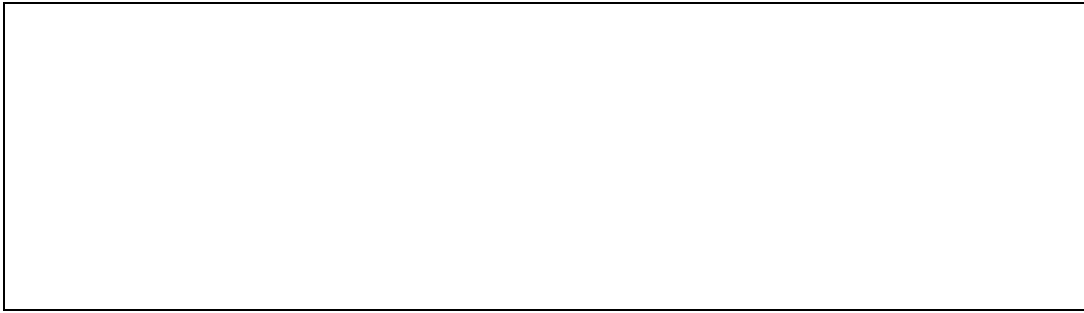
1. Leiam a seguinte banda desenhada




2. Sublinhem na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem e pesquisem no vosso manual o seu significado.

3. Desenvolvam um plano que vos permita determinar o valor das resistências que o pai do António encontrou na arrecadação.

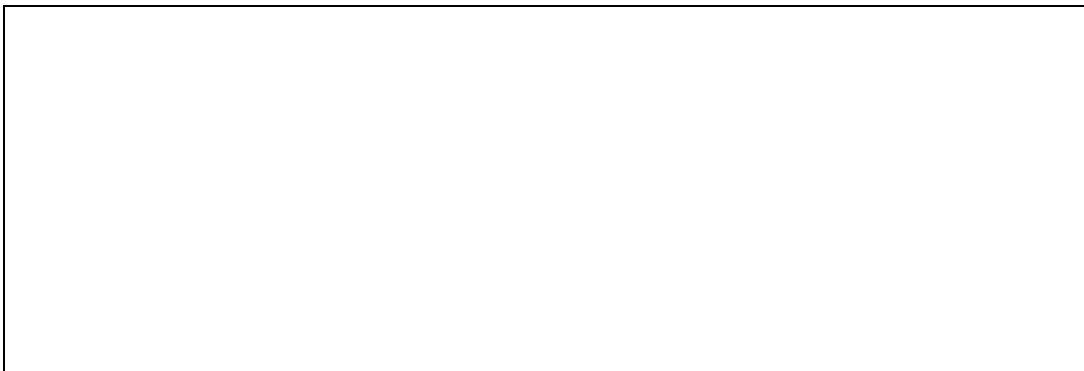
4. Representem esquematicamente o circuito elétrico com os respectivos aparelhos de medida.



5. Coloquem o vosso plano em ação e registem todas as observações.



6. Calculem o valor das resistências.



7. Tirem conclusões.



Apêndice A.5 - Tarefa 5

Projeto construção da maquete

1. Leiam com atenção a banda desenhada.



2. Projetem uma maquete do jardim da casa do António. Para isso:

A) Façam uma lista dos materiais necessários.

B) Façam um plano da maquete, no qual tenham em conta os circuitos elétricos que o António e o pai vão necessitar. Não se esqueçam de representar esquematicamente esses circuitos.

3. Construam a maquete.

4. Registrem as dificuldades que sentiram na construção da maquete (limitações na construção, escolha dos materiais, montagem dos circuitos, etc.).

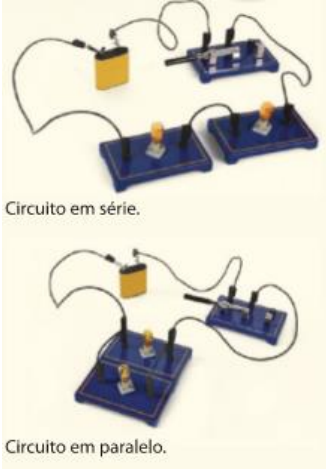
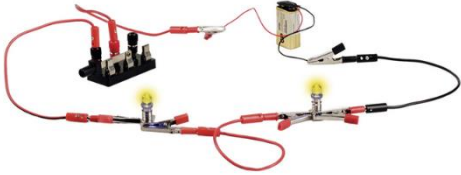
A large empty rectangular box with a thin black border, intended for students to record the difficulties they encountered during the construction of their model.

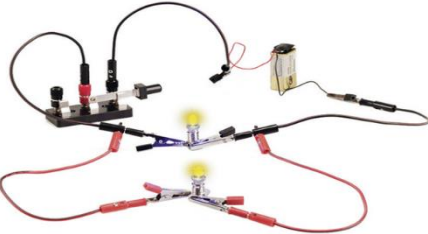
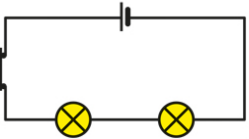
Apêndice B – Planos de aula

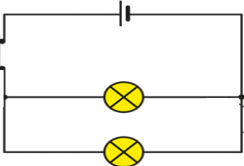
Apêndice B.1 - Desenvolvimento de aula da Tarefa 1 - Circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo (90 minutos)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração ou esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos
Introdução do WAT – Word Association Test (em coletivo).	5 min.	Ouvir a explicação da professora acerca do WAT. <u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em compreender o que lhes é pedido.	A professora explica a aplicação do WAT, assim como, o que se pretende com este teste. A professora pergunta aos alunos: - Perceberam o que é para fazer? - Existe alguma dúvida? A professora distribui os WAT pelos alunos.	- Mostrar compreensão sobre o WAT.
Trabalho Autónomo Questão 1: Escreve todas as palavras que te lembres que possam estar associadas às palavras estímulo.	10 min.	Os alunos escrevem palavras que associam a cada palavra estímulo que lhes foi fornecida no WAT. <u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em compreender o que lhes é pedido. - Não conhecer a palavra estímulo ou o seu significado. - Não relacionar a palavra estímulo ao tema Eletricidade.	A professora passa pelos alunos observando a realização da questão 1 do WAT, fornecendo-lhes o tempo suficiente para a resolução.	- Mostrar se conhece a palavra estímulo relacionando-a com o tema Eletricidade.
Trabalho Autónomo Questão 2: Para cada uma das palavras que escreveste, escreve uma	10 min.	Os alunos escrevem frases onde incluam a palavra estímulo e a palavra que escreveram anteriormente. <u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u>	A professora passa pelos alunos encorajando-os a escreverem as frases. A professora fornece-lhes o tempo suficiente para a sua resolução.	- Mostrar se consegue estabelecer relações adequadas entre a palavra estímulo e a palavra escrita pelo aluno, na

frase na qual incluas a palavra que escreveste e a respetiva palavra estímulo.		<ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Na construção da frase com a palavra estímulo e a palavra escrita na questão anterior. - Em relacionar as duas palavras com o tema Eletricidade. 	No final a professora recolhe o WAT.	perspetiva do tema Eletricidade.
Introdução da tarefa (em coletivo)	7 min.	<p>Os alunos organizam-se em grupos.</p> <p>Um aluno lê o texto introdutório em voz alta.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> Identificar a problemática em estudo.</p>	<p>A professora esclarece que os alunos irão trabalhar em grupo, e solicita que definam um porta-voz.</p> <p>Pede a um aluno para ler a banda desenhada introdutória da tarefa em voz alta.</p> <p>A professora questiona os alunos se compreenderam a banda desenhada e o que é pedido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão sobre o texto da tarefa. - Mostrar compreensão sobre o modo como vão trabalhar na aula.
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 1: Desenvolvam um plano que vos permita ajudar o António e o pai, de acordo com o material disponível.</p>	10 min.	<p>Os alunos desenvolvem um plano para ajudar o António e o pai, de acordo com o material disponível.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Efetuar a escolha do material adequado para a realização dos dois circuitos. - Perceber que quando se pretende ter lâmpadas que acendem e apagam independentemente umas das outras, tem que se estabelecer um circuito em paralelo. - Em funcionar em grupo. - Em expressar por escrito as suas ideias. <p><u>Possíveis respostas:</u> Material a utilizar: Pilha (gerador), lâmpada (recetor de energia elétrica), interruptor, fios condutores.</p>	<p>A professora encoraja os alunos a desenvolver o plano.</p> <p>A professora vai questionando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De acordo com o texto, quais são as funcionalidades que o pai do António pretende? - O circuito elétrico pode ser o mesmo para as duas funcionalidades pretendidas? - Pode existir só um caminho para a corrente elétrica quando se pretende ter lâmpadas que acendem e apagam independentemente? - E para demarcar o jardim, pode ter-se um circuito elétrico em que só existe um caminho para a corrente elétrica? - Qual será o material necessário para se montar os referidos circuitos elétricos? <p>A professora sugere que façam um esboço da montagem experimental que pretendem realizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão que um circuito elétrico é constituído por um gerador (pilha), e recetores de energia elétrica (lâmpadas) ligados entre si por fios de ligação, de forma a estabelecer um circuito fechado. - Mostrar compreensão sobre os circuitos elétricos que irão montar, de acordo com as funcionalidades pretendidas. - Identificarem o material a utilizar para a montagem do circuito elétrico.

		<p>Fazer uma montagem experimental de acordo com as seguintes figuras:</p>  <p>Circuito em série.</p> <p>Circuito em paralelo.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Contribuir com ideias próprias no grupo. - Mostrar respeito pelas ideias dos colegas e partilhar as tarefas no grupo.
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 2: Coloquem em ação o vosso plano.</p>	<p>15 min.</p>	<p>Os alunos montam os circuitos elétricos (em série e em paralelo).</p> <p><u>Possíveis montagens experimentais dos alunos:</u></p> <p>A montagem do circuito em série:</p>  <p>E a montagem do circuito em paralelo:</p>	<p>A professora passa nos diferentes grupos encorajando os alunos para a montagem dos circuitos elétricos.</p> <p>A professora pede aos alunos que atentem no material que escolheram na alínea anterior e que pensem como podem ligar os diferentes componentes elétricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem dos circuitos elétricos em série e em paralelo. - Mostrar destreza no manuseio do material utilizado na experiência. - Saber trabalhar em grupo, delegando diferentes funções a cada indivíduo e mostrar respeito pelo trabalho dos colegas.

		 <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar a montagem experimental dos circuitos elétricos. - Em funcionar em grupo; em gerir o tempo. - Em identificar quais são as observações relevantes e em registá-las. - Em expressar por escrito as suas ideias. - Manuseio do material utilizado na montagem dos circuitos elétricos. 		
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 3: Desenhem os circuitos elétricos e expliquem o seu funcionamento.</p>	<p>10 min.</p>	<p>Os alunos desenham os circuitos elétricos e explicam o seu funcionamento.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <p>Em ambos os circuitos elétricos as lâmpadas só acendem quando o interruptor está fechado.</p> <p>Circuito em série:</p> 	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos a desenharem o circuito elétrico e a explicarem o seu funcionamento.</p> <p>A professora pede aos alunos para que recordem as observações aquando da montagem dos circuitos elétricos e questiona:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como se ligam duas lâmpadas quando estão associadas em série no circuito elétrico? - Como se ligam duas lâmpadas quando estão associadas em paralelo no circuito em paralelo? -O que esperam que aconteça quando desenroscam uma lâmpada? 	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão que a forma mais simples de representar um circuito elétrico é através de um esquema, onde os diferentes componentes do circuito são representados pelo respetivo símbolo. - Representar esquematicamente um circuito elétrico em série e em paralelo. - Mostrar compreensão pelo funcionamento de uma

		<p>As duas lâmpadas estão associadas em série, quando estão ligadas uma a seguir à outra. Se uma lâmpada é desenrosca a outra não acende.</p> <p>Circuito em paralelo:</p>  <p>As lâmpadas estão associadas em paralelo quando estão instaladas no circuito em ramos diferentes.</p> <p>Se uma lâmpada se desenrosca a outra continua acesa.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias, fazendo uso de uma linguagem científica adequada. - Em associar o dispositivo elétrico ao respetivo símbolo. - Em representar o circuito elétrico através de esquemas elétricos. 		<p>associação de lâmpadas em série e em paralelo.</p>
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 4: Tirem conclusões.</p>	<p>10 min</p>	<p>Os alunos partindo das observações tiram conclusões.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <p>-Existem diferentes formas de associar os recetores de energia eléctrica num circuito eléctrico.</p>	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos na resolução da questão.</p> <p>A professora solicita aos alunos que partindo das que observações efetuadas generalizem esse conhecimento.</p> <p>A professora encoraja os alunos para recordarem as observações que efetuaram aquando da montagem dos circuitos eléctricos, questionando:</p>	<p>- Mostrar compreensão que existem diferentes formas de associar os recetores de energia eléctrica num circuito eléctrico.</p> <p>- Mostrar compreensão que só existe um caminho para a</p>

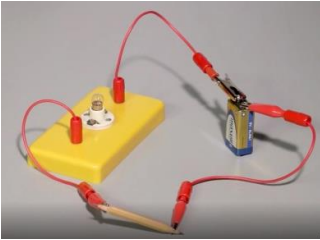
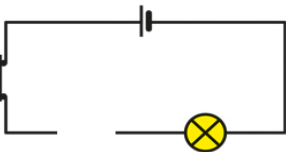
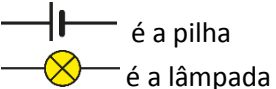
		<p>-Num circuito elétrico em série as diversas lâmpadas estão ligadas uma a seguir à outra. Em circuito fechado, há só um caminho para a passagem da corrente elétrica e deste modo se uma lâmpada fundir as outras não acendem.</p> <p>- Num circuito elétrico em paralelo as diversas lâmpadas estão instaladas no circuito em ramos diferentes. Em circuito fechado há mais que um caminho para a passagem da corrente elétrica, ou seja, a corrente elétrica do circuito principal divide-se pelas diversas ramificações. Deste modo, se uma lâmpada se fundir a outra continua acesa.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias, fazendo uso de uma linguagem científica adequada. 	<p>- Existe apenas uma forma de associar os recetores de energia elétrica num circuito elétrico?</p> <p>- Quantos caminhos existem para a corrente elétrica numa associação de lâmpadas em série?</p> <p>-Quantos caminhos existem para a corrente elétrica numa associação de lâmpadas em paralelo?</p>	<p>corrente elétrica quando as lâmpadas estão associadas em série.</p> <p>– Mostrar compreensão que existe mais do que um caminho para a corrente elétrica quando as lâmpadas estão associadas em paralelo.</p>
Discussão coletiva e síntese final	13 min.	<p>O porta voz de cada grupo apresenta os seus resultados.</p> <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <p>Apresentar os seus resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.</p>	<p>A professora pede aos porta-vozes dos grupos para apresentar os seus resultados.</p> <p><u>A professora questiona:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Como é constituído um circuito elétrico? - Como se pode representar um circuito elétrico? - Como se podem associar os recetores de energia elétrica (lâmpadas) num circuito elétrico? - Quantos caminhos para a corrente elétrica existem para cada tipo de associação de recetores de energia elétrica (lâmpadas) que identificaram? <p><u>A professora sistematiza:</u></p>	<p>- Apresentar os resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.</p>



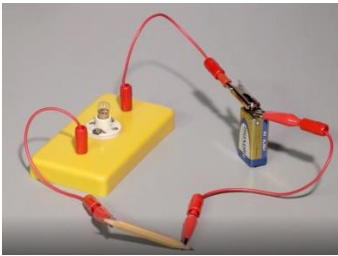
			<ul style="list-style-type: none">- Um circuito elétrico é constituído por um gerador e recetores de energia elétrica ligados entre si por fios de ligação de forma a estabelecerem um circuito fechado.- Um circuito elétrico pode representar-se através de um esquema, onde os diferentes componentes do circuito são representados pelos respetivos símbolos.- Quando dois ou mais componentes de um circuito elétrico se ligam todos em série, há um só caminho para a passagem da corrente elétrica.- Quando dois ou mais componentes de um circuito elétrico se ligam em paralelo, há mais que um caminho para a passagem da corrente elétrica.	
--	--	--	---	--

Apêndice B.2 - Desenvolvimento de aula da Tarefa 2 – Bons e Maus Condutores Elétricos (90 minutos)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos
Revisão da aula anterior.	5 min.	Os alunos ouvem a professora e respondem relembrando: - Um circuito elétrico é constituído por um gerador e recetores de energia elétrica ligados entre si por fios de ligação de forma a estabelecerem um circuito fechado. - Um circuito elétrico pode representar-se através de um esquema, onde os diferentes componentes do circuito são representados pelos respetivos símbolos. - Quando dois ou mais componentes de um circuito elétrico se ligam todos em série, há um só caminho para a passagem da corrente elétrica. - Quando dois ou mais componentes de um circuito elétrico se ligam em paralelo, há mais que um caminho para a passagem da corrente elétrica.	A professora revê os conteúdos da aula anterior. <u>A professora volta a questionar:</u> - Como é constituído um circuito elétrico? - Como se pode representar um circuito elétrico? - Como se podem associar os recetores de energia elétrica (lâmpadas) num circuito elétrico? - Quantos caminhos para a corrente elétrica existem para cada tipo de associação de recetores de energia elétrica (lâmpadas) que identificaram?	- Mostrar compreensão acerca dos conteúdos abordados na aula anterior.
Introdução da tarefa (em coletivo) Questão 1: Leiam a banda desenhada.	5 min.	Os alunos organizam-se em grupos. Um aluno lê o texto introdutório em voz alta. <u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> Identificar a problemática em estudo.	A professora esclarece que os alunos irão trabalhar em grupo, e solicita que definam um porta-voz. Pede a um aluno para ler a banda desenhada introdutória da tarefa em voz alta. A professora questiona os alunos se compreenderam a banda desenhada e o que é pedido.	- Mostrar compreensão sobre a banda desenhada da tarefa. - Mostrar compreensão sobre o modo como vão trabalhar na aula.

<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 2: Façam uma lista dos materiais que gostariam de experimentar.</p>	<p>5 min.</p>	<p>Os alunos fazem uma lista de material que tenham em sua posse para experimentar.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Material a utilizar: Mina de lápis (grafite) Borracha Régua (plástico) Clips (metal) Folha de papel Madeira (lápiz) Fio de cobre Fio de alumínio</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em compreender o que lhes é pedido. - Efetuar a escolha do material adequado para a realização da experiência com o intuito de estudar se um material é bom ou mau condutor. - Em funcionar em grupo. - Em expressar por escrito as suas ideias.</p>	<p>A professora encoraja os alunos a conversarem entre eles e a trocarem ideias de modo a fazerem uma lista dos materiais que gostariam de experimentar. Aconselhando-os a experimentar materiais que tenham em sua posse, tais como, clips, borracha, minas de lápis (grafite e madeira), régua, etc.</p>	<p>- Fazer uma lista de materiais para se testar a boa ou má condutividade elétrica.</p> <p>- Contribuir com ideias próprias no grupo.</p> <p>- Mostrar respeito pelas ideias dos colegas.</p>
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 3: Discutam um plano que vos permita ajudar o António e o pai.</p>	<p>7 min.</p>	<p>Os alunos discutem e desenvolvem um plano para ajudar o António e o pai, de acordo com o material disponível.</p> <p><u>Possíveis respostas dos alunos:</u> Material a utilizar: Lâmpada Pilha Suporte para lâmpada Fios condutores Crocodilos Material a testar a condutividade elétrica</p> <p>Procedimento experimental:</p>	<p>A professora passa nos diferentes grupos encorajando os alunos para a discussão e desenvolvimento de uma planificação para ajudar o António e o seu pai.</p> <p>A professora explica aos alunos que planear é pensarem e organizarem um conjunto de passos que devem realizar para testar, neste caso, os materiais de acordo com a condutividade elétrica. Desse modo devem pensar no objetivo da experiência, nos materiais a utilizar e no procedimento experimental a realizar. A professora sugere que façam um esboço da montagem experimental que pretendem realizar.</p>	<p>- Planear um procedimento que permita testar a condutividade elétrica de alguns materiais.</p> <p>- Mostrar compreensão que o material a testar tem que se intercalar em série com a lâmpada no circuito elétrico.</p> <p>- Contribuir com ideias próprias no grupo.</p>

		<p>Efetuar uma montagem experimental de acordo com a figura seguinte em que o material a testar a condutividade elétrica é intercalado em série no circuito elétrico.</p>  <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em perceber o que é planejar um procedimento experimental. - Efetuar a escolha do material adequado para a realização do circuito. - Em funcionar em grupo. - Em expressar por escrito as suas ideias. 	<p>A professora pede aos alunos que atendem no material que escolheram na questão anterior e que pensem como o podem ligar aos diferentes componentes elétricos.</p>	<p>- Mostrar respeito pelas ideias dos colegas e partilhar as tarefas no grupo.</p>
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 4: Façam um esquema do circuito, identificando cada um dos componentes.</p>	<p>5 min.</p>	<p>Os alunos desenharam o circuito elétrico e identificaram cada um dos componentes.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p>  <p>Onde:</p> 	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos a desenharem esquematicamente o circuito elétrico e a identificarem os seus componentes e caso necessário pede para lembrarem o que aprenderam na aula anterior.</p>	<p>- Representar esquematicamente um circuito elétrico, onde os diferentes componentes do circuito são representados pelo respetivo símbolo.</p> <p>- Identificar os componentes do circuito elétrico.</p>

		<p>  é o interruptor fechado  é o fio condutor. </p> <p>O espaço em branco no circuito elétrico é o local se intercala o material a testar.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias, fazendo uso de uma linguagem científica adequada. - Em associar o dispositivo elétrico ao respetivo símbolo. - Em representar o circuito elétrico através de esquemas elétricos. 		
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 5: Realizem o vosso plano.</p>	13 min	<p>Os alunos realizam o plano experimentalmente.</p> <p><u>Possíveis montagens experimentais dos alunos:</u></p>  <p>O lápis vai sendo substituído no circuito pelos outros materiais (clip, borracha, etc.)</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. 	<p>A professora passa nos diferentes grupos encorajando os alunos para a montagem do circuito elétrico, pedindo para lembrarem o que aprenderam na aula passada.</p> <p>A professora pede aos alunos que atendem no material que escolheram na questão 1 e que pensem como o podem intercalar o material no circuito elétrico, de forma a testá-lo quanto à sua condutividade elétrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Montagem do circuito elétrico. - Mostrar destreza no manuseio do material utilizado na experiência. - Saber trabalhar em grupo, delegando diferentes funções a cada indivíduo e mostrar respeito pelo trabalho dos colegas.

		<ul style="list-style-type: none"> - Realizar a montagem experimental do circuito elétrico. - Em funcionar em grupo; em gerir o tempo. - Manuseio do material utilizado na montagem dos circuitos elétricos. 																															
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 6: Registem as vossas observações.</p>	5 min	<p>Os alunos registam as suas observações, construindo uma tabela para as apresentar.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Quando se intercala um dos materiais escolhidos no circuito elétrico ao fechar-se o circuito elétrico observa-se que a lâmpada umas vezes acende e outras vezes não acende de acordo com a tabela seguinte:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Material</th> <th colspan="2">Lâmpada</th> </tr> <tr> <th>Acende</th> <th>Não acende</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clip</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mina do lápis</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cobre</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alumínio</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Borracha</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>Madeira</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>Régua</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>Papel</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - A construção da tabela. - Em identificar quais são as observações relevantes e em registá-las. - Em expressar por escrito as suas ideias. 	Material	Lâmpada		Acende	Não acende	Clip	X		Mina do lápis	X		Cobre	X		Alumínio	X		Borracha		X	Madeira		X	Régua		X	Papel		X	<p>A professora passa nos diferentes grupos estimulando os alunos na resolução da questão e aconselha à construção de uma tabela para o registo das observações.</p> <p>A professora pede aos alunos para que se lembrem da experiência</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão que as observações dizem respeito ao acender ou não a lâmpada no decorrer da experiência onde testam diferentes materiais quanto à sua condutividade elétrica. - Construir a tabela para a apresentação das observações.
Material	Lâmpada																																
	Acende	Não acende																															
Clip	X																																
Mina do lápis	X																																
Cobre	X																																
Alumínio	X																																
Borracha		X																															
Madeira		X																															
Régua		X																															
Papel		X																															

<p>Revisão da aula anterior (em coletivo).</p>	<p>5 min.</p>	<p>Os alunos ouvem a professora e respondem relembrando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planear é pensar e organizar um conjunto de passos que devemos realizar para testar, neste caso, os materiais de acordo com a condutividade elétrica. Desse modo devemos pensar no objetivo da experiência, nos materiais a utilizar e no procedimento experimental a realizar. - A problemática em estudo é a condutividade elétrica. - Planeou-se e experimentou-se um circuito elétrico em que se instalou em série o material a testar e registaram-se as observações. -As observações dizem respeito ao acender ou não da lâmpada, quando se fecha o circuito elétrico, onde consta o material a testar em série com a lâmpada. 	<p>A professora revê os conteúdos da aula anterior.</p> <p><u>A professora questiona os alunos:</u> O que recordam da aula de ontem? Começamos por falar do que era desenvolver um plano recordam-se? Como podemos desenvolver um plano? Qual a problemática que trabalhámos? E o que fizeram? Quais foram as observações?</p> <p>A professora distribui as tarefas pelos grupos de trabalho.</p>	<p>- Mostrar compreensão acerca dos conteúdos abordados na aula anterior.</p>										
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 7: Classifiquem os materiais testados como bons e maus condutores elétricos.</p>	<p>5 min</p>	<p>Os alunos partindo das observações da experiência, classificam os materiais em bons e maus condutores elétricos.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <table border="1" data-bbox="613 1062 1113 1222"> <thead> <tr> <th>Bons condutores</th> <th>Maus Condutores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Metal ou liga metálica (clip)</td> <td>Borracha</td> </tr> <tr> <td>Grafite (mina do lápis)</td> <td>Madeira (lápiz)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Plástico (régua)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Papel</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - A construção da tabela. 	Bons condutores	Maus Condutores	Metal ou liga metálica (clip)	Borracha	Grafite (mina do lápis)	Madeira (lápiz)		Plástico (régua)		Papel	<p>A professora encoraja os alunos a classificar os materiais testados como bons e maus condutores elétricos, de acordo com as evidências experimentais. A professora aconselha à construção de uma tabela para apresentarem a classificação dos materiais.</p> <p>A professora questiona:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Em que evidência do circuito elétrico podem basear-se para classificarem os materiais testados em bons ou maus condutores elétricos? 	<p>- Mostrar compreensão que quando se intercala um material no circuito elétrico e a lâmpada do circuito continua acesa, está-se perante um bom condutor da corrente elétrica, pois permite a passagem da corrente elétrica no circuito elétrico.</p> <p>- Mostrar compreensão que quando se intercala um material no circuito elétrico e a lâmpada do circuito apaga, está-se perante um mau condutor da corrente elétrica,</p>
Bons condutores	Maus Condutores													
Metal ou liga metálica (clip)	Borracha													
Grafite (mina do lápis)	Madeira (lápiz)													
	Plástico (régua)													
	Papel													

				pois este não permite a passagem da corrente elétrica no circuito elétrico.
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 8: Escolham, justificando com base nas evidências da tabela, o melhor material tem em conta os seguintes critérios:</p> <p>a) Condutividade e</p> <p>b) Valor Comercial.</p>	5 min	<p>Os alunos partindo da observação da tabela fornecida escolhem, justificando adequadamente a sua escolha, o melhor material a utilizar como condutor de acordo com os critérios da condutividade e do valor comercial.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <p>Os materiais a excluir em termos do valor comercial são a prata e o ouro, pois apresentam valores de custo muito elevados. O material a excluir em termos de condutibilidade é a grafite devido à baixa condutibilidade elétrica. O zinco também se exclui porque apresenta uma menor condutibilidade elétrica do que o alumínio e é mais caro.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias, fazendo uso de uma linguagem científica adequada. 	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos na resolução da questão.</p> <p>A professora solicita aos alunos que observem atentamente a tabela que lhes é fornecida.</p> <p>A professora questiona:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quais os materiais que excluam de acordo com o seu valor comercial? Porquê? - Quais os materiais que excluam de acordo com o valor da sua condutibilidade? Porquê? - E dos materiais que ficam qual vos parece ter melhor razão condutibilidade/preço? 	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão que o valor da condutibilidade do material é importante na escolha de um material condutor. - Mostrar compreensão que no nosso dia-a-dia é importante fazer opções em termos económicos.

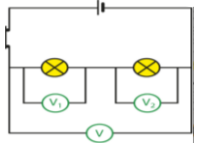
<p>Discussão coletiva e síntese final</p>	<p>15 min.</p>	<p>O porta voz de cada grupo apresenta os seus resultados.</p> <p><u>Possíveis dificuldades:</u> Apresentar os seus resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.</p>	<p>A professora pede aos porta-vozes dos grupos para apresentar os seus resultados.</p> <p><u>A professora questiona:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os materiais conduzem de igual modo a corrente elétrica? - Como se podem classificar os materiais quanto à sua condutividade elétrica? Deem exemplos. - Apenas testaram materiais no estado sólido para determinarem se eram bons ou maus condutores elétricos. Acham que podem existir soluções condutoras da corrente elétrica? Deem exemplos. - Como se faz a passagem da corrente elétrica através de um meio condutor? - Os materiais bons condutores não se opõem à passagem de corrente elétrica? <p><u>A professora sistematiza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nem todos os materiais conduzem de igual modo a corrente elétrica. - Os materiais podem classificar-se quanto à condutividade elétrica em bons ou maus condutores elétricos. - Os bons condutores elétricos são materiais que permitem a passagem da corrente elétrica. Por exemplo os metais, as ligas metálicas e a grafite. - Os maus condutores elétricos, também se designam de isoladores, são os materiais que não se deixam atravessar por uma corrente elétrica. São exemplos a madeira, o vidro, a cortiça, a borracha e o plástico. - Existem soluções condutoras da corrente elétrica, por exemplo a água do mar. Nestas a corrente elétrica é um movimento orientado de iões positivos num sentido, e de iões negativos, em sentido oposto. - A corrente elétrica é um movimento orientado de partículas com carga elétrica, designados por 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.
---	----------------	--	--	--

			<p>portadores de carga, através de um meio condutor. Os portadores de carga nos metais e nas ligas metálicas são os elétrons mais afastados do núcleo, os chamados elétrons livres, enquanto que nas soluções condutoras são os íons (catiões e aniões).</p> <p>- Um material bom condutor oferece sempre alguma oposição (resistência) à passagem dos portadores de carga elétrica, só que essa resistência é muito menor do que a resistência que os maus condutores oferecem à passagem das cargas elétricas.</p>	
<p>Trabalho autónomo (individual)</p> <p>Resolução dos exercícios das páginas 151, 152 e 200.</p>	15 min.	<p>Os alunos resolvem os exercícios do manual.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <p>- Em interpretar os exercícios e resolvê-los.</p>	<p>A professora circula pela sala de aula incentivando a resolução dos exercícios.</p> <p>A professora solicita a alguns alunos a resolução dos exercícios no quadro.</p>	<p>- Mostrar compreensão acerca dos conteúdos abordados na tarefa 1 e na tarefa 2.</p>

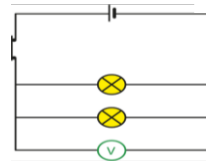
Apêndice B.3 - Desenvolvimento de aula da Tarefa 3 - Tensão elétrica e Corrente elétrica (90 minutos)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos
<p>Introdução da tarefa 3 (em coletivo)</p> <p>Questão 1: Leiam a banda desenhada.</p>	5 min.	<p>Um aluno lê o texto introdutório em voz alta.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> Identificar a problemática em estudo.</p>	<p>A professora esclarece que os alunos irão trabalhar em grupo, e solicita que definam um porta-voz.</p> <p>Pede a um aluno para ler o texto introdutório da tarefa em voz alta.</p> <p>A professora questiona os alunos se compreenderam o texto e o que é pedido.</p>	<p>- Mostrar compreensão sobre o texto da tarefa.</p> <p>- Mostrar compreensão sobre o modo como vão trabalhar na aula.</p>
<p>Trabalho autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 2: Sublinhem na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem e pesquisem no vosso manual o seu significado.</p>	5 min.	<p>Os alunos sublinham na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem, tais como tensão elétrica (U), corrente elétrica (I), voltímetro e amperímetro e pesquisam no manual adotado o significado.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> A tensão elétrica (U) ou diferença de potencial elétrico entre dois pontos A e B de um condutor é a energia elétrica transferida para o condutor, por unidade de carga elétrica que atravessa esse condutor entre esses dois pontos. A unidade SI de tensão é o Volt (V), mas também se usam frequentemente o submúltiplo e o múltiplo, mV (milivolt) e kV (kilovolt), respetivamente. O voltímetro é o aparelho que se utiliza para medir a tensão elétrica. Estes podem ser digitais ou analógicos. Num circuito elétrico, os voltímetros intercalam sempre em paralelo, sendo que os seus terminais são ligados aos</p>	<p>A professora encoraja os alunos a efetuarem a pesquisa no manual das palavras da banda desenhada cujo significado desconhecem.</p> <p>A professora estimula os alunos a complementarem a sua resposta incluindo as unidades SI das duas grandezas, assim como os múltiplos e submúltiplos; e a incluírem também como se intercalam no circuito o voltímetro e o amperímetro.</p>	- Mostrar capacidade de pesquisa.

		<p>terminais da lâmpada cuja tensão se pretende medir.</p> <p>A corrente elétrica (I), é a carga elétrica que passa, por unidade de tempo, através de uma secção reta de um condutor. A unidade SI da corrente elétrica é o ampere (A), mas também se utilizam frequentemente o submúltiplo e o múltiplo, mA (miliampere) e kA (kiloampere), respetivamente.</p> <p>Os aparelhos que se utilizam para medir a corrente elétrica são os amperímetros e estes podem ser analógicos ou digitais.</p> <p>Os amperímetros intercalam-se sempre em série num circuito elétrico.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <p>- Em compreender o que lhes é pedido.</p>		
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 3: Desenvolvam um plano que vos permita ajudar o António e o pai, na medição dos valores da tensão elétrica e da corrente elétrica. Indiquem todo o material que vão utilizar.</p>	10 min.	<p>Os alunos desenvolvem um plano para a medição dos valores da tensão elétrica (U) e da corrente elétrica (I) nas associações de lâmpadas em série e em paralelo, indicando todo o material que vão utilizar.</p> <p><u>Possíveis respostas dos alunos:</u></p> <p>Material a utilizar: Lâmpadas, Pilha, Fios condutores, Crocodilos, Multímetro</p> <p>Procedimento Experimental: Efetuar a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas associadas em série. Intercalar em série o amperímetro em diferentes pontos do circuito elétrico e efetuar</p>	<p>A professora passa nos diferentes grupos encorajando os alunos a conversarem entre eles e a trocarem ideias de modo a desenvolverem um plano adequado para a medição dos valores da tensão elétrica e da corrente elétrica.</p> <p>A professora pede aos alunos para lembrarem a sua explicação acerca de planear um procedimento, que devem ter em conta o objetivo, o material que vão utilizar e o conjunto de todos os passos que vão executar para obterem as referidas medições.</p> <p>A professora solicita que tomem nota destes na tarefa.</p>	<p>- Planificar um procedimento que permita medir a tensão elétrica (U) e a corrente elétrica (I) nos circuitos elétricos com associação de lâmpadas em série e em paralelo.</p> <p>- Contribuir com ideias próprias no grupo.</p> <p>- Mostrar respeito pelas ideias dos colegas.</p>

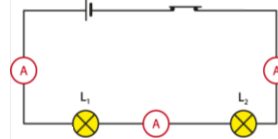
		<p>as respetivas medições. Intercalar em paralelo o voltímetro nos terminais das lâmpadas, e nos terminais da associação de lâmpadas e efetuar as respetivas medições.</p> <p>Efetuar a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas associadas em paralelo. Intercalar em série o amperímetro no circuito elétrico e efetuar as respetivas medições. Intercalar em paralelo o voltímetro nos terminais das lâmpadas, e nos terminais da associação de lâmpadas e efetuar as respetivas medições.</p> <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em planear um procedimento experimental. - Efetuar a escolha do material adequado para a realização dos circuitos com as lâmpadas associadas em série e em paralelo. - Em funcionar em grupo. - Em expressar por escrito as suas ideias. 		
<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 4: Representem, esquematicamente, os circuitos com os aparelhos de medida que vão utilizar.</p>	10 min.	<p>Os alunos representam esquematicamente os circuitos elétricos com os aparelhos de medida que vão utilizar.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Medição da tensão elétrica (U):</p> <p>a) Circuito com lâmpadas associadas em série:</p> 	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos a representação esquemática dos circuitos elétricos com lâmpadas associadas em série e em paralelo, com o voltímetro e o amperímetro intercalados.</p> <p>A professora perante as dificuldades dos alunos pede-lhes para lembrarem como fizeram na tarefa anterior a representação esquemática do circuito elétrico e quanto aos símbolos dos dispositivos elétricos encoraja-os a consultarem o manual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Representar esquematicamente os circuitos com associações de lâmpadas em série e em paralelo com o voltímetro e o amperímetro intercalados no circuito. - Identificar os diferentes componentes dos circuitos elétricos.

b) Circuito com lâmpadas associadas em paralelo:

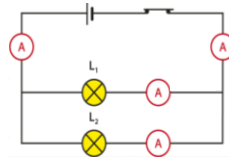


Medição da corrente elétrica (I):

a) Circuito com lâmpadas associadas em série:



b) Circuito com lâmpadas associadas em paralelo:



Possíveis dificuldades dos alunos:

- Em compreender o que lhes é pedido.
- Em representar o circuito elétrico através de esquemas.
- Em associar o dispositivo elétrico ao respetivo símbolo.

Discussão coletiva	10 min.	<p>O porta voz de cada grupo apresenta os seus resultados.</p> <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os seus resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada. 	<p>A professora pede aos porta-vozes dos grupos para apresentar os seus resultados das questões nº 1,2,3 e 4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.
Revisão da aula anterior (em coletivo).	5 min.	<p>Os alunos ouvem a professora e respondem lembrando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Um bom condutor elétrico é um material que permite a passagem da corrente elétrica. - Um mau condutor elétrico ou isolador é um material que não se deixa atravessar pela corrente elétrica. - A tensão elétrica entre dois pontos A e B de um condutor é a energia transferida para o condutor pelo gerador (pilha), por unidade de carga elétrica que atravessa o condutor entre esses dois pontos, cuja unidade SI é o volt (V). - A corrente elétrica é a carga elétrica que passa por unidade de tempo, através de uma secção reta de um condutor, cuja unidade SI é o ampere (A). - O aparelho utilizado para medir a tensão elétrica é o voltímetro e intercala-se em paralelo no circuito elétrico. - O aparelho utilizado para medir a corrente elétrica é o amperímetro e intercala-se em série no circuito elétrico. <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em expressar oralmente as suas ideias. - Em fazer uso de uma linguagem científica. 	<p>A professora revê os conteúdos da aula anterior.</p> <p><u>A professora relembra a aula anterior e questiona os alunos:</u></p> <p>Na aula passada terminámos uma tarefa de investigação sobre a condutividade elétrica. Ainda se recordam o que é um bom e um mau condutor elétrico?</p> <p>Depois fizeram uns exercícios de consolidação. E iniciamos uma nova tarefa sobre a tensão elétrica e a corrente elétrica. Ainda se lembram o que é a tensão elétrica e a corrente elétrica?</p> <p>Quais os aparelhos que utilizamos para medir essas grandezas?</p> <p>E como se intercalam no circuito elétrico?</p> <p>A professora distribui as tarefas pelos grupos de trabalho para que possam continuar a sua resolução.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão acerca dos conteúdos abordados na aula anterior. - Recordar os conteúdos da aula anterior, verbalizando-os fazendo uso de uma linguagem científica adequada.

<p>Trabalho autónomo.</p> <p>Questão 5: Construam uma tabela para registarem os vossos resultados.</p>	<p>5 min.</p>	<p>Os alunos constroem uma tabela para registarem os resultados.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <table border="1" data-bbox="631 384 1131 539"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lâmpadas associadas em</th> <th colspan="3">Tensão elétrica (U)/ V</th> </tr> <tr> <th>Terminal da associação</th> <th>L₁</th> <th>L₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Série</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Paralelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="631 568 1131 715"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lâmpadas associadas em</th> <th colspan="3">Corrente elétrica (I)/ A</th> </tr> <tr> <th>Circuito</th> <th>L₁</th> <th>L₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Série</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Paralelo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em construir a tabela.</p>	Lâmpadas associadas em	Tensão elétrica (U)/ V			Terminal da associação	L ₁	L ₂	Série				Paralelo				Lâmpadas associadas em	Corrente elétrica (I)/ A			Circuito	L ₁	L ₂	Série				Paralelo				<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos para a construção da tabela. Caso exista dificuldade na construção da tabela a professora pede aos alunos para que atentem nas questões anteriores de modo a identificarem o que vão medir.</p> <p>A professora verifica se todos os grupos construíram corretamente a tabela para apresentarem os resultados que vão obter aquando das medições.</p>	<p>- Construir a tabela para apresentar os resultados obtidos.</p>
Lâmpadas associadas em	Tensão elétrica (U)/ V																																	
	Terminal da associação	L ₁	L ₂																															
Série																																		
Paralelo																																		
Lâmpadas associadas em	Corrente elétrica (I)/ A																																	
	Circuito	L ₁	L ₂																															
Série																																		
Paralelo																																		
<p>Trabalho Autónomo</p> <p>Questão 6: Coloquem o vosso plano em ação e registem todas as observações.</p>	<p>18 min.</p>	<p>Os alunos realizam o plano experimentalmente.</p> <p><u>Possíveis montagens experimentais dos alunos:</u> Efetuar a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas associadas em série. Intercalar em série o amperímetro em diferentes pontos do circuito elétrico e efetuar as respetivas medições. Intercalar em paralelo o voltímetro nos terminais das lâmpadas, e nos terminais da associação de lâmpadas e efetuar as respetivas medições.</p> <p>Efetuar a montagem de um circuito elétrico com lâmpadas associadas em paralelo.</p>	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos a efetuarem a montagem experimental dos circuitos elétricos com os aparelhos de medida intercalados.</p> <p>A professora verifica se o multímetro está corretamente intercalado para a medida que se pretende efetuar.</p>	<p>- Montagem dos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo.</p> <p>- Mostrar compreensão de como se intercala um voltímetro e um amperímetro num circuito elétrico.</p> <p>- Mostrar destreza no manuseio do material utilizado na experiência.</p> <p>- Saber trabalhar em grupo, delegando diferentes funções a cada indivíduo e mostrar respeito pelos colegas.</p>																														

		<p>Intercalar em série o amperímetro no circuito elétrico e efetuar as respetivas medições.</p> <p>Intercalar em paralelo o voltímetro nos terminais das lâmpadas, e nos terminais da associação de lâmpadas e efetuar as respetivas medições.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Realizar a montagem experimental dos circuitos elétricos com os aparelhos de medida intercalados. - Manuseio do material utilizado na montagem dos circuitos. - Em funcionar em grupo; em gerir o tempo. 		
<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 7: Tirem conclusões</p>	7 min.	<p>Os alunos partindo das observações e do registo de resultados da experiência, tiram conclusões acerca da relação que existe entre a tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em série ou em paralelo e nos terminais de cada uma das lâmpadas. Os alunos concluem também acerca da relação que existe entre a corrente elétrica que atravessa cada uma das lâmpadas numa associação em série ou em paralelo.</p> <p>Possíveis respostas: De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que: A tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em série é igual à soma das tensões nos terminais de cada uma das lâmpadas. A tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em paralelo é igual à tensão nos terminais de cada uma das lâmpadas.</p>	<p>A professora vai passando pelos diferentes grupos encorajando os alunos a trocaram ideias entre eles de modo a efetuarem as conclusões de acordo com as observações realizadas aquando da realização da experiência.</p> <p>A professora pede aos alunos que observem a tabela que preencheram com os valores de tensão elétrica e de corrente elétrica que mediram em ambos os circuitos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar compreensão que a tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em série é igual à soma das tensões nos terminais de cada uma das lâmpadas. - Mostrar compreensão que a tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em paralelo é igual à tensão nos terminais de cada uma das lâmpadas. - Mostrar compreensão que a corrente elétrica é sempre a mesma em qualquer ponto do circuito.

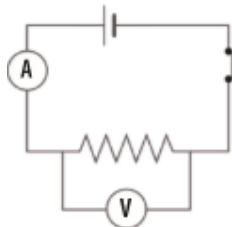

		<p>A corrente elétrica num circuito em série é a mesma em qualquer ponto do circuito. A corrente elétrica num circuito em paralelo é igual à soma dos valores da corrente elétrica nas derivações.</p> <p>Possíveis dificuldades dos alunos: - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias.</p>		- Mostrar compreensão que a corrente elétrica num circuito em paralelo é igual à soma dos valores da corrente elétrica nas derivações.
Discussão coletiva e síntese final.	10 min.	<p>O porta voz de cada grupo apresenta os seus resultados.</p> <p>Os alunos respondem às questões da professora participando ativamente na discussão.</p> <p>Possíveis dificuldades: Apresentar os seus resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.</p>	<p>A professora pede aos porta-vozes dos grupos para apresentar os seus resultados.</p> <p>A professora questiona: O que é a tensão elétrica? Qual é a unidade SI da tensão elétrica? Qual é o componente elétrico que cria uma tensão nos terminais dos condutores? Quais são os aparelhos que se utilizam para medir a tensão elétrica? Como se intercalam os voltímetros num circuito elétrico? Que relação existe entre a tensão elétrica nos terminais de duas lâmpadas em série e as tensões nos terminais de cada lâmpada? Que relação existe entre a tensão elétrica nos terminais da associação de duas lâmpadas em paralelo e a tensão nos terminais de cada uma das lâmpadas? O que é a corrente elétrica (I)? Qual é a unidade SI da corrente elétrica? Quais são os aparelhos que se utilizam para medir a corrente elétrica? Como se intercalam os amperímetros no circuito elétrico?</p>	- Apresentar os resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.

			<p>Que relação existe na corrente elétrica, num circuito com lâmpadas associadas em paralelo, no circuito principal e nas derivações?</p> <p>A professora sistematiza: A tensão elétrica entre dois pontos A e B de um condutor é a energia transferida para o condutor pelo gerador (pilha), por unidade de carga elétrica que atravessa o condutor entre esses dois pontos, cuja unidade SI é o volt (V). A corrente elétrica é a carga elétrica que passa por unidade de tempo, através de uma secção reta de um condutor, cuja unidade SI é o ampere (A). O aparelho utilizado para medir a tensão elétrica é o voltímetro e intercala-se em paralelo no circuito elétrico. O aparelho utilizado para medir a corrente elétrica é o amperímetro e intercala-se em série no circuito elétrico. A tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em série é igual à soma das tensões nos terminais de cada uma das lâmpadas. A tensão nos terminais da associação de duas lâmpadas em paralelo é igual à tensão nos terminais de cada uma das lâmpadas. A corrente elétrica num circuito em série é a mesma em qualquer ponto do circuito. A corrente elétrica num circuito em paralelo é igual à soma dos valores da corrente elétrica nas derivações.</p>	
--	--	--	--	--

Apêndice B.4 - Desenvolvimento de aula da Tarefa 4 - Resistência elétrica (90 minutos)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos
<p>Introdução da tarefa 4 (em coletivo)</p> <p>Questão 1: Leiam a banda desenhada.</p>	5 min.	<p>Um aluno lê o texto introdutório em voz alta.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> Identificar a problemática em estudo.</p>	<p>A professora distribui as tarefas nº 4 referentes à resistência elétrica.</p> <p>Pede a um aluno para ler o texto introdutório da tarefa em voz alta.</p> <p>A professora questiona os alunos se compreenderam o texto e o que é pedido.</p>	- Mostrar compreensão sobre o texto da tarefa.
<p>Trabalho autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 2: Sublinhem na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem e pesquisem no vosso manual o seu significado.</p>	7 min.	<p>Os alunos sublinham na banda desenhada as palavras cujo significado desconhecem, tais como resistência elétrica e ohmímetro e pesquisam no manual adotado o significado.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> A resistência elétrica, R, de um condutor é uma propriedade dos condutores que se relaciona com a oposição que oferecem à passagem da corrente elétrica e é igual ao quociente entre a tensão aplicada nos terminais do condutor e a corrente elétrica que o atravessa. A unidade SI de resistência elétrica é o ohm (Ω).</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito o significado das palavras, que pesquisou no manual, e que desconheciam o seu significado.</p>	<p>A professora encoraja os alunos a efetuarem a pesquisa no manual das palavras da banda desenhada cujo significado desconhecem.</p> <p>A professora estimula os alunos a complementarem a sua resposta incluindo a unidade SI da resistência elétrica, assim como o submúltiplo e o múltiplo.</p>	<p>- Mostrar capacidade de pesquisa.</p> <p>- Mostrar compreensão que a resistência elétrica, R, é uma propriedade dos condutores que se relaciona com a oposição que oferecem à passagem da corrente elétrica.</p> <p>- Mostrar compreensão que a resistência elétrica é igual ao quociente entre a tensão aplicada aos terminais do condutor e a corrente elétrica que o atravessa.</p> <p>- Mostrar compreensão que a unidade SI da resistência elétrica é o ohm (Ω), sendo, no entanto, utilizados com</p>

				frequência o submúltiplo miliohm ($m\Omega$) e o múltiplo kilo-ohm ($k\Omega$).
<p>Trabalho autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 3: Desenvolvam um plano que vos permita determinar o valor das resistências que o pai do António encontrou na arrecadação.</p>	10 min.	<p>Os alunos desenvolvem um plano que lhes permita determinar o valor das resistências que o pai do António encontrou na arrecadação.</p> <p><u>Possíveis respostas dos alunos:</u> - Material a utilizar: Lâmpada, Pilha, Fios condutores, Crocodilos, Multímetro, Resistência.</p> <p>- Procedimento Experimental: Montar um circuito com a pilha e a resistência. Intercalar o voltímetro nos terminais da resistência. Intercalar o amperímetro em série no circuito elétrico. Fechar o circuito elétrico. Ler os valores que o amperímetro e o voltímetro marcam. Registar os valores de corrente elétrica e tensão elétrica.</p> <p style="text-align: center;">Ou</p> <p>Medir diretamente com o ohmímetro, a resistência elétrica.</p>	<p>A professora passa nos diferentes grupos encorajando os alunos a conversarem entre eles e a trocarem ideias de modo a desenvolverem um plano adequado para a determinação do valor das resistências que o pai do António encontrou na arrecadação.</p> <p>A professora pede aos alunos para lembrarem a sua explicação acerca de planear um procedimento, que devem ter em conta o objetivo, o material que vão utilizar e o conjunto de todos os passos que vão executar para obter as referidas medições. A professora solicita que tomem nota do material necessário e do conjunto dos passos que vão executar na tarefa.</p> <p>No caso de ainda existirem alunos com dificuldade em planear, a professora pede para reverem a definição de resistência que escreveram na questão anterior e atentarem nas grandezas que estão nessa definição.</p>	<p>- Planificar um procedimento que permita medir a tensão elétrica (U) aos terminais de uma resistência e a corrente elétrica (I) que a atravessa de modo a se determinar o valor da resistência – medição indireta.</p> <p>- Planificar um procedimento para medir diretamente com um ohmímetro, a resistência elétrica.</p> <p>- Reconhecer que as grandezas a medir para a determinação do valor da resistência são a corrente elétrica e a tensão elétrica.</p> <p>- Contribuir com ideias próprias no grupo.</p> <p>- Mostrar respeito pelas ideias dos colegas.</p>

		<p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em planejar um procedimento experimental. - Efetuar a escolha do material adequado para a realização do circuito. - Em funcionar em grupo. - Em expressar por escrito as suas ideias. 		
<p>Trabalho Autônomo (em grupo).</p> <p>Questão 4: Representem esquematicamente o circuito elétrico com os respetivos aparelhos de medida.</p>	8 min.	<p>Os alunos representam esquematicamente os circuitos elétricos.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Esquema do circuito elétrico para a medição indireta da resistência elétrica:</p>  <p>Esquema do circuito elétrico para a medição indireta da resistência elétrica:</p>  <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. 	<p>A professora circula na sala de aula, passando pelos grupos e encorajando a representação do circuito elétrico que permite determinar o valor das resistências elétricas.</p> <p>A professora questiona os alunos: Quantas formas existem de determinar a resistência elétrica de um condutor?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Representar esquematicamente os circuitos com a resistência, com o voltímetro e o amperímetro intercalados no circuito. - Representar esquematicamente os circuitos com a resistência, com o ohmímetro. - Identificar os diferentes componentes dos circuitos elétricos.

		<p>- Em representar o circuito elétrico através de esquemas.</p> <p>- Em associar o dispositivo elétrico ao respetivo símbolo.</p>		
<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 5: Coloquem o vosso plano em ação e registem todas as observações.</p>	15	<p>Os alunos fazem a montagem do circuito elétrico que lhes permite efetuar as medições pretendidas de acordo com o objetivo do trabalho e com o plano que delinearam.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Para a medição indireta da resistência elétrica monta-se o circuito elétrico com a resistência, a lâmpada e a pilha ligados com os fios condutores, intercala-se em paralelo nos terminais da resistência o voltímetro, e intercala-se em série com a resistência o amperímetro. Efetuar as respetivas medições. Registrar todas as observações.</p> <p>Para a medição direta da resistência elétrica liga-se diretamente o ohmímetro (integrado no multímetro) à resistência e efetua-se a respetiva medição. Registrar todas as observações.</p> <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em realizar a montagem experimental do circuito elétrico com os aparelhos de medida corretamente intercalados. - Em funcionar em grupo. - Em anotarem as observações/medições efetuadas. 	<p>A professora vai passando pelos diferentes grupos encorajando os alunos para a realização da montagem dos circuitos elétricos com os aparelhos de medida devidamente intercalados.</p> <p>A professora verifica se o multímetro está corretamente intercalado para a medida que se pretende efetuar.</p> <p>A professora pede aos alunos para que anotem todas as observações assim como o registo das medições efetuadas. Aconselha-os a construírem uma tabela para o registo das medições efetuadas.</p>	<p>-Mostrar compreensão que as grandezas a medir são a tensão elétrica e a corrente elétrica para a medição indireta da resistência elétrica.</p> <p>- Mostrar compreensão que a grandeza a medir é a resistência elétrica para a medição direta da resistência elétrica.</p>

<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 6: Calculem o valor das resistências.</p>	<p>5 min.</p>	<p>Os alunos partindo da definição da resistência elétrica de um condutor calculam matematicamente o valor das resistências elétricas.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Utilizando a expressão matemática:</p> $R = \frac{U}{I}$ <p>Em que: R – Resistência elétrica (Ω) U- Tensão elétrica (V) I – Corrente elétrica (I)</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em perceber como calcular o valor das resistências elétricas partindo dos valores das medições da tensão elétrica e da corrente elétrica efetuadas.</p>	<p>A professora vai passando pelos diferentes grupos encorajando os alunos para o cálculo do valor das resistências.</p> <p>No caso de existirem dúvidas acerca do cálculo do valor da resistência elétrica a professora pede aos alunos para lembrarem a definição de resistência elétrica escreveram na questão dois.</p>	<p>- Mostrar compreensão que o valor da resistência elétrica pode ser calculado através do quociente</p> $R = \frac{U}{I}$ <p>Em que: R – Resistência elétrica (Ω) U- Tensão elétrica (V) I – Corrente elétrica (I)</p>
<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 4: Tirem conclusões.</p>	<p>10 min.</p>	<p>De acordo com as observações e os cálculos dos valores das resistências realizados os alunos tiram conclusões.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que a resistência elétrica se pode calcular através do quociente entre a tensão elétrica aos terminais da resistência/condutor e a corrente elétrica que a/o percorre. O valor da resistência determinado pelo quociente é aproximadamente igual ao medido</p>	<p>A professora vai passando pelos diferentes grupos encorajando os alunos a trocarem ideias entre eles de modo a efetuarem as conclusões de acordo com as observações realizadas aquando da realização da experiência.</p>	<p>- Mostrar compreensão que o valor da resistência elétrica é diretamente proporcional à tensão aplicada nos terminais do condutor e inversamente proporcional à corrente elétrica que o atravessa.</p> <p>- Mostrar compreensão que quanto maior for o valor da</p>

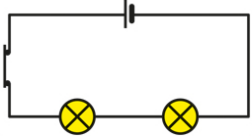
		<p>diretamente com ohmímetro, a diferença pode ser justificada pela incerteza associada a cada aparelho de medida e eventuais erros na medição.</p> <p>A resistência elétrica também pode ser um dispositivo elétrico que tem a função de diminuir a corrente elétrica nos circuitos elétricos.</p> <p>Quanto maior a resistência elétrica menor será o valor da corrente elétrica no circuito elétrico e conseqüentemente menor será o brilho das lâmpadas.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias. 		<p>resistência, menor é a corrente elétrica no circuito e conseqüentemente menor será o brilho das lâmpadas.</p> <p>- Mostrar compreensão a resistência elétrica também pode ser um dispositivo elétrico que tem a função de diminuir a corrente elétrica em certos circuitos elétricos.</p>
Discussão coletiva e síntese final.	15 min.	<p>O porta voz de cada grupo apresenta os seus resultados.</p> <p>Os alunos respondem às questões da professora participando ativamente na discussão.</p> <p><u>Possíveis dificuldades:</u></p> <p>Apresentar os seus resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.</p>	<p>A professora pede aos porta-vozes dos grupos para apresentar os seus resultados.</p> <p><u>A professora questiona:</u></p> <p>O que é uma resistência elétrica de um condutor? Qual é a unidade SI da resistência elétrica? Como se pode determinar experimentalmente o valor da resistência elétrica? Que aparelhos de medida utilizam?</p> <p>Como se pode calcular a resistência elétrica através das medidas da tensão elétrica e da corrente elétrica?</p> <p>Como se relacionam a resistência elétrica e a tensão elétrica? Como se relacionam a resistência elétrica e a corrente elétrica?</p> <p>Quando estudamos a condutividade elétrica, um grupo de colegas, deu a seguinte resposta: A grafite é um bom condutor elétrico porque permite a passagem da corrente elétrica, no entanto, a</p>	<p>- Apresentar os resultados fazendo uso de uma linguagem científica adequada.</p> <p>- Mostrar compreensão que a resistência varia com o comprimento do condutor, quando o comprimento do condutor aumenta, a resistência elétrica aumenta, a corrente elétrica que o percorre diminui e a luminosidade da lâmpada diminui também.</p>

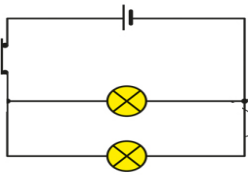
			<p>lâmpada apresenta pouco brilho. Mas quando diminuimos a distância entre os crocodilos na grafite o brilho da lâmpada aumenta. Achar que o comprimento do condutor tem influência no valor da sua resistência?</p> <p><u>A professora sistematiza:</u> A resistência elétrica, R, é uma propriedade dos condutores que se relaciona com a oposição que oferecem à passagem da corrente elétrica.</p> <p>A resistência elétrica é igual ao quociente entre a tensão aplicada aos terminais do condutor e a corrente elétrica que o atravessa e desse modo pode calcular-se através da expressão matemática</p> $R = \frac{U}{I}$ <p>Em que: R – Resistência elétrica (Ω) U- Tensão elétrica (V) I – Corrente elétrica (I)</p> <p>A unidade SI da resistência elétrica é o ohm (Ω), sendo, no entanto, utilizados com frequência o submúltiplo miliohm ($m\Omega$) e o múltiplo kilo-ohm ($k\Omega$).</p> <p>A resistência elétrica também pode ser um dispositivo elétrico que tem a função de diminuir a corrente elétrica em certos circuitos elétricos. Experimentalmente pode-se determinar o valor da resistência elétrica indiretamente, medindo a tensão elétrica (U) aos terminais de uma resistência e a corrente elétrica (I) que a atravessa, ou medindo diretamente com um ohmímetro.</p>	
--	--	--	--	--

			<p>O valor da resistência elétrica é diretamente proporcional à tensão aplicada nos terminais do condutor e inversamente proporcional à corrente elétrica que o atravessa.</p> <p>Quanto maior for o valor da resistência, menor é a corrente elétrica no circuito e conseqüentemente menor será o brilho das lâmpadas.</p> <p>Diminuindo o comprimento do condutor a resistência elétrica diminui e a corrente elétrica que o percorre aumenta, logo a luminosidade da lâmpada aumenta também.</p>	
<p>Trabalho autônomo (individual)</p> <p>Resolução dos exercícios das páginas 159, 166 e 174.</p>	15 min.	<p>Os alunos resolvem os exercícios do manual.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <p>- Em interpretar os exercícios e resolvê-los.</p>	<p>A professora circula pela sala de aula incentivando a resolução dos exercícios.</p> <p>A professora solicita a alguns alunos a resolução dos exercícios no quadro.</p>	<p>- Mostrar compreensão acerca dos conteúdos abordados na tarefa 3 e na tarefa 4.</p>

Apêndice A.5 - Desenvolvimento de aula da Tarefa 5 - Projeto construção da maquete (90 minutos)

Tarefas e atividades de aprendizagem	Duração esperada	Atividade dos alunos e possíveis dificuldades	Atividade do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivos e avaliação dos alunos
<p>Introdução da tarefa 5 (em coletivo)</p> <p>Questão 1: Leiam com atenção a banda desenhada.</p>	5 min.	<p>Um aluno lê o texto introdutório em voz alta.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u> Circuito com associação de lâmpadas em série. Circuito com associação de lâmpadas em paralelo.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> Identificar a problemática em estudo. Recordar o tipo de circuitos elétricos que têm que montar no jardim do António.</p>	<p>A professora esclarece que os alunos irão trabalhar em grupo, e solicita que definam um porta-voz.</p> <p>Pede a um aluno para ler o texto introdutório da tarefa em voz alta.</p> <p>A professora questiona os alunos se compreenderam o texto e o que é pedido.</p> <p>A professora questiona os alunos se recordam quais os circuitos que têm que montar no jardim do António.</p>	<p>- Mostrar compreensão sobre o texto da tarefa.</p> <p>- Mostrar compreensão acerca dos circuitos elétricos que vão montar.</p>
<p>Trabalho Autónomo (em grupo). Pesquisa na <i>internet</i></p>	7 min.	Os alunos pesquisam na internet como construir uma maquete.	<p>A professora propõe aos alunos que efetuem uma pesquisa na <i>internet</i>, de modo, a esclarecerem eventuais dúvidas acerca do modo de construção de uma maquete.</p> <p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos na pesquisa.</p>	<p>- Mostrar capacidade de pesquisa.</p> <p>- Pesquisar na <i>internet</i> informação de modo adequado.</p>
<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 2: Projetem uma maquete do jardim da casa do António. Para isso:</p>	8 min.	<p>Os alunos fazem uma lista do material necessário para a construção da maquete.</p> <p><u>Possíveis respostas dos alunos:</u> - Cartão - Cartolina; - Cola - Tesoura ou X-ato; - Esferovite; - Madeira;</p>	<p>A professora vai passando pelos grupos encorajando os alunos a efetuarem a lista de material para a construção da maquete.</p> <p>A professora vai alertando os alunos para a escolha do material, em função do custo, do manuseio, do corte da colagem, etc.</p>	<p>- Saber trabalhar em grupo, delegando diferentes funções a cada indivíduo e mostrar respeito pelos colegas.</p> <p>- Efetuar escolhas de material adequado para a construção da maquete, de modo crítico e criativo.</p>

<p>A: Façam uma lista dos materiais necessários.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Lâmpadas; - Pilhas; - Fios Condutores; - Crocodilos; - Pistola de cola quente e o respetivo tubo. <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em funcionar em grupo; em gerir o tempo. 		
<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 2: B) Façam um plano da maquete, no qual tenham em conta os circuitos elétricos que o António e o pai vão necessitar. Não se esqueçam de representar esquematicamente esses circuitos.</p>	<p>15 min.</p>	<p>Os alunos fazem um plano da maquete, no qual têm em conta os circuitos elétricos que o António e o pai vão necessitar, representado esquematicamente esses circuitos.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <p>Construção de uma casa com um jardim ao redor. Colocar bancos no jardim, um lago, árvores, entre outros. Indicar a localização dos circuitos.</p> <p>Representação esquemática de um circuito elétrico:</p> <p>a) Com associação de lâmpadas em série:</p>  <p>b) Com associação de lâmpadas em paralelo:</p>	<p>A professora vai passando pelos diferentes grupos encorajando os alunos a trocaram ideias entre eles de modo a efetuarem um plano da maquete tendo em conta os circuitos elétricos que vão montar.</p> <p>A professora lembra os alunos para a representação esquemática dos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo, que vão montar na maquete.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Saber trabalhar em grupo, delegando diferentes funções a cada individuo e mostrar respeito pelos colegas. - Representar esquematicamente os circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo. - Projetar uma maquete de acordo com o material escolhido e com as funcionalidades requisitadas.

		 <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias. - Em funcionar em grupo; em gerir o tempo. 		
<p>Trabalho Autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 3: Construam a maquete.</p>	45 min.	<p>Os alunos constroem a maquete.</p> <p><u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Em funcionar em grupo; em gerir o tempo. - A construção da maquete. - Realizar a montagem dos circuitos elétricos na maquete. - Manuseio do material utilizado na montagem dos circuitos. 	<p>A professora estimula e encoraja os alunos para a construção das maquetes e para a montagem dos circuitos elétricos com os aparelhos de medida intercalados.</p> <p>A professora vai passando nos diversos grupos, orientando os alunos na construção da maquete.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Saber trabalhar em grupo, delegando diferentes funções a cada indivíduo e mostrar respeito pelos colegas. - Montagem dos circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo na maquete. - Mostrar destreza no manuseio do material utilizado na construção da maquete.
<p>Trabalho autónomo (em grupo).</p> <p>Questão 4: Registem as dificuldades que sentiram na construção da maquete (limitações na construção, escolha dos materiais,</p>	10 min.	<p>Os alunos registam as dificuldades que sentiram na construção da maquete.</p> <p><u>Possíveis respostas:</u></p> <p>As principais dificuldades foram: a aquisição de algum material devido ao custo, o corte e a colagem de algum material utilizado na construção da maquete e a instalação dos circuitos elétricos na maquete.</p>	<p>A professora encoraja os alunos a registarem as dificuldades sentidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer as dificuldades sentidas ao longo do projeto.

montagem dos circuitos, etc.).		<u>Possíveis dificuldades dos alunos:</u> - Em compreender o que lhes é pedido. - Em expressar por escrito as suas ideias.		
-----------------------------------	--	--	--	--

