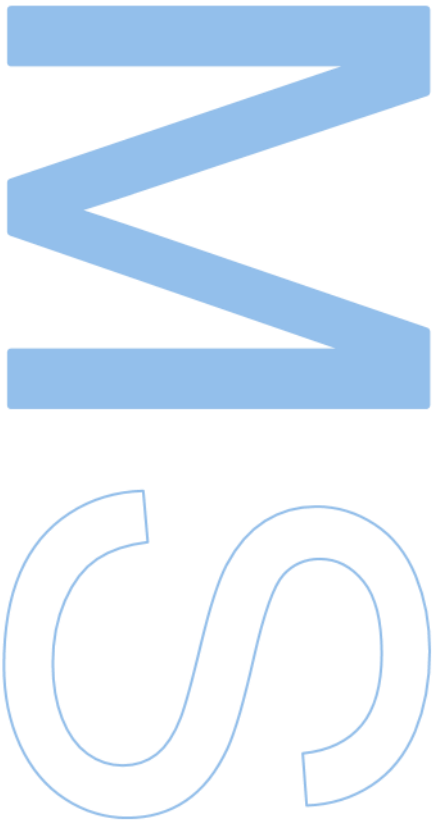
Calor e Temperatura: uma investigação sobre ideias simples e contraintuitivas



Beatriz Rocha
Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2022

Orientador
Paulo Simeão de Oliveira Ferreira de Carvalho, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto




U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Declaração de Honra

Eu, Beatriz Alves da Rocha, natural de Vila Nova de Gaia, residente em Rua da Afonsina, 327, Pedroso, com o telefone 938326088, nacional de Portugal, portador (a) do Cartão de Cidadão/Passaporte nº 14621671, inscrito(a) no Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto declaro, nos termos do disposto na alínea a) do artigo 14.º do Código Ético de Conduta Académica da U.Porto, que o conteúdo do presente relatório de estágio reflete as perspetivas, o trabalho de investigação e as minhas interpretações no momento da sua entrega.

Ao entregar este relatório de estágio, declaro, ainda, que a mesma é resultado do meu próprio trabalho de investigação e contém contributos que não foram utilizados previamente noutros trabalhos apresentados a esta ou outra instituição.

Mais declaro que todas as referências a outros autores respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, encontrando-se devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências bibliográficas. Não são divulgados no presente relatório de estágio quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor.

Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Beatriz Rocha

Pedroso, 5 de julho de 2022

Agradecimentos

Fechando-se mais um capítulo na minha vida académica, um dos quais me deu mais prazer de alcançar, sinto necessidade de mostrar a minha gratidão a todos os que contribuíram para que este momento chegasse.

Agradeço em primeiro lugar aos meus amigos e familiares que não só me receberam de braços abertos quando lhes contei o meu plano de voltar para Portugal para tirar um segundo mestrado, como acreditaram no meu potencial.

Agradeço, em segundo lugar, às professoras da Escola Secundária Inês de Castro (ESIC), onde realizei o estágio profissional e onde foi possível empreender esta investigação, não só pela disponibilidade em termos de períodos letivos e tempo para discutir ideias, mas também pela ótima recetividade. Em especial, deixo um agradecimento mais sentido, à professora Maria Dulce Peixoto, professora cooperante na ESIC, que me acompanhou durante este ano letivo e que demonstrou empatia, tolerância e flexibilidade.

Ao meu colega Marcos Lopes, demonstro aqui o meu reconhecimento por todas as conversas partilhadas sobre o futuro de um professor, os seus desafios e as suas novidades, conversas essas que contribuíram para alargar o meu horizonte.

Aos professores João Paiva e Paulo Simeão, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), professores docentes das didáticas da química e da física, respetivamente, agradeço por me terem guiado e acompanhado durante o percurso destes dois anos letivos na minha formação enquanto professora. Não consigo descrever, por palavras, o quanto aprendi e o quanto contribuíram para a minha formação profissional e pessoal.

Por fim, agradeço ao Pedro, o meu suporte incondicional. Estou extraordinariamente grata por todas as palavras de incentivo nos momentos mais baixos e de comemoração nos momentos mais altos desta roda gigante.

Pela vossa presença na minha vida, o meu sincero obrigada.

“The only time you should ever look back is to see how far you’ve come.”

Resumo

Este relatório de estágio, incorporado no contexto da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional, descreve uma pequena pesquisa sobre as conceções alternativas nos temas do calor e temperatura ao nível do 7.º ano e do 10.º ano.

Ao longo do ano letivo foram desenvolvidos dois questionários conceptuais, um para cada ciclo de ensino, desenhados de forma a avaliar a aquisição / desmitificação de algumas conceções erróneas presentes nos mapas mentais dos alunos. Estes questionários foram implementados nas turmas de regência, turma do 7.º A, 7.º B e 10.º A, assim como em turmas adjacentes, 7.º C, 7.º G, 7.º H, 10.º B e 10.º C, antes e após o período de lecionação.

Nas turmas de regência foram aplicadas atividades práticas que se encontram descritas em detalhe neste relatório, tendo sido adotada uma abordagem mais contínua ao nível do 7.º ano, envolvendo mais do que duas atividades, contrariamente à abordagem do 10.º ano. O facto de no 7.º ano os alunos estarem numa posição equitativa perante a disciplina e mais disponíveis emocionalmente para abordagens diferentes, contribuiu para os resultados positivos observados nas turmas de regência.

Os resultados do 10.º A, em termos gerais, apresentam uma maior evolução que os da turma C, estando ao mesmo nível dos obtidos na turma B, turma que se caracterizou por uma abordagem prática regular ao longo do ano letivo. Para além disso, o resultado obtido no 10.º ano permite-nos avaliar a aprendizagem realizada entre o 7.º e o 10.º ano assim como analisar criticamente quais as conceções alternativas persistentes que ainda se verificam após o ensino.

Palavras-chave: Calor, Temperatura, Transferência de energia, Condução, Convecção, Radiação, Equilíbrio Térmico, Teste conceptual, Questionário, Atividade prática, Ensino de Física.

Abstract

This internship report, incorporated in the context of the curricular unit of Iniciação à Prática Profissional, describes a short research on alternative conceptions in the related concepts of heat and temperature at the 7th and 10th grade levels.

During the school year, two conceptual questionnaires were developed, one for each teaching cycle, designed to assess the acquisition / demystification of some misconceptions present in the students' mental maps. These questionnaires were implemented in supervising classes, 7th A, 7th B and 10th A, as well in adjacent classes, 7th C, 7th G, 7th H, 10th B and 10th C, before and after the teaching period.

In the supervising classes, practical activities were applied, which are described in detail in this report, having adopted a more continuous approach at the 7th grade level, involving more than two activities, contrary to the 10th grade approach. The fact that, in the 7th grade, students are in an equal position towards the subject and more emotionally available for different approaches, has probably also contributed to the positive results observed in the supervising classes.

The results obtained in the 10thA show a bigger evolution than in the C class, being at the same level as the B class, which had employed practical approaches regularly during the academic year. Besides, the results obtained in the 10th grade allow us to evaluate the learning carried out between the 7th and the 10th grades, as well as critically analyzing which are the persistent alternative conceptions that still exist after teaching.

Keywords: Heat, Temperature, Energy transfer, Conduction, Convection, Radiation, Thermal Equilibrium, Conceptual Test, Practical Activity, Physics Teaching.

Índice

Lista de tabelas vii
Lista de figuras vii
Lista de abreviaturas viii
1. Introdução 1
2. Dossier de estágio 3
3. Enquadramento teórico 3
3.1 Conceções alternativas 3
3.2 Testes conceptuais 8
4. Enquadramento didático-curricular 9
4.1 7.º ano 9
4.2 10.º ano 10
5. Prática em terreno escolar e ensaio de investigação 10
5.1 Parte I – 7.º ano 10
5.1.1 Elaboração do Questionário 10
5.1.2 Aplicação do Questionário 11
5.1.3 Caracterização dos alunos 12
5.1.4 Atividades Práticas 13
5.1.5 Avaliação dos Resultados 13
Respostas iniciais 13
Comparação antes versus após – ganhos relativos normalizados por turma 14
Comparação antes versus após – conceções alternativas persistentes 17
Avaliação dos alunos numa perspetiva global 20
5.2 Parte II – 10.º ano 22
5.2.1 Elaboração do Questionário 22
5.2.2 Aplicação do Questionário 23
5.2.3 Caracterização dos alunos 23
5.2.4 Atividades Práticas 24
5.2.5 Avaliação dos Resultados 25
Respostas iniciais 25
Comparação antes versus após – ganhos relativos normalizados por turma 26
Comparação antes versus após – conceções alternativas persistentes 29
Avaliação dos alunos numa perspetiva global 30
6. Conclusões e considerações finais 32
7. Reflexão autocrítica e projetos futuros 35

Referências Bibliográficas 38
Apêndices 41
Apêndice 1 41
Apêndice 2 45
Apêndice 3 47
Apêndice 4 48
Transcrição da entrevista da professora do 7.º C 48
Transcrição da entrevista da professora do 7.º G 48
Transcrição da entrevista da professora do 7.º H 49
Apêndice 5 51
Aula n.º 1 – Atividade em sala de aula: Atividade das Luvas 51
Aula n.º 1 – Atividade para casa: Desafio do Boneco de Neve 51
Aula n.º 2 – Atividade em sala de aula: Atividade do termómetro 52
Aula n.º 2 – Atividade para casa: Desafio das tinas de água 53
Aula n.º 3 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e da convecção 55
Demonstração da condução 55
Demonstração da convecção 57
Aula n.º 3 – Atividade para casa: Desafio do tapete *versus* tijoleira 58
Aula n.º 3 – Atividade para casa: Desafio do chá 58
Aula n.º 5 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e convecção em líquidos (apenas para o 7.º B) 58
Apêndice 6 61
Apêndice 7 66
Apêndice 8 68
Apêndice 9 69
Transcrição da entrevista da professora do 10.º B 69
Transcrição da entrevista da professora do 10.º C 71
Apêndice 10 74
Transferência de energia em líquidos 74
Radiação 76

Lista de tabelas

Tabela 1 - Conceções alternativas na área do calor e temperatura. 4
Tabela 2 - Percentagens de cada resposta dos alunos do 7.º ano ao questionário inicial. 14
Tabela 3 - Ganhos relativos normalizados (em percentagem) relativamente à resposta correta para cada uma das turmas nas diferentes questões do questionário de 7.º ano. 15
Tabela 4 - Percentagens de respostas em cada uma das conceções alternativas e percentagens de ganhos relativos normalizados de respostas em cada conceção, para o 7.º ano..... 18
Tabela 5 - Percentagens de cada resposta dos alunos do 10.º ano ao questionário inicial. 25
Tabela 6 - Ganhos relativos normalizados relativamente à resposta correta para cada uma das turmas nas diferentes questões do questionário de 10.º ano. 27
Tabela 7 - Percentagens de respostas em cada uma das conceções alternativas de ganhos relativos normalizados de respostas em cada conceção para o 10.º ano. 29
Tabela 8 - Quadro de correspondências das questões do questionário de 7.º ano. 45
Tabela 9 - Quadro de correspondências das respostas corretas do questionário de 7.º ano. 46
Tabela 10 - Folha de respostas ao questionário do 7.º ano. 47
Tabela 11 - Quadro de correspondências das questões do questionário de 10.º ano. 66
Tabela 12 - Quadro de correspondências das respostas corretas do questionário de 10.º ano. 67
Tabela 13 - Folha de respostas ao questionário do 10.º ano. 68

Lista de figuras

Figura 1 - Ganhos relativos normalizados (em percentagem) para cada turma do 7.º ano, em cada uma das questões do questionário. 15
Figura 2 - Gráficos com o número de alunos correspondentes ao número de respostas corretas no pré e pós questionário, para as diferentes turmas do 7.º ano. 21
Figura 3 - Ganhos absolutos em função do número de respostas certas no pré-questionário, para cada turma do 7.º ano. 22

Figura 4 - Ganhos relativos normalizados para cada turma do 10.º ano, em cada uma das questões do questionário. 28
Figura 5 - Gráficos com o número de alunos correspondentes ao número de respostas corretas no pré e pós questionário, para as diferentes turmas do 10.º ano. 31
Figura 6 - Ganhos absolutos em função do número de respostas certas para cada turma do 10.º ano..... 32
Figura 7 - Representação da atividade das tinas. 54
Figura 8 - Montagem experimental da demonstração de condução. 56
Figura 9 - Demonstração da convecção. 57
Figura 10 - Gobelé dividido em três partes: superior, intermédia e inferior. 59
Figura 11 - Montagem experimental da demonstração da transferência de energia em líquidos..... 74

Lista de abreviaturas

ESIC – Escola Secundária Inês de Castro
DGE – Direção Geral da Educação
IPP – Iniciação à Prática Profissional
FCI – Force Concept Inventory
FC – Foundation Coalition
FCUP – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
HECI – Heat and Energy Concept Inventory

1. Introdução

A disciplina de Física e Química, quer no contexto do ensino básico (7º, 8º e 9º ano), quer ao nível do ensino secundário (10.º, 11.º e 12.º ano), requer uma certa capacidade de abstração e um conhecimento mínimo matemático. Estas características tornam-na, aos olhos de alguns alunos, "um bicho de sete cabeças". Para desmitificar esta correlação irreal é necessário colocar a aprendizagem do lado do aluno, tornando-o ator principal, abraçando o paradigma pedagógico da comunicação (Trindade & Cosme, 2009).

Tendo em conta que esta disciplina estuda e aborda os acontecimentos do dia a dia, física e quimicamente, é comum que os alunos criem algumas conceções alternativas para os fenómenos que observam no seu quotidiano, também designadas preconceções ou conceções erróneas (Alwan, 2011; Baser, 2006b). Uma conceção alternativa é mais do que um facto incorreto memorizado, provém de um mapa mental inadequado e representa a forma de pensar de um indivíduo ou de um grupo (Basel, 2006b). Algumas ideias refletem as limitações da perceção humana dos eventos, enquanto outras resultam de uma construção fragmentada de experiências complexas (Lewis & Linn, 1994).

Os alunos são relativamente rápidos a aprender expressões científicas sem, no entanto, compreender os seus significados. Consequentemente, apesar de aparentarem compreender os fenómenos estudados em contexto de sala de aula, quando questionados sobre os mesmos conceitos noutras situações, não conseguem ver uma relação, ou invocam uma conceção alternativa (Lewis & Linn, 1994). Estes alunos preferem memorizar os conceitos, ou seja, enquadram-se na aprendizagem superficial ou mecânica, enquanto outros preferem estabelecer relações entre os conceitos novos e os anteriormente aprendidos, ou seja, integram-se na abordagem de aprendizagem profunda ou significativa (Tekkaya & Yenilmez, 2006). Esta última apenas ocorre quando os indivíduos conseguem organizar a informação e relacioná-la com informação anterior, ou seja, do ponto de vista da aprendizagem, quando o novo conhecimento é construído sobre o já existente (Gurcay & Gulbas, 2018; Prince et al., 2013). Assim, é necessário ter consciência quais as conceções alternativas mais frequentes, pois estas não estão de acordo ou estão parcialmente consistentes com o conhecimento científico existente e irão influenciar a forma como o aluno aprende os novos conceitos (Alwan, 2011; Baser, 2006a; Gurcay & Gulbas, 2018).

Os métodos tradicionais de ensino são ineficazes na alteração destas conceções, pois elas são resistentes à mudança e persistentes, e porque esses métodos não têm em consideração as crenças dos estudantes (Baser, 2006a; Chu et al., 2012). Como resultado, muitos alunos terminam a escola e, por vezes a faculdade, com as suas perceções do mundo natural inalterada ou a coexistir com a perspetiva científica aceite (Chu et al., 2012; Hermita et al., 2019; Nottis et al., 2017; Prince et al., 2013). Lewis and Linn (1994) defendem que a compreensão das conceções alternativas dos estudantes auxilia os docentes na preparação de abordagens / recursos didáticos mais apropriados para as colmatar. Além disso, os próprios professores referem também que o seu conhecimento se torna mais integrado quando têm acesso às conceções dos alunos, para além de conseguirem também identificar o processo de aprendizagem deles (Alwan, 2011; Lewis & Linn, 1994).

Vários estudos enfatizam as habilidades de raciocínio dos alunos como um fator chave para a compreensão de conceitos científicos. A capacidade de raciocínio formal envolve o controlo de variáveis, raciocínio proporcional, probabilístico, correlacional e combinatório. Quanto maior a capacidade de raciocínio lógico dos alunos, mais complexos são os seus esquemas mentais, pelo que a qualidade de aprendizagem em ciências será também maior. Em função do apresentado, é benéfico que os professores utilizem abordagens que exijam a capacidade de investigação para melhorar o raciocínio formal dos seus alunos (Gurcay & Gulbas, 2018).

Uma forma de avaliar o conhecimento conceptual dos alunos sobre conceitos de ciência é utilizar um teste conceptual ou avaliação de múltipla escolha, por exemplo o Force Concept Inventory (FCI) que foi desenhado para avaliar o conhecimento conceptual de mecânica (Nottis et al., 2017). Os questionários são ferramentas desenhadas para determinar o grau de compreensão de um tema específico e para identificar as conceções alternativas dos alunos (Jacobi et al, 2003, Prince et al., 2013). Os primeiros testes conceptuais foram desenvolvidos para avaliar a mecânica Newtoniana em estudantes do curso de física pois, apesar de conseguirem resolver problemas com cálculos matemáticos, os alunos demonstraram falhas conceptuais em problemas semelhantes (Jacobi et al., 2003).

Os testes conceptuais têm duas principais formas de utilização: como pré-testes para determinar o conhecimento prévio dos alunos e como pré e pós teste de forma a quantificar a melhoria dos alunos na compreensão dos conceitos (Nottis et al., 2017; Prince et al., 2013).

Este trabalho de investigação focou-se na elaboração de um questionário / teste conceptual para o 7.º ano e para o 10.º ano, que foi aplicado antes e após a lecionação dos conceitos relacionados com energia, calor e temperatura. Dentro dos alunos de 7.º

ano e 10.º ano, nas turmas de regência, os alunos realizaram atividades práticas relacionadas com algumas conceções alternativas estabelecidas, que serão descritos posteriormente. Os resultados são analisados tendo em conta a posição inicial dos alunos e as abordagens educativas escolhidas.

O principal objetivo desta investigação é avaliar o impacto de abordagens práticas específicas no ensino da física, nomeadamente do calor e temperatura, ao nível do 7.º ano e do 10.º ano, utilizando um teste concetual.

2. Dossier de estágio

Este capítulo tem como propósito introduzir o dossier da Iniciação à Prática Profissional (IPP), elaborado ao longo do ano letivo 2021/2022, que engloba todas as práticas educativas realizadas no estágio na Escola Secundária Inês de Castro, sob a supervisão da professora cooperante Maria Dulce Peixoto. É possível aceder a este documento no website seguinte:

https://sigarra.up.pt/fcup/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=607395&pv_cod=14n2EeyaRk3w

Neste documento pode-se encontrar os planos de aula das aulas de regências ministradas, assim como os recursos utilizados, estratégias de avaliação diversificadas e a descrição de outros projetos realizados, nomeadamente, os Detetives do Clima e o Astro Pi, a participação em visitas de estudo, acompanhamento do Diretor de Turma, atividades lúdicas (por exemplo o *peddypaper* para 7º ano) e, por fim, uma reflexão autocrítica.

3. Enquadramento teórico

3.1 Conceções alternativas

As expressões conceção alternativa, conceção errónea e preconceção dizem respeito a noções preconcebidas, crenças não científicas, teorias ingénuas ou conceitos mal compreendidos. Em ciências, podemos deparar-nos com estes equívocos quando aquilo que uma pessoa sabe e acredita não está de acordo com o conhecimento científico correto (Alwan, 2011).

As conceções alternativas dos alunos na parte da física, nomeadamente na área da energia e calor, estão devidamente documentadas na literatura transversalmente

para diferentes grupos etários (Alwan, 2011; Baser, 2006a; Chu et al., 2012; Driver, 1985; Fires-Gaither, 2009; Hermita et al., 2019; Kartal et al., 2011; Keeley et al., 2008; Lewis & Linn, 1994; Lincoln, 2019; Nottis et al., 2017; Prince et al.; 2016; Ward, 2007).

Calor, temperatura e energia são dos conceitos em física mais frequentemente confrontados no dia a dia e, por isso, revelam ser de difícil compreensão pelos alunos, existindo várias conceções alternativas relacionadas (Gurcay & Gulbas, 2018). Qualquer aluno que chegue ao 7º ano já está familiarizado com os termos anteriormente mencionados, assume que já sabe o significado correto das palavras, existindo por isso um contraste com a definição científica (Chu et al., 2012).

Chu et al. (2012) consideram os seguintes critérios cruciais para que um aluno desenvolva os conceitos corretos na área da física térmica: a aceitação de que calor é uma forma de energia, em vez de uma substância; a distinção entre sensação de quente e frio; temperatura e calor; e compreensão do conceito de equilíbrio térmico (Chu et al., 2012). Estes critérios fazem parte do programa de Ciências Físico-Químicas do 7.º ano (Direção Geral da Educação [DGE], 2018a).

De seguida apresenta-se um sumário das conceções alternativas encontradas, os artigos onde foram citados e o pensamento correto associado.

Tabela 1 - Conceções alternativas na área do calor e temperatura.

Conceção alternativa	**Pensamento correto**	**Referência bibliográfica**
Energia é uma "coisa".	Energia é compreendida como a capacidade de um sistema físico realizar trabalho sobre outros sistemas.	(Luke, 2011b)
Calor é uma substância.	Calor é uma das formas de transferir energia.	(Alwan, 2011; Frederik et al., 1999; Fries-Gaither, 2009; Luke, 2011a)
Calor e temperatura são a mesma coisa.	Calor corresponde à transferência de energia entre corpos a temperaturas diferentes. A temperatura avalia a vibração das partículas.	(Alwan, 2011; Gurcay & Gulbas, 2018; Nottis et al., 2017)

Temperatura é uma propriedade de um material ou objeto.	Temperatura não é uma propriedade de um objeto ou material. Objetos expostos às mesmas condições estarão à mesma temperatura.	(Alwan, 2011; Fries-Gaither, 2009, Kartal et al., 2011; Luke, 2011a)
A temperatura de um objeto depende do seu tamanho.	A temperatura não depende do tamanho.	(Fries-Gaither, 2009; Kartal et al., 2011; Luke, 2011a)
Temperatura é uma medição da quantidade de calor de um objeto. / Temperatura é uma medição do quanto quente ou frio um objeto está.	A temperatura avalia a vibração das partículas. A sensação de quente e frio está relacionado com a nossa temperatura corporal e com a condutividade térmica das substâncias.	(Alwan, 2011; Gurcay & Gulbas, 2018; Hermita et al., 2019; Kartal et al., 2011; Nottis et al., 2017, Prince et al., 2016)
Objetos podem ser inerentemente quentes ou frios. / Os metais têm a capacidade de atrair, manter ou absorver calor ou frio.	A condutividade térmica é específica para cada material, o que faz com que a nossa perceção de quente e frio também seja diferente. Os metais têm condutividades térmicas elevadas, ou seja, as transferências de energia são rápidas.	(Alwan, 2011; Driver, 1985; Frederik et al., 1999; Kartal et al., 2011; Lewis & Linn, 1994)
Um objeto frio não contém calor.	Todos os objetos contêm energia.	(Alwan et al., 2011)
Frio como oposto de quente (frio flui num sentido e o calor no sentido oposto) / Frio transfere-se entre objetos.	A energia é transferida do objeto com temperatura superior para o objeto com temperatura inferior e ao processo de transferência chama-se calor.	(Frederik et al., 1999, Fries-Gaither, 2009)
Alguns materiais têm uma propriedade que os faz “aquecer as coisas”. /	Os objetos mantêm outros quentes pois dificultam a	(Alwan, 2011; Driver, 1985; Fries-Gaither, 2009; Hermita et al.,

Objetos que mantêm outros objetos quentes (cobertores, luvas, camisolas, …) são fontes de calor.	transferência de energia entre aqueles e a vizinhança.	2019; Kartal et al., 2011; Lewis & Linn, 1994)
Os objetos que ficam rapidamente quentes (bons condutores térmicos) não arrefecem facilmente.	Os bons condutores térmicos aquecem e arrefecem rapidamente (condutividade térmica).	(Alwan, 2011; Driver, 1985; Fries-Gaither, 2009, Luke, 2011a)
A nossa pele e o tato conseguem determinar a temperatura. / Os recetores humanos / tato são uma forma viável de aferir a temperatura.	A nossa pele apenas nos permite ter a sensação de quente e frio devido à ocorrência de transferências de energia entre o nosso corpo e a vizinhança.	(Alwan, 2011)
O calor transfere-se mais lentamente nos condutores por isso é que eles ficam quentes.	A taxa de transferência de calor depende da condutividade térmica dos objetos e da diferença entre a nossa temperatura e a do objeto.	(Alwan, 2011; Driver, 1985; Kartal et al., 2011)
Objetos com temperaturas diferentes em contacto um com o outro e com o ar, não ficarão necessariamente com a mesma temperatura.	Objetos com temperaturas diferentes em contacto um com o outro e com o ar, ficarão com a mesma temperatura.	(Alwan, 2011; Luke, 2011a)
O calor apenas se transfere para cima. / Calor sobe.	O calor transfere-se de objetos com temperaturas diferentes (do que apresenta maior para menor).	(Alwan, 2011; Kartal et al., 2011; Lincoln, 2019; Luke, 2011a)
A energia perde-se em várias transformações energéticas.	A energia não se cria nem se destrói, apenas se transforma ou transfere.	(Luke, 2011b)
Não existe nenhuma relação entre energia e massa. / Objetos com	Considerando dois corpos da mesma substância à mesma temperatura, o que tiver	(Luke, 2011b, Prince et al., 2016)

temperatura mais elevada tem mais energia.	maior massa, terá maior energia. Considerando dois corpos da mesma substância com a mesma massa, o que tiver maior temperatura terá maior energia.	
Algumas substâncias não podem ser aquecidas / são resistentes ao aquecimento (por exemplo, farinha, açúcar, ar).	Todas as substâncias podem ser aquecidas, apesar de umas elevarem a sua temperatura mais facilmente que outras (capacidade térmica mássica).	(Alwan, 2011; Fries-Gaither, 2009)
O gelo não muda a sua temperatura / O gelo está sempre à mesma temperatura.	O gelo pode estar a diferentes temperaturas.	(Luke, 2011a)
Quando o ponto de fusão de uma substância se mantém constante, alguma coisa está errada. / A temperatura de uma substância em ebulição vai aumentar pois está a receber calor.	No ponto de fusão, a energia recebida pela substância é utilizada para quebrar as ligações intermoleculares e não para aumentar o movimento das partículas, ou seja, a temperatura não aumenta.	(Alwan, 2011; Kartal et al., 2011; Lincoln, 2019; Luke, 2011a)
As bolhas formadas durante a ebulição da água contêm "ar", "oxigénio" ou "nada".	As bolhas formadas durante a ebulição da água contêm vapor de água.	(Alwan, 2011; Kartal et al., 2011; Luke, 2011a)
Todos os líquidos entram em ebulição a 100°C e congelam a 0°C.	Cada substância tem um ponto de fusão e de ebulição definido.	(Luke, 2011a)
Ponto de ebulição é a temperatura máxima que uma substância consegue alcançar.	Ponto de ebulição é a temperatura a que uma substância passa do estado líquido ao estado gasoso.	(Luke, 2011a)
Os alunos confundem efeitos da superfície como a	Na região do visível, as superfícies pretas absorvem	(Jacobi et al., 2003; Omar et al., 2009;

cor com a taxa de transferência de energia por radiação. Acreditam que as superfícies pretas retêm mais energia e emitem radiação mais lentamente que as brancas.	mais energia que qualquer outra superfície. No entanto, a emissão de energia na região do infravermelho é independente da cor da superfície.	Prince et al., 2013; Prince et al., 2016; Streveler et al., 2003)
A densidade é independente da temperatura.	A densidade traduz uma relação entre a massa e o volume de uma substância. Geralmente, quanto maior a temperatura, maior a vibração das partículas, logo ocupam mais espaço e, a substância apresenta maior densidade (e vice-versa).	(Kartal et al., 2011)

3.2 Testes conceptuais

Os testes conceptuais são questionários de escolha múltipla com as conceções alternativas mais comuns como distratores listadas com a resposta correta para cada item (Prince et al., 2013). A partir da década de noventa, a Foundation Coalition (FC) liderou o movimento de utilização de testes conceptuais, incluindo um na área da energia, calor e temperatura (Heat and Energy Concept Inventory – HECI), que avalia quatro áreas diferentes: fatores que afetam a taxa e a quantidade de calor transferido, diferenças entre temperatura e energia, distinção entre temperatura e perceção de quente/frio, e efeitos das propriedades da superfície na transferência de calor por radiação (Nottis et al., 2017, Prince et al., 2013).

Infelizmente, este teste conceptual não foi criado para ser utilizado na avaliação dos conhecimentos adquiridos ao nível do 3º ciclo e ao nível do ensino secundário. Assim, o primeiro passo é a elaboração de um questionário conceptual para cada um dos níveis.

O número de questões a incluir num questionário deve ser refletido, pois se não houver um número suficiente podem não abordar os conteúdos que se pretende e, contrariamente, em número excessivo, pode ter um efeito dissuasor nos alunos, aumentando consideravelmente a probabilidade de respostas ao acaso ou não-resposta (Carmo & Ferreira, 2008). Assim, o número de perguntas presente num teste conceptual

de escolha múltipla deve ser adequado ao que se pretende investigar, sendo no mínimo importante ter três questões por cada tema. Para além disso, as perguntas não devem ser ambíguas, devem estar escritas de forma compreensível para o público-alvo e abranger as temáticas em estudo (Carmo & Ferreira, 2008).

As maiores vantagens do questionário, em comparação com outros métodos de análise, é a sua sistematização, simplicidade e rapidez de recolha e análise de dados e os seus custos. No entanto, a sua difícil conceção, especificidade para cada grupo etário e a elevada probabilidade de respostas ao calhas e/ou não respostas, são apontadas como desvantagens (Carmo & Ferreira, 2008).

4. Enquadramento didático-curricular

Este trabalho enquadra-se nas aprendizagens essenciais e metas curriculares do 7º ano, no domínio de Fontes de energia e transferências de energia (DGE, 2018a; Fiolhais et al., 2013) e do 10º ano, no domínio de Energia, fenómenos térmicos e radiação (DGE, 2018b; Fiolhais et al., 2014).

Este trabalho investigativo focou-se principalmente nas seguintes aprendizagens descritas de seguida por ciclo de ensino:

4.1 7.º ano

Domínio: Energia
Subdomínio: Fontes de energia e transferências de energia
Aprendizagens essenciais:

- Identificar, em situações concretas, sistemas que são fontes ou recetores de energia, indicando o sentido de transferência da energia e concluindo que a energia se mantém na globalidade.
- Identificar diversos processos de transferência de energia (condução, convecção e radiação) no dia a dia, justificando escolhas que promovam uma utilização racional da energia.
- Distinguir temperatura de calor, relacionando-os através de exemplos.

4.2 10.º ano

Domínio: Energia e sua conservação
Subdomínio: Energia, fenómenos térmicos e radiação
Aprendizagens essenciais:

- Compreender os processos e os mecanismos de transferência de energia em sistemas termodinâmicos.
- Distinguir, na transferência de energia por calor, a radiação da condução e da convecção.
- Explicitar que todos os corpos emitem radiação e que à temperatura ambiente emitem predominantemente no infravermelho, dando exemplos de aplicação.

5. Prática em terreno escolar e ensaio de investigação

Este trabalho dividiu-se em duas partes: a primeira parte com alunos pertencentes ao 7.º ano e a segunda parte com alunos do 10.º ano. Ir-se-á descrever separadamente cada uma das atividades realizadas com cada ciclo, o seu enquadramento nas aulas de regência, uma pequena descrição dos participantes, a metodologia e os recursos utilizados, assim como os questionários elaborados para avaliação das aprendizagens.

5.1 Parte I – 7.º ano

5.1.1 Elaboração do Questionário

Numa primeira fase procedeu-se à seleção das conceções alternativas que poderiam estar mais presentes tendo em conta o currículo da disciplina para o 7.º ano. Como resultado, definiu-se quatro grandes temas: “definição de calor”, “sensação de frio e quente”, “fontes de calor e isolantes” e “condução e convecção”. Dentro de cada tema, existem as seguintes conceções alternativas associadas:

- “definição de calor”: calor é uma substância; calor e temperatura são a mesma coisa.

- "sensação de frio e quente": a nossa pele consegue determinar a temperatura, objetos podem ser inerentemente quentes ou frios; os metais têm a capacidade de atrair, manter ou absorver calor ou frio.
- "fontes de calor e isolantes": alguns materiais têm uma propriedade que os faz "aquecer as coisas"; objetos que mantêm outros objetos quentes (cobertores, luvas, camisolas, …) são fontes de calor.
- "condução e convecção": o calor transfere-se mais lentamente nos condutores por isso é que eles ficam mais quentes; os objetos que ficam rapidamente quentes (bons condutores térmicos) não arrefecem facilmente; o calor apenas se transfere para cima; o calor sobe.

O questionário elaborado para o 7.º ano pode ser encontrado no Apêndice 1, e está dividido nestes quatro temas, sendo que cada um deles engloba três questões com exceção do último (condução e convecção), que inclui 6 questões (3 para condução e 3 para convecção). As questões foram pensadas de forma a envolverem contextos próximos dos alunos e os distratores presentes nas respostas a estarem relacionados com as conceções alternativas referenciadas.

Infelizmente, após a sua elaboração e aplicação, deparamo-nos com erros nas opções de respostas das questões 5 e 15 pelo que, na fase de avaliação dos resultados não serão tidas em consideração estas questões.

5.1.2 Aplicação do Questionário

Para aplicação dos questionários, e para diminuir o impacto das respostas ao acaso e das não resposta nas mesmas questões, procedeu-se à elaboração de 5 versões do questionário (versão A, B, C, D, E) em que as questões foram sorteadas assim como as respostas. Os quadros indicadores das correspondências das questões e das respostas das 5 versões do questionário com a versão inicial encontram-se no Apêndice 2.

Os questionários foram aplicados no início do mês de março de 2022 às turmas A, B, C, E, G e H do 7.º ano, denominados como "pré-questionários". Algumas respostas foram eliminadas imediatamente nesta fase pois, em contexto de sala de aula, deu para perceber que os alunos preencheram os questionários de forma não consciente. Para além disso, os resultados da turma E também não foram utilizados para análises futuras pois não foi possível recolher os resultados do questionário numa fase posterior ao ensino. Consequentemente, apresentam-se, efetivamente, 26 respostas da turma A, 17

respostas da turma B, 17 respostas da turma C, 26 respostas da turma G e 22 respostas da turma H, ou seja, 98 respostas no total, ao pré-questionário.

Os alunos responderam ao pré-questionário antes da lecionação dos conteúdos programáticos e voltaram a responder ao mesmo questionário algum tempo após a lecionação (e avaliação), nomeadamente, depois das férias da Páscoa, na primeira semana do 3.º período ("pós-questionário"). Nesta fase, obteve-se 26 respostas da turma A, 19 respostas da turma B, 18 respostas da turma C, 20 respostas da turma G e 23 respostas da turma H, ou seja, 106 respostas no total. É de reparar que na turma G houve uma diminuição significativa nas respostas consideradas pois, na altura em que os alunos preenchiam os questionários após a lecionação, foi percetível que vários alunos preencheram a folha de resposta parcial ou completamente à sorte pelo que esses resultados foram retirados da análise.

Para responder aos questionários, elaborou-se uma folha de resposta, que pode ser encontrada no Apêndice 3.

5.1.3 Caracterização dos alunos

Apesar de não se ter pedido informação sobre a idade dos alunos do 7.º ano, de acordo com as informações recolhidas das professoras das turmas C, G e H (entrevistas – Apêndice 4), e com as informações das turmas de regência, A e B, as idades dos alunos estão compreendidas entre os 11 e os 14 anos, estando a maioria situado nos 12 anos. Relativamente ao género, nas turmas de regências, os alunos estão igualmente distribuídos, não havendo informações sobre as restantes turmas.

No caso da turma A, G e H podemos afirmar que são turmas sem referência a casos de necessidades educativas nem alunos sinalizados com dificuldades de aprendizagem, contrariamente às turmas B e C. No caso da turma A e G, são caracterizadas por alunos com aproveitamentos bons e muito bons e com facilidade de aprendizagem. A turma H é sinalizada pela incorporação de vários novos membros ao longo do ano letivo que, segundo a professora de física e química / diretora de turma, destabilizou bastante a turma. A turma B tem alguns bons alunos considerados muito trabalhadores, sendo a grande maioria classificada como pouco trabalhadores em contexto fora da sala de aula. Nesta turma encontram-se vários alunos sinalizados com necessidades educativas especiais ou por falta de acompanhamento familiar. Por fim, a turma C, foi caracterizada como tendo alunos com necessidades educativas, como a turma B, mas em que os alunos apresentam uma atitude muito pouco ativa perante a aprendizagem.

5.1.4 Atividades Práticas

No 7.º ano, os conteúdos programáticos associados a este trabalho de investigação foram lecionados por mim, durante 4 aulas de 50 minutos ao 7.º A e 5 aulas de 50 minutos ao 7.º B, cujos planos de aula e recursos podem ser consultados no Dossier de Estágio cujo link se encontra disponível num capítulo anterior.

As atividades práticas utilizadas nas aulas e os desafios colocados para casa para consolidação da matéria e relacionados com as conceções alternativas definidas anteriormente foram as seguintes:

1. Atividade das Luvas;
2. Desafio do Boneco de Neve;
3. Atividade do Termómetro;
4. Desafio das tinas de água;
5. Demonstração da condução e da convecção;
6. Desafio do tapete *versus* tijoleira;
7. Desafio do chá;
8. Demonstração da condução e convecção em líquidos (apenas realizado no 7.º B).

Esta atividades e desafios encontram-se descritos no Apêndice 5.

5.1.5 Avaliação dos Resultados

Respostas iniciais

O início do 7º ano marca uma passagem do 2.º ciclo para o 3.º ciclo, com alteração ao nível de algumas disciplinas e introdução da disciplina de Ciências Físico-Químicas. Como tal, não havendo um precedente desta unidade curricular, os alunos encaram-na de forma igual, ou seja, partem todos do mesmo ponto de partida. Assim, a análise das respostas iniciais ao questionário permite-nos avaliar quais as conceções alternativas mais presentes nos alunos, no início deste ciclo, independentemente da turma a que pertencem. Na Tabela 2 encontram-se as percentagens de cada uma das respostas para o questionário inicial, considerando as respostas de todos os alunos.

Tabela 2 - Percentagens de cada resposta dos alunos do 7.º ano ao questionário inicial.

Tema	Definição de calor			Sensação frio / quente		Fontes de calor / isolantes			Condução e Convecção				
Questão	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
%RC	21	24	19	13	6	16	10	15	27	20	24	27	32
%C1	36	16	36	39	15	30	16	27	30	24	21	20	9
%C2	13	24	6	17	37	20	5	20	13	19	9	27	38
%C3	10	16	21	13	24	19	19	22	24	13	32	6	15
%C4	19	19	19	18	18	14	51	14	4	24	14	19	7
%NR	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0

Legenda:
% RC – Percentagem de Respostas Corretas, %C1 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 1; %C2 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 2; %C3 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 3; %C4 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 4; %NR – Percentagem de questões não respondidas.
Cores: Laranja – Percentagens acima dos 30%; Amarelo - Percentagens entre os 25 e 30%, exclusive; Cinzento – Percentagens entre os 20 e 25%, exclusive.

Através da tabela anterior podemos verificar que existem algumas conceções predominantes (percentagens acima de 30%), nomeadamente:

- Questão 1: o calor e o frio são substâncias que se movimentam;
- Questão 3: o ar quente entra dentro de casa quando se abre a janela;
- Questão 4: o tato permite ter uma ideia correta da temperatura;
- Questão 6: o metal está a uma temperatura mais fria que a temperatura da nossa mão e é por isso que sentimos frio;
- Questão 7: o cobertor produz calor;
- Questão 8: as luvas são fontes de calor e impedem que o frio entre em contacto com as mãos;
- Questão 10: o calor não se propaga na madeira;
- Questão 12: a caneca atrai o calor da água e intensifica-o, mantendo a água quente;
- Questão 14: o ar condicionado substituiu o ar quente por ar frio.

Comparação antes versus após – ganhos relativos normalizados por turma

Para avaliar a eficácia das atividades práticas nas turmas A e B, determinaram-se os ganhos relativos normalizados em cada questão. Os ganhos relativos normalizados são calculados através do quociente entre os ganhos absolutos (diferença entre a percentagem de respostas corretas finais e percentagem de respostas corretas iniciais) e a percentagem de respostas incorretas (ou seja, corresponde à quantidade

que ainda pode ser melhorada) (Hake, 1998). Desta forma, temos em consideração o quando uma turma pode melhorar e não apenas os resultados finais.

A Tabela 3 permite-nos comparar os ganhos relativos normalizados para cada turma, no que diz respeito ao aumento do número de alunos a escolher a resposta correta para cada uma das questões do questionário.

Tabela 3 - Ganhos relativos normalizados (em percentagem) relativamente à resposta correta para cada uma das turmas nas diferentes questões do questionário de 7.º ano.

Tema	Definição de calor			Sensação frio / quente		Fontes de calor / isolantes			Condução e Convecção				
Questão	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7.º A	-9	-9	1	40	9	20	39	22	45	24	37	13	33
7.º B	3	-11	23	11	11	10	40	11	35	10	-4	23	51
7.º C	5	-1	-17	6	-13	12	29	-32	26	18	18	-3	6
7.º G	18	9	16	8	8	14	35	-3	31	-4	-3	-21	23
7.º H	-1	5	-25	-28	4	19	-6	-10	21	-10	-3	-15	-16

Cores: Laranja – percentagens acima dos 30%; Amarelo - Percentagens entre os 25 e 30%, exclusive; Cinzento – Percentagens entre os 20 e 25%, exclusive.

Os dados obtidos na Tabela 3 foram utilizados para criar a figura seguinte, de forma a facilitar a análise de dados.

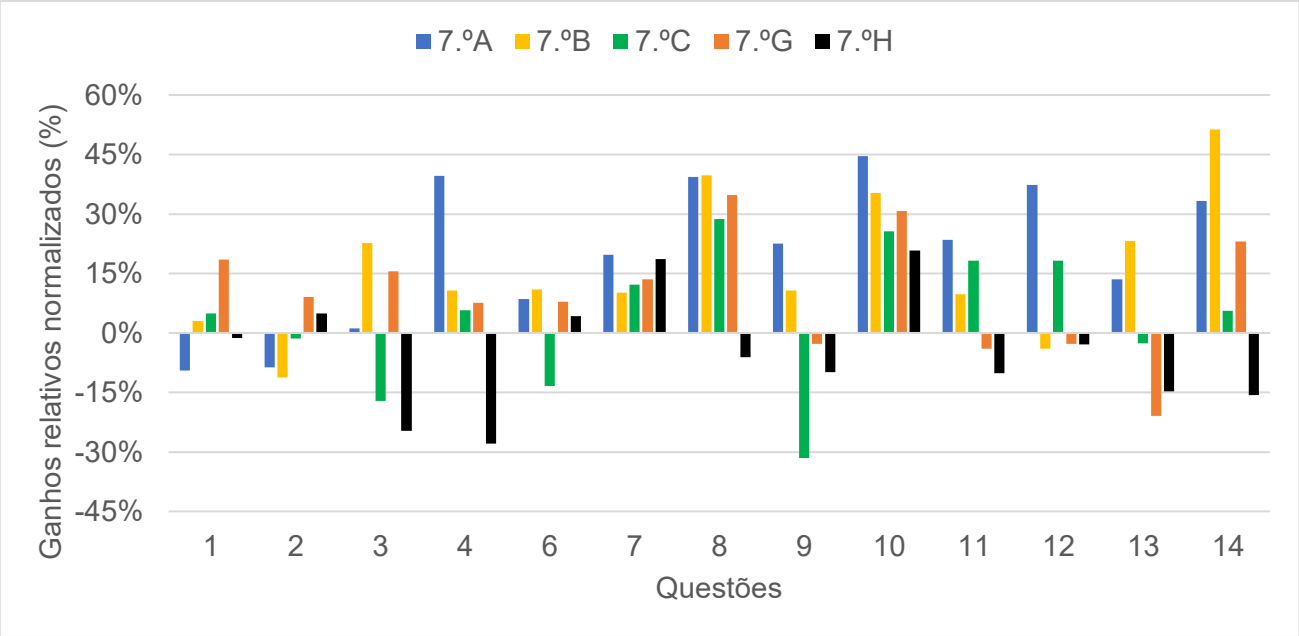


Figura 1 - Ganhos relativos normalizados (em percentagem) para cada turma do 7.º ano, em cada uma das questões do questionário.

Tanto a partir da Tabela 3, como a partir da Figura 1, podemos perceber que houve ganhos relativos normalizados significativos na maioria das questões, das diferentes turmas, sendo que a turma A e a turma B apresentam valores geralmente superiores nas questões 4, 6, 8, 9, 10, 13 e 14. Nomeadamente nas questões 9 e 13, são as únicas turmas com ganhos relativos normalizados positivos.

No tema 1, definição de calor, os ganhos relativos normalizados não são favoráveis para a grande parte das turmas, o que pode estar relacionado com o facto dos conceitos calor, energia e temperatura serem conceitos muito abstratos e difíceis de compreender. Os alunos das turmas de regência (A e B) revelaram imensa dificuldade na distinção dos conceitos durante as aulas e, em retrospetiva, nenhuma das atividades práticas envolve a distinção clara entre eles. A atividade do termómetro, embora pensada para distinguir estes conceitos, está muito mais direcionada para a definição do conceito de temperatura.

No tópico 2, sensação de quente e frio, é necessário ter mais cuidado a retirar conclusões pois em vez de três questões, apenas podemos analisar os resultados de duas, as questões 4 e 6. No geral, todas as turmas apresentam ganhos relativos normalizados positivos (exceto a turma C na questão 6 e a turma H na questão 4). A turma A destaca-se com valores mais elevados, seguido da turma B e posteriormente da turma G. É de realçar que a turma B e da turma G têm valores muito próximos, mas existe uma diferença significativa entre os alunos: enquanto na turma B temos alunos com necessidades educativas especiais e alunos com evidentes dificuldades de aprendizagem, concentração e atenção sinalizados (sendo por isso a turma constituída por apenas 20 alunos), a turma G foi caracterizada pela docente como contendo alunos médios que demonstram falta de atenção no contexto da sala de aula (apesar de suspeitar da existência de alunos com dificuldades de aprendizagem não diagnosticadas). Faz-se novamente referência ao facto de, infelizmente, várias folhas de respostas terem sido retiradas de análise (os alunos preencherem completamente ou parcialmente ao acaso a folha de resposta) na turma G e, portanto, os resultados obtidos podem não representar justamente a aprendizagem geral dos alunos desta turma. Adicionalmente, é de referir que a atividade prática mais relacionada com este tema, o desafio das tinas (Apêndice 5 – Aula n.º 2 – Atividade para casa: Desafio das tinas) foi sugerido para trabalho de casa em ambas as turmas (A e B), mas nem metade dos alunos realizou a experiência efetivamente em casa apesar de ter sido posteriormente discutido em sala de aula.

No que diz respeito às questões 7, 8 e 9, referentes ao tema Fontes de calor / isolantes, verifica-se novamente que, em termos gerais, as turmas A e B apresentam ganhos relativos normalizados geralmente superiores e as únicas que não apresentam

valores negativos em nenhuma das três questões. Na questão 9, as turmas A e B foram as únicas que apresentaram ganhos superiores positivos, e diz respeito à forma como o isolamento de uma casa funciona.

No último tema, condução e convecção, podemos dividir as questões 10, 11 e 12 que avaliam o conceito de condução e as questões 13 e 14 que avaliam o conceito de convecção. Apesar de todas as docentes terem realizado a demonstração da condução sugerida no livro adotado (descrita no Apêndice 5 – Aula n.º 3 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e convecção), apenas a turma A e a turma C apresentam ganhos relativos normalizados positivos nas três questões, sendo que a turma A apresenta valores significativamente superiores. A questão 13, referente à posição no forno que se encontra mais quente, foi apenas acertada pelas turmas A e B, enquanto na questão 14, estas turmas foram as que apresentaram ganhos relativos normalizados claramente superiores. A atividade da convecção realizada com as turmas A e B foi ligeiramente diferente da descrita pelas professoras das restantes turmas (procedimento descrito no Apêndice 5 – Aula n.º 3 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e convecção), que seguiram a sugestão do livro com a demonstração da convecção utilizando o permanganato de potássio para demonstrar as correntes de convecção. Para além disso, a atividade descrita no Apêndice 5 – Aula n.º 5 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e convecção em líquidos, que foi apenas realizada na turma B, foi também descrita e discutida na turma A. Assim, é possível concluir que as atividades realizadas para condução e convecção são mais vantajosas para a aprendizagem dos alunos.

Com exceção da atividade do termómetro, que podia ter sido mais especializada ou até modificada para incluir a definição de calor, as atividades das luvas, as demonstrações de condução, convecção e transferência de calor em líquidos, parecem ter fornecido alguma vantagem na aprendizagem, tanto na turma A como na turma B. Além disto, a consistência em abordagens investigativas, práticas e demonstrativas, pode também ter tido um efeito positivo na aprendizagem das turmas.

Comparação antes versus após – conceções alternativas persistentes

Para além de uma análise dos ganhos relativos normalizados relativamente às respostas corretas dadas nos questionários, pensou-se que também seria relevante analisar as conceções alternativas que se mantêm após o ensino / que foram reforçadas após o ensino. Na tabela seguinte pode-se encontrar, em termos gerais, a percentagem de respostas associada a cada conceção alternativa e a percentagem de aumento da escolha dessa conceção (através da determinação do ganho percentual associado).

Tabela 4 - Percentagens de respostas em cada uma das conceções alternativas e percentagens de ganhos relativos normalizados de respostas em cada conceção, para o 7.º ano.

Tema	Definição de calor			Sensação frio / quente		Fontes de calor / isolantes			Condução e Convecção				
Questão	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
%C1	41	18	25	26	22	20	7	25	22	24	23	24	8
%GC1	10	-1	20	-21	9	-14	-9	-4	-15	6	3	4	0
%C2	11	30	20	20	27	19	8	21	5	10	13	32	29
%GC2	-1	10	15	-1	-17	-5	3	-1	-13	-16	2	4	-21
%C3	8	10	27	20	27	21	22	22	14	10	23	6	14
%GC3	-5	-5	7	8	-1	0	0	-5	-10	-1	-16	0	-2
%C4	15	19	9	12	12	12	28	15	9	25	8	12	2
%GC4	-10	-8	-11	-5	-3	-6	-50	2	5	-4	-6	-14	-3

Legenda: %C1 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 1; %GC1 – Ganho relativo normalizado de respostas da conceção alternativa 1; %C2 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 2; %GC2 – Ganho relativo normalizados de respostas da conceção alternativa 2; %C3 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 3; %GC3 –Ganho relativo normalizado de respostas da conceção alternativa 3; %C4 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 4; %GC4 – Ganho relativo normalizado de respostas da conceção alternativa 4. Cores: Laranja – percentagens acima dos 30%; Amarelo - Percentagens entre os 25 e 30%, exclusive; Cinzento – Percentagens entre os 20 e 25%, exclusive.

Alguns pontos importantes de salientar em cada tema:

Tema definição de calor:

- Apesar do aumento percentual da conceção 1, na generalidade das respostas, ser apenas de 10%, 41% dos alunos escolheu essa opção na questão 1, o que é preocupante. A conceção 1 está associada ao conceito de calor e frio como substâncias que se movimentam.
- Na questão 2, a conceção 2 ainda regista 30% das respostas (aumento de 10%). Estas repostas indicam que os alunos não conseguem comparar dois objetos que estão na mesma situação termicamente, ou seja, ou o conceito de equilíbrio térmico ou a diferenciação entre os conceitos temperatura, calor e energia não estão claros.
- Na questão 3, questão onde os resultados foram bastante diferentes entre as turmas (Figura 1), apresenta uma distribuição geral das respostas pelas conceções 1, 2 e 3. Unidas, as conceções compõem 72% das respostas. Estas conceções referem-se ao movimento do ar frio e do ar quente para dentro e para fora de casa quando se abre a janela. A grande maioria dos alunos não compreende o fenómeno de transferência de energia.

Tema sensações de quente / frio:

1. As respostas à questão 4 e 6 apresentam a mesma ocorrência que a questão 3, onde as conceções 1, 2 e 3 reunidas correspondem a 66% e 76% das respostas.
2. Enquanto as alternativas na questão 4 estão mais relacionadas com o tato ser um instrumento de medida válido para a temperatura, as alternativas na questão 6 estão relacionadas com a conceção dos metais serem naturalmente frios ou terem a capacidade de reter/ atrair / manter calor / frio.
3. A conceção 1 (consegue-se ter uma ideia correta da temperatura com o tato) na questão 4 diminuiu 21%, mas, no entanto, continua a representar um quarto dos alunos. É, todavia, um aspeto positivo a realçar nos resultados.

Tema fontes de calor / isolantes:

- Na questão 7, as respostas 1, 2 e 3 perfazem 60% das respostas dos alunos, o que significa que alguns ainda consideram os cobertores como fontes de calor (C1), o frio como uma substância (C2) e o calor como substância (C3). Estas últimas conceções corroboram os resultados obtidos na questão 1, isto é, calor e frio são como substâncias que se movimentam.
- Na questão 8, as conceções 3 e 4 correspondem a 50% das respostas, ou seja, o frio é uma substância que se movimenta (C3) e as luvas são fontes de calor (C4), confirmando os resultados na questão 7. Verifica-se, no entanto, que a conceção 4 foi reduzida em metade após a lecionação, o que é um resultado impressionante.
- A questão 9, que apresenta 68% das respostas distribuídas pelas conceções 1,2 e 3, confirmam novamente as conclusões anteriores pois referem-se, respetivamente, à não compreensão do conceito de isolante térmico, material com baixa condutividade, bem como a consideração do calor e do frio como substâncias.

Tema condução e convecção:

- A questão 11 revela 49% das respostas com base nas conceções 1 e 3, que dizem respeito à identificação de materiais como melhores isolantes que o vácuo ou com a conceção que o calor sobe sempre.
- Na questão seguinte (questão 12), a conceção 1 e 2 são responsáveis por 46% das escolhas dos alunos, e estão relacionadas com a absorção de energia por parte de alguns materiais e com a definição de frio e calor como substâncias que são transferidas entre dois corpos.

- A questão 13 volta a confirmar a conceção de que o calor sobe sempre (C1) e de que o metal é naturalmente mais quente quando se coloca no forno (C2). Juntas, as conceções 1 e 2 contabilizam 56%.
- Por fim, a questão 14, 29% dos alunos escolheram a conceção 2 que, apesar de já ter diminuído significativamente (-21%), mostra que estes alunos ainda consideram que o ar condicionado substitui o ar quente por ar frio.

Avaliação dos alunos numa perspetiva global

Olhando para as respostas de cada aluno que fez o pré-questionário e o pós-questionário (25 respostas da turma A, 17 da turma B, 16 da turma C, 19 da turma G e 22 da turma H, num total de 99 respostas), pode-se avaliar a evolução do número de respostas corretas nos questionários, considerando a avaliação das aprendizagens como um todo. Na figura seguinte podemos observar como responderam os alunos ao pré- e pós-questionário, em termos gerais e em cada turma. Os gráficos da Figura 2 mostram uma clara evolução de aprendizagem nas turmas A e B, as turmas de intervenção, comparativamente com as restantes turmas, C, G e H.

Apesar de se verificar uma grande dispersão nos ganhos dos estudantes (estando uma parte relacionada com as diferentes características dos estudantes – Hake, 1998), ao olhar para os ganhos absolutos (diferença entre a percentagem de respostas corretas no pós-questionário e no pré-questionário) em função da percentagem de respostas corretas no pré-questionário (Figura 3) das médias das turmas podemos retirar mais algumas conclusões.

Neste tipo de gráfico, o declive das retas delimita as regiões dos ganhos relativos normalizados (Hake, 1998). Assim, verifica-se que nas turmas A e B, turmas de regências, os ganhos relativos normalizados estão por volta dos 20% (o da A superior ao da B), valores que são superiores aos obtidos para as restantes turmas, que são iguais ou inferiores a 10%. Esses ganhos em torno dos 10% mostram que o grau de aprendizagem é muito diminuto nas turmas C, G e H e revelam que o ensino a que foram sujeitos produziu pouca evolução nos seus conhecimentos sobre esta temática. Em sentido oposto, nas turmas de intervenção A e B, embora os ganhos normalizados sejam pequenos, os resultados evidenciam um progresso substancialmente superior que, pelo menos parcialmente, pode ser imputado ao tipo de ensino ministrado e que envolveu atividades experimentais.

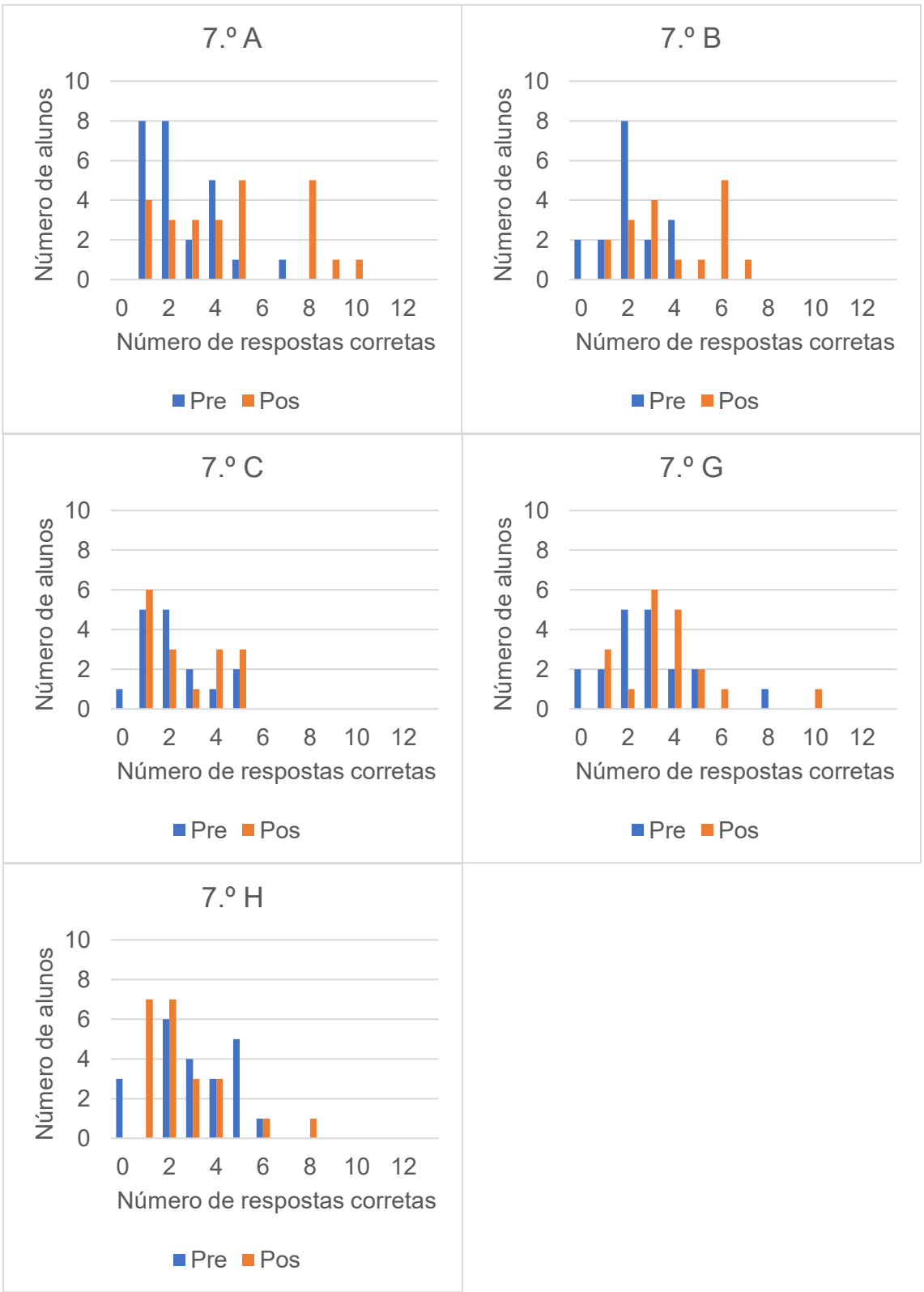


Figura 2 - Gráficos com o número de alunos correspondentes ao número de respostas corretas no pré e pós questionário, para as diferentes turmas do 7.º ano.

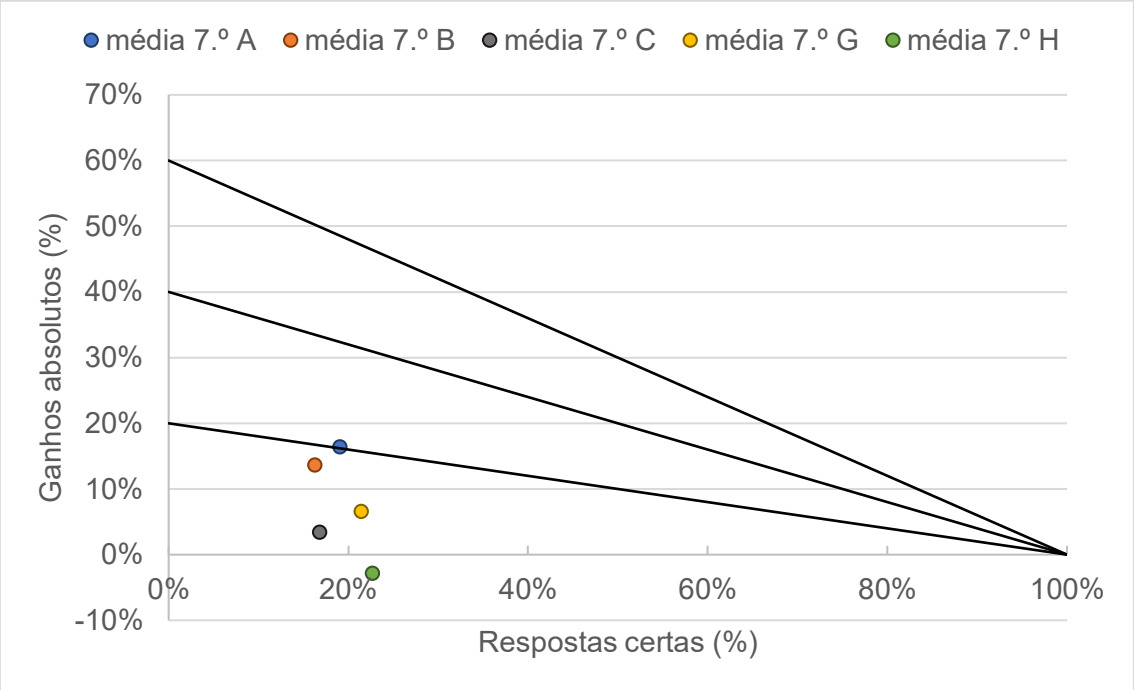


Figura 3 - Ganhos absolutos em função do número de respostas certas no pré-questionário, para cada turma do 7.º ano.

5.2 Parte II – 10.º ano

5.2.1 Elaboração do Questionário

A primeira fase corresponde à elaboração do questionário que pressupõe uma seleção das conceções alternativas. Assim, definiram-se três grandes temas: "equilíbrio térmico", "condução e convecção" e "radiação" como os tópicos de avaliação. O segundo tema, de condução e convecção, é igual ao do 7.º ano pelo que se utilizaram as mesmas questões utilizadas no questionário do 7.º ano. Assim, numa fase posterior, será possível ter uma perspetiva sobre a aprendizagem real dos alunos que agora se encontram no 10.º ano. Dentro de cada tema, focou-se nas seguintes conceções alternativas associadas:

- "equilíbrio térmico": não existe nenhuma relação entre energia e massa; objetos com temperatura mais elevada tem mais energia; objetos com temperaturas diferentes em contacto um com o outro e com o ar, não ficarão necessariamente com a mesma temperatura.
- "condução e convecção": o calor transfere-se mais lentamente nos condutores por isso é que eles ficam mais quentes; os objetos que ficam rapidamente quentes (bons condutores térmicos) não arrefecem facilmente; o calor apenas se transfere para cima; o calor sobe.

- "radiação": os alunos confundem efeitos da superfície como a cor com a taxa de transferência de energia por radiação. Acreditam que as superfícies pretas retêm mais energias e emitem radiação mais lentamente que as brancas.

O questionário criado para o 10.º ano pode ser encontrado no Apêndice 6, estando dividido nos três temas definidos anteriormente, com um total de 16 questões. No tema 1 incluiu-se as quatro primeiras questões, seguido do tema 2 que abrange as questões 5 à 10 (iguais às últimas questões do questionário do 7.º ano – Apêndice 1) e o tema 3 que envolve as últimas seis questões. A questão 10 do questionário de 10.º ano, que corresponde à questão 15 do questionário para 7.º ano, foi eliminada da análise como já foi referido anteriormente.

5.2.2 Aplicação do Questionário

Tal como nos questionários do 7.º ano, também as questões e respostas dos questionários do 10.º ano foram sorteadas e criaram-se 5 versões do mesmo. As correspondências entre as diferentes versões encontram-se no Apêndice 7.

Os questionários foram aplicados antes e após o ensino a três turmas do 10.º ano: A, B e C, na área das ciências. Na turma A obteve-se 23 respostas aos questionários antes do ensino, na turma B 24 respostas e na turma C 21 respostas, ou seja, um total de 68 respostas. Relativamente aos questionários após o ensino, na turma A contabilizaram-se 21 respostas, na turma B 24 respostas e na turma C 22 respostas, ou seja, um total de 67 respostas.

Semelhante ao 7.º ano, os alunos responderam ao pré-questionário antes da lecionação do domínio de energia e voltaram a responder ao mesmo questionário na primeira semana do 3.º período. Apesar de algumas turmas ainda estarem no tema energia, os temas focados neste questionário já tinham sido abordados no período anterior. Foi também elaborada uma folha de resposta, semelhante à do 7.º ano, que se encontra no Apêndice 8.

5.2.3 Caracterização dos alunos

Não foram pedidas informações referentes às idades e géneros dos alunos do 10.º B e 10.º C. Relativamente à turma de regência, a turma A é constituída por 24 elementos, igualmente distribuídos pelos géneros masculino e feminino, com uma média de 15 anos de idade. Esta turma tem alguns elementos referenciados como alunos com dificuldades de aprendizagem em várias disciplinas, assim como na turma

B e C, no entanto, nenhum aluno de nenhuma turma está sinalizado com necessidades educativas especiais (informações retiradas das entrevistas às professoras respetivas, que podem ser consultadas no Apêndice 9).

A turma A caracteriza-se por ter 5 alunos de bom nível cognitivo, estando os restantes numa classificação médio-baixa. Apesar disso e com algumas exceções, é uma turma com alunos trabalhadores e esforçados, contrariamente ao referido pelas docentes da turma B e C, que caracterizam as suas turmas como pouco aplicadas. A docente da turma B enuncia ainda que vários alunos têm lacunas em termos do raciocínio matemático e de conceitos básicos da física, enquanto a docente da turma C, descreveu o funcionamento da turma como problemático, especialmente em termos de comportamento em sala de aula. Indica também que existem elementos na turma (C) que não se sentem motivados com o curso.

5.2.4 Atividades Práticas

Durante 2 aulas de 100 minutos, duas aulas de laboratório, foram realizadas duas atividades laboratoriais no domínio da Energia e fenómenos térmicos. Os planos de aula e recursos utilizados podem ser encontrados no Dossier de Estágio.

A descrição de cada atividade pode ser encontrada no Apêndice 10. A primeira atividade, Transferência de energia em líquidos, foi dividida em 3 partes, duas das quais foram realizadas em contexto de sala de aula e a terceira como desafio individual para casa. A segunda atividade, sobre radiação, dividida em três partes, foi completamente realizada em contexto de sala de aula.

Em cada aula, foi pedido aos alunos que, por grupo, levassem um computador para fazerem a análise de dados, nomeadamente, construção de um gráfico e sua posterior análise, *in situ*, de forma a obterem apoio dos docentes (professora cooperante + professora estagiária). Adicionalmente, foi pedido, em cada aula, um mini-relatório sobre as atividades realizadas que deveria conter os seguintes 4 pontos principais e que deveria ser submetido no *Classroom* até à semana seguinte:

- Resposta inicial à questão problema;
- Registo de dados experimentais de cada atividade (tabela);
- Elaboração de gráficos com os dados experimentais;
- Discussão dos resultados e nova resposta à questão problema devidamente justificada.

Apesar dos relatórios de grupo terem sido todos entregues, 2 alunos não entregaram o relatório individual, para além de que vários trabalhos estavam claramente incompletos. Por isso, foi dado feedback a todos os trabalhos no *Classroom*.

5.2.5 Avaliação dos Resultados

Respostas iniciais

O início do 10º ano marca a passagem do 3.º ciclo para o ensino secundário, um salto educacional que alguns consideram grande. Os alunos que chegaram agora ao 10.º ano passaram os 2 últimos anos a ter as aulas maioritariamente em casa. Como tal, não têm uma experiência pedagógica presencial e, consequentemente, prática. O seu último ano totalmente presencial foi o 7.º ano, que corresponde ao ano em que os alunos dão pela primeira vez os conteúdos aqui avaliados. É também possível que alguns alunos não tivessem dado no final do 7.º ano, mas sim no início do 8.º ano. Mesmo assim, o 1.º período do 8.º ano foi ainda em regime presencial. Por isso, em princípio, parte-se da premissa de que os conteúdos foram lecionados pelo menos uma vez no passado.

Assim, ir-se-á analisar as respostas iniciais às diferentes questões, mas também comparar superficialmente as respostas iniciais dos alunos de 10.º ano com as respostas finais dos alunos do 7.º ano nos conteúdos em comum, ou seja, condução e convecção. Na Tabela 5 encontram-se as percentagens de cada uma das respostas para o questionário inicial de 10º ano, tendo em conta as respostas obtidas de todos os alunos.

Tabela 5 - Percentagens de cada resposta dos alunos do 10.º ano ao questionário inicial.

Tema	Equilíbrio térmico				Condução e convecção					Radiação					
Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16
%RC	1	18	25	37	60	41	38	41	56	65	68	10	22	19	9
%C1	15	53	32	25	19	21	34	16	3	9	9	9	65	6	53
%C2	44	16	16	10	4	4	6	24	29	1	1	54	3	6	15
%C3	24	1	6	13	12	3	12	4	9	7	12	15	4	4	12
%C4	15	10	19	15	4	31	10	15	3	18	10	12	6	65	12
%NR	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Legenda:

% RC – Percentagem de Respostas Corretas, %C1 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 1; %C2 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 2; %C3 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 3; %C4 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 4; %NR – Percentagem de questões não respondidas.

Cores: Verde – Percentagens acima de 60%, Laranja – Percentagens entre os 30 e os 60%, exclusive; Amarelo Percentagens entre os 25 e 30%, exclusive; Cinzento – Percentagens entre os 20 e 25%, exclusive.

Através da tabela anterior podemos verificar que, no tema do equilíbrio térmico, a maior parte dos alunos apresenta conceções alternativas bem definidas, nomeadamente, a conceção 2 e 3 na questão 1 e a conceção 1 nas questões 2 e 3. Na questão 1, a conceção 2 e 3 referem-se à capacidade de absorção / retenção de calor de determinados materiais como os metais, enquanto na questão 2 e 3, as conceções 1 referem-se a, respetivamente, não acreditarem no conceito de equilíbrio térmico e na conceção que a mesma temperatura se traduz na mesma quantidade de energia.

No domínio da condução e convecção e nas duas primeiras questões da radiação, temos uma elevada percentagem de alunos que responde corretamente às questões, entre 41 e 61% de respostas corretas. Ainda dentro deste tema e comparando a Tabela 4 e a Tabela 5, a questão 6 do questionário do 10.º ano corresponde à questão 11 do questionário do 7.º ano, e comparando as respostas inicias do 10º e finais do 7.º, verifica-se uma concordância em termos de conceções alternativas predominantes, nomeadamente as conceções 1 e 4, relacionadas com a não identificação do vácuo como melhor isolante e à conceção alternativa de que o calor sobe sempre. Da mesma forma, a conceção 2 nas questões 8 e 9 (o metal é naturalmente mais quente quando se coloca no forno; ar condicionado substitui o ar quente por ar frio) no questionário de 10.º ano (questões 13 e 14 do questionário de 7.º ano), apresenta predominância semelhante às apresentadas pelo 7º ano, no final.

Dentro da radiação, considerando as últimas quatro questões, é possível identificar 4 respostas, uma em cada questão, que foram as mais escolhidas. Na questão 13, a conceção 2 (54%) e na questão 16, a conceção 1 (53%), confirmam a mesma alternativa, de que objetos brancos arrefecem mais rapidamente chegando primeiro a uma temperatura mais baixa / objetos pretos arrefecem mais lentamente, atingindo a temperatura ambiente posteriormente. A conceção 1 (65%) na questão 14 e a conceção 4 (65%) na questão 15, também se corroboram mutualmente, pois incluem a ideia de que objetos com a cor preta absorvem mais energia e/ou emitem energia mais lentamente. É curioso verificar que as percentagens dessas conceções correspondem quase na perfeição.

Comparação antes versus após – ganhos relativos normalizados por turma

Do mesmo modo que se calcularam os ganhos relativos normalizados em cada questão avaliada para o 7.º ano, realizou-se o mesmo procedimento para o 10.º ano, para cada uma das turmas. Na tabela seguinte, pode-se encontrar os ganhos relativos normalizados de cada turma, para cada questão.

Tabela 6 - Ganhos relativos normalizados relativamente à resposta correta para cada uma das turmas nas diferentes questões do questionário de 10.º ano.

	Tema	Equilíbrio térmico				Condução e convecção					Radiação					
	Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16
10.º A	%RC	29	43	62	38	67	62	57	57	71	76	67	19	10	19	48
	%G	29	6	54	-10	23	20	-10	18	6	-10	4	11	-30	-10	45
10.º B	%RC	17	50	67	46	79	58	50	58	75	54	58	21	25	33	25
	%G	13	45	53	13	44	38	33	41	50	31	-25	10	5	16	10
10.º C	%RC	5	18	59	32	55	45	41	55	64	64	73	9	36	18	9
	%G	5	14	43	5	-19	12	17	13	31	-155	5	0	26	10	5

Legenda: %G – Ganho relativo normalizado; %RC – Percentagem de respostas corretas. Cores: Verde – Percentagens acima de 60%, Laranja – Percentagens entre os 30 e os 60%, exclusive; Amarelo - Percentagens entre os 25 e 30%, exclusive; Cinzento – Percentagens entre os 20 e 25%, exclusive.

Em primeiro lugar, existem duas comparações possíveis, a do 10.º A com o 10.º B e do 10.º A com o 10.º C. A primeira comparação é entre duas turmas, ambas com meia dúzia de alunos com boa prestação académica e o restante dos alunos com uma prestação académica média-baixa. A grande diferença entre as turmas é a abordagem pedagógica adotada. Enquanto na turma A, eles realizaram duas atividades laboratoriais isoladas, a turma B realizou diversas atividades práticas (Apêndice 9).

Quando comparamos estas duas turmas, verificamos que em termos de percentagens de respostas, a turma A apresenta diversas questões com percentagens acima dos 60% de respostas certas, nomeadamente nas questões 1, 5, 6, 9, 11 e 12 enquanto a turma B tem esses valores apenas nas questões 3, 5 e 9. Ambas as turmas apresentam apenas 3 questões com percentagens de acerto abaixo dos 29%, as questões 13, 14 e 15 na turma A, e as questões 1, 13 e 15 na turma B. No entanto, em termos de ganhos relativos normalizados, a turma B apresenta valores entre 30 e 60%, em 8 questões, o que significa que, tendo em conta o que se poderia melhorar, a turma B fez um avanço conceptual superior em termos globais.

Contrariamente, a turma C é caracterizada pela docente como uma turma problemática em termos de comportamentos e com indivíduos que não estão na área certa. Esta turma não realizou qualquer tipo de atividades práticas no domínio da energia (Apêndice 9). Comparando a turma A com a turma C, com exceção das questões 12 e 14, a turma A apresenta percentagens de acertos superiores à turma C. Quando se compara em termos de ganhos, existe uma divisão equitativa, ou seja, numas questões os alunos da turma A apresentam maior percentagem de ganhos relativos normalizados, noutras questões verifica-se o contrário.

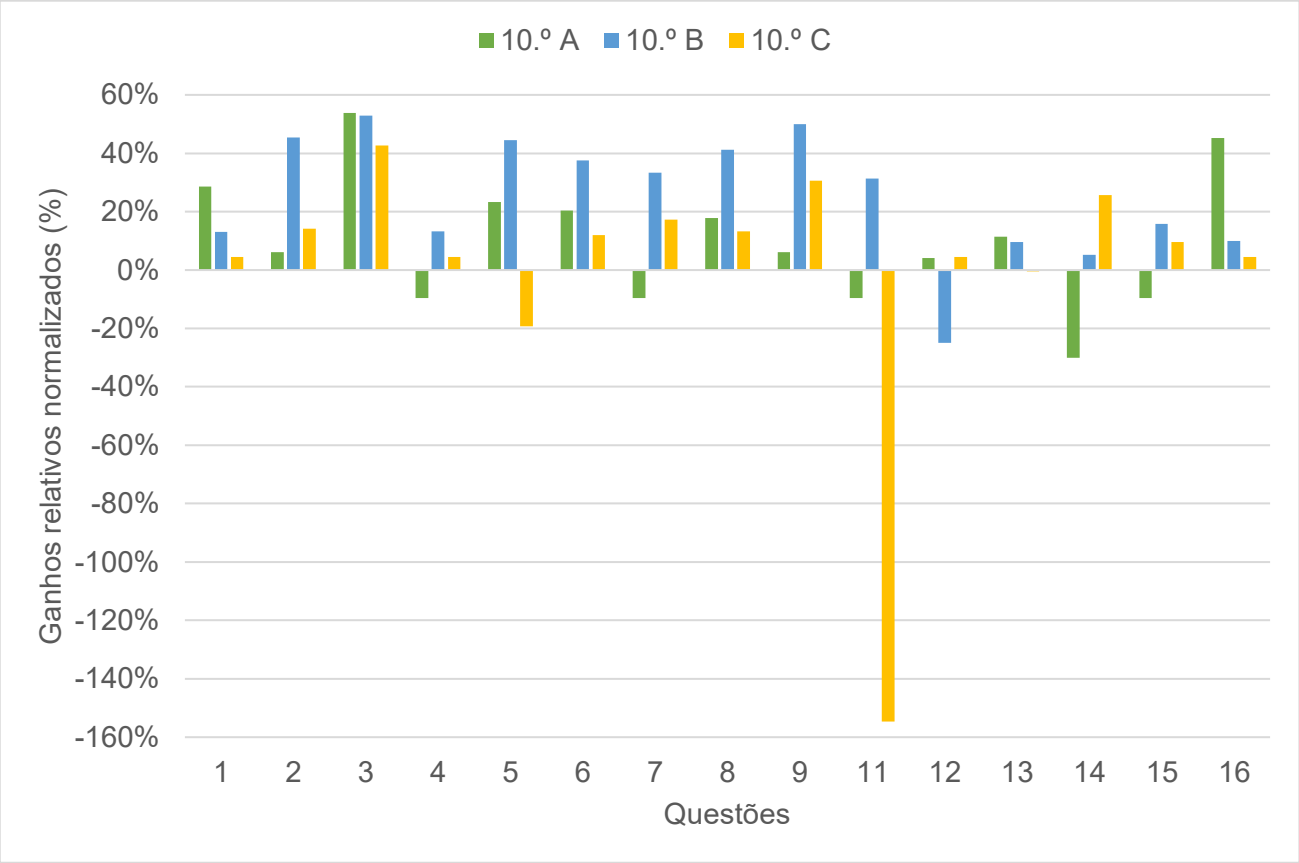


Figura 4 - Ganhos relativos normalizados para cada turma do 10.º ano, em cada uma das questões do questionário.

Na questão 11, existe a questão da turma C, com uma descida de 155% em termos de ganho relativo normalizado, apesar dos 64% dos alunos que selecionaram a resposta positiva. No entanto, tem de se ter em consideração que a percentagem de respostas positivas iniciais era de 86% para a turma C.

A turma A tem um progresso superior nas questões 1 e 16 relativamente às restantes turmas, com percentagens de acerto de 29% e 48%, e ganhos relativos normalizados de 29% e 45% respetivamente. Contudo, na questão 14 e 15, foi a única turma cuja percentagem de acerto foi abaixo de 25% e 20% respetivamente e cuja percentagem de ganho relativo normalizado foi negativa.

A questão 13 é uma questão que não só não apresenta elevada percentagem de respostas certas, como também não apresenta ganhos relativos normalizados elevados.

Comparação antes versus após – conceções alternativas persistentes

No seguimento da análise realizada para o 7.º ano, também se avaliou a persistência de algumas conceções alternativas no 10.º ano, tal como se pode verificar pela análise da Tabela 7.

Tabela 7 - Percentagens de respostas em cada uma das conceções alternativas de ganhos relativos normalizados de respostas em cada conceção para o 10.º ano.

Tema	Equilíbrio térmico				Condução e convecção					Radiação					
Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16
%C1	22	27	13	19	19	16	27	24	1	4	12	18	57	4	34
%GC1	9	-69	-31	-12	0	-5	-11	10	-2	-5	3	10	-35	-2	-49
%C2	31	24	9	9	4	3	3	10	15	0	4	42	4	7	12
%GC2	-22	8	-9	-1	0	-2	-3	-18	-21	-1	3	-31	2	2	-4
%C3	18	6	7	28	7	1	15	1	10	6	9	12	6	3	13
%GC3	-9	5	1	18	-6	-2	3	-3	2	-2	-4	-3	1	-2	2
%C4	12	6	7	4	1	24	6	7	3	25	9	12	9	61	13
%GC4	-3	-6	-15	-12	-3	-11	-5	-9	0	9	-1	0	4	-8	2

Legenda: %C1 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 1; %GC1 – Ganho relativo normalizado de respostas da conceção alternativa 1; %C2 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 2; %GC2 – Ganho relativos normalizado de respostas da conceção alternativa 2; %C3 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 3; %GC3 – Ganho relativo normalizado de respostas da conceção alternativa 3; %C4 – Percentagem de respostas da conceção alternativa 4; %GC4 – Ganho relativo normalizado de respostas da conceção alternativa 4. Cores: Laranja – Percentagens acima dos 30%; Amarelo - Percentagens entre os 25 e 30%, exclusive; Cinzento – Percentagens entre os 20 e 25%, exclusive.

Tendo em conta a tabela anterior, existem algumas notas importantes a reter:

- Na questão 1, 53% dos alunos ainda seleciona a conceção 1 e 2, assim como na questão 2. Na primeira questão, essas conceções ainda estão relacionadas com a capacidade de os metais atraírem ou manterem energia, um tópico que não foi explorado diretamente durante as aulas pois enquadra-se mais no conteúdo programático de 7.º ano. Na segunda questão, as respostas alternativas 1 e 2 envolvem o conceito de que, todos os objetos na mesma situação apresentam ou não a mesma temperatura, ou seja, a aplicação do conceito direto de equilíbrio térmico.
- A conceção 3, na questão 4, apresenta uma percentagem de acertos de 28% com um aumento de 18%. Esta conceção está relacionada com os conceitos de

temperatura e de energia e a relação destes com a massa. Este conceito foi abordado em aulas, dentro da contextualização da energia interna.

- Apesar de ter apresentado uma diminuição de 11%, a conceção 1 continua a ser a predominante como resposta à questão 7. 27% por alunos não compreende que a energia é transferida e não absorvida.
- Tal como inicialmente, a conceção 2 na questão 13 é a conceção predominante, com 42% de respostas selecionadas, apesar da diminuição de 31%, o que significa que os alunos continuam sem compreender que as cores dos objetos não influenciam no arrefecimento de objetos dentro da gama de temperatura apresentadas (60°C – 23°C) pois esses objetos emitem na região do infravermelho.
- A resposta selecionada na questão 14, a alternativa C1 (57%), apesar de ter uma redução de 35%, ainda apresenta uma percentagem de respostas acima dos 50%, ou seja, mais de metade da amostra. Esta escolha está de acordo com as conclusões anteriores pois indica que os alunos consideram que a cor preta "absorve mais calor". Por um lado, atribuem uma propriedade aos objetos de cor preta e por outro lado, consideram "calor" uma substância que pode ser absorvida.
- Na questão 15 e 16, a resposta C4 e C1, respetivamente, apresentam 61% e 34% de respostas, apesar de em termos de variação terem diminuído 8% e 49%. As alternativas escolhidas voltam a reforçar a ideia de que os alunos acreditam que os objetos de cor preta têm comportamentos diferentes dos objetos de outras cores durante o arrefecimento.

Avaliação dos alunos numa perspetiva global

Colocando num gráfico, o total de alunos para cada número de respostas certas antes e após a lecionação, (20 respostas da turma A, 24 respostas da turma B e 19 respostas da turma C, num total de 63 respostas), obtém-se os gráficos seguintes (Figura 5). Nessa figura, podemos observar que as turmas A e B apresentam, em termos gerais, uma evolução de resultados mais destacada que a da turma C, atingindo estas turmas após a lecionação um número de respostas certas bem superior ao do início, suportando a ideia de que as atividades práticas / experimentais têm um impacto positivo na aprendizagem dos alunos.

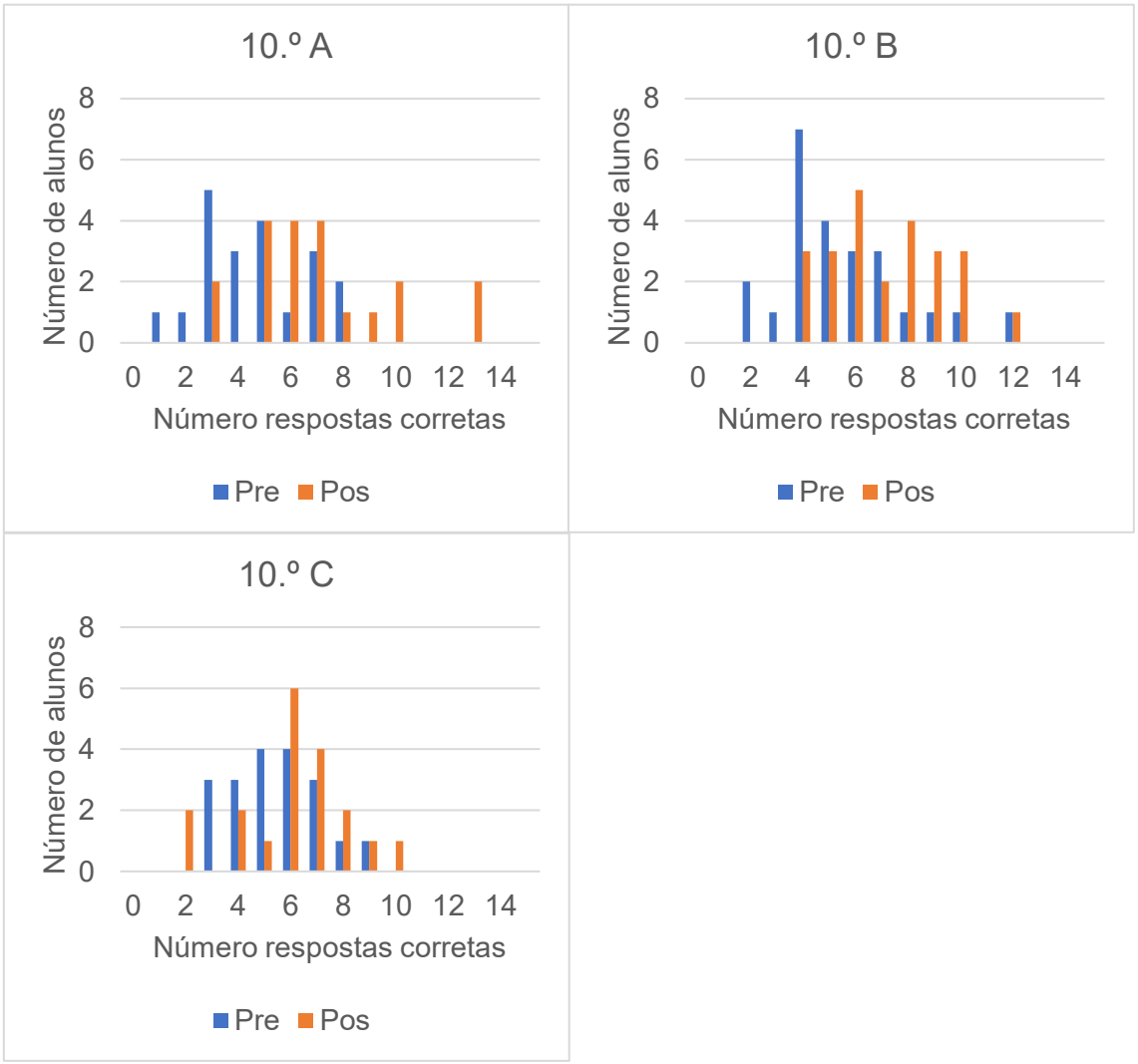


Figura 5 - Gráficos com o número de alunos correspondentes ao número de respostas corretas no pré e pós questionário, para as diferentes turmas do 10.º ano.

O gráfico que explora os ganhos absolutos médios de cada turma em função das percentagens de respostas corretas médias ao pré-questionário, tendo em conta apenas os alunos que responderam a ambos os questionários, encontra-se na Figura 6. Deu-se preferência aos valores médios pois os valores individuais apresentam grande dispersão. Em termos médios, os resultados obtidos confirmam ganhos relativos normalizados de aproximadamente 20% para as turmas A e B (ligeiramente superior para a turma A) enquanto o ganho relativo normalizado para a turma C é abaixo de 10%.

Existem diferença entre os ganhos relativos normalizados aqui determinados e os valores apresentados anteriormente na tabela 6, pois estes valores foram determinados tem em consideração apenas os alunos que responderam a ambos os questionários, contrariamente aos valores apresentados anteriormente que têm em conta todos os

resultados obtidos (ou seja, considerando alunos que responderam ao pré-questionário, ao pós-questionário e a ambos).

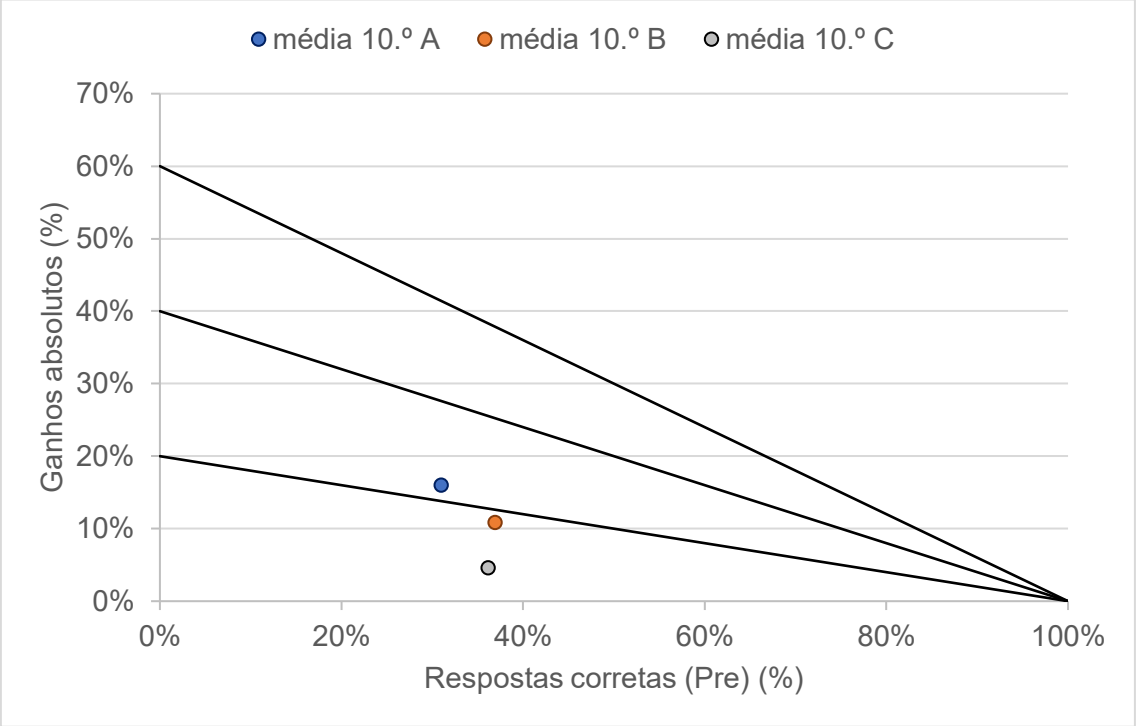


Figura 6 - Ganhos absolutos em função do número de respostas certas para cada turma do 10.º ano.

6. Conclusões e considerações finais

Compreender as conceções alternativas dos alunos antes do ensino é fundamental para que o professor consiga não só adequar as suas técnicas de ensino como também para se consciencializar das suas próprias conceções (Lewis & Linn, 1994). Esta consciencialização é importantíssima na área da física, na ciência da observação dos acontecimentos diários, e para os quais nós criamos explicações mais ou menos científicas precipitadamente (Alwan, 2011; Baser, 2006b). Com especial enfoque no início do 3.º ciclo, a primeira vez que os alunos contactam com a disciplina de Ciências Físico-Químicas, deve-se reconhecer qual o conhecimento que os alunos trazem e as ideias que transportam da sua experiência diárias.

Este trabalho de investigação permitiu avaliar o currículo em espiral (Bruner, 1996) adotado no ensino português, tendo em conta os resultados iniciais obtidos no 7.º ano e no 10.º ano, no que diz respeito às questões que eram comuns nos dois questionários aplicados, nomeadamente, no tema de condução e convecção. Tendo em

conta que os alunos agora no 10.º ano tiveram, ao que tudo indica, possibilidade de aprender os conceitos avaliados num contexto "normal", ou seja, em regime presencial, antes do COVID-19, é possível tirar algumas conclusões. Nomeadamente, nas cinco questões relacionadas com condução e convecção existentes em ambos os questionários (aplicados inicialmente ao 7.º e ao 10.º ano), verificou-se uma variação de respostas corretas de 27% para 60%, 20% para 41%, 24% para 38%, 27% para 41% e 32% para 56%. Estes aumentos traduzem-se em ganhos relativos normalizados de 45%, 26%, 18%, 19% e 35%, que não podem ser considerados literalmente pois não foram aplicados aos mesmos indivíduos nem a amostras com o mesmo tamanho (a amostra de 7.º ano é substancialmente superior à amostra de 10.º ano).

Relativamente ao contexto do 7.º ano, verifica-se uma melhoria dos resultados nas turmas A e B, quando comparadas com turmas semelhantes, por exemplo, entre a turma A e a turma G, e entre a turma B e a turma C. Para retirar conclusões sobre o efeito das atividades práticas é crucial também compreender se o percurso académico das turmas C, G e H é semelhante ao das turmas A e B. Apesar da demonstração do mecanismo de condução ser recorrente em todas as turmas, a demonstração da convecção utilizada nas turmas A e B foi diferente das restantes. As atividades práticas utilizadas em contexto de sala de aula parecem ter sortido maior efeito que as sugeridas para trabalho de casa, que se traduziu na baixa taxa de entrega desses desafios nas turmas de regência.

Em termos do 10.º ano, comparando os dados recolhidos de todos os alunos, os resultados da turma A (turma de intervenção) não se sobressaíram comparativamente aos da turma B (onde se realizaram, também, diversas atividades práticas pela professora da turma), mas destacam-se com algum significado dos da turma C (que não realizou atividades práticas). Em entrevista com a docente da turma B, compreendeu-se que existe uma rotina de utilização de atividades práticas, demonstrações, jogos didáticos e trabalhos de grupo, entre outras atividades. Este acompanhamento regular da aprendizagem poderá ser o responsável pelos valores ligeiramente superiores em termos de ganhos relativos normalizados dos alunos observados na análise questão a questão. Por outras palavras, uma turma habituada a estas metodologias desde o início do ano letivo, pode proporcionar maior predisposição para a aprendizagem que uma turma que realiza apenas duas atividades práticas, não totalmente autónomas e de forma ocasional (turma A).

No entanto, olhando para os resultados obtidos para os alunos que realizaram ambos os questionários (pré e pós), concluímos que em termos de média das turmas, a A e a B apresentam valores de ganhos relativos normalizados próximos de 20% (a turma A apresenta valor maior que a turma B), enquanto a turma C apresenta um valor

próximo de 10%. Estes resultados solidificam a hipótese de que as atividades práticas têm um efeito positivo e significativo na aprendizagem.

É possível afirmar que o nível motivacional dos alunos da turma A aumentou, tendo em conta os comentários durante o decorrer das aulas, pela maioria dos alunos. No entanto, em retrospetiva, a motivação apresentada estava mais relacionada com a utilização (e aprendizagem) do Excel (e consequentemente, do computador) em contexto de sala de aula, do que nas experiências *per se*. Apesar da motivação ser um fator importante para uma aprendizagem significativa, especialmente a motivação derivada dos trabalhos em grupo (Baser, 2006a), os resultados desta investigação não provam que houve um amento significativo nas aprendizagens.

Segundo Michael (2006), apesar da aprendizagem ativa estar relacionada com a criação de um ambiente fértil em contexto da sala de aula, a simples aplicação das novas práticas educativas não se traduz literalmente em resultados significativamente melhores. Para além disso, a investigação no ensino das ciências não é tão linear como a investigação na ciência, onde as variáveis dependentes e independentes são razoavelmente bem distinguíveis, contrariamente às variáveis associadas ao ramo educacional. Muitas vezes, os investigadores não concordam nas variáveis a controlar, ou nas melhores estratégias para avaliar os resultados finais (Berlinder, 2002).

Em termos de conceções alternativas, os alunos apresentam, no final do 7.º ano, conceções alternativas relacionadas com a definição de frio e calor como substâncias, a ideia de que alguns materiais, como os metais, são naturalmente mais frios ou mais quentes (ou atraem, mantém, absorvem energia), com o conceito de isolante ou como ocorrem as transferências de energia. No início do 10.º ano, ou seja, após 2 anos, os alunos continuam a apresentar conceções alternativas relacionadas com a capacidade de absorção / retenção de calor de determinados materiais como os metais, com a noção de equilíbrio térmico e de que o calor sobe sempre. A ideia de que os metais têm a capacidade de atrair / absorver mais energia, permanece nos alunos de 10.º ano, após lecionação, sendo uma conceção resistente. Apesar de não ser um tópico explícito nas aprendizagens essenciais, este conceito poderá influenciar a interpretação de informação (por exemplo, o conceito de condutividade térmica ou de capacidade térmica mássica). Tendo em conta que as questões iniciais presentes no questionário do 7.º ano, elaboradas para determinar se a conceção de frio e calor como substâncias existia, não estava presente no questionário do 10.º ano, não é possível concluir sobre a sua prevalência ao nível do 10.º ano.

Na área da radiação, apenas avaliada ao nível do 10.º ano, a conceção de que a cor dos objetos (preto *versus* branco) influencia a rapidez de aquecimento,

arrefecimento, absorção de energia, independentemente da região da radiação envolvida, é recorrente mesmo após a lecionação (apesar de ter sido reduzida).

Conhecer as conceções alternativas que ainda ficam nos alunos, permite transmitir essa informação ao próximo docente, de forma que, quando os assuntos voltarem a ser abordados, se possa refletir sobre as questões certas. Nem sempre é possível revolucionar completamente o mapa conceptual dos alunos, de uma vez apenas. Muitas vezes temos de considerar que os alunos podem ainda não estar no estado de desenvolvimento cognitivo (Piaget, 1964) necessário para interpretar corretamente os conceitos. Especialmente na área da física e particularmente na área da energia, calor e temperatura, em que os conceitos são muito abstratos e em que os alunos falam muito superficialmente sobre o facto dos materiais serem compostos por partículas (ainda sem conhecimento dos átomos, moléculas e iões que são abordados no ano seguinte, no 8.º ano), é difícil para os alunos compreender os fenómenos microscópicos que ocorrem. De acordo com vários estudos, para muitos alunos no final do ensino superior e professores no ativo, continua a ser um tema que gera confusão (Chu et al., 2012, Hermita et al., 2019, Nottis et al., 2017, Prince et al., 2013).

O conhecimento não é feito apenas de investigações bem-sucedidas, mas também consiste em perceber o que funciona e o que não funciona, porque funciona e porque não funciona, e como se pode utilizar a informação recolhida para melhorar o ensino pelos professores e potenciar a aprendizagem dos alunos. Neste trabalho investigativo, os professores e outros interessados podem não encontrar a solução ideal para as conceções alternativas na área do calor e temperatura, para os alunos do 7.º e do 10.º ano, mas encontrar pistas para reconhecer as principais conceções erróneas relacionadas com a temática, analisar criticamente as sugestões pedagógicas aqui desenvolvidas e decidir, de acordo com a turma que têm à frente, se valerá a pena (adaptá-las e) utilizá-las. É aqui vigorosamente sugerido que, ao aplicá-las, se construa uma prática recorrente destas abordagens para que os resultados das aprendizagens dos alunos sejam maximizados.

7. Reflexão autocrítica e projetos futuros

Em retrospeção, considero que alguns pontos poderiam ter sido melhorados na aplicação deste trabalho investigativo. Deve-se referir que, apesar deste ano letivo já ter decorrido completamente em regime presencial, continuou-se a verificar algumas restrições de tempo associadas à pressão normal exigida para o cumprimento dos

extensos programas curriculares das disciplinas de Ciências Físico-Químicas do 7.º ano e Física e Química A do 10.º ano.

Um dos pontos fundamentais a melhorar, tanto no 7.º ano como no 10.º ano, com especial atenção no 10.º ano, é o facto das atividades já estarem todas definidas e não ter havido espaço para que os alunos pudessem desenvolver os seus próprios procedimentos para responder às questões problemas. No entanto, é também preciso ser crítico e perceber que, para fazer atividades de carácter investigativo, em turmas que têm *background* académico de atividades semelhantes e que, ainda levam com eles dois anos com registo misto (forçado) de ensino, seria necessário muito mais tempo disponível.

Seria também importante refletir sobre as atividades que não tiveram um impacto significativo nos ganhos relativos normalizados, pois ou não estão adaptadas para as conceções a serem avaliadas ou então a sua aplicação ficou aquém do objetivo final. Por exemplo, refletir sobre uma experiência a ser realizada que possa distinguir claramente o conceito de calor, de energia e de temperatura. A atividade do termómetro é bastante interessante para definir o conceito de temperatura e energia, mas as questões utilizadas no questionário não avaliam esses conceitos nitidamente.

Permitir aos alunos realizar as atividades em contexto de sala de aula é bem mais oportuno do que realizar em casa, pois se tem a certeza absoluta de que eles a realizam, refletem sobre ela (muitas vezes em conjunto) e retiram conclusões no final. Apesar das atividades para casa (desafios) não exigirem material complexo e às vezes não exigirem material, a realidade é que grande parte dos alunos das turmas de regência do 7.º ano não realizaram as atividades propostas.

Para além disso, agora no final, reflito sobre a necessidade de se avaliar eventuais conceções alternativas dos próprios professores, a nível da escola, de agrupamento ou até a nível nacional. Estudos realizados por Frederik et al., (2007) e por Kartal et al. (2011) sobre a temática do calor, mostram que os professores não são imunes a terem uma ou outra conceção alternativa tal como os seus alunos.

Também é do conhecimento da autora que, em ambos os ciclos, existe uma diferença cognitiva entre as alunas e os alunos pelo que teria sido interessante avaliar se existe alguma diferença associada ao género e se esta diferença pode ser associada ao estado de desenvolvimento. Isto poderia ser conseguido fazendo um teste de raciocínio lógico como o utilizado por Gurcay and Gulbas (2018).

Por fim, em termos de melhorias ao trabalho aqui apresentados, deixo mais duas para reflexão: a primeira sobre a avaliação da variação da motivação dos alunos para a disciplina tendo em conta as atividades práticas desenvolvidas e, realizar um estudo mais completo sobre a evolução do 7.º para o 10.º ano, por exemplo, através da

utilização de mais questões comuns em ambos os questionários ou na realização de um questionário à parte.

Este curto trabalho investigativo abre portas e janelas à docente pois o desenvolvimento de recursos educativos para melhoria do ensino na área das ciências é um universo de possibilidades onde estamos apenas limitados pela nossa criatividade. No entanto, reconhecer que o desenvolvimento desfreado de novas abordagens sem a respetiva análise e crítica sobre os seus efeitos produtivos ou não, é infrutífero. A qualidade deve estar sempre acima da quantidade. E o desenvolvimento dos questionários conceptuais vêm no sentido de afunilar a diversidade que já existe. Mais do que ensinar os alunos a decorar, ou a fazer cálculos, temos o dever de os ajudar a aprender a pensar.

Cada vez mais torna-se aparente que o professor deve deixar de confiar apenas exclusivamente no seu conhecimento científico para ensinar, e assumir uma atitude mais ativa para o seu desenvolvimento profissional.

Referências Bibliográficas

Alwan, A. A. (2011). Misconception of Heat and Temperature Among Physics Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 600-614. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.02.074

Baser, M. (2006a). Fostering Conceptual Change by Cognitive Conflict Based Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 96-114. https://doi.org/10.12973/ejmste/75458

Baser, M. (2006b). Effect of Conceptual Change Oriented Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Journal of Maltese Education Research*, 4(1), 115-133. https://doi.org/10.1080/02635140601053690

Berliner, D. C. (2002). Education Research: the Hardest Science of Them all. *Educational Researcher,* 31, 18-20. https://doi.org/10.3102/0013189X031008018

Bruner, J. (1996). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologia da investigação: Guia para auto-aprendizagem*. Universidade Aberta.

Chu, H., Treagust, D., Yeo, S. & Zadnik, M. (2012). Evaluation of Students' Understanding of Thermal Concepts in Everyday Contexts. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1509-1534. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.657714

Ciênsação. (2022, february 23). *Perceção de temperatura.* https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5003b_temperaturePerception.html

Direção Geral da Educação. (2018a). *Aprendizagens Essenciais – Ensino Básico.* http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico

Direção Geral da Educação. (2018b). *Aprendizagens Essenciais – Ensino Secundário* http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-secundario

Driver, R. (1985). *Children's ideas in science.* Open University Press.

Fiolhais, C., Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Ventura, G., Nogueira, R. & Rodrigues, S. (2013). *Metas curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico, Ciências Físico-Químicas.* Direção Geral da Educação. http://www.dge.mec.pt/programas-e-metas-curriculares/fisico-quimica

Fiolhais, C., Festas, I., Damião, H., Ferreira, A. J., Braguez, F., Matos, M. G., Rodrigues, S., Portel, C., Ventura, G. & Nogueira, R. (2014). *Programa de Física e Química A: 10º e 11º anos. Curso científico-humanístico de ciências e tecnologias*. Direção Geral da Educação. http://www.dge.mec.pt/fisica-e-quimica-0

Frederik, I., Valk, T., Leite, L. & Thorén, I. (1999). Pre-service Physics Teachers and Conceptual Difficulties on Temperature and Heat. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 61-74. https://doi.org/10.1080/0261976990220105

Fries-Gaither, J. (2009). *Common Misconceptions About Heat and Insulation*. Beyond Penguins and Polar Bears. https://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/keeping-warm/common-misconceptions-about-heat-and-insulation

Gomes, A. A. & Sousa, S. B. (2022). *FAQ 7 – Materiais e Energia*. Areal Editores.

Gurcay, D. & Gulbas, E. (2018). Determination of Factors Related to Students' Understandings of Heat, Temperature and Internal Energy Concepts. *Journal of Education and Training Studies*, 6(2), 65-72.

Hake, R. R. (1988) Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.*, 66(1).

Hermita, N., Alpusari, M., Noviana, E., Kurniaman, O., Widyanthi, A. & Suhandi, A. (2019). A Study of Prospective Primary School Teachers' Alternatif Conception in Heat and Temperature. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012072

Jacobi, A., Martin, J., Mitchell, J. & Newell, T. (2003). A Concept Inventory for Heat Transfer. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference,* 1. https://doi.org/10.1109/FIE.2003.1263338

Kartal, T., Ozturk, N. & Yalac, H. (2011). Misconceptions of science teacher candidates about heat and temperature. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2758-2763. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.184

Keeley, P., Eberle, F. & Dorsey, C. (2008). *Uncovering students' ideas in sciences – another 25 formative assessment probes*. National Science Teachers Association Press.

Lewis, E. L. & Linn, M. C. (1994). Heat Energy and Temperature Concepts of Adolescents, Adults, and Experts: Implications for Curricular Improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 657-677. https://doi.org/10.1002/tea.3660310607

Lincoln, D. (2019). *Understanding the Misconceptions of Science*, The Teaching Company.

Luke, K. (2011a). *Misconceptions about Temperature.* Science in a nutshell. https://sites.google.com/site/scienceinanutshell/common-misconceptions-about-temperature

Luke, K. (2011b). *Misconceptions about Energy*. Science in a nutshell. https://sites.google.com/site/scienceinanutshell/misconceptions-about-energy

Michael, J. (2006). Where's the Evidence That Active Learning Works?. *Adv. Physiol. Educ.* 30, 159-167. https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006

Nottis, K. E. K., Prince, M. J. & Vigeant, M. A. (2017). Undergraduate Engineering Students' Understanding of Heat, Temperature, and Energy: An Examination by Gender and Major. *US-China Education Review,* 7(3), 125-143. https://doi.org/10.17265/2161-623X/2017.03.001

Omar, N., Zulkifli, R. & Hassan, R. (2009). Development of a Virtual Laboratory for Radiation Heat Transfer. *European Journal of Scientific Research*, 32(4), 562-571.

Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive Development in Children: Piaget – Development and Learning, *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176-186. https://doi.org/10.1002/tea.3660020306

Prince, M., Vigeant, M. & Nottis, K. (2013). Development of the Heat and Energy Concept Inventory: Preliminary Results on the Prevalence and Persistence of Engineering Students' Misconceptions. Journal of Engineering *Education*, 101(3), 412-438. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00056.x

Prince, M., Vigeant, M. & Nottis, K. (2016). Repairing Student Misconceptions in Heat Transfer using Inquiry-based Activities. *Chemical Engineering Education*, 50(1), 52-61.

Secretaria da Educação do Paraná (2013). *Experimento – Transferência de Calor*. http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=288

Streveler, R. A., Olds, B. M., Miller, R. L. & Mines, C. S. (2003). Using a Delphi Study to Identify the Most Difficult Concepts for Students to Master in Thermal and Transport Science, *Proceedings ASEE Annual Conference.* https://doi.org/10.18260/1-2--12592

Tekkaya, C. & Yenilmez, A. (2006). Relationships Among Measures of Learning Orientation, Reasoning Ability, and Conceptual Understanding of Photosynthesis and Respiration in Plants for Grade 8 Males and Females. *Journal of Elementary Science Education*, 18(1), 1-14. https://doi.org/10.1007/BF03170650

Trindade, R. & Cosme, A. (2009). *Educar e aprender na escola: questões, desafios e respostas pedagógicas*.

Utah Education Network (2022). *TRB 3:5 – Investigation 4 – Heat Misconceptions*. https://www.uen.org/lessonplan/view/9762

Ward, H. (2007). *Using their brains in Science: Ideas for children aged 5 to 14.* London SAGE.

Apêndices

Apêndice 1

Escola Secundária Inês de Castro CANIDELO VILA NOVA DE GAIA; escola voluntária 2012; PRÉMIO ESCOLA; Cofinanciado por: NORTE2020 PORTUGAL 2020	DMCE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS DEPARTAMENTO	***Ciências Físico Químicas A 7º Ano*** **Questionário** **Versão Inicial**

Instruções:

1 – Na folha de respostas, preencha o seu ano, turma, número e versão deste questionário.
2 – Utilize caneta ou esferográfica azul ou preta.
3 – Marque apenas uma resposta para cada questão e não deixe nenhuma questão sem resposta.
4 – Preencha as suas respostas conforme o modelo seguinte: ●
5 – Não amasse, não dobre nem escreva nestas folhas.
6 – No final, entregue estas folhas e a sua folha de respostas aos professores.

Questão 1. Num dia de inverno, a Maria diz para o João: "- Fecha a janela para manter o calor aqui dentro." O João responde-lhe: "- Para manter o frio lá fora." Quem tem razão?

A) Ambos, pois o calor e o frio são substâncias que se movimentam.
B) A Maria, pois o calor é uma substância que se movimenta enquanto o frio é a ausência de calor.
C) O João, pois o frio é uma substância que se movimenta enquanto o calor é a ausência de frio.
D) Nenhum dos dois, pois o calor e o frio não são substâncias, são apenas palavras utilizadas para comparar a quantidade de energia presente.
E) A Maria porque o calor corresponde ao ar quente que se movimenta.

Questão 2. A mãe da Joana preparou dois cafés, um para a Joana e um para ela. A máquina de café da mãe da Joana permite tirar dois cafés de cada vez. Para a Joana, o café está muito quente enquanto para a mãe da Joana está à temperatura ideal. Qual das afirmações seguintes está correta?

A) A temperatura do café da Joana é maior que a temperatura do café da mãe da Joana.
B) Ambos os cafés estão à mesma temperatura.
C) Não é possível comparar os cafés porque não se sabe as temperaturas dos cafés.
D) O café da Joana recebeu mais calor que o café da mãe da Joana.
E) Ambos os cafés estão à mesma temperatura, mas o café da mãe da Joana tem menos calor.

Questão 3. Quando a Ana chega a casa, num dia de verão, diz para a Rita: "- Está frio aqui. Abre a janela para o calor entrar". O que pretende a Ana dizer?

A) Ao abrir a janela o ar quente entra para dentro de casa.

B) Ao abrir a janela o ar frio sai para fora de casa.
C) Ao abrir a janela, o ar quente de fora e o ar frio de dentro misturam-se.
D) Nenhuma das opções representa o que acontece na realidade.
E) A energia das partículas de fora transfere-se para as partículas de dentro de casa.

Questão 4. O Manuel estava a jogar às cartas com um amigo. Como já estavam cansados de jogar às cartas decidiram ir jogar *playstation*. Quando pegaram no comando da *playstation*, o Manuel disse: "Este comando está frio.".

A) O Manuel consegue ter uma ideia correta da temperatura através do tato.
B) O Manuel consegue ter uma ideia correta da temperatura porque o plástico é sempre mais frio que o papel (das cartas).
C) O Manuel não consegue ter uma ideia correta da temperatura através do tato, mas sabe que o papel é naturalmente mais quente que o plástico.
D) O Manuel consegue ter uma ideia correta da temperatura porque o papel não é tão forte como o plástico, ficando mais quente que o plástico.
E) O Manuel não consegue ter uma ideia correta da temperatura através do tato e a temperatura é independente do material.

Questão 5. A sensação de quente ou frio …

A) Acontece porque não há transferência de energia entre dois corpos em contacto.
B) Acontece quando a nossa temperatura é igual à temperatura do objeto.
C) Permite saber se a temperatura de um corpo é maior ou menor que a nossa.
D) Depende do material e da temperatura a que se encontra.
E) Nenhuma das opções está correta.

Questão 6. Sentimos frio quando tocamos nas partes de metal de uma bicicleta. Isto acontece porque ….

A) O metal transfere o frio para a nossa mão.
B) A energia das nossas mãos é transferida para a bicicleta.
C) O metal está a uma temperatura mais fria que a temperatura da nossa mão.
D) O metal é naturalmente mais frio que o corpo humano.
E) O metal não tem capacidade de reter calor como o corpo humano.

Questão 7. Para ficar com menos frio, o André pediu à mãe para colocar outro cobertor na sua cama. Qual o argumento mais correto do ponto de vista científico para o André apresentar à mãe?

A) O cobertor produz calor suficiente para aquecer durante a noite.
B) O cobertor impede que o frio entre para a cama do André.
C) O cobertor mantém o calor durante mais tempo na cama do André.
D) O cobertor torna mais difícil a transferência de energia entre a cama do André e o meio ambiente.
E) Como o calor se move para cima, o cobertor impede a passagem do calor.

Questão 8. Num dia de inverno a Cátia colocou as suas luvas preferidas nas mãos para as aquecer. A afirmação anterior ….

A) Está correta porque as luvas são fontes de calor.
B) Está correta porque as luvas são fontes de temperatura.
C) Está incorreta porque as luvas não são fontes de calor, apenas impedem que a energia da Cátia se transfira para o ar.
D) Está incorreta porque as luvas impedem que o frio do ar entre em contacto com as mãos da Cátia.
E) Está correta porque as luvas são fontes de calor e impedem que o frio entre em contacto com as mãos da Cátia.

Questão 9. O isolamento que se coloca numa casa serve para….

A) Manter a temperatura da casa constante.
B) Manter o calor dentro da casa.
C) Impedir que o frio entre dentro da casa.
D) Fornecer calor para dentro da casa.
E) Diminuir a rapidez com que o calor se transfere para fora de casa.

Questão 10. O Manuel está a servir cafés aos colegas de trabalho e pergunta-lhes se preferem uma colher de metal ou uma colher de madeira. Lê os comentários de cada colega e indica qual a justificação que está mais correta.

A) Catarina: a colher de madeira porque a condução de calor é mais lenta.
B) Carla: a colher de madeira porque o calor não se propaga na madeira.
C) Nuno: a colher de madeira porque não vai aquecer.
D) Joel: qualquer uma das colheres porque a condução de calor é a mesma.
E) Ivo: a colher de madeira porque o frio transfere-se para o café.

Questão 11. Uma garrafa térmica é constituída por várias camadas de materiais diferentes. Frequentemente, entre duas camadas, cria-se o vácuo, ou seja, um espaço onde não existe ar. Relativamente à transferência de calor, é possível afirmar que …

A) As camadas de diferentes materiais são as principais responsáveis por manter o calor dentro da garrafa.
B) O vácuo diminui significativamente a transferência de calor entre a garrafa e o exterior.
C) As camadas de diferentes materiais fornecem calor ao interior da garrafa, mantendo-o quente.
D) O calor da garrafa apenas sai pela parte de cima, porque o calor sobe sempre.
E) Um dos materiais deve ser um metal, porque consegue absorver rapidamente o calor, mantendo a garrafa quente.

Questão 12. Quando colocarmos água a ferver numa caneca, após algum tempo, sentimos quente na parte exterior da caneca. Isto acontece porque…

A) Parte do calor da água foi absorvido pela caneca.

B) O frio da caneca passou para a água e o calor da água passou para a caneca.
C) A caneca atrai o calor da água e intensifica-o, mantendo a água quente.
D) A energia transfere-se de corpos mais quentes, a água, para corpos mais frios, a caneca.
E) Nenhuma das opções anteriores explica a situação.

Questão 13. A Patrícia comenta com os amigos que se deve colocar os bolos na parte de cima do forno porque essa é a parte do forno mais quente.
A) A Patrícia acredita nisso porque o calor sobe.
B) O Miguel diz que a parte mais quente é onde está o metal.
C) O Tiago diz que concorda porque quanto mais quente o ar, menos denso é.
D) A Edna discorda deles e diz que não é possível ser o local mais quente.
E) Nenhum dos amigos tem razão.

Questão 14. O Octávio instala um sistema de ar condicionado em edifícios. Enquanto estava a instalar um sistema, uma funcionária da empresa perguntou-lhe porque é que se coloca o sistema na parte de cima das salas. Como achas que o Octávio deve responder?
A) O ar frio é mais denso, ou seja, desce, arrefecendo toda a sala.
B) O ar condicionado retira calor à sala pelo que é indiferente onde se coloca.
C) O ar condicionado diminui a temperatura da sala ao substituir o ar quente por ar frio.
D) O ar quente é puxado pelo ar condicionado, arrefecendo toda a sala.
E) Coloca-se na parte de cima para não ocupar espaço na parte de baixo.

Questão 15. Se um aquecedor for colocado na parte superior de uma sala ….
A) O aquecedor fornece temperatura ao ar em seu redor, tornando-o mais quente e menos denso, logo o ar desce, aquecendo a sala.
B) O aquecedor liberta ar mais quente que o redor que, sendo mais quente é também menos denso e sobe, não conseguindo aquecer o resto da sala.
C) O ar perto do aquecedor aquece e transfere calor ao ar em redor, logo eventualmente toda a sala aquece.
D) A posição do aquecedor não influencia a temperatura final da sala porque o aquecedor substituiu o ar frio da sala por ar quente.
E) O ar perto do aquecedor aquece, tornando-se mais quente e menos denso. Como o ar quente sobe, apenas a parte de cima da sala fica quente.

Apêndice 2

Tabela 8 - Quadro de correspondências das questões do questionário de 7.º ano.

		Versão dos Documentos					
Tema	Questão	Inicial	A	B	C	D	E
Definição de calor	1	1	11	1	9	15	1
	2	2	3	9	13	14	14
	3	3	10	15	7	8	2
Sensações	4	4	6	2	12	6	4
	5	5	8	10	2	1	9
	6	6	13	14	15	12	6
Fontes de calor / isolantes	7	7	2	8	8	13	7
	8	8	15	7	5	2	3
	9	9	4	13	6	11	12
condução e convecção	10	10	7	11	14	3	13
	11	11	9	5	1	9	15
	12	12	14	12	3	5	11
	13	13	5	4	10	4	8
	14	14	1	6	4	10	5
	15	15	12	3	11	7	10

Tabela 9 - Quadro de correspondências das respostas corretas do questionário de 7.º ano.

Resposta Correta	Versão dos Documentos					
Questão	Inicial	A	B	C	D	E
1	D	C	A	B	E	D
2	B	A	D	C	B	E
3	E	D	B	E	C	A
4	E	D	B	A	E	C
5	E	D	E	C	A	D
6	B	A	D	B	C	E
7	D	C	A	B	D	B
8	C	B	E	A	C	D
9	E	D	B	E	A	C
10	A	E	C	B	E	D
11	B	A	D	C	B	E
12	D	C	A	B	D	C
13	C	B	D	E	C	A
14	A	E	B	C	D	A
15	E	D	B	C	A	D

Apêndice 3

Tabela 10 - Folha de respostas ao questionário do 7.º ano.

Ano:__ Turma :__ Número :__ Versão :__					
Alínea / Questão	A	B	C	D	E
1.	◯	◯	◯	◯	◯
2.	◯	◯	◯	◯	◯
3.	◯	◯	◯	◯	◯
4.	◯	◯	◯	◯	◯
5.	◯	◯	◯	◯	◯
6.	◯	◯	◯	◯	◯
7.	◯	◯	◯	◯	◯
8.	◯	◯	◯	◯	◯
9.	◯	◯	◯	◯	◯
10.	◯	◯	◯	◯	◯
11.	◯	◯	◯	◯	◯
12.	◯	◯	◯	◯	◯
13.	◯	◯	◯	◯	◯
14.	◯	◯	◯	◯	◯
15.	◯	◯	◯	◯	◯

Apêndice 4

Transcrição da entrevista da professora do 7.º C

Entrevistadora: Bom dia, gostaria de fazer apenas 3 perguntinhas. A primeira era se poderia caracterizar a turma do 7.º C, que é uma turma relativamente pequena.
Entrevistada: Sim, tem dois alunos com necessidades educativas especiais, que estão sinalizados, revelando dificuldades de aprendizagem, de concentração, de atenção. Um está sinalizado com dificuldades de aprendizagem mesmo e o outro é mais dificuldade de concentração e atenção.
Entrevistadora: A turma é pequena devido a esses dois meninos? Como é o resto da turma em termos de capacidades, notas, comportamento?
Entrevistada: Muito agitados, pouco trabalhadores, e numa fase final ainda estão piores.
Entrevistadora: Essa era a primeira, para perceber como era a turma. A segunda pergunta é se eles fizeram alguma questão sobre o questionário depois de fazerem o questionário?
Entrevistada: Não.
Entrevistadora: E depois, que tipo de abordagens, atividades práticas, simulações que a professora utilizou?
Entrevistada: Utilizei o manual, o que é sugerido no manual. Demonstração da condução pela experiência dos clips e da convecção a demonstração da experiência do permanganato de potássio.
Entrevistadora: E na parte do início, da parte da distinção da energia, calor, temperatura?
Entrevistada: Eu não andei ali a explorar muito porque aquilo é um bocado complicado e acho que nestas fases é muito complicado estas coisas.
Entrevistadora: Sim, só estou a tentar compreender se foi utilizado alguma demonstração, simulação ou foi baseado no livro.
Entrevistada: Foi baseado no livro.

Transcrição da entrevista da professora do 7.º G

Entrevistadora: Bom dia, são apenas 3 perguntas. A primeira é caracterizar a turma, só para ter uma ideia de como a turma é em termos gerais.
Entrevistada: São muito agitados, tem miúdos particularmente bons, 3 ou 4, e depois o resto são miúdos médios, mas com uma falta de concentração muito grande que

interagem muito uns com os outros, mas negativamente, que mandam calar, que mesmo fisicamente atiram umas coisas. É uma turma um bocado complicada.
Entrevistadora: Mas não existem alunos com necessidades educativas certo? É uma turma relativamente grande.
Entrevistada: Não, não existem alunos com necessidades educativas. É grande são 26. É assim, o não ter, não têm identificadas porque claramente tem miúdos hiperativos que se calhar deviam estar com algum tipo de adaptações, mas que vivem só com um avô/avó e nunca foi diagnosticado.
Entrevistadora: Depois, relativamente aos questionários, não sei se os alunos perguntaram alguma coisa sobre os questionários, alguma dúvida que eles tiveram.
Entrevistada: Não, não perguntaram nada.
Entrevistadora: Ok, e agora que tipo de abordagens é que foram feitas, ou seja, metodologias, trabalhos de grupo, demonstrações, …
Entrevistada: Mas só naquela parte?
Entrevistadora: Sim, apenas na energia e calor.
Entrevistada: Não foi feita muita coisa, foi dado assim muito por alto. Fizemos uma atividade experimental da condução e outra da convecção, mas ainda por cima foi uma atividade que foi um bocado agitada num dos turnos porque houve um miúdo que deu um encontrão e partir uma lamparina.
Entrevistadora: Mas cada um fez ou foi mais demonstração?
Entrevistada: Foi demonstração. Em termos de condução e da convecção. Só observamos e fizeram registo. Não foi relatório, mas fizeram registo das observações e das conclusões, mas eu acho que investi nesse tema duas aulas e meia. Foi uma abordagem muito por alto.
Entrevistadora: E simulações, trabalhos de grupo?
Entrevistada: Trabalhos de grupo não fizemos nada. A simulação acho que usei qualquer coisa, já não me lembro muito bem. Não tenho a certeza se fiz este ano, mas há uma simulação muito boa no Phet. Acho que usei sim, um de convecção.
Entrevistadora: É só isto. Obrigada.

Transcrição da entrevista da professora do 7.º H

Entrevistadora: Bom dia. São apenas 3 questões para puder analisar os meus dados. A primeira era se poderia caracterizar a turma. É o 7.º H certo?
Entrevistada: Sim, 7.º H.

Entrevistadora: Como é a turma em termos de alunos com necessidades educativas, alunos com dificuldades de aprendizagem, …

Entrevistada: Nós começamos com 19 alunos. No segundo período chegaram alunos novos o que veio destabilizar muitas coisas em termos de comportamento e de integração dos novos alunos. São todos brasileiros. Neste momento estamos com 27. Não temos alunos com necessidades educativas. As idades também são normais para o 7.º ano. Tem apenas um aluno repetente, que está em vias de voltar a ficar no 7.º ano.

Entrevistadora: Em termos de aproveitamento?

Entrevistada: Em termos de aproveitamento temos ali apenas dois casos graves que têm realmente muitas negativas no final do período.

Entrevistadora: Depois relativamente aos questionários, eles fizeram alguma questão, por exemplo como é que se respondia à questão x?

Entrevistada: Eles fizeram questões, na parte do preenchimento, dos círculos, aquilo não fazia muito sentido. Depois de nós explicarmos aquilo correu bem. Ficaram muito interessados para que é que aquilo ia servir. Perguntavam: "Ó professora, mas para que é isto?"

Entrevistadora: Mas não fizeram mais nenhuma questão?

Entrevistada: Não, era só isso.

Entrevistadora: E depois, como foi abordagem da energia e do calor, ou seja, da condução, da convecção. Como foi abordado nas aulas? Se utilizou demonstração, atividades práticas, …

Entrevistada: Eu fiz uma atividade prática, para eles as correntes, mas foi só demonstrativo, para eles verem. Mostrei um vídeo que está na escola virtual. Achei giro porque houve ali uma parte da matéria em que eles se lembravam de algumas perguntas do questionário. Achei isso engraçado porque depois havia ali algumas coisas que coincidiam com o que nós demos e eles lembraram-se. Até porque nós temos ideia de que eles se esquecem daquilo no momento que acabaram. Nós fazemos um teste e no dia a seguir eles já não se lembram da primeira pergunta. Eles lembraram-se.

Entrevistadora: Ok, obrigada, é só isto.

Apêndice 5

Aula n.º 1 – Atividade em sala de aula: Atividade das Luvas

(Baseado em Utah Education Network [UEN], 2022)

Procedimento em sala de aula:

1. Apresentar diferentes tipos de luvas (diferentes materiais) e pedir aos alunos para, individualmente, prever qual das luvas aquecerá mais as mãos.
2. Dividir os alunos em grupos (2-3 elementos) e cada grupo recebe um par de luvas de um dado material e dois termómetros. Pedir para os alunos colocarem uma luva na mesa com um termómetro lá dentro, um termómetro em cima da mesa e coloca-se uma mão dentro da outra luva com um termómetro lá dentro.
3. Depois de 5 minutos, os alunos devem verificar a temperatura e registar no caderno.
4. Em grupo, os alunos devem discutir as diferenças observadas. (A temperatura da luva na mão deve ser mais elevada que as outras).
5. Retirar a mão da luva e deixá-la repousar em cima da mesa com o termómetro. Após 5 minutos voltar a registar a temperatura. (A temperatura deve ter diminuído).
6. Construir, em pequeno grupo, uma explicação em grupo sobre o que foi observado e sintetizar as conclusões sobre a atividade realizada.

Explicação:
As luvas não são fontes de calor, mas funcionam como um isolador, mantendo a energia nas nossas mãos e evitando que ela se transfira com facilidade para o exterior. Tem de existir um objeto quente dentro da luva para que o seu interior se mantenha quente (neste caso, a nossa mão).

Nota: Caso não haja tempo para a discussão em grupo, os alunos poderão discutir as conclusões da atividade em grupo para a aula seguinte. Pode-se ainda pedir aos alunos para colocarem as suas conclusões na plataforma *Classroom*.

Aula n.º 1 – Atividade para casa: Desafio do Boneco de Neve

(Adaptado de Ward, 2007)

Questão-problema: “Qual o boneco de neve que funde primeiro: o que está com casaco ou o sem casaco?”

Desenvolve uma experiência que te permita responder à questão-problema. Regista o teu procedimento, dados experimentais (valores de temperatura, imagens, etc.) e conclusões no teu caderno. Tira uma fotografia e coloca no *Classroom*.

Procedimento em sala de aula:
Pedir a alguns alunos para partilhar as suas respostas promovendo discussão em turma sobre a conclusão final da atividade (10 – 15 min).

Explicação:
O boneco de neve que funde primeiro é que tem o casaco pois o casaco funciona como um isolante térmico, ou seja, diminui a taxa de transferência de energia entre o ar ambiente, que está a temperatura superior, e o gelo do boneco de neve, que está a temperatura inferior. Como as transferências de energia sob a forma de calor ocorrem dos objetos a maior temperatura para os objetos com menor temperatura, a transferência de energia ocorre do meio ambiente para o boneco. Assim, o casaco funcionará como uma barreira à transferência, diminuindo a sua velocidade, fazendo com que o boneco de neve demore mais tempo para fundir.

Aula n.º 2 – Atividade em sala de aula: Atividade do termómetro

(Baseada em Keeley et al., 2008)

Procedimento em sala de aula:

8. Colocar um recipiente com água quente.
9. Colocar um termómetro analógico no recipiente.
10. Pedir aos alunos para verificarem o que acontece com o termómetro (especialmente o líquido vermelho no interior) (Verificar-se-á que o líquido vermelho "subirá")
11. Apresentam-se as seguintes justificações e pede-se para os alunos escreverem, num papel, com qual é que concordam mais e que tentem explicar melhor.

    A água quente empurrou o líquido para cima.
    A massa do líquido vermelho aumentou.
    O calor dentro do termómetro aumenta.
    O ar dentro do termómetro puxa o líquido para cima.
    As partículas do líquido vermelhos estão mais separadas.
    O número de partículas no líquido vermelho aumenta.

As partículas do líquido vermelho ficam maiores.

"Concordo mais com a afirmação ____ porque _____ …"

12. Pedir aos alunos para formarem pequenos grupos (3 a 4 elementos) e discutirem as suas respostas em bem como os argumentos usados.
13. Após essa discussão, solicitar aos alunos que voltem a construir a resposta «Concordo com a afirmação _____ porque ____ », podendo reformular a resposta dada anteriormente.
14. Em grande grupo, discutir as respostas dadas, quais os argumentos que produziram reformulações e em grupo, encontrar argumentos para tornar todas as respostas corretas. (ou então, em grande grupo identificar a resposta correta e os argumentos científicos que a sustentam).

Explicação:
A resposta e) é a melhor resposta: um termómetro é um sistema fechado. O líquido dentro do termómetro (álcool) expande quando aquecido e contrai-se quando arrefecido. Quando a ponta do termómetro está em contacto com o objeto quente, como a água quente, a energia da água quente é transferida para o líquido vermelho (álcool com corante vermelho adicionado) dentro do termómetro. Ao ganharem energia, os corpúsculos do líquido vermelho aumentam a sua agitação e o número de choques entre elas. Como consequência, o líquido expande-se e as partículas que o constituem (corpúsculos) distanciam-se uma das outras, e ocupam um maior volume. Para ocupar mais espaço, o álcool tem de subir no tubo, resultando na subida do álcool na escala graduada.
Neste nível, e como ainda não se fala em átomos/moléculas (corpúsculos), podemos focar mais na ideia de que as substâncias expandem ou contraem quando são aquecidas ou arrefecidas, respetivamente. Não esquecer de referir a exceção à regra: a água, que quando se transforma em gelo, expande (aumenta o seu volume).

Aula n.º 2 – Atividade para casa: Desafio das tinas de água

(Adaptado de Ciênsação, 2022; Secretaria da Educação do Paraná, 2013)
Questão-problema: A água pode estar quente e fria ao mesmo tempo?

Material:
- 3 recipientes;
- água fria (com gelo) / água da torneira / água quente;

Procedimento:

1 – Preparar água fria (água com gelo) e água quente.

2- Encher 3 recipientes com água: o primeiro com água fria, o segundo com água à temperatura ambiente (água da torneira) e o terceiro com água bem quente.

3 – Pedir aos alunos para colocarem uma mão no primeiro recipiente e outra no terceiro recipiente.

4 – Questionar os alunos sobre a perceção da temperatura das águas nesses recipientes. Os alunos devem registar as observações no caderno.

4 – Após alguns minutos, pedir para os alunos colocarem ambas as mãos no segundo recipiente (água da torneira). Qual a perceção da temperatura nesse recipiente, que é obtida das duas mãos? Pedir aos alunos para tentar explicar com as suas palavras e construir uma explicação científica.

(O registo de observações e conclusões devem ser submetidos no *Classroom*)



Figura 7 - Representação da atividade das tinas.

Questões orientadoras (caso necessário):

1 – Qual a temperatura real da água do segundo recipiente? Como podemos medir a temperatura? (Temperatura ambiente, podemos utilizar um termómetro para medir a temperatura da água.)

2 – A perceção da temperatura dada pelo tato é uma temperatura absoluta ou relativa? (Relativa.)

3 – A temperatura que um termómetro mede é absoluta ou relativa? (Absoluta.)

Explicação

Concluir que os nossos sentidos não nos fornecem informações absolutas quanto os instrumentos de medição, como o termómetro. O tato fornece informações sobre a temperatura dos objetos relativamente à nossa temperatura corporal, enquanto o termómetro fornece a temperatura absoluta. Assim sendo, se a nossa temperatura

corporal for menor, os objetos que tocamos podem parecer mais quentes, mas se a nossa temperatura corporal for maior, os objetos que tocamos podem parecer mais frios. A sensação de frio e quente está relacionada com a transferência de energia. Sentimos frio quando transferimos energia para outro objeto que se encontra a uma temperatura menor que a nossa, e sentimos calor quando recebemos energia de um objeto que se encontra a uma temperatura maior que a nossa.

Aula n.º 3 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e da convecção

Demonstração da condução
(adaptado de Gomes & Teodoro, 2022)

Questão-problema: Qual das barras transfere mais rapidamente energia?

Material:
- Lamparina;
- Fósforos / isqueiro;
- Suportes e garras;
- Duas barras metálicas de materiais diferentes;
- Margarina;
- Clips.

Procedimento:
- Montar o esquema experimental representado na Figura 8.
- Colocar margarina em vários locais ao longo das duas barras metálicas e colocar os clips em cima. (ter em atenção que a posição da margarina + clips deve ser a mesma nas duas barras).
- Acender a lamparina.
- Observar o tempo que demoram os clips a cair.

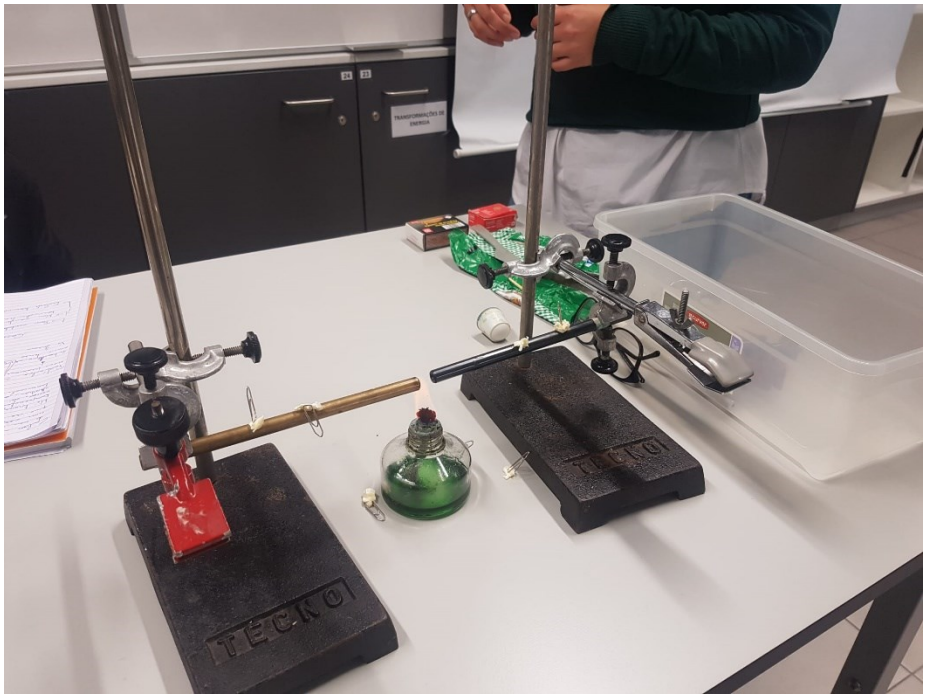


Figura 8 - Montagem experimental da demonstração de condução.

Conclusão:

Nos sólidos a transferência de energia ocorre por condução, ou seja, por colisão dos corpúsculos. A energia é transferida ao longo de cada barra metálica desde a extremidade que se encontra mais quente (próximo com a lamparina) até à extremidade que se encontra mais fria (em contacto com o ambiente). Podemos verificar essa transferência de energia com a fusão da margarina. Verifica-se que, num dos metais, a porção de manteiga mais próxima da fonte de calor, é a primeira a fundir, o que significa que a transferência de energia ocorre e que ocorre mais rapidamente. Também se verifica que a porção de manteiga mais longe da fonte de calor funde posteriormente, podendo concluir que a transferência de energia ocorre naquele sentido (mais quente para menos quente). Para além disso, ao compararmos entre as barras, verifica-se que a velocidade dessa transferência é diferente dependendo do material, podendo ordenar desde o material onde a transferência é mais rápida para o material onde é mais lenta.

Procedimento em sala de aula:

- Colocar a questão problema aos alunos e pedir a alguns para partilhar as suas respostas promovendo discussão em turma sobre a conclusão final da atividade (10 – 15 min).

Demonstração da convecção

Questão-problema: Como decorre a transferência de energia em líquidos?

Material:
- 3 Gobelés;
- Água quente / morna / fria;
- Pipetas conta-gotas;
- 2 corantes alimentares.

Procedimento:
- Em cada um dos gobelés, colocar água fria, morna e quente.
- Adicionar um corante à água fria e o outro corante à água quente.
- Com o auxílio das pipetas conta-gotas colocar água quente ou água fria (com os respetivos corantes) à água morna em diferentes partes do gobelé (Figura 9).
- Observar e retirar conclusões.



Figura 9 - Demonstração da convecção.

Conclusão:

A convecção é o processo de transferência de energia mais predominante em fluidos, nomeadamente em líquidos e gases. Quando se adiciona água fria, que é mais densa, à água morna, na parte de cima do gobelé, verifica-se que a água fria desce. Quando se adiciona água quente, que é menos densa, à água morna, na parte de baixo do gobelé, verifica-se que a água quente sobe. Estes movimentos ascendentes e descendentes de porções de líquidos denominam-se correntes de convecção.

Aula n.º 3 – Atividade para casa: Desafio do tapete *versus* tijoleira
(adaptado de Gomes & Sousa, 2022)

Questão-problema: "Que objeto está a maior temperatura: um tapete ou a tijoleira do chão?" – Responde à questão e justifica.

Conclusão retirada de Gomes & Sousa (2022):
"Na maioria das situações, o tapete e a tijoleira do chão sobre a qual este se encontra estrão à mesma temperatura, que será inferior à do corpo humano. Se andarmos descalços sobre ambos, teremos a sensação de que o tapete é mais quente que a tijoleira porque o tapete é constituído por um material isolador – isto é, um mau condutor de energia. Deste modo, a energia da nossa pele é transferida de forma mais rápida para a tijoleira, que é um material com melhores propriedades de condução, do que para o tapete, num mesmo intervalo de tempo, o que faz com que sintamo a tijoleira como mais fria."

Aula n.º 3 – Atividade para casa: Desafio do chá

Desafio: A Teresa colocou uma resistência no fundo de um recipiente com 400 ml de água para fazer um chá. Ficou então com curiosidade em saber se a melhor região para colocar o saquinho do chá, a região mais quente, seria no fundo, na parte intermédia ou na parte superior do recipiente. Onde estará mais quente a água do recipiente?

Conclusão na Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e convecção em líquidos.

Aula n.º 5 – Atividade em sala de aula: Demonstração da condução e convecção em líquidos (apenas para o 7.º B)

Parte 1 - Convecção

Questão problema 1:
A Teresa colocou uma resistência no fundo de um recipiente com 400 ml de água para fazer um chá. Ficou então com curiosidade em saber se a melhor região para colocar o

saquinho do chá, a região mais quente, seria no fundo, na parte intermédia ou na parte superior do recipiente. Onde estará mais quente a água do recipiente?

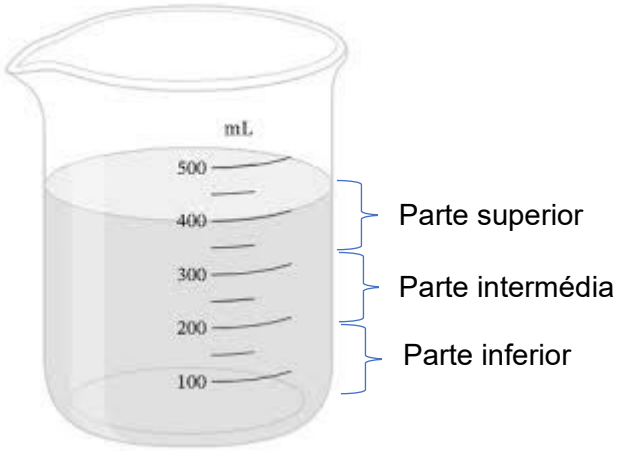


Figura 10 - Gobelé dividido em três partes: superior, intermédia e inferior.

Procedimento:

1. Após a demonstração inicial, colocar a questão problema aos alunos e pedir para registarem no caderno as suas respostas.
2. Montar o sistema com os termómetros em 2 posições (parte superior e parte inferior), e a resistência na parte inferior do recipiente.
3. Antes de realizar a experiência, solicitar aos alunos uma previsão acerca das temperaturas, indicando a que preveem que esteja mais fria e a mais quente.
4. Registar as temperaturas iniciais dos termómetros e ligar a resistência.
5. Enquanto a água aquece, questionar os alunos sobre qual o processo de transferência de energia que predomina nesta atividade.
6. Verificar qual a zona que apresenta uma temperatura mais elevada é a zona superior e discutir com os alunos o fenómeno responsável.
7. Concluir em grupo sobre a resposta à questão-problema, justificando os resultados e utilizando linguagem científica.

Parte 2 – Condução

Questão-problema 2:

A Teresa queria diminuir o tempo que demora a aquecer a água, de forma a melhorar a sua eficiência. Para isso, decidiu experimentar colocar a resistência na parte superior

do recipiente. Achas que a Teresa vai conseguir diminuir o tempo que demora a aquecer a água? Onde estará mais quente a água neste caso?

"Agora vamos aquecer água colocando uma resistência no topo de um recipiente com água. Dividindo o recipiente em três partes (parte superior, intermédia e inferior), conforme a figura, ordena cada parte por ordem crescente de temperatura. Justifica a tua resposta com base no que aprendeste até agora em Ciências Físico-Químicas."

Procedimento:

1. Colocar a questão problema aos alunos e pedir para responderem individualmente nos seus cadernos.
2. Se esta experiência for realizada após a parte 1, substituir a água e o recipiente por outros equivalentes e fazer uma montagem semelhante à anterior, com a diferença na posição da resistência que deverá ser colocada na parte superior.
3. Registar as temperaturas iniciais dos termómetros e ligar a resistência.
4. Enquanto a água aquece, questionar os alunos sobre qual o processo de transferência de energia que predomina nesta atividade.
5. Verificar qual a zona que apresenta uma temperatura mais elevada é a zona superior e discutir com os alunos o fenómeno responsável e relacionar o processo com o tempo necessário para a elevação da temperatura da água.
6. Concluir em grupo sobre a resposta à questão-problema, justificando os resultados e utilizando linguagem científica.

Apêndice 6

Escola Secundária Inês de Castro, Canidelo Vila Nova de Gaia; Escola Voluntária 2012; Prémio Escola; Cofinanciado por: Norte2020, Portugal 2020, União Europeia, Fundo Social Europeu; DMCE Matemática e Ciências Experimentais Departamento	***Física e Química A 10º Ano*** **Questionário** **Versão Inicial**

Instruções:

1 – Na folha de respostas, preencha o seu ano, turma, número e versão deste questionário.
2 – Utilize caneta ou esferográfica azul ou preta.
3 – Marque apenas uma resposta para cada questão e não deixe nenhuma questão sem resposta.
4 – Preencha as suas repostas conformo o modelo seguinte: ●
5 – Não amasse, não dobre nem escreva nestas folhas.
6 – No final, entregue estas folhas e a sua folha de respostas aos professores encarregues.

Questão 1. O António decidiu fazer dois bolos para o seu aniversário, um de chocolate e um de iogurte. Para isso, pediu as receitas à mãe e, depois de ter seguido todos os passos, colocou um dos preparados numa forma metálica e outro numa forma de silicone para irem ao forno, a 180 °C durante 1h. No final de uma hora, e antes de tirar os bolos do forno, podemos afirmar que:

A. O forno transferiu energia para os bolos, sendo que a forma metálica está mais quente que a forma de silicone.
B. A forma metálica está mais quente que a forma de silicone porque o metal absorve mais calor que o silicone.
C. A forma metálica está à mesma temperatura que a forma de silicone porque estão ambas dentro do forno.
D. A forma metálica está mais quente que a forma de silicone porque o metal tem mais capacidade de armazenar calor que o silicone.
E. A temperatura da forma metálica é maior que a temperatura da forma de silicone que, por sua vez, é maior que a temperatura dos bolos.

Questão 2. Se o aquecimento central de uma casa estiver ligado durante alguns dias…

A. Todos os objetos de casa ficam à mesma temperatura.
B. Nem todos os objetos de casa ficam à mesma temperatura, mas o ar está mais quente.
C. Objetos com tendência a ficar mais quentes vão ter temperaturas mais altas.
D. Objetos frios vão aquecer mais rapidamente que os outros.
E. Plásticos e papéis vão ter uma temperatura mais elevada, seguidos do ar e, por fim, dos metais.

Questão 3. Imagina dois garrafões de água, um completamente cheio e outro a meio, numa sala à temperatura ambiente. Qual das afirmações seguintes é verdadeira?

A. Ambos têm a mesma energia porque têm a mesma temperatura.

B. Apesar de terem a mesma temperatura, o garrafão cheio tem mais energia que o garrafão meio cheio.
C. Como têm a mesma temperatura, conseguem fornecer a mesma quantidade de calor.
D. Como têm a mesma energia, o garrafão cheio tem maior temperatura que o meio cheio.
E. A temperatura é uma medição indireta da energia contida, logo o garrafão completamente cheio tem uma temperatura maior que o meio cheio.

Questão 4. Dois amigos discutem sobre qual das situações seguintes envolve maior quantidade de energia: 250 cm^3 de gelo ou 50 cm^3 de água. A Sofia acha que o gelo contém maior energia e o Rui acha que a água contém mais energia.

A. Concordo com o Rui porque a água tem uma temperatura superior à do gelo, logo a sua energia é maior que a do gelo.
B. Concordo com a Sofia porque existe uma quantidade maior de gelo, logo a energia total é superior à da água.
C. Concordo com o Rui porque as substâncias no estado líquido têm sempre mais energia que no estado sólido.
D. Concordo com o Rui porque a temperatura é uma medição indireta da energia do sistema.
E. Não há informações suficientes para saber quem está certo.

Questão 5. O Manuel está a servir cafés aos colegas de trabalho e pergunta-lhes se preferem uma colher de metal ou uma colher de madeira. Lê os comentários de cada colega e indica qual a justificação que está mais correta.

A. Catarina: a colher de madeira porque a condução de calor é mais lenta.
B. Carla: a colher de madeira porque o calor não se propaga na madeira.
C. Nuno: a colher de madeira porque não vai aquecer.
D. Joel: qualquer uma das colheres porque a condução de calor é a mesma.
E. Ivo: a colher de madeira porque o frio transfere-se para o café.

Questão 6. Uma garrafa térmica é constituída por várias camadas de materiais diferentes. Frequentemente, entre duas camadas, cria-se o vácuo, ou seja, um espaço onde não existe ar. Relativamente à transferência de calor, é possível afirmar que …

A. As camadas de diferentes materiais são as principais responsáveis por manter o calor dentro da garrafa.
B. O vácuo diminui significativamente a transferência de calor entre a garrafa e o exterior.
C. As camadas de diferentes materiais fornecem calor ao interior da garrafa, mantendo-o quente.
D. O calor da garrafa apenas sai pela parte de cima, porque o calor sobe sempre.
E. Um dos materiais deve ser um metal, porque consegue absorver rapidamente o calor, mantendo a garrafa quente.

Questão 7. Quando colocamos água a ferver numa caneca, após algum tempo, sentimos quente na parte exterior da caneca. Isto acontece porque…

A. Parte do calor da água foi absorvido pela caneca.
B. O frio da caneca passou para a água e o calor da água passou para a caneca.
C. A caneca atrai o calor da água e intensifica-o, mantendo a água quente.
D. A energia transfere-se de corpos mais quentes, a água, para corpos mais frios, a caneca.
E. Nenhuma das opções anteriores explica a situação.

Questão 8. A Patrícia comenta com os amigos que se deve colocar os bolos na parte de cima do forno porque essa é a parte do forno mais quente.

A. A Patrícia acredita nisso porque o calor sobe.
B. O Miguel diz que a parte mais quente é onde está o metal.
C. O Tiago concorda porque quanto mais quente é o ar, menos denso ele é.
D. A Edna discorda deles e diz que não é possível ser o local mais quente.
E. A Ana discorda porque a zona mais quente do forno está em baixo.

Questão 9. O Octávio instala um sistema de ar condicionado em edifícios. Enquanto estava a instalar um sistema, uma funcionária da empresa perguntou-lhe porque é que se coloca o sistema na parte de cima das salas. Como achas que o Octávio deve responder?

A. O ar frio é mais denso, ou seja, desce, arrefecendo toda a sala.
B. O ar condicionado retira calor à sala pelo que é indiferente onde se coloca.
C. O ar condicionado diminui a temperatura da sala ao substituir o ar quente por ar frio.
D. O ar quente é puxado pelo ar condicionado, arrefecendo toda a sala.
E. Coloca-se na parte de cima para não ocupar espaço na parte de baixo.

Questão 10. Se um aquecedor for colocado na parte superior de uma sala ….

A. O aquecedor fornece temperatura ao ar em seu redor, tornando-o mais quente e menos denso, logo o ar desce, aquecendo a sala.
B. O aquecedor liberta ar quente que é menos denso que o ar frio. Este ar quente sobe e não consegue aquecer o resto da sala.
C. O ar perto do aquecedor aquece e transfere calor ao ar em redor, logo eventualmente toda a sala aquece.
D. A posição do aquecedor não influencia a temperatura final da sala porque o aquecedor substituiu o ar frio da sala por ar quente.
E. O ar perto do aquecedor aquece, tornando-se mais quente e menos denso. Como o ar quente sobe, apenas a parte de cima da sala fica quente.

Questão 11. A Catarina foi ao supermercado e comprou uma sopa pré-preparada, daquelas que se colocam no microondas, para o seu almoço. Quando a sopa está no microondas,

A. A sopa ganha calor do ar e por isso fica mais quente.
B. A sopa perde frio para o ar e por isso fica mais quente.

C. A sopa ganha calor do ar e perde frio para o ar, ficando mais quente.
D. O microondas transfere energia para a sopa, tornando-a mais quente.
E. O ar quente faz entrar energia para a sopa, tornando-a mais quente.

Questão 12. Dois carros, um preto e um branco, são colocados à mesma hora, num parque de estacionamento ao Sol, durante toda a manhã. Ao meio-dia, o carro preto encontra-se:

A. Mais quente que o carro branco.
B. À mesma temperatura que o carro branco.
C. Menos quente que o carro branco.
D. A uma temperatura que pode ser superior, igual ou inferior à do carro branco.
E. Não há informação suficiente para responder.

Questão 13. Dois recipientes com a mesma quantidade de sopa e à temperatura de 60 °C, um pintado de preto e outro pintado de branco, são deixados a arrefecer durante várias horas num local em que a temperatura ambiente é de 23 °C. Qual das afirmações seguintes é a correta?

A. O recipiente preto arrefece mais rapidamente que o branco e chega primeiro à temperatura de 23 °C.
B. O recipiente branco arrefece tão rapidamente quanto o preto e ambos chegam ao mesmo tempo à temperatura de 23 °C.
C. O recipiente branco arrefece mais rapidamente que o preto e chega primeiro à temperatura de 23 °C.
D. O recipiente branco arrefece inicialmente mais rapidamente que o preto, mas ambos chegam ao mesmo tempo à temperatura de 23 °C.
E. O recipiente preto arrefece inicialmente mais rapidamente que o branco, mas ambos chegam ao mesmo tempo à temperatura de 23 °C.

Questão 14. A Maria quer aquecer rapidamente leite para o seu pequeno-almoço no microondas. Ela tem disponível duas canecas, uma preta e uma azul, feitas do mesmo material.

A. A Maria deve escolher a caneca preta porque o preto absorve mais calor que o azul.
B. A Maria deve escolher a caneca azul porque o azul absorve mais calor que o preto.
C. A Maria pode escolher qualquer caneca porque em ambas o leite aquece com a mesma “rapidez”.
D. A Maria pode escolher qualquer caneca porque estas é que vão aquecer o leite.
E. A Maria deve escolher a caneca preta porque o preto liberta menos calor que o azul.

Questão 15. O Tiago está indeciso entre comprar um casaco branco e um casaco preto, exatamente iguais, com exceção da cor. Ele afirma que: “Se calhar devia levar o casaco preto porque retêm mais energia que o casaco branco”. O Tiago …

A. Tem razão porque o preto emite energia mais lentamente que o branco e por isso deve levar o casaco preto.

B. Não tem razão, mas deve levar o casaco preto porque a cor preta emite menos energia que a cor branca.
C. Não tem razão porque a cor não tem qualquer influência na retenção ou emissão de energia, por isso pode levar tanto o casaco preto como o casaco branco.
D. Tem razão, para além de emitir energia mais lentamente, o casaco preto também irá absorver mais energia que o casaco branco, logo deve optar pelo casaco preto.
E. Não tem razão, ambos os casacos emitem a mesma energia, mas como o preto absorve mais energia do exterior, o Tiago deverá levar o casaco preto.

Questão 16. Duas lâmpadas exatamente iguais são pintadas de cores diferentes, branco e preto. Depois de estarem ligadas durante um dia inteiro, verificou-se que a lâmpada preta apresentava uma temperatura superior à da lâmpada branca. Durante a noite, mediu-se a temperatura de ambas as lâmpadas. Qual das opções seguintes achas que representa o que se verificou experimentalmente?

A. A lâmpada preta arrefeceu mais lentamente que a lâmpada branca, tendo atingido a temperatura ambiente depois da lâmpada branca.
B. A lâmpada preta arrefeceu mais rapidamente que a lâmpada branca, tendo atingido a temperatura ambiente antes da lâmpada branca.
C. A lâmpada preta arrefeceu mais rapidamente que a lâmpada branca, mas ambas chegaram à temperatura ambiente ao mesmo tempo.
D. Ambas as lâmpadas arrefeceram com a mesma velocidade e, por isso, a lâmpada preta atingiu a temperatura ambiente depois da lâmpada branca.
E. Nenhuma das descrições anteriores corresponde à situação experimental.

Apêndice 7

Tabela 11 - Quadro de correspondências das questões do questionário de 10.º ano.

		Versão dos Documentos					
Tema	Questão	Inicial	A	B	C	D	E
Equilíbrio térmico	1	1	4	11	7	3	16
	2	2	15	2	16	9	13
	3	3	14	8	3	5	12
	4	4	10	3	12	14	1
Condução e convecção	5	5	11	12	13	16	10
	6	6	8	7	10	2	7
	7	7	3	13	1	12	14
	8	8	16	6	5	7	5
	9	9	2	16	14	10	8
	10	10	13	15	15	13	11
Radiação	11	11	1	1	2	1	6
	12	12	9	9	11	11	3
	13	13	7	10	4	6	2
	14	14	6	14	9	8	4
	15	15	12	4	6	4	15
	16	16	5	5	8	15	9

Tabela 12 - Quadro de correspondências das respostas corretas do questionário de 10.º ano.

Resposta Correta	Versão dos Documentos					
Questão	Inicial	A	B	C	D	E
1	C	E	D	A	C	B
2	A	E	B	A	D	C
3	B	D	C	A	B	B
4	E	A	E	E	D	B
5	A	B	A	D	A	E
6	B	D	E	B	E	D
7	D	E	A	C	A	A
8	C	C	D	B	C	D
9	A	C	C	A	B	E
10	E	A	B	E	E	C
11	D	D	A	C	E	D
12	A	C	D	B	A	C
13	B	B	E	A	D	B
14	C	E	B	E	C	E
15	E	D	C	D	D	A
16	C	A	D	A	B	B

Apêndice 8

Tabela 13 - Folha de respostas ao questionário do 10.º ano.

Ano:__ Turma :__ Número :__ Versão :__					
Alínea / Questão	A	B	C	D	E
1.	◯	◯	◯	◯	◯
2.	◯	◯	◯	◯	◯
3.	◯	◯	◯	◯	◯
4.	◯	◯	◯	◯	◯
5.	◯	◯	◯	◯	◯
6.	◯	◯	◯	◯	◯
7.	◯	◯	◯	◯	◯
8.	◯	◯	◯	◯	◯
9.	◯	◯	◯	◯	◯
10.	◯	◯	◯	◯	◯
11.	◯	◯	◯	◯	◯
12.	◯	◯	◯	◯	◯
13.	◯	◯	◯	◯	◯
14.	◯	◯	◯	◯	◯
15.	◯	◯	◯	◯	◯
16.	◯	◯	◯	◯	◯

Apêndice 9

Transcrição da entrevista da professora do 10.º B

Entrevistadora: Relativamente ao 10.º B, se a professora poderia caracterizar a turma em termos gerais, em termos de notas, capacidades dos alunos, se tem alunos com necessidades educativas.

Entrevistada: Não, isso não há. É uma turma heterogénea, portanto, um nível médio-baixo com três alunos bons, com boas capacidades. Mas a grande maioria, são muito fracos. Em termos de trabalho, é muito reduzido por parte da grande maioria, tirando 2 ou 3, não necessariamente os melhores. Os melhores são pouco aplicados. Trabalham muitíssimo pouco, aliás, eu diria que a maior parte não trabalha rigorosamente nada, limita-se a responder, às vezes, a um ou outro trabalhinho que eu sugiro, ou antes, que eu exijo. Para responderem eu tenho de exigir, mas mesmo assim, mesmo quando são trabalhos com carácter obrigatório eu não tenho 100% de entrega. Tenho no máximo três quartos da turma a responder. De carácter facultativo tenho menos de metade. Pronto, é uma turma que trabalha muitíssimo pouco e em termo de capacidades, isto é triste de se dizer, mas há ali alunos que são muito limitados, tem lacunas gravíssimas em raciocínio matemático e lógico.

Entrevistadora: Mas nenhum aluno com necessidades educativas sinalizado ou com apoio psicológico?

Entrevistada: Não, nada do género. Em termos de aproveitamento, médio-baixo. Muita falta de trabalho e graves lacunas a vários níveis. Também ao nível de conceitos de física elementares, mas também de raciocínio lógico-matemático, interpretação. Este tipo de lacuna mais geral do que em física e química.

Entrevistadora: Depois, relativamente aos questionários que eu passei, um antes e um depois, não sei se os alunos fizeram algumas questões ou se foi discutido na aula?

Entrevistada: Não. Eles esqueceram-se. É o tipo de turma que não colocam dúvidas sobre os assuntos diretamente relacionados com as aulas.

Entrevistadora: A última, como é que a professora abordou o tema da energia? Atividades práticas, abordagens que fez ao tema da energia, trabalhos propostos para casa, …

Entrevistada: Fiz algumas coisas, mas agora assim. Eu tenho uma memória e não trouxe o meu caderno. Ora, trabalhos práticos, dos obrigatórios fiz apenas o da fusão do gelo. Depois fizemos um outro extra em que, …, foi o da aplicação da noção de potência e rendimento no processo de aquecimento. Portanto, uns usaram uma chaleira, outros disco de fogão, … e eles tinham conhecimento da potência, mediram a variação

de temperatura da amostra de água e determinar a energia que tinha sido fornecida sob a forma de calor para depois determinar o rendimento num processo de aquecimento tendo em conta a energia utilizada. Fizemos esse assim mais formal. Agora, demonstrações em aula, …. Fizemos ainda outro, no início, assim uma coisa mesmo muito elementar, ora foi o quê? Fiz semelhante no 7.º ano, mas já não me recordo.
Entrevistadora: Condução, convecção, radiação, conceito de energia?
Entrevistada: Eu tenho uma memória péssima, eu tenho de registar as coisas. E, portanto, há um mês, eu já não me lembro. Mas sei que fizemos pelo menos um outro, semelhante ao que fiz no 7.º ano.
Entrevistadora: Não faz mal, se depois a professora puder ver no caderno, eu agradecia.
Entrevistada: Sim, eu depois mando-te email com essa informação.
Entrevistadora: Obrigada, e fizeram trabalhos em grupo?
Entrevistada: Eles resolvem às vezes exercícios em grupo na aula. O que é que eles fazem também? Às vezes faço uma daquelas atividades que eles gostam mais … Eles fazem resolução de exercícios em grupo do manual. E depois coloco alguns exercícios extra, tipo desafio e faço com quizizz, para integrar alguma competição. E fiz com eles também na parte do calor, uma ou duas vezes, um que era um pouco mais aberto, com questões mais do género de desafio, era escolha múltipla, mas tinha a parte de cálculo e discussão em grupo. E depois dava-lhes hipótese de corrigir, porque o quizizz dá essa possibilidade de voltarem a tentar. E houve um com problemas mais demorados que deu mais luta. E depois também faço uns de escolha múltipla, mas mais rápido sempre em grupo. Até porque muitos não tem telemóvel ou acesso à internet. Fomenta alguma discussão entre eles. De resto, na parte de calor, outro tipo de atividades não.
Entrevistadora: Era só isto. Obrigada.

Nota importante: Depois da conversa com a docente do 10.º B, ela reencaminhou os recursos educativos utilizados, tendo também enviado a seguinte lista de estratégias utilizadas na lecionação do domínio de Energia, que transcrevo de seguida:
“ - trabalhos laboratoriais extra: "temperatura e equilíbrio térmico", "rendimento num processo de aquecimento de água" (anexo os PPT que usei como orientação);
- trabalhos laboratoriais obrigatórios: ainda só fiz o AL3.3 (os outros só serão feitos após os fenómenos elétricos)
- demonstrações experimentais: condução (experiência dos clips presos com cera numa barra de cobre), convecção (permanganato de potássio em água fria, seguido de aquecimento); condutibilidade térmica (diversos termómetros digitais e materiais espalhados pela sala; medição das temperaturas superficiais e discussão das sensações de "frio" e "quente".

- simulações diversas, por exemplo, "Temperatura e equilíbrio térmico" (aula 20) e "Formas e transformações de energia" (Phet)
- videos diversos, por exemplo, "How solar panels work" (TedED), "Infrared camera", "Experiência de Joule e de Thompson" (aula 20), "Porque é que as máquinas de movimento perpétuo não funcionam" (TedED)
- trabalho em grupo de resolução de problemas/desafios, várias vezes com a utilização de recursos de gaming (Quizizz ou Mentimeter)"

A docente refere também, no referido email, que procura diversificar ao máximo os recursos utilizados de forma a captar a atenção dos alunos, que utiliza apresentação o mais atrativas possíveis, com pouco texto e várias imagens; e procura fazer poucos apontamentos no quadro mas de forma mais esquemática possível.

Transcrição da entrevista da professora do 10.º C

Entrevistadora: Portanto, é o 10º C, e são só três questões. Uma é para caracterizar a turma, em termos de necessidades educativas, dificuldades de aprendizagem.
Entrevistada: A turma é extremamente heterogénea. Desde o início do ano que temos alunos que saíram, foram para artes, cursos profissionais, etc. E continuaram lá uns 6 alunos que queriam mudar, mas que não tiveram coragem. Eu creio que era um bocadinho a pressão dos pais, por causa da história da área da saúde e das engenharias que é mais versátil e tal. E, portanto, mantiveram-se. E isso fez com que o ritmo da turma ficasse sempre contaminado por eles. Depois, entretanto, entraram miúdos novos. Entrou uma miúda no final do 1.º período, um menino brasileiro no início do 2.º período, e um há uma semana que eu achei extraordinário. Antigamente não era possível, mas creio que agora é possível por causa da história das migrações, deve haver regras diferentes, não sei. De qualquer forma, eu não consigo abandonar os outros. Eles estão e numa semana acham que vão mudar, os que tem pais separados, que vão para outra terra e que vão ver as opções lá. Andam muito perdidos, muito, muito. Esses tais 6. Agora dois deles já se pré-inscreveram num curso profissional, dois deles são os melhores alunos a inglês logo eles nitidamente não estão ali na área certa. Mas até aí, eu tenho sempre tendência de ir atrás deles e chamar-lhes à atenção, deles e dos outros que, entretanto, dispersam. Mas curiosamente a turma tem um perfil que eu nunca tinha encontrado, quem alinha mais na distração são aqueles que eram os melhores alunos no início do ano. Destabilizam, são mal-educadas. Tem havido uma série de episódios disciplinares ultimamente. E, portanto, às tantas nós pensamos, bem, não percebemos bem o comportamento que estão a ter, não se entende nada daquilo e, portanto, vamos avançar e acabou. Neste momento, eles já estão a voltar ao caminho,

mas depois de haver situações com os encarregados de educação. A diretora de turma, coitada, tem se visto grega para conseguir gerir aquilo. É uma turma realmente muito estranha. Houve ali, no início do ano, um bocado de bullying, com a melhor aluna, fizeram-lhe a vida negra. E depois aquilo passou. A miúda até tinha episódios de automutilação. Era horrível. Nós nem sabíamos como gerir. Ela mudou, e para melhor aceitação dos outros, ela passou a alinhar nos disparates. Basta eu dizer assim: "Atenção, tem de estar extremamente atentos que isto é um conceito novo, se tiverem atentos é um conceito básico, mas se não vão estar sempre com algumas dúvidas." E elas ficam a conversar umas com as outras, ou a fazer desenhos. Se eu digo assim: "Vejam neste vídeo este pormenor", elas olham para o chão. Mas não é só comigo, é com biologia, é com todos. É uma atitude estranha.

Entrevistadora: Mas não tem dificuldades de aprendizagem?

Entrevistada: Os que têm são muito sossegadinhos. Os perturbadores são os bons alunos. Quase que a provar eu não preciso disso para saber.

Entrevistadora: E em termos de aproveitamento escolar? Em todas as disciplinas é mais ou menos igual?

Entrevistada: Sim, sim, regular, os que são realmente bons…. Exceto em inglês, como digo é ao contrário. No resto das disciplinas, quem têm bons notas, têm boas notas a matemática, biologia pelo menos.

Entrevistadora: Depois, relativamente aos questionários, se houve alguma pergunta?

Entrevistada: Não, nada. Esqueceram-se. Até eu queria puxar por eles e tentar aproveitar dali alguma coisa. É um grande problema daquela turma, quando eu tento questioná-los, na medida em que eles colaborem, eles fazem um esforço, fazem-me um favor. Se não ficam realmente a conversar uns com os outros ou alheados nas coisas deles.

Entrevistadora: E que atividades práticas, vídeos, abordagens que se fez à parte da energia e calor, nomeadamente na parte da condução, convecção e radiação?

Entrevistada: Essencialmente aquilo que a Leya fornece.

Entrevistadora: Mas alguma demonstração?

Entrevistada: Não, não chegamos a fazer nada, nem as das latas. A radiação inclusivamente é aquilo que nós menos focamos porque ainda me falta dar irradiância. Falta-me neste momento associações de componentes em série e em paralelo na eletricidade e falta-me o trabalho da capacidade térmica mássica e dos painéis e, portanto, eu achei que nesta altura o abordaria melhor, porque faltava a eletricidade. Portanto, tudo o que são problemas com irradiância, com aqueles parâmetros todos, por dia, por hora, … eu deixei para o fim. Até porque eles reagem mal sempre que se complexifica os exercícios. Eu até vou falar com a professora de matemática para ver

como é que eles abordam, para simplificar uma expressão. Temos tido esse cuidado de trabalhar par a par. Eu achei que ia perder uma série deles e, portanto, até achei bom ter ficado para último, porque assim aquela complexidade toda já seria mais fácil.

Entrevistadora: Mas a parte da condução, convecção foi mais revisão?

Entrevistada: Sim, sem dúvida. São conceitos que me pareceram dar feedback positivo.

Entrevistadora: Viram os vídeos da Leya?

Entrevistada: Sim, viram vídeos da Leya, uma série deles.

Entrevistadora: Fizeram atividades em grupo ou assim?

Entrevistada: Não fizeram porque eles destabilizam imenso. Ou é uma atividade prática laboratorial que prepararam muito bem, já trazem o protocolo feito, que começaram a preparar 15 dias antes, ou então é um disparate. A diretora de turma, há 15 dias, veio dizer que não há mais trabalhos de grupo, que a partir dali era só individual. Eventualmente, em laboratório, vem à vez ver a montagem experimental, depois concluem e fazem o relatório. Por exemplo, ainda hoje vou fazer a atividade da pilha, mas é exatamente assim, em grande grupo, eles tiram os dados e depois trabalham-os sozinhos. Pronto, porque de outra forma aquilo era o circo. Pareciam outros meninos. No laboratório até tentava que não ficassem os mesmos grupos, que não trabalhem com as mesmas pessoas, pelo menos na medida do possível e, depois em grupo, quem está mais distraído consegue contaminar os outros. Mas a professora de biologia diz igual, e a de matemática também. É uma pena. Poderia ser diferente. Mas o que eles gostam mesmo é de aulas muito tradicionais, porque tudo o que seja diferente, … O que eles gostam mesmo é que eu explique a matéria, ponha no quadro, dê um exemplo.

Entrevistadora: São resistentes à mudança?

Entrevistada: Completamente. Resistentes à auto-ação. É esquisito. Depois eu até fico surpreendida, quando nos testes, uns trinta por cento deles reagem bem. E nota-se que estudando o que têm, os apontamentos que têm, conseguem chegar lá, que entrou alguma coisa. Não são alunos que tenham explicações nem têm ajuda em casa. Algumas coisas aprenderam. E se for uma coisa muito simples, não acham piada nenhuma.

Entrevistadora: É só isto mesmo. Obrigada.

Apêndice 10

Transferência de energia em líquidos

Parte 1 - Convecção

Questão problema 1:

A Teresa colocou uma resistência no fundo de um recipiente com 400 ml de água para fazer um chá. Ficou então com curiosidade em saber se a melhor região para colocar o saquinho do chá, a região mais quente, seria no fundo, na parte intermédia ou na parte superior do recipiente. Onde estará mais quente a água do recipiente?

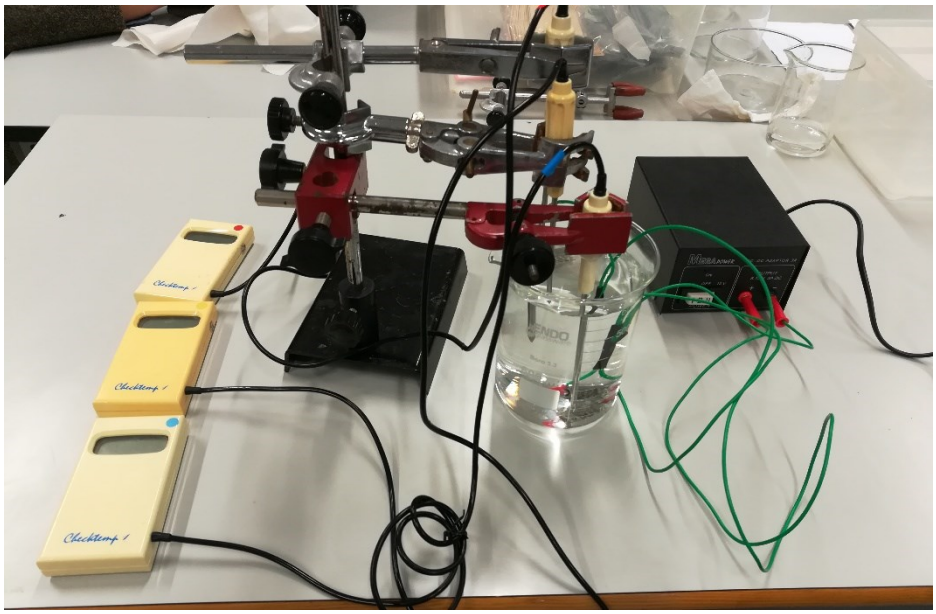


Figura 11 - Montagem experimental da demonstração da transferência de energia em líquidos.

Procedimento:

1 – Colocar a questão problema aos alunos e pedir para registarem no caderno as suas respostas.

2 – Montar o sistema com os termómetros nas três posições indicadas, e a resistência na parte inferior do recipiente.

3 – Antes de realizar a experiência, solicitar aos alunos uma previsão acerca das temperaturas relativas nas três zonas, indicando a que preveem que esteja mais fria e a mais quente.

4 – Registar as temperaturas iniciais dos três termómetros e ligar a resistência.

5 – Pedir aos alunos para se organizarem em pequenos grupos (3 elementos) e registar os valores dos três termómetros regularmente.

6 - Representar graficamente os resultados obtidos e comparar com as suas previsões. Discutir criticamente os resultados previstos e obtidos.
7 – Concluir em grupo sobre a resposta à questão-problema, justificando os resultados e utilizando linguagem científica.

Parte 2 – Condução

Questão-problema 2:
A Teresa queria diminuir o tempo que demora a aquecer a água, de forma a melhorar a sua eficiência. Para isso, decidiu experimentar colocar a resistência na parte superior do recipiente. Achas que a Teresa vai conseguir diminuir o tempo que demora a aquecer a água? Onde estará mais quente a água neste caso?
"Agora vamos aquecer água colocando uma resistência no topo de um recipiente com água. Dividindo o recipiente em três partes (parte superior, intermédia e inferior), conforme a figura, ordena cada parte por ordem crescente de temperatura. Justifica a tua resposta com base no que aprendeste até agora em Ciências Físico-Químicas."

Procedimento:
1 – Colocar a questão problema aos alunos e pedir para responderem individualmente nos seus cadernos.
2 – Se esta experiência for realizada após a parte 1, substituir a água e o recipiente por outros equivalentes e fazer uma montagem semelhante à anterior, com a diferença na posição da resistência que deverá ser colocada na parte superior.
3 – Registar as temperaturas iniciais dos três termómetros e ligar a resistência.
4 – Pedir aos alunos para se organizarem em pequenos grupos (3 elementos) e pedir para discutirem as suas respostas. Devem também registar os valores dos três termómetros regularmente.
5 - Representar graficamente os resultados obtidos e comparar com as suas previsões. Discutir criticamente os resultados previstos e obtidos.
6 – Concluir em grupo sobre a resposta à questão-problema, justificando os resultados e utilizando linguagem científica.

Atividade para casa

Questão-problema 3: "Como ocorrerá a transferência de energia se o aquecimento for realizado a meio do recipiente?" Responde à questão problema e justifica. (individualmente)

Procedimento em sala de aula na aula seguinte:
- Pedir a alguns alunos para partilhar as suas respostas promovendo discussão em turma sobre a conclusão final da atividade (10 – 15 min).

Conclusões
Ambos os mecanismos de condução e de convecção ocorrem em líquidos, embora a convecção seja o processo de transferência de energia mais predominante. As correntes de convecção correspondem aos movimentos ascendentes de fluído quente e movimentos descendentes de fluído mais frio. Quando a resistência é colocada na parte inferior do recipiente, a água próxima da resistência aquece, tornando-se menos densa que a água mais fria que se encontra acima desta. Em consequência deste efeito, a água quente sobe. A água mais fria desce e entra em contacto com a resistência, aquecendo, e o processo repete-se. Assim, a parte superior, que recebe a água menos densa, é a parte mais quente do recipiente, enquanto a parte inferior que recebe a água mais densa e mais fria apresentará menor temperatura.
Quando a resistência se encontra na parte superior do recipiente, a água que está a ser aquecida pela resistência, que se torna menos densa, já está na parte superior. Como tal, não se formam correntes de convecção. Neste caso, a energia transfere-se às partículas inferiores através da condução, ou seja, por choques entre partículas. Como as partículas nos líquidos estão mais afastadas, a condução é mais lenta, demorando mais tempo para aumentar a temperatura da parte inferior do líquido.
Caso a resistência fosse colocada na parte intermédia do recipiente, poderíamos verificar ambos os processos. Entre a parte intermédia e a parte superior ocorrerá predominantemente convecção enquanto entre a parte intermédia e a parte inferior ocorrerá condução.
Em qualquer um dos casos, em termos de temperatura, a parte inferior apresentará sempre a menor temperatura e a parte superior a maior temperatura.

Radiação

Atividade 1: arrefecimento de duas latas (uma pintada de preto e outra pintada de branco) de uma temperatura alta (por exemplo 80°C) até à temperatura ambiente. Qual atinge primeiro a temperatura ambiente?

Procedimento:

1. Questionar os alunos sobre qual das duas latas atingirá primeiro a temperatura ambiente. Os alunos devem registar as suas previsões (individuais) no caderno e a sua justificação baseada em dados científicos.
2. Colocar água à temperatura de aproximadamente 80°C nas duas latas (uma pintada de preto e outra pintada de branco)
3. Colocar um termómetro em cada lata e colocar algodão para isolar o sistema.
4. Registar os valores de temperatura de cada lata até se atingir a temperatura ambiente.
5. Enquanto arrefecem, pedir aos alunos para discutirem as suas previsões entre eles.

Conclusões

Como ambas as latas são feitas do mesmo material, a taxa de emissão de radiação é igual para ambas, pois para esta gama de temperaturas ambas emitem na região do infravermelho, independentemente da cor da lata. Assim sendo, como ambas começam à mesma temperatura, atingirão a temperatura ambiente ao mesmo tempo.

Atividade 2: Aquecimento de duas latas (uma pintada de preto e outra pintada de branco), qual atinge a temperatura de 40°C mais cedo?

Procedimento:

1. Questionar os alunos sobre qual das duas latas, partindo ambas da temperatura ambiente, atingirá a temperatura de 40°C primeiro. Os alunos devem registar as suas respostas (individuais) no caderno e a sua justificação baseada em dados científicos
2. Colocar duas latas (uma pintada de preto e outra pintada de branco) em frente de uma lâmpada (informações sobre lâmpada). As latas devem estar equidistantes da lâmpada e separadas entre si com, por exemplo, uma placa de esferovite.
3. Colocar um termómetro em cada lata e colocar algodão para isolar o sistema.
4. Ligar a lâmpada.
5. Registar os valores de temperatura de cada lata até se atingir 40°C.
6. Enquanto aquecem, pedir aos alunos para discutirem as suas previsões entre eles.

Conclusões

A lâmpada emite radiação na região do visível que é absorvida em maior quantidade pela lata pintada de preto, pelo que está atinge a temperatura de 40°C primeiro.

Atividade 3: após a atividade 2.2, observar o arrefecimento das duas latas.

Procedimento:

1. Questionar os alunos sobre qual das duas latas, a pintada de preto ou a pintada de branco, que se encontram a temperaturas iniciais diferentes, chegará primeiro à temperatura ambiente. Os alunos devem registar as suas respostas (individuais) no caderno e a sua justificação baseada em dados científicos.
2. Desligar a lâmpada que estava colocada em frente das latas. Manter os termómetros em cada lata e o algodão. Registar a temperatura inicial.
3. Registar os valores de temperatura de cada lata até se atingir a temperatura ambiente.
4. Enquanto arrefecem, pedir aos alunos para discutirem as suas previsões entre eles.

Conclusões

Apesar de começarem em temperaturas diferentes, verifica-se que ambas as latas atingem a temperatura ambiente ao mesmo tempo. Existem dois fatores que contribuem para este fenómeno: 1 – a diferentes de gradiente térmico, ou seja, quanto maior a diferença entre a temperatura da lata e a temperatura ambiente, maior a rapidez de transferência de energia para o exterior; 2 – relativamente à emissão de radiação, ambas as latas emitem na região do infravermelho, independentemente da cor. Assim sendo, e apesar da lata preta estar a uma temperatura inicial superior, como transfere inicialmente mais energia para o exterior, atinge a temperatura ambiente no final do mesmo intervalo de tempo que a lata branca.