

ANA RITA COSTA CORREIA VICENTE MOREIRA

**ATIVIDADE LABORATORIAL NO ENSINO DAS
CIÊNCIAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Orientadora: Prof.^a Doutora Maria Elisa Maia

Co-orientadora: Prof.^a Dr. Lina Maria Cardoso Lopes

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Engenharia

Lisboa

2014

ANA RITA COSTA CORREIA VICENTE MOREIRA

**ATIVIDADE LABORATORIAL NO ENSINO DAS
CIÊNCIAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Orientador: Prof.^a Doutora Maria Elisa Maia

Co-Orientador: Prof.^a Dr. Lina Maria Cardoso Lopes

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Engenharia

Lisboa

2014

Agradecimentos

À Professora Doutora Elisa Maia, pelo privilégio da sua orientação e pelo constante apoio, incentivo, ensinamentos e disponibilidade, em todos os momentos deste trabalho.

À Professora Lina Lopes, toda a ajuda, encorajamento e disponibilidade para a concretização deste trabalho.

Ao Professor Manuel Loureiro as suas sugestões e disponibilidade no tratamento estético.

Às Professoras Leonor Marinho e Olga Santos, por terem permitido que realizasse o trabalho com as suas turmas, pela ajuda prestada durante o processo e à direção da escola por ter consentido a sua implementação.

Aos alunos do 10°C1 e do 10°C2, pela sua disponibilidade para participarem neste projeto.

Às minhas colegas de Mestrado Paula, Cristina e Zé, por cada uma à sua maneira terem contribuído para que tudo se tornasse mais simples e possível.

Aos meus Pais pelo apoio constante neste e em todos os meus projetos.

Ao Luciano pela enorme paciência e incentivo nos momentos menos bons.

A todos os que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Resumo

A presente investigação teve como objetivo avaliar, em contexto escolar, a aprendizagem de conceitos relativos à *Absorção e Emissão de Radiação*, subunidade integrada na unidade didática *Do Sol ao Aquecimento*, constante do programa do ensino secundário, na disciplina de Física e Química A.

O estudo foi realizado na Escola Secundária Eça de Queirós, em Lisboa, onde participaram duas turmas do 10º ano de escolaridade escolhidas por conveniência.

Usou-se como metodologia a aplicação de um teste de associação de palavras antes e depois da intervenção pedagógica com os alunos. A intervenção consistiu de uma atividade laboratorial do tipo investigativo para uma das turmas e seguindo os moldes tradicionais na outra. A atividade do tipo investigativo consistiu na elaboração de um protocolo experimental para posterior desenvolvimento da atividade laboratorial correspondente.

Foram também usados como instrumentos de recolha de informação, das aprendizagens efetuadas pelos alunos, os respetivos cadernos de laboratório e os relatórios.

Os dados recolhidos permitiram avaliar o desenvolvimento dos quadros conceptuais dos alunos no decorrer do processo Ensino-Aprendizagem.

Os resultados obtidos, com os instrumentos de avaliação usados, permitiram concluir que ambas as turmas evoluíram positivamente, no entanto, na turma onde se efetuou a intervenção pedagógica verificou-se que a evolução foi mais acentuada.

Um questionário de opinião aplicado no final do processo permitiu admitir que o trabalho laboratorial desempenhou um papel motivador e de relevante interesse para o desenvolvimento das aprendizagens de ambos os grupos. Os alunos da turma experimental manifestaram uma opinião claramente favorável à metodologia proposta.

Apesar das limitações, este estudo pode servir como ponto de partida para uma reflexão sobre o modo como as atividades laboratoriais são implementadas no ensino da Física e da Química e de que forma contribuem para o envolvimento dos alunos na construção do seu próprio conhecimento.

Palavras chave: atividades laboratoriais, teste de associação de palavras, ensino secundário, energia, absorção, emissão.

Abstract

The objective of this research study was to evaluate, in school context, the learning of the concepts related to the *Absorption and Emission of Radiation*, a teaching module integrated in the teaching unit called *From the Sun to the Heating*, part of the secondary school curriculum of the *Physics and Chemistry A* course.

The research study was undertaken in the Secondary School Eça de Queirós, in Lisbon, with the participation of two 10th grade classes, chosen as convenient.

The methodology used was based on the application of a word association test before and after the pedagogic intervention with students. This intervention was an investigative laboratory activity carried out in one of the classes and a traditional laboratory activity in the other class. The investigative activity consisted in the elaboration, by the students, of a protocol to be used as the base of the corresponding laboratory activity.

Students' laboratory books and reports of the activity were also used as instruments for information collection about their learning of the topic.

The data obtained allowed to evaluate the development of students' conceptual frameworks during the Teaching-Learning process.

The results obtained with the evaluation instruments used allowed to conclude that both classes had a positive evolution, but with a greater evolution in the class where the pedagogic intervention had occurred.

An opinion questionnaire used at the end of the process suggests that laboratory work played a motivating and interesting role for the learning development of both groups. The students of the experimental class showed an opinion clearly in favour of the methodology proposed.

In spite of its limitations, this study may be used as a starting point for a reflection on the way laboratory activities are implemented in the teaching of Physics and Chemistry and how they contribute to students' involvement in the construction of their own knowledge.

Keywords: laboratory activities, word association tests, secondary school teaching, energy, absorption, emission.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	7
1.1. INTRODUÇÃO	8
1.2. RELEVÂNCIA DO ESTUDO	8
1.3. OBJETIVOS E LIMITAÇÕES	9
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	10
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. INTRODUÇÃO	12
2.2. ATIVIDADES LABORATORIAIS NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS	12
2.3. ATIVIDADES LABORATORIAIS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS	15
2.4. ATIVIDADES LABORATORIAIS NUM CONTEXTO DE INVESTIGAÇÃO	18
2.5. AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS NAS ATIVIDADES LABORATORIAIS	19
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	21
3.1. INTRODUÇÃO	22
3.2. <i>DESIGN</i> DA INVESTIGAÇÃO	22
3.3. DESCRIÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	23
3.4. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	24
3.5. INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	25
3.5.1. <i>Teste de Associação de Palavras</i>	25
3.5.2. <i>Protocolo Experimental</i>	26
3.5.3. <i>Caderno de Laboratório</i>	26
3.5.4. <i>Relatório</i>	27
3.5.5. <i>Questionário</i>	27
3.6. ANÁLISE DE DADOS	28
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	29
4.1. INTRODUÇÃO	30
4.2. RESPOSTAS DO TESTE DE ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS	30
4.3. RESULTADOS DA ELABORAÇÃO DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL	37
4.4. REGISTOS DOS CADERNOS DE LABORATÓRIO	38
4.5. REGISTOS DOS RELATÓRIOS	40
4.6. RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS	41
4.7. EVOLUÇÃO DA TURMA EXPERIMENTAL	47
4.8. EVOLUÇÃO DA TURMA DE CONTROLO	49
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES REFLEXIVAS	52
5.1. INTRODUÇÃO	53
5.2. CONCLUSÕES GERAIS	53
5.3. REFLEXÃO CRÍTICA	55
5.4. PERSPETIVAS PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
APÊNDICES	I
APÊNDICE I – TESTE DE ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS	II
APÊNDICE II – PLANIFICAÇÃO DE AULA	III
APÊNDICE III – GUIÃO EXPERIMENTAL	VI
APÊNDICE IV – PROTOCOLO EXPERIMENTAL – TURMA CONTROLO	VII
APÊNDICE V – QUESTIONÁRIO TURMA EXPERIMENTAL	IX
APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO TURMA DE CONTROLO	X
APÊNDICE VII – PROTOCOLO GERAL – TURMA EXPERIMENTAL	XI
ANEXOS	XIII
ANEXO I – EXEMPLO PARA O ESTÍMULO ABSORÇÃO DE ENERGIA	XIV

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 -	Total de associações e associações aceitáveis na turma de controlo	31
Tabela 2 -	Total de associações e associações aceitáveis na turma experimental	31
Tabela 3 -	Análise dos protocolos elaborados pelos alunos	38
Tabela 4 -	Percentagem de associações aceitáveis na turma experimental	48
Tabela 5 -	Percentagem de associações aceitáveis na turma de controlo	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da média das associações aceitáveis para cada estímulo.	34/35
Figura 2 - Evolução da média das associações aceitáveis.	36
Figura 3 - Análise dos registos dos cadernos de laboratório.	39
Figura 4 - Análise dos registos dos relatórios.	41
Figura 5 - Resultados do questionário para a turma experimental.	43
Figura 6 - Resultados do questionário para a turma de controlo.	44
Figura 7 - Comparação dos questionários dos dois grupos.	46

CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

1.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se contextualizar e apresentar o trabalho desenvolvido na dissertação. Começa-se por evidenciar a relevância geral da investigação, seguindo-se a definição dos seus objetivos e a explicitação de vários aspetos tidos como limitações da mesma. Por fim, é apresentada a estrutura organizativa adotada para o desenvolvimento do presente documento.

1.2. Relevância do estudo

Em Portugal, como em outros países, a desmotivação pela aprendizagem das ciências tem sido notória. Os baixos níveis de aproveitamento são reflexo disso mesmo, sendo fundamental encontrar soluções para este problema.

O ensino das ciências na escola deve contribuir para a formação de alunos conscientes e participativos, capazes de tomar decisões e de dar resposta às constantes mudanças da sociedade atual (Leite, 2006). Nos currículos escolares portugueses, assim como nos de outros países, são contempladas diversas atividades laboratoriais de caráter investigativo, destacando a sua importância no contexto de aprendizagem das ciências e enfatizando os processos que envolvam o pensamento criativo e a reflexão crítica a partir da experiência (Neves, 2006). No entanto, o potencial educativo destas atividades depende grandemente da forma como as mesmas são implementadas em sala de aula.

Vários estudos revelam que grande parte das atividades laboratoriais propostas, nomeadamente nos manuais escolares, apresentam um elevado grau de estruturação, informando os alunos sobre as várias etapas a seguir, as respostas a obter e as conclusões a retirar, remetendo-os para um papel totalmente passivo (Leite, 2006). Nos últimos anos têm-se sucedido as críticas ao ensino tradicional no que diz respeito à ação passiva dos alunos face ao que o professor expõe, apontando as soluções propostas para a participação ativa dos mesmos nas diferentes atividades a desenvolver.

As dificuldades que afetam o ensino das ciências não são recentes, havendo vários estudos que demonstram isso mesmo. Neste contexto, o papel das atividades prático-laboratoriais no ensino da Física e da Química e a sua relevância no processo de Ensino-Aprendizagem têm sido amplamente debatidos.

Embora a importância do ensino prático e experimental para a compreensão dos conceitos científicos seja quase unanimemente reconhecida entre a comunidade científica, os seus benefícios no processo de Ensino-Aprendizagem estão longe de ser consensuais

(Sequeira, 2000a; Johnstone and Al-Shuaili, 2001). A forma como as atividades são propostas aos alunos, na maioria das vezes sujeita aos moldes consagrados nos currículos e nos manuais escolares, não significa necessariamente um maior sucesso de aprendizagem.

Surgem então as seguintes questões:

“Qual a relação entre o maior envolvimento dos alunos nas atividades prático-laboratoriais e o seu sucesso na aprendizagem?”

“Será que uma estratégia diferente de implementação das atividades prático-laboratoriais conduzirá a uma evolução conceptual diferente?”

O presente trabalho pretende ser mais um contributo para potenciar e valorizar as vantagens educativas das atividades laboratoriais, no processo de Ensino-Aprendizagem.

1.3. Objetivos e limitações

Dado que a última Revisão Curricular do Ensino Secundário contempla a componente laboratorial como parte integrante e obrigatória na disciplina de Física e Química e com o intuito de dar resposta às questões colocadas anteriormente, parece-nos pertinente:

- averiguar se a participação mais ativa dos alunos no processo de conceção das atividades laboratoriais, se traduz numa maior evolução na aprendizagem;
- efetuar uma apreciação da forma como são usados os vários instrumentos de avaliação das atividades laboratoriais por parte dos alunos;
- caracterizar a opinião dos alunos relativamente à forma como as atividades laboratoriais são desenvolvidas.

Como principais limitações do trabalho desenvolvido refira-se:

- o facto dos grupos utilizados como amostra não serem escolhidos de forma aleatória;
- as diferenças evidentes, à partida, no grupo experimental e no grupo de controlo, o que limita a confiança com que se pode atribuir a evolução observada à metodologia adotada e a própria comparação de resultados;
- o reduzido número de aulas em que foi possível desenvolver o estudo, o que não permite tirar conclusões mais abrangentes e significativas;

- a subjetividade inerente à escolha das associações aceitáveis nos resultados dos testes de associação de palavras;
- a subjetividade inerente à análise dos registos dos cadernos de laboratório e dos relatórios.

Note-se que, embora o caderno de laboratório e principalmente o relatório apresentem uma estrutura mais ou menos definida, a sua elaboração é individual e livre, sendo a apreciação dos seus conteúdos em tudo semelhante à análise de questões de resposta aberta.

1.4. Organização da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos.

No primeiro capítulo pretende-se contextualizar o trabalho a desenvolver, passando pelos objetivos e limitações que lhe estão inerentes.

No segundo capítulo é feita uma revisão da literatura relevante para o tema em estudo. É efetuada uma breve abordagem histórica da evolução das atividades laboratoriais no currículo de ciências, particularizando o seu papel na disciplina de Física e Química na atualidade. Em seguida procura-se clarificar o conceito de atividade laboratorial e enfatizar o seu contributo para o ensino das ciências e a sua abordagem em contexto de investigação. Por fim, são referidas as diferentes técnicas e instrumentos associados à avaliação destas atividades.

No terceiro capítulo é discutida a metodologia aplicada. Inicia-se com a referência ao *design* de investigação adotado e uma descrição global da investigação, segue-se a caracterização da amostra estudada, a apresentação detalhada dos instrumentos e procedimentos usados na recolha de dados e, por fim, é feita uma abordagem ao tratamento e análise de dados que será realizado.

O quarto capítulo é dedicado à apresentação e análise dos resultados obtidos. Começa por se efetuar uma comparação entre as duas turmas em estudo relativamente aos resultados obtidos com cada instrumento de recolha de dados, respetivamente. Em seguida é feita uma análise da evolução global e independente de cada turma.

Por fim, no quinto e último capítulo, faz-se uma síntese das conclusões decorrentes do trabalho desenvolvido, passando por uma análise reflexiva da metodologia utilizada e apresentando sugestões para investigações futuras.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

Neste capítulo é efetuada uma revisão da literatura considerada relevante para o tema em investigação, com a finalidade de fazer o enquadramento teórico do estudo realizado. Começa-se por uma abordagem da evolução das atividades laboratoriais no currículo de ciências desde finais do século XIX até à atualidade. Segue-se a clarificação do conceito de atividade laboratorial, do seu papel no ensino das ciências e da sua abordagem num contexto de investigação. Por último, é caracterizada a avaliação associada às atividades laboratoriais, referindo-se as diferentes técnicas e instrumentos mais vulgarmente usados.

2.2. Atividades laboratoriais no currículo de ciências

Ao longo dos anos, os currículos escolares têm sofrido várias alterações. No ensino das ciências, a grande evolução científico-tecnológica ocorrida nas últimas décadas tem conduzido a mudanças não só ao nível dos conteúdos abordados mas também das metodologias usadas.

Desde que as disciplinas de ciências foram integradas nos currículos de ensino, o trabalho laboratorial tem vindo a afirmar-se como fundamental no processo de Ensino-Aprendizagem. No entanto, a forma como as atividades laboratoriais têm sido desenvolvidas tem igualmente registado inúmeras mudanças (Leite, 2001).

No final do século XIX, as atividades laboratoriais começaram a ser usadas com o objetivo de confirmar a teoria previamente apresentada. Nos finais do século XIX, princípios do século XX, surge a defesa da aprendizagem por descoberta em contexto laboratorial (Freire, 1993; Leite, 2001), passando as atividades laboratoriais a servir de ponto de partida para compreender os conceitos teóricos. No entanto, esta ideia foi rapidamente abandonada e em 1920, o trabalho laboratorial voltou a ser usado com o propósito de confirmação e elucidação da teoria (Lunetta, 1998). Durante a década de 1950, as atividades laboratoriais eram usadas, quase exclusivamente, para ilustrar informação dada pelo professor ou pelo manual escolar, sendo a aprendizagem associada às mesmas relativamente limitada (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Os currículos de ciências baseavam-se apenas na transmissão do conhecimento científico e das descobertas efetuadas ao longo dos anos.

Nas décadas de 60 e 70 do século passado, o trabalho laboratorial assume novamente um papel de relevo. Com o surgimento, no Reino Unido, dos projetos *Nuffield* e,

nos Estados Unidos, de projetos como o *Physical Science Study Committee*, no âmbito da Física, e o *Chemical Bond Approach*, no âmbito da Química, a aprendizagem das ciências volta a ser realizada recorrendo à investigação, à descoberta e ao trabalho laboratorial (Leite, 2001; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Todos estes projetos visavam um maior envolvimento dos alunos em investigações, as quais desempenhavam um papel central no ensino, aumentando o seu interesse pelas ciências, o seu sucesso na aprendizagem e o desenvolvimento de capacidades relevantes para a sua formação em diversos contextos (Almeida, 2001).

No final da década de 1970, princípio da década de 1980, com a avaliação destes projetos a traduzir-se em resultados negativos (Freire, 1993; Almeida, 2001), foi proposta uma renovação curricular baseada em perspetivas construtivistas. Ainda na década de 1980, constatou-se que as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, nomeadamente no que diz respeito às conceções alternativas, estavam igualmente relacionadas com o seu quotidiano e com as suas vivências anteriores (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

Numa perspetiva construtivista, o aluno deixa de ser um recetor ou processador passivo da informação e passa a estar ativamente envolvido na construção do seu conhecimento, confrontando saberes anteriores com novas situações e, caso seja necessário, reconstruindo as suas estruturas de conhecimento (Almeida, 2001). O aluno é considerado o principal responsável pela própria evolução, dependendo esta dos contextos de aprendizagem criados.

Em 1996, surgiram nos Estados Unidos, os *National Science Education Standards*, que apresentavam uma série de princípios e linhas orientadoras para o ensino e a avaliação das ciências, reafirmando a convicção de que a investigação e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem em contexto laboratorial é essencial para promover a literacia científica (Hofstein & Mamiok-Naaman, 2007).

Em Portugal, até finais da década de 70, no ensino secundário, estavam previstas aulas laboratoriais em Ciências Físico-Químicas. No entanto, a partir dessa data e até início dos anos 90, deixou de estar contemplada uma componente laboratorial formal nas disciplinas de ciências (Leite, 2001). Um estudo efetuado durante este período (Cachapuz *et al.*, 1989a) permitiu concluir que o trabalho laboratorial baseava-se fundamentalmente em demonstrações efetuadas pelos professores, sendo os alunos meros espetadores.

Nos anos 80, com a aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE, Lei nº46/86 de 14 de Outubro) surgiu, em Portugal, a grande reforma do sistema educativo nomeadamente no ensino das ciências. O artigo 9º da Lei de Bases do Sistema Educativo

apresenta como um dos objetivos do ensino secundário *“Fomentar a aquisição e aplicação de um saber cada vez mais aprofundado assente no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação”*.

A reorganização do currículo de ciências conducente aos programas atualmente em vigor ao nível do ensino secundário (10º, 11º e 12º anos de escolaridade) data de 1997. Nesta reorganização curricular, o Ministério da Educação destacou a integração das dimensões teórica e prática nas disciplinas, enfatizando o ensino prático e experimental (Sequeira, 2000a) nomeadamente na disciplina de Física e Química A. No próprio programa desta disciplina para o 10º ano (DES, 2001) pode ler-se: *“A Física e Química A terá de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade”*.

A compreensão do papel da experimentação na construção do conhecimento científico assume-se assim como uma das finalidades da disciplina de Física e Química A (DES, 2001). O programa destaca ainda que entre as competências a desenvolver pelos alunos nas diferentes fases de uma atividade experimental incluem-se, o planeamento de experiências para dar resposta a uma questão ou problema, a seleção do material para a realização adequada da atividade, a recolha, registo e organização de dados, a análise e interpretação dos dados obtidos e a elaboração do relatório sobre a atividade realizada.

Nesta revisão curricular do ensino secundário a disciplina de Física e Química A passou a contemplar uma componente laboratorial obrigatória. A disciplina foi inicialmente organizada em três blocos semanais de 90 minutos, sendo um exclusivamente destinado a atividades prático-laboratoriais, estando a turma dividida em dois turnos (DES, 2001).

Esta reorganização curricular entrou em vigor apenas em Setembro de 2004, para os alunos que iniciaram nesse ano o 10º ano de escolaridade (Ministério da Educação [ME], 2003). O documento orientador da revisão curricular do ensino secundário identifica como um dos objetivos estratégicos para este nível de ensino, o aumento da qualidade das aprendizagens nomeadamente no que diz respeito à aquisição de conhecimentos, ao desenvolvimento das competências vocacionais, à capacidade de pensar cientificamente os problemas, à interiorização de uma cultura de participação e responsabilidade e à tomada de consciência das opções que potenciam a liberdade e o desenvolvimento dos alunos como indivíduos e como cidadãos (ME, 2003). Refere ainda, que este processo de qualificação requer uma profunda mudança nos métodos de ensino e no ambiente de sala de aula.

As atividades propostas em cada unidade temática dão especial ênfase ao recurso às novas tecnologias, nomeadamente sensores ligados a computadores ou a calculadoras gráficas, para aquisição e tratamento de dados. O uso frequente das potencialidades da calculadora gráfica para o traçado e interpretação de gráficos, em contexto laboratorial, permite testar previsões e/ou hipóteses, dar resposta a questões-problema e fomentar o pensamento crítico (ME, 2003).

O Decreto-Lei nº272/2007 conduziu ao reforço do bloco exclusivamente destinado a atividades prático-laboratoriais em 45 minutos, passando a componente prático-laboratorial a ter 135 minutos. Igualmente com o objetivo de reforçar o papel das atividades laboratoriais no ensino das ciências, o Ministério da Educação através da Portaria nº 1322/2007, estabeleceu um mínimo de 30% para a ponderação da componente prático-laboratorial no cálculo da classificação final da disciplina. Também nos exames nacionais da disciplina de Física e Química A, algumas questões incidem sobre as aprendizagens realizadas no âmbito das atividades laboratoriais, sendo-lhes atribuída cerca de 15% da cotação total da prova.

Do que se disse anteriormente verificou-se que, existem múltiplos de fatores que podem condicionar todo o processo ligado ao desenvolvimento das atividades laboratoriais. Em Portugal foram feitos vários estudos sobre esta temática (Sequeira *et al.*, 2000b; Leite *et al.*, 2011). Se por um lado, a revisão curricular vem dar às atividades laboratoriais uma maior importância, por outro, a sua realização está condicionada pelas práticas docentes, pela estrutura de alguns manuais escolares utilizados, pelas questões abordadas nos exames, entre outras.

Existiu, assim, uma evolução da legislação ao longo do tempo para o desenvolvimento das atividades laboratoriais no ensino das ciências.

2.3. Atividades laboratoriais no ensino das ciências

A importância do trabalho experimental no ensino das ciências é amplamente reconhecida pela maioria dos intervenientes ligados à educação, no entanto, a própria designação “trabalho experimental” pode estar associada a conceções diversas (Almeida, 2001; Dourado, 2001).

As designações trabalho prático, trabalho laboratorial e trabalho experimental são muitas vezes usadas de forma indiferenciada, atribuindo-se-lhes significados idênticos. De acordo com Hodson (1988, citado por Leite, 2001) o conceito de trabalho prático inclui todas as atividades em que o aluno está ativamente envolvido nos domínios psicomotor, cognitivo

e afetivo. Esta definição de trabalho prático é a mais abrangente e inclui o trabalho laboratorial e o trabalho de campo (Dourado, 2001; Leite, 2001).

O trabalho laboratorial, ou atividade laboratorial, refere-se às atividades, desenvolvidas por norma num laboratório, que pressupõem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais (Leite, 2000). O trabalho laboratorial é considerado experimental, quando é necessário o controlo e manipulação de variáveis.

As atividades laboratoriais apresentam-se assim, como um dos recursos didáticos à disposição dos professores no ensino das ciências, podendo haver um maior ou menor envolvimento dos alunos na sua realização.

Segundo alguns autores, as atividades laboratoriais apresentam um grande potencial de aprendizagem (Hodson, 1994; Leite, 2001) em três domínios do conhecimento distintos: conceptual, promovendo a aprendizagem de conceitos, princípios, leis e teorias, da metodologia científica, fomentando a resolução de problemas e a realização de investigações, e procedimental, permitindo o desenvolvimento de competências e técnicas laboratoriais.

De acordo com Hodson (1994, 2000), as atividades laboratoriais são suscetíveis de contribuir para: motivar os alunos, estimulando o interesse e a diversão; possibilitar a aprendizagem das técnicas de laboratório; fomentar a aprendizagem de conceitos científicos; promover a introdução à metodologia científica e desenvolver competências para a sua utilização e desenvolver certas “atitudes científicas” como objetividade, persistência, raciocínio crítico, consideração de ideias de outros, entre outras.

Também Wellington (2000) refere que as atividades laboratoriais podem ter diferentes objetivos, designadamente: ilustrar uma lei científica ou demonstrar um fenómeno; interessar e motivar os alunos; ajudar na memorização de eventos e processos; desenvolver e ensinar técnicas científicas; mostrar potenciais perigos e riscos e estimular a discussão.

Embora seja praticamente consensual entre a comunidade científica, a importância do ensino prático e experimental, a reavaliação do seu papel e dos seus objetivos na educação em ciências continuam a ser objeto de amplo debate (Sequeira, 2000a).

Os autores Lazarowitz e Tamir (1994) referem que a aprendizagem obtida em contexto laboratorial depende grandemente da natureza das atividades, da forma como estas são abordadas pelos manuais escolares e pelos próprios professores. O maior ou menor envolvimento dos alunos durante todo o processo, influencia grandemente a sua aprendizagem. Também Hodson (1994) refere que:

- quando as atividades laboratoriais são demasiado estruturadas e fechadas, não colocando qualquer desafio cognitivo aos alunos, deixam de ser motivadoras;
- as técnicas laboratoriais não são, muitas vezes, corretamente apreendidas durante a realização das atividades laboratoriais;
- não é evidente que as atividades laboratoriais sejam eficazes na aquisição de conhecimentos científicos;
- o desenvolvimento de atividades laboratoriais que têm à partida uma resposta correta com a inevitável preocupação dos alunos em obter essa mesma resposta, é incompatível com o desenvolvimento de atitudes científicas.

Ou seja, o autor considera que as atividades laboratoriais, nos moldes em que são geralmente apresentadas, podem ser totalmente improdutivas em termos de aprendizagem significativa.

O valor educativo das atividades laboratoriais está diretamente relacionado com a forma como estas são estruturadas e implementadas (Leite & Dourado, 2005). As atividades demasiado estruturadas parecem contribuir de forma muito limitada para o processo de Ensino-Aprendizagem, ao contrário das atividades com um maior grau de abertura, que exigem à partida um maior envolvimento por parte dos alunos.

A implementação das atividades laboratoriais deve, então, ser repensada, redefinida e reorientada (Hodson, 1994, 2000) por forma a permitir simultaneamente, Aprender Ciência, adquirindo e desenvolvendo conhecimentos teóricos e conceptuais, Aprender sobre Ciência, desenvolvendo conhecimentos sobre a natureza e os métodos usados em ciência e a interação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e Fazer Ciência, desenvolvendo conhecimentos sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

As três dimensões referidas anteriormente estão interligadas, contribuindo os bons resultados de cada uma para a compreensão das restantes, no entanto, nenhuma é por si só suficiente (Hodson, 1994, 2000). O nível de aprofundamento de cada uma delas está condicionado ao nível de ensino em que cada aluno se encontra (Cachapuz, Praia e Jorge, 2004).

Se a educação em ciências se restringir a desenvolver atividades do tipo investigativo (Fazer Ciência), será insuficiente quer para Aprender Ciência quer para Aprender sobre Ciência. Por outro lado, os planos de estudo demasiado direccionados para atividades ligadas a Aprender Ciência e a Aprender sobre Ciência, não possibilitam que os alunos pratiquem por si mesmos (Fazer Ciência).

Segundo Hodson (1994, 2000), a dimensão Fazer Ciência engloba três tipos de aprendizagem, reforçar a compreensão dos conceitos inerentes ao tema em estudo, reforçar o conhecimento processual tendo em conta as relações entre a teoria e a prática e aumentar a capacidade investigativa. Assim, ao planejar uma atividade do tipo investigativo, há que ter em conta os objetivos que se pretendem atingir e quais as formas mais adequadas de o conseguir, de forma a manter bem presente a interrelação entre estas três dimensões.

Refira-se que, qualquer uma destas dimensões não implica necessariamente o trabalho em laboratório (Hodson 1994, 2000). Existem hoje em dia várias simulações computacionais que permitem aos alunos explorar ideias, fazer previsões, relacionar variáveis, funcionando como poderosas ferramentas para Aprender Ciência, Aprender sobre Ciência e Fazer Ciência.

Aos professores cabe o papel de planearem as atividades de forma inovadora, com recurso nomeadamente à utilização de novas tecnologias, incentivando os alunos a uma participação mais ativa.

2.4. Atividades laboratoriais num contexto de investigação

Uma abordagem menos estruturada das atividades laboratoriais poderá contribuir não só para que os alunos se sintam mais motivados, mas para uma revalorização das mesmas como recurso privilegiado no ensino das ciências. No entanto, implica normalmente um maior tempo de preparação e realização, muitas vezes considerado incompatível com a necessidade de cumprir um programa.

De acordo com Jiménez, Llobera & Llitjós (2006) o nível de abertura das atividades laboratoriais está diretamente relacionado com a maior ou menor intervenção do professor em todo o processo. Quanto menor for a sua intervenção, maior será o grau de abertura da atividade. Uma atividade laboratorial pode ser do tipo investigação dirigida, apresentando esta um nível intermédio de abertura. Neste contexto, as informações fornecidas em protocolos são reduzidas, são dados os objetivos do trabalho, algum material e é pedido aos alunos que elaborem o procedimento experimental. Segundo os mesmos autores este tipo de abordagem pode potenciar o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A realização de atividades investigativas pelos alunos proporciona uma participação mais ativa na aprendizagem, dando-lhes a oportunidade de colocar questões, planejar procedimentos, selecionar os materiais adequados e as técnicas de recolha de dados, desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio lógico, analisar dados, argumentar e

construir explicações alternativas e comunicar as suas conclusões (Yebara & Menbiela, 2006; Suart & Marcondes, 2009). Numa perspetiva construtivista, centrada na participação do aluno no processo de construção do conhecimento, o professor deve ser um mediador ou facilitador, investindo em estratégias de ensino capazes de proporcionar o desenvolvimento cognitivo do aluno e contribuindo para que o objetivo da compreensão de um conteúdo por parte do mesmo se concretize (Suart & Marcondes, 2009).

A aprendizagem num contexto de investigação tem igualmente as suas limitações, para além das já referidas restrições de tempo. Se por um lado, muitas vezes os alunos não estão preparados para levar a investigação até ao fim, sendo o acompanhamento e orientação do professor fundamentais, por outro, as características e a organização das turmas, nomeadamente ao nível do ensino secundário, não facilita este tipo de metodologia.

Mesmo assim, alguns trabalhos efetuados com base numa abordagem deste género, cuidadosamente implementada, têm revelado resultados bastante satisfatórios, sobretudo a nível de motivação dos alunos e de melhoria no aproveitamento e nas aprendizagens efetuadas (Figueiredo, Viana & Maia, 2001, 2004; Figueiredo & Maia, 2005). No mesmo contexto, Leite (2001) refere que mais importante do que a quantidade de atividades laboratoriais, é a qualidade das mesmas. Segundo a mesma autora *“essa qualidade passa não só pela utilização de atividades de tipos diversificados, adequadamente selecionadas e executadas em condições consistentes com os objetivos a atingir, mas também pela avaliação da consecução destes objetivos com recurso a técnicas de avaliação devidamente selecionadas”*.

2.5. Avaliação das aprendizagens nas atividades laboratoriais

A avaliação das aprendizagens dos alunos surge normalmente associada a três modalidades de avaliação: sumativa, formativa e de diagnóstico (Leite, 2000). A primeira, apesar de ser provavelmente a mais usada, surge no final de um processo e tem pouca capacidade para contribuir para a promoção da aprendizagem (Wellington, 2000). A segunda, pelo contrário, é a que mais capacidade tem de contribuir para a qualidade da aprendizagem (Leite, 2000), devendo acompanhar todas as etapas e informar continuamente sobre a maior ou menor evolução nas mesmas. Os seus resultados devem ter um efeito imediato nos processos de ensino e de aprendizagem (Black, 1998; Wellington, 2000). A avaliação de diagnóstico permite fazer uma análise prévia dos conhecimentos dos alunos e não é mais do que um tipo particular de avaliação formativa (Leite, 2000).

Segundo Hodson (1992) a correta avaliação requer o reconhecimento de mais duas funções, para além da sumativa e da formativa: a função avaliativa e a função educativa. A função avaliativa tem por finalidade fornecer informação sobre a eficácia das atividades implementadas no currículo, permitindo ao professor ajustar e melhorar as suas práticas. A função educativa tem por objetivo permitir que as próprias atividades usadas para avaliação, contribuam para a aprendizagem dos alunos, tornando a avaliação parte integrante do processo de Ensino-Aprendizagem e não algo adicional ao mesmo.

Apesar da função sumativa ser muitas vezes sobrevalorizada (Hodson, 1992; Black, 1998), a avaliação das atividades laboratoriais necessita do reconhecimento das quatro funções anteriormente mencionadas, assim como de se adequar às finalidades e às condições em que é desenvolvido o trabalho laboratorial (Leite, 2000).

A recolha de informação relativa às aprendizagens associadas às atividades laboratoriais pode ser efetuada com recurso a três técnicas diferentes, por observação dos alunos durante a realização das atividades, por análise de documentos produzidos pelos próprios e por inquérito. Qualquer uma das três técnicas pode ser concretizada por mais de um tipo de instrumentos (Leite, 2000). Da análise de documentos fazem parte o relatório e o caderno de laboratório, instrumentos tradicionalmente associados ao trabalho laboratorial. No inquérito pode recorrer-se a questionários, para avaliar aspetos relacionados com opiniões e atitudes.

De acordo com Leite (2000), para que seja possível satisfazer as recomendações do Ministério da Educação no que diz respeito à avaliação das aprendizagens dos alunos associadas às atividades laboratoriais, não deixando de parte a ideia de realização das atividades laboratoriais como atividades de investigação, torna-se necessário que o tipo de atividades laboratoriais seja diversificado, o nível de abertura das mesmas seja elevado, os critérios de avaliação sejam adequados às características das atividades implementadas, privilegiando a avaliação formativa e as próprias técnicas e os instrumentos sejam variados, permitindo a avaliação de inúmeros conhecimentos inerentes às atividades laboratoriais.

Segundo Tamir (1990, citado por Leite, 2000) não existe uma técnica ou instrumento de recolha de informação que seja, por si só, suficiente para avaliar de forma adequada as múltiplas aprendizagens que podem ser associadas às atividades laboratoriais. No entanto, uma conjugação de dois ou mais instrumentos de avaliação poderá promover o envolvimento dos alunos na aprendizagem dos diferentes domínios de conhecimento e fornecer ao professor dados que lhe permitam melhorar o processo de ensino e tornar a avaliação mais justa.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

3.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se a metodologia adotada para dar resposta aos objetivos deste estudo, sendo a abordagem baseada em metodologias seguidas por outros autores. Começa-se por referir o *design* de investigação escolhido, seguindo-se a descrição da investigação efetuada, a caracterização da amostra e a definição dos instrumentos e procedimentos usados no desenvolvimento do trabalho. Por fim, é referido o tratamento e análise de dados.

3.2. *Design* da investigação

De entre os vários *designs* de investigação descritos na literatura (Gall, Gall e Borg, 2007; Mertens, 2010; Tuckman, 2012; Field, 2013), tendo em conta os objetivos do estudo, as questões formuladas e a não aleatoriedade na seleção das amostras, optou-se por um *design* de investigação quasi-experimental com grupos de controlo não equivalentes. Este modelo de investigação é semelhante ao *design* experimental com grupo de controlo com pré e pós teste, exceto no que diz respeito à seleção aleatória da amostra. Esta opção metodológica resulta das condicionantes da escola e das docentes da disciplina de Física e Química A.

Neste *design* são usados dois grupos independentes, um grupo experimental, submetido a um determinado tratamento e um grupo de controlo não sujeito a qualquer tipo de tratamento. Ambos os grupos são sujeitos a um pré e um pós teste.

Dois aspetos a considerar neste tipo de estudos são, a validade interna, referente à extensão com que a abordagem testada é responsável pelos resultados obtidos e a validade externa, que se refere à representatividade das suas conclusões.

Para assegurar a validade interna devem garantir-se as mesmas condições para os dois grupos, nomeadamente em termos de história e de seleção (Mertens, 2010; Tuckman, 2012). A história e a seleção são duas fontes de distorção que poderão restringir a validade da experiência.

A história refere-se a acontecimentos ocorridos durante a investigação. Os alunos do grupo experimental, como os alunos do grupo de controlo, devem passar por uma experiência semelhante, em todos os aspetos, ou seja, as condições de realização e os procedimentos utilizados no evoluir da investigação devem ser idênticos para os alunos de ambos os grupos. No presente estudo, a validade interna poderá de alguma forma ter ficado comprometida, na medida em que por razões alheias à investigadora, a turma experimental

e a turma de controlo tinham professores responsáveis diferentes. Refira-se que as aulas das turmas diretamente ligadas ao estudo em curso foram lecionadas pela investigadora. Todas as outras aulas do tema *Do Sol ao Aquecimento* foram lecionadas nos moldes convencionais pelas respetivas docentes.

A seleção refere-se ao facto das características pessoais dos indivíduos envolvidos no estudo poderem introduzir uma distorção nos resultados. Se a seleção dos participantes for aleatória, ou seja, qualquer aluno tem a mesma possibilidade de pertencer ao grupo experimental ou ao grupo de controlo, os problemas de seleção serão minimizados (Mertens, 1998, 2010; Tuckman, 2012). Neste estudo, a seleção não foi aleatória, o que poderá ter influenciado os resultados obtidos.

No que respeita à validade externa, esta pode estar de algum modo ameaçada pela denominada *interferência de tratamentos múltiplos* (Mertens, 1998; Tuckman, 2012). Segundo estes autores, quando os participantes numa investigação são sujeitos a vários tratamentos em simultâneo, uns experimentais e outros não, pode ocorrer uma interferência entre os mesmos que reduza a representatividade dos efeitos decorrentes do tratamento experimental. No presente estudo, os alunos participantes mantiveram a sua atividade escolar normal, com todas as características que lhe estão inerentes, o que pode ter conduzido a resultados diferentes dos que seriam obtidos por aplicação isolada do tratamento experimental.

3.3. Descrição da investigação

A metodologia usada nesta dissertação baseou-se na realização e aplicação de um conjunto de técnicas de recolha de informação acerca das aprendizagens efetuadas pelos alunos de duas turmas do 10º ano de escolaridade da Escola Secundária Eça de Queirós, em Lisboa, antes, durante e depois de ser lecionada a unidade 1 da Física, sob o tema *Do Sol ao Aquecimento*. Uma das turmas funcionou como turma experimental (10ºC1) e a outra como turma de controlo (10ºC2).

Começou-se por elaborar e aplicar um teste de associação de palavras, pré-teste, a ambas as turmas (apêndice I). Em seguida, foi lecionada pela investigadora uma aula teórica subordinada ao tema *Absorção e Emissão de Radiação*, (apêndice II), em ambas as turmas, que antecedeu a realização do trabalho experimental com o mesmo tema. Tanto a aula teórica como a laboratorial referem-se a conteúdos constantes no programa da disciplina de Física e Química A, procurando minimizar o mais possível quaisquer perturbações ao normal funcionamento das aulas.

No que respeita aos conteúdos a serem abordados, a aula teórica foi planeada de igual forma para ambas as turmas (apêndice II). A aula experimental sobre os conteúdos teóricos estudados foi apresentada de forma diferente às duas turmas. A turma experimental foi desafiada a elaborar um protocolo experimental que lhes permitisse testar os conceitos abordados com base num guião fornecido pela investigadora (apêndice III). À turma de controlo foi entregue, tal como habitualmente, um protocolo experimental elaborado pelo professor com todos os detalhes do trabalho a desenvolver (apêndice IV).

No final das aulas de laboratório de ambas as turmas, foram recolhidos os cadernos de laboratório, para recolha de dados pertinentes para a investigação em curso. Os relatórios individuais elaborados pelos alunos foram também pedidos aos alunos e analisados.

Por fim foi realizado e aplicado um questionário de opinião (apêndices V e VI) e o mesmo teste inicial de associação de palavras, pós-teste.

3.4. Caracterização da amostra

Como amostra foram usadas duas turmas de 10º ano do *Curso de Ciências e Tecnologias* da escola onde a investigadora se encontrava a fazer estágio, no ano letivo de 2012/2013, encontrando-se ambas as turmas já constituídas e com a componente letiva a decorrer em pleno, quando da intervenção aqui descrita. De referir ainda que, como já foi mencionado, cada turma tinha um professor diferente responsável pela disciplina de Física e Química A. Assim, cada turma foi escolhida por conveniência e não aleatoriamente.

A turma 10ºC2, é composta por 30 alunos, dos quais 17 são raparigas, 57%, e 13 são rapazes, 43%. A turma 10ºC1, é composta por 28 alunos, dos quais 19 são raparigas, 68%, e 9 são rapazes, 32%.

No início do ano letivo, as médias das idades dos alunos em cada uma das turmas eram de 15 anos, tendo estas idades compreendidas entre os 14 e os 19 anos. A maioria dos alunos apresentava uma idade correspondente à que seria de esperar para este ano de escolaridade, 14 - 15 anos, o que pressupõe que a maioria dos alunos nunca reprovou.

A turma 10ºC2 possui cinco alunos repetentes do 10º ano de escolaridade, dos quais pelo menos três reprovaram na disciplina de *Física e Química A*. A turma 10ºC1 possui quatro alunos repetentes do 10º ano de escolaridade, dos quais pelo menos três reprovaram na disciplina de *Física e Química A*.

3.5. Instrumentos e procedimentos

Neste subcapítulo são descritos todos os instrumentos e procedimentos usados no desenvolvimento do trabalho.

3.5.1. Teste de Associação de Palavras

Os Testes de Associação de Palavras (WATs – *Word Association Tests*) foram inicialmente usados em áreas como a psicologia e a psiquiatria. A sua aplicação em ciências de educação é também bastante comum tendo sido usada por vários investigadores nas últimas décadas (Cachapuz & Maskill, 1987, 1989b; Maskill & Cachapuz, 1989; Castanheira, 2006; Duarte, 2007; Marques, 2007; Kostova & Radoynovska, 2008; Ercan, Tasdere & Ercan, 2010; Timur & Taşar, 2011; Camoez, 2012), permitindo verificar a aprendizagem de conceitos antes da intervenção e após a mesma, nas mais variadas situações de sala de aula.

O teste consiste em apresentar aos alunos determinadas palavras, estímulos, de acordo com os conceitos a tratar e sugerir que escrevam as palavras que no seu entender se relacionam com as apresentadas inicialmente. Cada estímulo é apresentado separadamente, não podendo os alunos voltar ao estímulo anterior, no entanto, para cada um não existe nenhum limite para o número de associações que se podem escrever, nem qualquer restrição nas palavras a usar. A ordem pela qual são apresentados os estímulos é idêntica para todos os alunos, garantindo as mesmas condições iniciais.

Este tipo de testes é muitas vezes aplicado em investigação, tendo como principais vantagens o pouco tempo despendido na recolha de dados e a fácil e rápida análise que estes proporcionam. Para além disso, permite monitorizar de forma individualizada as competências que vão sendo adquiridas.

No presente trabalho, o estímulo apresentado em primeiro lugar foi a palavra *Energia*, conceito central no tema que está a ser tratado. Seguiram-se os estímulos *Radiação*, *Conservação de Energia*, *Transferência de Energia*, *Absorção de Energia*, *Emissão de Energia*, *Bom Absorção*, *Bom Emissor*, *Radiação Térmica*, *Corpo Negro* e *Energia Interna*. A escolha destes estímulos ocorreu depois de analisados os conteúdos da subunidade em estudo, perante os quais a investigadora e os orientadores consideraram serem estes os conceitos fundamentais para a sua compreensão e aprendizagem.

3.5.2. Protocolo Experimental

Como já foi referido, aos alunos da turma experimental foi proposta a elaboração de um protocolo experimental. Para tal, foi-lhes fornecido um guião experimental (apêndice III) onde lhes eram dados a conhecer a finalidade do trabalho e o material de que dispunham. O objetivo passava por cada aluno apresentar o seu próprio protocolo experimental com todos os aspetos que considerasse relevantes para dar resposta às questões colocadas.

Após análise de todos os protocolos apresentados e a partir destes, foi elaborado, pela investigadora em conjunto com o Professor orientador, um protocolo geral, entregue à turma alguns dias antes da respetiva aula (apêndice VII).

3.5.3. Caderno de Laboratório

De acordo com Leite (2000), uma das técnicas de recolha de informação acerca das aprendizagens efetuadas pelos alunos em associação com as atividades laboratoriais consiste na análise de documentos produzidos pelos próprios. Um dos instrumentos utilizados nesta técnica é o caderno de laboratório.

O caderno de laboratório (Tamir, 1990, citado por Leite, 2000) é um documento que tem por objetivo dar informação de forma contínua sobre a evolução dos alunos, uma vez que para cada atividade laboratorial devem ser anotados procedimentos, dados recolhidos e, igualmente, uma síntese, análise e interpretação dos resultados obtidos.

Nas turmas em estudo, o caderno de laboratório é um instrumento individual implementado no início do ano letivo e consiste numa compilação de registos de todas as atividades realizadas no âmbito das aulas prático-laboratoriais, desde a fase de preparação da atividade, passando pelo registo de dados e de todos os elementos referentes ao trabalho considerados relevantes para posterior elaboração de um relatório. As primeiras conclusões devem igualmente fazer parte dos registos.

Tendo em conta os objetivos deste estudo, os alunos de ambas as turmas foram informados que os seus cadernos de laboratório com os registos individuais do desenvolvimento da atividade, dos pontos que consideravam relevantes e das suas conclusões seriam recolhidos no final da aula de laboratório.

No final da aula procedeu-se à recolha dos cadernos e à análise de cada um deles.

3.5.4. Relatório

Após o desenvolvimento do trabalho experimental, os alunos apresentaram, analisaram e discutiram os resultados através da elaboração de um relatório individual.

O relatório é outro dos instrumentos que pode ser utilizado na técnica de análise de documentos produzidos pelos alunos (Leite, 2000). Está tradicionalmente associado ao trabalho laboratorial e os próprios programas das disciplinas atribuem-lhe algum destaque (Leite, 2001).

A importância do relatório está associada não só à apresentação e discussão de resultados, mas igualmente à iniciação da escrita científica, considerada como uma das estratégias que contribui para a manifestação e desenvolvimento do pensamento crítico (Silva *et al.*, 2011) e de competências de comunicação (Leite, 2000). Segundo Rivard e Straw (2000) a discussão oral combinada com a escrita poderá favorecer a aprendizagem dos alunos, no primeiro caso por partilha de ideias e no segundo por permitir sintetizar essas mesmas ideias.

Tal como o caderno de laboratório, o relatório é um instrumento individual implementado no início do ano letivo, sendo a sua estrutura definida *a priori* pelos professores do grupo. A estrutura tradicional do relatório apresenta vantagens, mas também muitas limitações, nomeadamente se os trabalhos forem realizados seguindo um protocolo previamente definido, contendo todas as informações necessárias a colocar no relatório, limitando-se os alunos, a maior parte das vezes, a fazer uma cópia.

Na análise dos relatórios envolvidos neste estudo, procurou-se avaliar de que forma os alunos apresentam e fundamentam os seus próprios argumentos.

3.5.5. Questionário

Com o objetivo de saber qual a receptividade dos alunos relativamente ao tipo de metodologia aplicada na preparação e realização da aula experimental, foi aplicado um questionário. Nesse questionário foi pedido aos alunos das duas turmas que manifestassem a sua opinião relativamente a algumas afirmações sobre a aula prática, usando uma escala de 1 a 5. As diferenças nas afirmações apresentadas a cada turma resultam da aplicação de metodologias diferentes.

Os questionários de opinião apresentam-se como um dos instrumentos de avaliação englobados nas técnicas de recolha de informação por inquérito (Leite, 2000) e permitem incluir a análise que os alunos fazem do trabalho que foi desenvolvido por eles

próprios. Apresentam como grandes vantagens a fácil recolha, sistematização e análise de informação e o reduzido tempo necessário para cada uma destas etapas.

3.6. Análise de dados

A aplicação desta metodologia apresentava como objetivo inicial a comparação das duas turmas relativamente à maior ou menor influência do trabalho experimental na sua aprendizagem.

A comparação de médias é comum em estudos desta natureza, sendo particularmente útil para testar se determinado tratamento teve ou não um efeito significativo (Maroco, 2003). Para inferir se as médias dos dois grupos são ou não significativamente diferentes utilizou-se o teste *t-Student* para amostras independentes, com recurso ao programa de análise estatística SPSS.

O teste *t-Student* como teste paramétrico que é, exige a verificação de duas condições de partida: normalidade das distribuições e homogeneidade de variâncias nos dois grupos. Para testar a normalidade, o SPSS produz o teste de Shapiro-Wilk, particularmente apropriado para amostras de pequena dimensão ($n < 30$). O teste de Levene, por seu lado, é um dos testes mais potentes utilizados para verificar a homogeneidade de variâncias (Maroco, 2003).

Este tipo de análise foi usado no tratamento de resultados obtidos pelo teste de associação de palavras. A partir dos resultados obtidos pelos outros instrumentos de recolha de dados, foi efetuada uma análise de conteúdo.

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Introdução

Neste capítulo reuniram-se os resultados obtidos nas diferentes fases da investigação. Começa-se por apresentar os dados obtidos através da administração do teste de associação de palavras aos sujeitos da amostra no pré e no pós-teste, fazendo em seguida uma análise estatística dos mesmos. Posteriormente são expostos os resultados da análise dos protocolos experimentais apresentados pelos alunos, dos registos dos cadernos de laboratório e dos relatórios, sendo efetuada uma análise de conteúdo dos mesmos, numa perspetiva de comparação das duas turmas envolvidas no estudo. Em seguida, são apresentados os resultados do questionário de opinião realizado e uma breve apreciação dos mesmos. Por fim, é feita uma análise global da evolução individual de cada turma ao longo de todo o processo.

4.2. Respostas do teste de associação de palavras

Após a administração do pré e do pós-teste foram, numa primeira fase, contabilizadas para cada estímulo o total de associações expressas pelos alunos e numa segunda fase selecionadas as associações consideradas como cientificamente aceitáveis no âmbito dos conteúdos da Física a serem abordados. De referir que a seleção dos estímulos foi efetuada tendo por base a unidade didática da Física em estudo, subordinada ao tema *Do Sol ao Aquecimento*.

A título de exemplo, apresentam-se no anexo I os dados obtidos no pré-teste e no pós-teste, para dois alunos da turma experimental e dois alunos da turma de controlo, para o estímulo *Absorção de Energia*. Este estímulo foi dos que apresentou, em termos percentuais, uma maior evolução do pré para o pós-teste, quer na turma experimental, quer na turma de controlo.

Nas tabelas 1 e 2 resumem-se os resultados obtidos para os vários estímulos, para as turmas de controlo e experimental nos dois momentos.

Tabela 1 - Total de associações e associações aceitáveis na turma de controlo

	Turma Controlo					
	total associações		aceitáveis		% aceitáveis	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Energia	101	108	64	97	63,37	89,81
Radiação	91	102	83	92	91,21	90,20
Conservação de Energia	38	28	3	17	7,89	60,71
Transferência de Energia	49	57	8	44	16,33	77,19
Absorção de Energia	29	38	3	29	10,34	76,32
Emissão de Energia	31	22	17	13	54,84	59,09
Bom Absorisor	11	41	5	39	45,45	95,12
Bom Emissor	12	26	3	9	25,00	34,62
Radiação Térmica	49	32	46	26	93,88	81,25
Corpo Negro	12	48	3	46	25,00	95,83
Energia Interna	14	45	4	42	28,57	93,33
Média	39,73	49,73	21,73	41,27	41,99	77,59

Tabela 2 - Total de associações e associações aceitáveis na turma experimental

	Turma Experimental					
	total associações		aceitáveis		% aceitáveis	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Energia	238	173	194	163	81,51	94,22
Radiação	125	114	103	106	82,40	92,98
Conservação de Energia	65	38	33	28	50,77	73,68
Transferência de Energia	70	54	46	53	65,71	98,15
Absorção de Energia	35	39	10	35	28,57	89,74
Emissão de Energia	30	37	15	29	50,00	78,38
Bom Absorisor	21	39	10	39	47,62	100,00
Bom Emissor	19	33	12	21	63,16	63,64
Radiação Térmica	36	27	26	20	72,22	74,07
Corpo Negro	18	49	9	49	50,00	100,00
Energia Interna	26	15	19	12	73,08	80,00
Média	62,09	56,18	43,36	50,45	60,46	85,90

Analisando primeiramente os dados da tabela 1, correspondente à turma de controlo verifica-se que, o total de associações foi mais elevado para os estímulos *Energia* e *Radiação* tanto no pré como no pós-teste. Tais resultados podem ser associados ao facto destes conceitos serem já conhecidos dos alunos de anos anteriores.

Os valores mais baixos de associações verificaram-se, no pré-teste, para *Bom Absorção*, *Bom Emissor*, *Corpo Negro* e *Energia Interna*, resultado também previsível, visto serem conceitos “novos” para os alunos.

Considerando apenas os valores respeitantes às associações aceitáveis, verifica-se no geral, a mesma tendência observada anteriormente, ou seja, os estímulos com maior número de associações, *Energia* e *Radiação*, são também os que apresentam maior número de associações aceitáveis, quer no pré quer no pós-teste, e os conceitos considerados como “novos” são os que apresentam menos associações aceitáveis no pré-teste. Observa-se, no entanto, que os estímulos *Conservação de Energia* e *Transferência de Energia*, com um considerável número de associações à partida, têm um número muito reduzido de associações aceitáveis.

No pré-teste, as associações feitas ao estímulo *Conservação de Energia* não estão diretamente ligadas à ideia de que a quantidade total de energia permanece constante num sistema isolado e à Lei da Conservação da Energia, sendo sobretudo relacionadas com a poupança de energia, o evitar o desperdício, a política dos três R's e as energias renováveis. No entanto, no pós-teste é mais evidente a ligação à Lei da Conservação da Energia, sendo a poupança e o evitar do desperdício deixados de parte.

No que se refere ao estímulo *Transferência de Energia* parece haver, à partida, alguma confusão com “transporte de energia” e com tudo o que envolve energia elétrica. No pós-teste, embora permaneçam algumas destas associações, predominam as formas de transferência de energia entre dois corpos.

No que respeita à percentagem de associações aceitáveis, na turma de controlo, esta aumentou em 9 dos 11 estímulos, do pré para o pós-teste, sendo a maior evolução notada nos estímulos *Conservação de Energia*, *Transferência de Energia*, *Absorção de Energia*, *Bom Absorção*, *Corpo Negro* e *Energia Interna*, como se observa igualmente na figura 1.

Em termos médios para a totalidade dos estímulos, observa-se um aumento do pré para o pós-teste para o número total de associações, para as associações aceitáveis e para a percentagem de associações aceitáveis.

Pela observação da tabela 2 verifica-se que, tal como na turma de controlo, na turma experimental o total de associações foi mais elevado para os estímulos *Energia* e *Radiação* tanto no pré como no pós-teste, o que vai ao encontro da justificação já anteriormente dada.

Os valores mais baixos de associações verificaram-se, no pré-teste, igualmente para *Bom Absorção*, *Bom Emissor*, *Corpo Negro* e *Energia Interna*, pelo que também deve ter prevalecido o facto de serem conceitos “novos” para os alunos.

Observando o número de associações aceitáveis obtidas para cada estímulo verifica-se que os estímulos que apresentam um maior número de associações são também os que apresentam mais elevado número de associações aceitáveis. Ou seja, na generalidade, quanto maior o número de associações, maior o número de associações aceitáveis.

Refira-se que contrariamente ao observado para a turma de controlo, as associações feitas, à partida, para o estímulo *Conservação de Energia* estão mais diretamente ligadas à Lei da Conservação da Energia. Também no estímulo *Transferência de Energia* há, inicialmente, uma tendência de associação às formas de transferência de energia entre dois corpos, diferente do que se observou com a turma de controlo.

Como já foi referido anteriormente, por condições impostas pela própria escola, os professores das turmas não foram os mesmos, tendo por isso mesmo formas próprias de lecionar os diferentes conteúdos. Para além disso, a própria turma experimental foi definida muito tarde no processo de investigação em curso, tendo a aplicação do pré-teste ocorrido numa fase em que já teria havido uma abordagem, ainda que introdutória, aos conteúdos da unidade didática em estudo. Os resultados do pré-teste poderão de alguma forma ter sido influenciados pelas razões apontadas anteriormente, nomeadamente no que diz respeito aos estímulos *Conservação de Energia* e *Transferência de Energia*, visto fazerem parte do início da unidade.

Quanto à percentagem de associações aceitáveis, na turma de experimental, esta aumentou em todos os 11 estímulos, do pré para o pós-teste, sendo a maior evolução notada nos estímulos *Absorção de Energia*, *Bom Absorção* e *Corpo Negro*, como se observa igualmente na figura 1. De referir que os estímulos *Bom Absorção* e *Corpo Negro* apresentaram, no pós-teste, uma percentagem de associações aceitáveis de 100%.

Em termos médios para a totalidade dos estímulos, observa-se uma diminuição do número total de associações, mas um aumento do número de associações aceitáveis e da percentagem de associações aceitáveis, do pré para o pós-teste, respetivamente. Desta

evidência pode concluir-se que, apesar dos alunos fazerem em média um menor número de associações, as associações que fazem são, na sua maioria, aceitáveis, no contexto da investigação em curso.

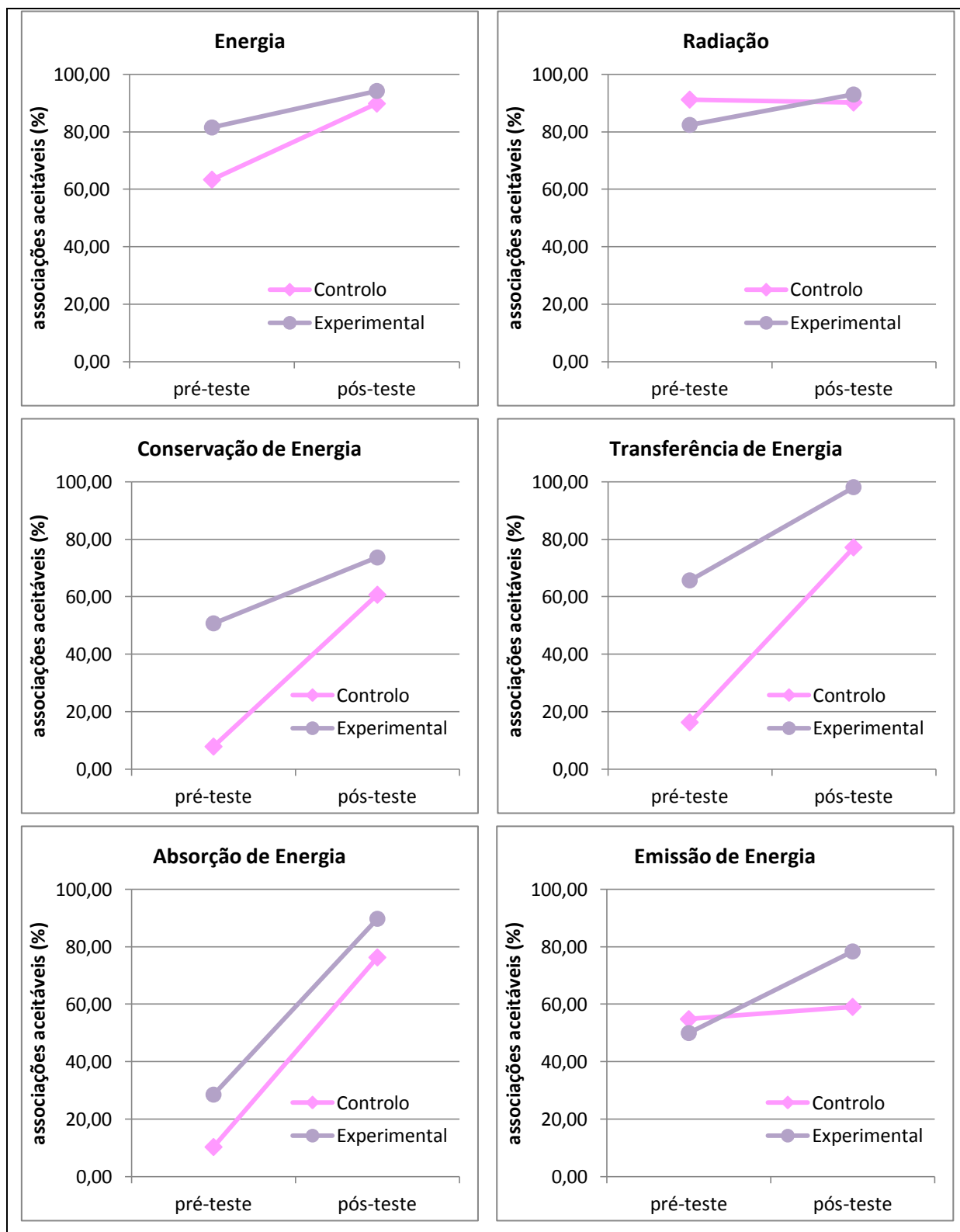


Figura 1 - Evolução da média das associações aceitáveis para cada estímulo

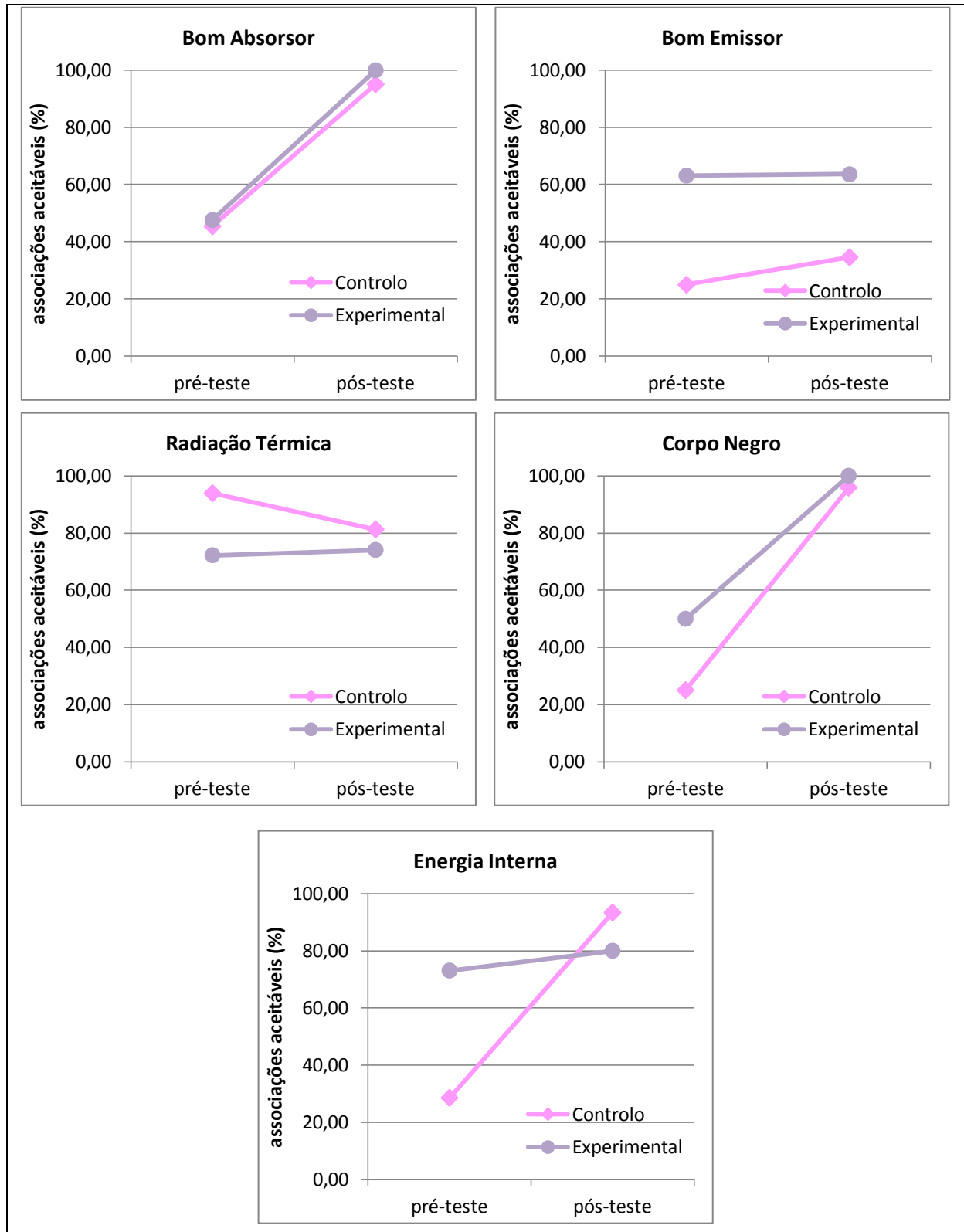


Figura 1 (cont.) - Evolução da média das associações aceitáveis para cada estímulo

Assim, na comparação entre o primeiro e o segundo momentos, verifica-se, como característica comum à totalidade dos estímulos, um aumento nítido na percentagem de

associações aceitáveis, embora o número de associações tenha em alguns deles sido menor. Estas evidências parecem ser reveladoras de uma alteração conceptual do primeiro para o segundo momento.

Através dos gráficos da figura 1 pode ainda concluir-se que, com exceção dos estímulos *Radiação*, *Emissão de Energia* e *Radiação Térmica*, todos os conceitos apresentavam à partida, em média, valores superiores, ainda que ligeiramente, no pré-teste para a turma experimental.

Para os estímulos *Radiação*, *Emissão de Energia* e *Energia Interna*, houve uma inversão de situações do pré para o pós-teste. Para os dois primeiros estímulos a turma experimental apresentou valores superiores à turma de controlo no pós-teste. No terceiro estímulo, tendo no pré-teste apresentado valores superiores, no pós-teste a turma experimental exibiu um valor inferior.

O estímulo *Radiação Térmica* foi o único para o qual os valores médios da turma experimental foram inferiores nos dois momentos considerados.

Os estímulos *Energia*, *Conservação de Energia*, *Transferência de Energia*, *Absorção de Energia*, *Bom Absorção*, *Bom Emissor* e *Corpo Negro*, apresentaram nos dois momentos, em média, valores superiores para a turma experimental.

As médias das associações aceitáveis para cada um dos grupos, de controlo e experimental, em cada momento, foram, por esta ordem de 41,99% e 60,46% no pré-teste e de 77,59% e 85,90% no pós-teste, como se observa na figura 2.

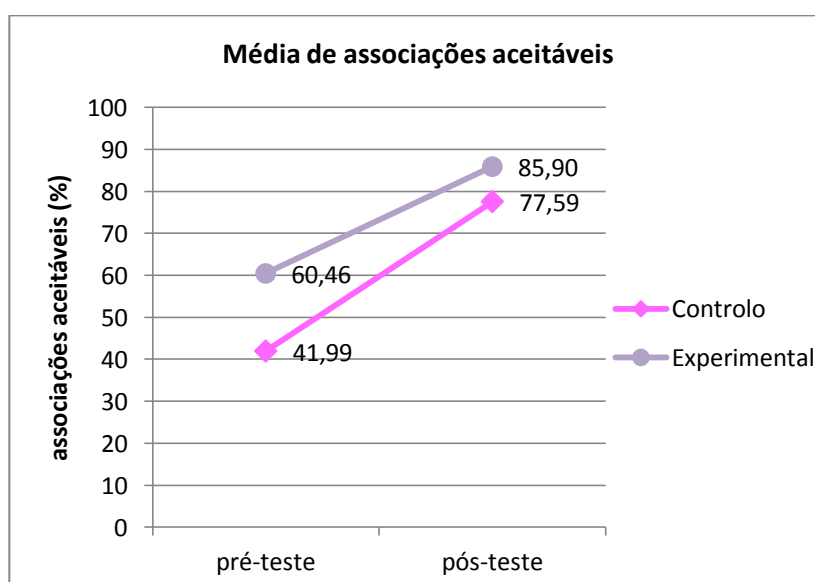


Figura 2 - Evolução da média das associações aceitáveis

Para determinar se as médias dos dois grupos no pré-teste tinham diferença estatisticamente significativa, recorreu-se ao teste *t-Student* para amostras independentes, após verificação dos pressupostos de aplicação deste teste. A normalidade das distribuições avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk apresentou $p = 0,153$ para o grupo de controlo e $p = 0,506$ para o grupo experimental, pelo que se pode considerar que ambos os grupos apresentam distribuição normal. Na homogeneidade de variâncias estimada pelo teste de Levene obteve-se $p = 0,059$, pelo que é admissível a homogeneidade de variâncias nos dois grupos. Da aplicação do teste *t-Student* obteve-se $p = 0,098$, podendo admitir-se que do ponto de vista estatístico não havia diferenças significativas. Considerou-se que seriam estatisticamente significativas as diferenças entre médias cujo *p-value* fosse inferior a 0,05.

Apesar do controlo de determinadas variáveis, nomeadamente as duas turmas serem da responsabilidade do mesmo professor, não ter sido possível devido a condicionantes impostas pela escola, pode, do ponto de vista estatístico, considerar-se que os dois grupos eram à partida equivalentes relativamente aos conhecimentos do tema em estudo, o que permitiria atribuir uma eventual melhoria nos resultados do pós-teste à intervenção realizada.

Procedeu-se de igual modo para averiguar se existia diferença estatisticamente significativa entre as duas médias no pós-teste, verificadas que foram as suas condições de aplicabilidade. A normalidade das distribuições avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk apresentou $p = 0,067$ para o grupo de controlo e $p = 0,261$ para o grupo experimental, pelo que se pode considerar que ambos os grupos apresentam distribuição normal. Na homogeneidade de variâncias estimada pelo teste de Levene obteve-se $p = 0,347$, pelo que se pode admitir a homogeneidade de variâncias nos dois grupos. Dado que o valor obtido no teste *t-Student* foi $p = 0,245$ pode concluir-se que as médias do pós-teste, tal como no pré-teste, não foram significativamente diferentes, do ponto de vista estatístico, não se podendo atribuir a melhoria nos resultados no segundo momento à intervenção realizada.

4.3. Resultados da elaboração do protocolo experimental

Os dados apresentados neste ponto dizem respeito apenas à turma experimental, visto que a turma de controlo não elaborou protocolo experimental.

Na elaboração do protocolo experimental podiam ser consideradas quatro variáveis: distância da fonte luminosa ao material a ser testado, tempo, temperatura e área da superfície exposta. Por outro lado, pretendia-se que os alunos testassem diferentes

acabamentos de um mesmo material e diferentes tipos de material, sendo dada relevância à realização e discussão de tarefas entre grupos.

Na tabela 3 encontram-se compilados os resultados da análise dos protocolos entregues pelos alunos.

Tabela 3 - Análise dos protocolos elaborados pelos alunos

Pontos Chave	% de alunos
1. Considera a variável distância	73,08
2. Considera a variável tempo	100,00
3. Considera a variável temperatura	100,00
4. Considera a variável área da superfície exposta	15,38
5. Propõe testar diferentes acabamentos do mesmo material	88,46
6. Propõe testar diferentes tipos de material	61,54
7. Menciona a realização de experiências comparáveis por cada grupo	11,54

Pela observação da tabela 3, verifica-se que num universo de 26 alunos, enquanto a totalidade dos sujeitos da amostra considera relevantes para o estudo as variáveis tempo e temperatura, nem todos os sujeitos tiveram em conta a variável distância e apenas 15,38% mencionou a variável área da superfície exposta.

Em relação aos diferentes acabamentos das faces (branca, preta, espelhada e baça) de um mesmo material, 88,46% dos alunos tiveram em consideração este parâmetro. Foi inferior, 61,54%, a importância dada ao uso de diferentes materiais, cubo de Leslie e tubos de vidro.

Somente 11,54% destacaram a comparação e discussão de resultados obtidos por outros grupos.

4.4. Registos dos cadernos de laboratório

Na análise dos cadernos de laboratório de ambas as turmas foram considerados cinco parâmetros relevantes, a serem registados pelos alunos, esboço de gráficos, elaboração de tabelas comparativas, comparação de resultados com outros grupos, apresentação de conclusões e manifestação de alguma opinião, positiva ou negativa, sobre a atividade.

Por observação da figura 3, que reúne os resultados obtidos para cada parâmetro, parece evidenciar-se para os parâmetros considerados, existir uma tendência para a turma experimental apresentar valores superiores, o que pode significar uma maior evolução nas suas aprendizagens.

Considerando os dados referentes ao parâmetro 1, *Esboçou gráficos*, verifica-se que em ambas as turmas a totalidade dos alunos o teve em consideração. Refira-se que, o recurso à calculadora gráfica como ferramenta de construção de gráficos no decorrer do processo de aquisição de dados teve um impacto muito positivo na grande maioria dos alunos. Em ambas as turmas, o interesse demonstrado na descoberta e uso das potencialidades da calculadora, no contexto da atividade laboratorial em curso, proporcionou não só uma participação mais ativa dos alunos no seu processo de aprendizagem, mas igualmente momentos de diálogo entre professor/aluno e aluno/aluno com vista à discussão e comparação imediata de resultados obtidos.

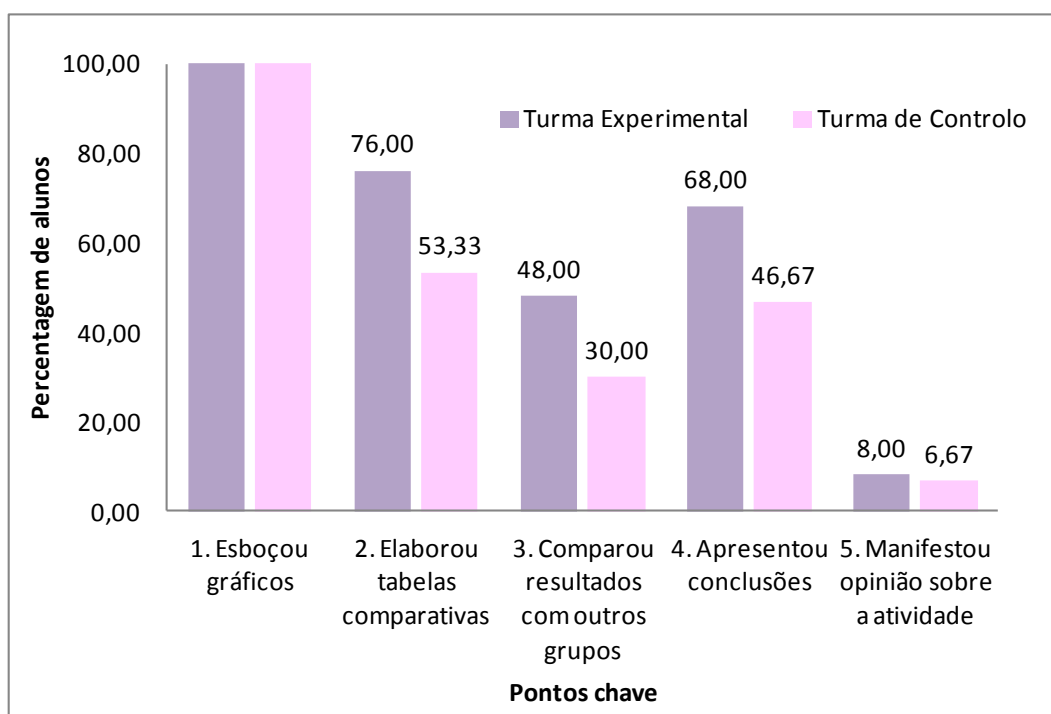


Figura 3 - Análise dos registos dos cadernos de laboratório

Nos parâmetros 2, *Elaborou tabelas comparativas*, e 3, *Comparou os resultados com outros grupos*, relativos a análise comparativa dos dados obtidos pelos diferentes grupos, verifica-se uma diferença razoável entre as duas turmas, apresentando a turma experimental valores superiores com 23 e 18% de diferença, respetivamente. Também no parâmetro 4, *Apresentou conclusões*, a diferença é da mesma ordem de grandeza. Estes

valores estão de acordo com as atitudes manifestadas no desenrolar da aula, com os alunos da turma experimental a assumirem desde logo um maior cuidado e interesse, no geral, no desempenho das diferentes fases de todo o processo.

A manifestação de opiniões sobre os aspetos mais e menos positivos de uma atividade deste género, parece não ter tido importância relevante para a maior parte dos alunos. A maior parte das opiniões foram apenas divulgadas oralmente, não tendo sido devidamente registadas, e estavam de acordo com a morosidade de algumas das fases da atividade. Os alunos que manifestaram opinião por escrito, não fundamentaram, na generalidade, os seus argumentos.

4.5. Registos dos relatórios

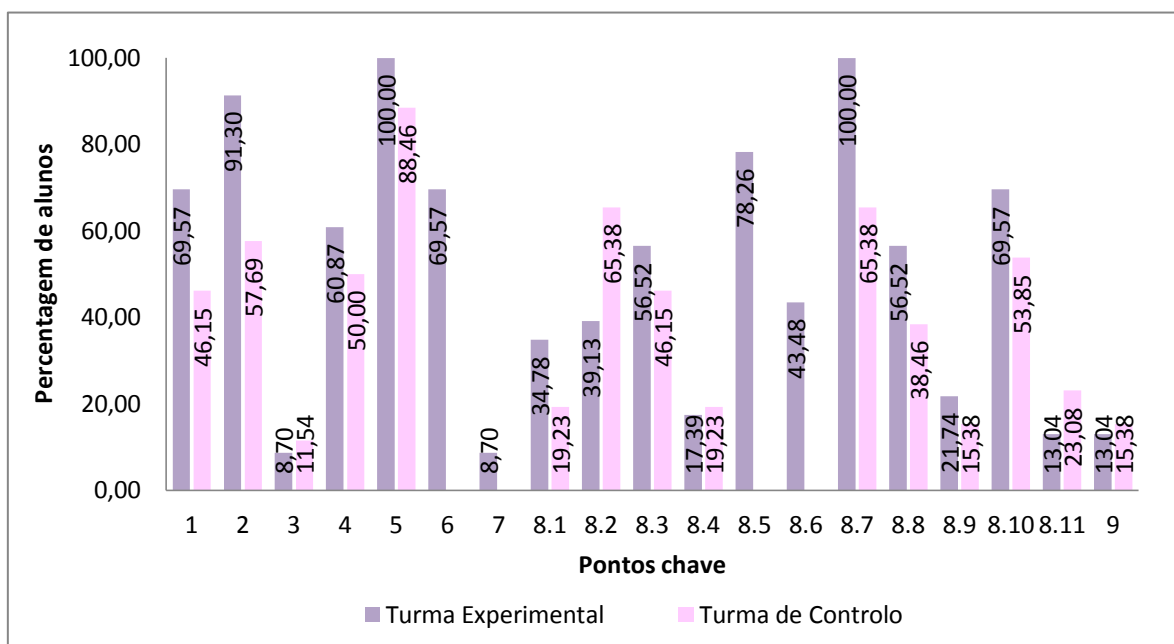
Na análise dos relatórios foram considerados dezanove parâmetros relevantes, a serem registados pelos alunos, que incluíam a explicação da Lei da Conservação da Energia, a distinção do melhor absorvedor e do melhor emissor, a explicação do significado de corpo negro, a definição do objetivo da experiência com o cubo, a possibilidade de utilização de outros materiais, a relação entre a energia interna e a temperatura, a contextualização dos diferentes estímulos apresentados no pré-teste e a manifestação de alguma opinião sobre a atividade.

Por observação da figura 4, que reúne os resultados obtidos para cada parâmetro, pode verificar-se que dos 19 parâmetros considerados, 14 apresentam um resultado mais elevado para a turma experimental, o que parece ir ao encontro das expectativas da abordagem metodológica aplicada.

Nos parâmetros com os números 6, *Refere a possibilidade de utilização de outros materiais*, 7, *Relaciona energia interna com a temperatura*, 8.5, *Absorção de Energia*, e 8.6, *Emissão de Energia*, não houve qualquer aluno da turma de controlo que os tenha referenciado. No que respeita ao parâmetro 6, tal resultado com o material a testar era de certa forma esperado, visto que à turma de controlo foi apresentado um protocolo previamente construído pelo professor, com todos os detalhes da experiência, constando apenas o cubo de Leslie.

Quanto aos resultados obtidos nos parâmetros com os números 8.2, *Radiação*, e 8.11, *Energia Interna*, sempre superiores para a turma de controlo, parecem estar de acordo com os já obtidos nos testes de associação de palavras (Fig. 1). No primeiro caso, o grupo de controlo manifestou à partida uma maior percentagem de associações aceitáveis, sendo no segundo momento a diferença para o grupo experimental muito ligeira. No segundo caso,

o grupo de controlo manifestou no pós-teste uma maior percentagem de associações aceitáveis.



Legenda		
1. Refere Lei da Conservação da Energia	8. Contextualiza as palavras apresentadas no pré-teste	
2. Distingue o melhor absorvor	8.1 Energia	8.7 Bom Absorvor
3. Distingue o melhor emissor	8.2 Radiação	8.8 Bom Emissor
4. Explica o significado de corpo negro	8.3 Conservação de Energia	8.9 Radiação Térmica
5. Refere o objetivo da experiência com o cubo	8.4 Transferência de Energia	8.10 Corpo Negro
6. Refere a possibilidade da utilização de outros materiais	8.5 Absorção de Energia	8.11 Energia interna
7. Relaciona a energia interna com a temperatura	8.6 Emissão de Energia	
	9. Manifesta opinião sobre a atividade	

Figura 4 - Análise dos registos dos relatórios

Relativamente à manifestação de uma opinião sobre a atividade, parâmetro com o número 9, apesar de apresentar valores baixos para ambos os grupos, a turma de controlo tem, em comparação, um valor superior. Na sua grande maioria as manifestações de opinião, tanto numa turma como na outra, dirigiram-se à concretização de objetivos, à ligação do trabalho com os conceitos abordados em teoria e ao empenho do grupo para o sucesso da atividade. Apenas um aluno manifestou a sua opinião no sentido de ter gostado da atividade em si.

4.6. Resultados dos questionários

Para avaliar a opinião dos alunos relativamente ao tipo de metodologia desenvolvida na preparação e realização da aula experimental, foi aplicado em cada uma das turmas um questionário (apêndices V e VI) com cinco afirmações relativamente à

atividade prática, tendo sido usada uma escala de 1 a 5. Os valores da escala são caracterizados em 1 – totalmente em desacordo, 2 – em desacordo, 3 – não concordo nem discordo, 4 – de acordo e 5 – totalmente de acordo.

De referir que os questionários da turma experimental e da turma de controlo apresentavam diferenças resultantes da aplicação de uma metodologia diferente. Na turma de controlo, a questão relativa à possibilidade de elaboração de um protocolo experimental surge no fim, para não influenciar as respostas seguintes, que seriam eventualmente menos espontâneas.

Nas figuras 5 e 6 estão reunidos os resultados obtidos, respetivamente, para a turma experimental e para a turma de controlo.

A forma de abordagem da atividade laboratorial na turma experimental foi menos convencional que na turma de controlo. A primeira reação a esta opção metodológica não teve a melhor receptividade por parte dos alunos. Os argumentos de “muito mais trabalho”, “muito mais tempo” são apenas exemplos das inúmeras lamentações que antecederam a elaboração do protocolo experimental.

Pela observação da figura 5, verificou-se, no entanto, que 30% dos alunos estão totalmente de acordo que *“A elaboração do protocolo experimental facilitou a compreensão prévia do trabalho a realizar”*, estando os restantes 70% também de acordo.

Quanto ao enquadramento da elaboração do protocolo experimental nos conteúdos abordados na componente teórica, só 7% manifestaram a opinião não concordo nem discordo estando os restantes 93% de acordo, sendo que 45% totalmente de acordo. Na facilitação da compreensão da componente teórica, 11% não concordaram nem discordaram e 89% concordaram, sendo que 33% se mostraram totalmente de acordo. No que respeita ao interesse e motivação gerados pelo tipo de abordagem 81% manifestaram a sua concordância enquanto 19% não concordaram nem discordaram. A totalidade dos alunos admitiram a importância da contribuição do trabalho prático para a aprendizagem, sendo que 30% estiveram totalmente de acordo. Note-se que, nenhum aluno se manifestou em desacordo em qualquer das questões.

Assim, para os alunos do grupo experimental, o trabalho prático, bem como a metodologia adotada parecem ter um elevado valor enquanto gerador de aprendizagens.

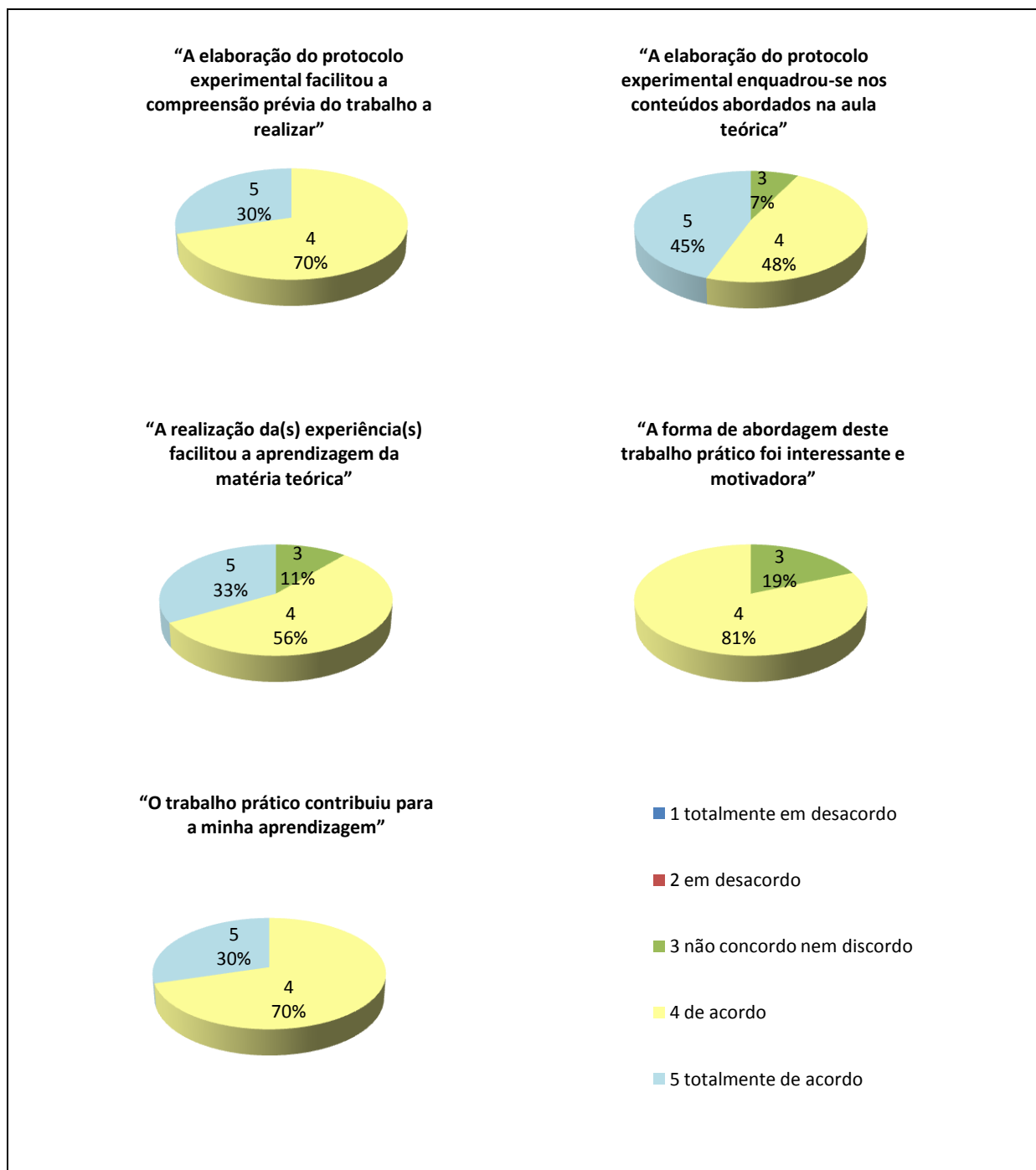


Figura 5 - Resultados do questionário para a turma experimental.

No que respeita à turma de controlo, figura 6, que seguiu os moldes convencionais de abordagem à atividade prático-laboratorial, verifica-se que relativamente ao seu enquadramento nos conteúdos abordados na componente teórica, somente 3% manifestaram a opinião não concordo nem discordo, estando os restantes 97% de acordo, sendo que 31% estão totalmente de acordo. De acordo com 93% dos alunos a aprendizagem da componente teórica foi facilitada pela atividade prático-laboratorial e

apenas 7% manifestaram não concordar nem discordar. Quanto à forma de abordagem, 3% dos alunos discordaram que tenha sido interessante e motivadora, enquanto 97% concordaram com o tipo de abordagem. De acordo com 90% dos alunos a atividade prático-laboratorial contribuiu para a sua aprendizagem e 10% não concorda nem discorda dessa afirmação.

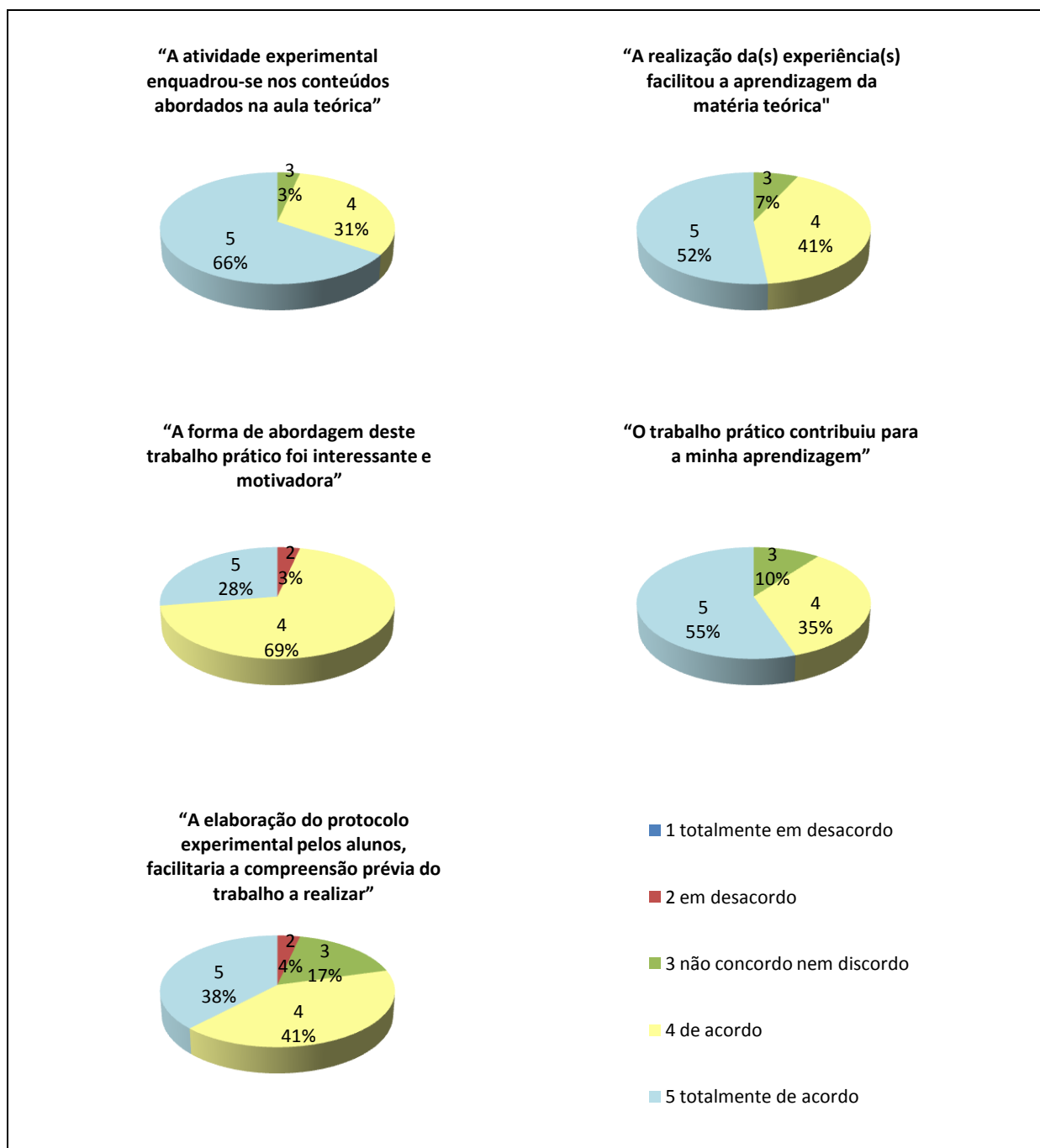


Figura 6 - Resultados do questionário para a turma de controlo

Ao questionar os alunos sobre a hipótese de serem eles próprios a elaborar o protocolo experimental, 4% discordaram que tal facilitaria a sua aprendizagem, 17% não concordaram nem discordaram, e os restantes 79% estão de acordo.

Destes resultados parece poder inferir-se que, o trabalho experimental para os alunos do grupo de controlo, aparenta ter, tal como para os alunos do grupo experimental, um grande valor enquanto facilitador de aprendizagens.

Da observação da figura 6 parece poder concluir-se também que a elaboração do protocolo experimental poderá constituir uma abordagem facilitadora da aprendizagem.

A comparação dos resultados obtidos nos questionários de opinião, para as duas turmas, é apresentada na figura 7.

Por observação dos dados obtidos pode admitir-se que, o trabalho laboratorial desempenha um papel motivador e de relevante interesse para o desenvolvimento das aprendizagens de ambos os grupos. Fazendo uma análise comparativa entre a turma experimental e a turma de controlo, pode verificar-se que o padrão de respostas é semelhante, o que permite concluir que a existência de uma preparação diferente e mais exigente dos alunos da turma experimental não diminuiu o seu interesse e motivação, havendo mesmo indicação de que aumentou.

Na afirmação *“A elaboração do protocolo experimental facilitou a compreensão prévia do trabalho a realizar”*, 70% dos alunos da turma experimental estiveram de acordo e 30% totalmente de acordo. Na afirmação correspondente colocada à turma de controlo, *“A elaboração do protocolo experimental pelos alunos, facilitaria a compreensão prévia do trabalho a realizar”*, 37,93% dos alunos esteve totalmente de acordo, 41,38% de acordo, 17,24% não concordaram nem discordaram e 3,45% discordaram.

Note-se que, como foi referido anteriormente, a recetividade inicialmente negativa a este tipo de abordagem por parte da turma experimental, não se traduziu depois nas suas respostas ao questionário (Fig. 5). Fazendo um paralelo entre o grupo experimental e o grupo de controlo em que 3,45% discordaram e 17,24% não concordaram nem discordaram que *“A elaboração do protocolo experimental pelos alunos, facilitaria a compreensão prévia do trabalho a realizar”*, parece razoável admitir que os alunos deste grupo provavelmente o fizeram por terem a mesma ideia inicial do grupo experimental, “muito mais trabalho” e “muito mais tempo”.

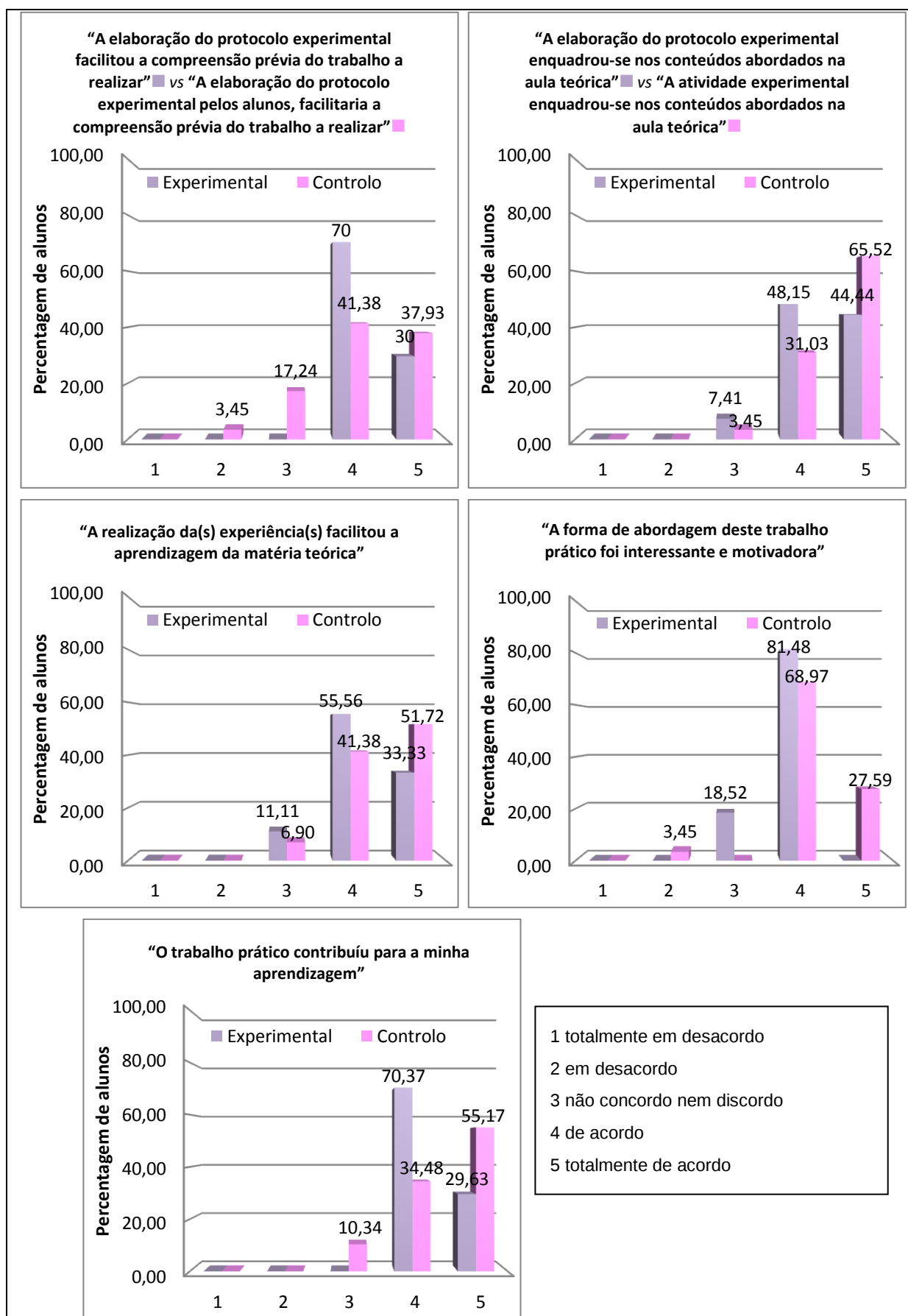


Figura 7 - Comparação dos questionários dos dois grupos

Para algumas das outras afirmações, há também um certo número de discordâncias por parte dos alunos da turma de controlo, ao contrário dos da turma experimental que não mostram discordâncias relativamente a qualquer das afirmações, embora, como se disse, o padrão de respostas seja, em geral, semelhante nas duas turmas.

Na afirmação “A elaboração do *protocolo experimental enquadrou-se nos conteúdos abordados na aula teórica*”, 48,15% dos alunos da turma experimental estiveram de acordo, 44,44% totalmente de acordo e 7,41% não concordaram nem discordaram. Na afirmação correspondente colocada à turma de controlo, “A *atividade experimental enquadrou-se nos conteúdos abordados na aula teórica*”, 65,52% dos alunos esteve totalmente de acordo, 31,03% de acordo e 3,45% não concordaram nem discordaram.

Na afirmação “A *realização da(s) experiência(s) facilitou a aprendizagem da matéria teórica*”, 88,89% dos alunos da turma experimental manifestaram-se de acordo, sendo que 33,33% totalmente de acordo, os restantes 11,11% não concordaram nem discordaram. Na turma de controlo, para a mesma afirmação, 93,10% dos alunos estiveram de acordo, sendo que 51,72% totalmente de acordo, os restantes 6,90% não concordaram nem discordaram.

Quanto à afirmação “A *forma de abordagem deste trabalho prático foi interessante e motivadora*”, 81,48% dos alunos da turma experimental mostraram estar de acordo e 18,52% não estavam nem de acordo nem em desacordo. Na turma de controlo, 96,56% dos alunos manifestaram-se de acordo, sendo que 27,59% totalmente de acordo, e 3,45% em desacordo.

Para a questão “O *trabalho prático contribuiu para a minha aprendizagem*”, 70,37% dos alunos da turma experimental manifestou-se de acordo e 29,63% totalmente de acordo. Na turma de controlo, 55,17% mostraram-se totalmente de acordo, 34,48% de acordo e 10,34% não concordaram nem discordaram.

4.7. Evolução da turma experimental

Em seguida encontram-se descritos os dados observados na turma experimental, na qual foi implementada uma metodologia diferente com o objetivo de averiguar se a participação ativa dos alunos no processo de conceção das atividades laboratoriais, se traduziria numa maior evolução na aprendizagem.

No teste de associação de palavras verificou-se uma clara evolução conceptual do pré para o pós-teste para todos os estímulos, como se observa na tabela 4. A evolução mais

acentuada verificou-se para o estímulo *Absorção de Energia* e a menos acentuada para o estímulo *Bom Emissor*.

Tabela 4 - Percentagem de associações aceitáveis na turma experimental

	Turma Experimental		
	% aceitáveis		
	Pré-teste	Pós-teste	Diferença
Energia	81,51	94,22	12,71
Radiação	82,40	92,98	10,58
Conservação de Energia	50,77	73,68	22,91
Transferência de Energia	65,71	98,15	32,43
Absorção de Energia	28,57	89,74	61,17
Emissão de Energia	50,00	78,38	28,38
Bom Absorvor	47,62	100,00	52,38
Bom Emissor	63,16	63,64	0,48
Radiação Térmica	72,22	74,07	1,85
Corpo Negro	50,00	100,00	50,00
Energia Interna	73,08	80,00	6,92
Média	60,46	85,90	25,44

Destaque-se ainda a evolução verificada nos estímulos *Transferência de Energia*, *Bom Absorvor* e *Corpo Negro*, as quais permitiram obter no pós-teste uma percentagem de associações aceitáveis de 98,15%, 100% e de 100%, respetivamente.

Na elaboração dos protocolos experimentais e apesar da reação inicial menos positiva ao seu desenvolvimento, todos os alunos apresentaram uma proposta.

Da análise detalhada das diferentes propostas é notória a preocupação com o controlo de variáveis e com a testagem de diferentes condições, o que sugere que os alunos têm capacidade de desenvolver atividades do tipo investigativo, em que mesmo com a orientação do professor não se limitam a seguir instruções.

Menos relevante, nas diferentes propostas, pareceu a importância dada à comparação com as experiências realizadas por outros grupos. Embora se estejam a considerar os resultados de uma única atividade laboratorial, o valor de 11,54% (Tabela 3) parece indicar pouco interesse pela importância da partilha de experiências e pelo trabalho em equipa.

Nos registos no caderno de laboratório é notória a preocupação dos alunos em dar resposta às questões propostas (Fig. 3), 76% dos alunos elaboraram tabelas comparativas, 48% compararam os resultados com os dos colegas e 68% apresentaram conclusões. Como já referido, a utilização da máquina calculadora na construção de gráficos foi um momento bastante participado da atividade laboratorial, com grande parte dos alunos a esboçar os gráficos obtidos nos respetivos cadernos.

Refira-se que os cadernos de laboratório com registos mais pormenorizados foram, em geral, os que deram origem a relatórios mais detalhados.

Os registos dos relatórios (Fig. 4), revelaram um notável empenho no enquadramento teórico da atividade laboratorial. Refira-se, no entanto, que o conceito de Energia Interna, tal como observado nos testes de associações de palavras (Tabela 2), não é muitas vezes mencionado e quando o é nem sempre acontece de forma aceitável.

A distinção do melhor emissor parece igualmente gerar alguma confusão, prevalecendo a ideia de que o melhor emissor é o pior absorvedor, em contradição com o que foi observado experimentalmente, um corpo com boas características absorvedoras terá também boas características emissoras. Esta evidência vem de certa forma corroborar a fraca evolução notada no estímulo *Bom Emissor* no teste de associação de palavras (Tabela 4), sugerindo neste caso que a evolução na aprendizagem, não foi ao encontro das expectativas.

O questionário (figuras 5 e 7), vem também reforçar as ideias expostas anteriormente, mostrando os alunos uma opinião claramente favorável à metodologia proposta. Igualmente favorável foi a opinião sobre o papel da atividade na aprendizagem da matéria teórica.

Pode, assim, considerar-se que a metodologia pedagógica adotada, embora diferente do convencional, possibilitou uma melhoria significativa das aprendizagens. Os resultados obtidos com os diferentes instrumentos apontam para um efeito positivo sobre o enriquecimento conceptual dos alunos.

4.8. Evolução da turma de controlo

Encontram-se descritos, em seguida, os principais pontos que ressaltam da análise global dos resultados obtidos com a turma de controlo, na qual a metodologia aplicada consistiu na manutenção dos moldes tradicionais de desenvolvimento das atividades laboratoriais, com recurso a um protocolo previamente concebido e do género “receita”.

No teste de associação de palavras foi notória a evolução conceptual do pré para o pós-teste, exceção feita aos estímulos *Radiação* e *Radiação Térmica*, nos quais ocorreu uma diminuição da percentagem de associações aceitáveis, como se pode observar na tabela 5.

Tabela 5 - Percentagem de associações aceitáveis na turma de controlo

	Turma Controlo		
	% aceitáveis		
	Pré-teste	Pós-teste	Diferença
Energia	63,37	89,81	26,45
Radiação	91,21	90,20	-1,01
Conservação de Energia	7,89	60,71	52,82
Transferência de Energia	16,33	77,19	60,87
Absorção de Energia	10,34	76,32	65,97
Emissão de Energia	54,84	59,09	4,25
Bom Absorvor	45,45	95,12	49,67
Bom Emissor	25,00	34,62	9,62
Radiação Térmica	93,88	81,25	-12,63
Corpo Negro	25,00	95,83	70,83
Energia Interna	28,57	93,33	64,76
Média	41,99	77,59	35,60

A maior evolução ocorreu para os estímulos *Absorção de Energia*, 65,97%, e *Corpo Negro*, 70,83%. No estímulo *Bom Absorvor* embora a evolução não tenha sido tão acentuada, permitiu obter no pós-teste uma percentagem de 95,12% de associações aceitáveis.

Nos registos dos cadernos de laboratório (Fig. 3), o esboço dos gráficos, após o recurso à calculadora gráfica, foi o recurso que mais se destacou, tendo sido considerado por 100% dos alunos, resultado já esperado pelo impacto que esta ferramenta teve durante o desenrolar da atividade.

Menos positivos foram alguns dos resultados obtidos em outros parâmetros considerados. Apenas metade dos alunos elaborou tabelas comparativas, 53,33% e apenas um terço dos mesmos, 30%, comparou os resultados com os dos outros grupos. As conclusões foram apresentadas por apenas 46,67% dos alunos da turma.

No que respeita aos relatórios (Fig. 4), alguns alunos revelaram pouco detalhe, existindo mesmo quem não refira o objetivo da experiência com o cubo. Os casos mais evidentes destas falhas, ocorreram, em grande parte, nos alunos que apresentaram igualmente cadernos de laboratório com registos bastante incompletos.

Nos relatórios mais pormenorizados o enquadramento teórico da atividade é razoável. Alguns dos dados dos relatórios corroboram os resultados já obtidos nos testes de associação de palavras, destacando-se os parâmetros *Bom Absorção* e *Corpo Negro*. No entanto, relativamente ao estímulo *Absorção de Energia* há uma total inversão de situações.

Nos questionários (figuras 6 e 7) é de destacar que quando colocados perante a afirmação “A elaboração do protocolo experimental pelos alunos, facilitaria a compreensão prévia do trabalho a realizar”, mais de 75% dos alunos mostrou-se de acordo, o que parece revelar alguma abertura para situações fora dos moldes convencionais.

As opiniões são também favoráveis quando refletem o papel da atividade laboratorial no enquadramento dos conteúdos abordados na aula teórica e na aprendizagem dos mesmos.

Pode assim considerar-se que embora a metodologia adotada seja a tradicional, possibilitou igualmente uma melhoria significativa das aprendizagens. Os resultados obtidos com os diferentes instrumentos apontam também para um efeito positivo sobre o enriquecimento conceptual dos alunos.

Mais uma vez sai reforçada a ideia de que o trabalho laboratorial desempenha um papel fundamental e decisivo no enriquecimento conceptual e no desenvolvimento das aprendizagens dos alunos, qualquer que seja o tipo de abordagem metodológica.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES REFLEXIVAS

5.1. Introdução

Neste capítulo são expostas as conclusões do trabalho desenvolvido no decorrer desta investigação. Começa-se por efetuar uma síntese dos resultados obtidos. Em seguida, é feita uma análise crítica à investigação, procurando realçar os aspetos considerados positivos e os menos positivos. Por fim, são sugeridas algumas propostas para futuros trabalhos de investigação.

5.2. Conclusões gerais

Para o desenvolvimento do presente estudo partiu-se de duas questões:

“Qual a relação entre o maior envolvimento dos alunos nas atividades prático-laboratoriais e o seu sucesso na aprendizagem?”

“Será que uma estratégia diferente de implementação das atividades prático-laboratoriais conduzirá a uma evolução conceptual diferente?”

Para dar resposta a estas questões foi aplicado um conjunto de técnicas de recolha de informação relativa às aprendizagens associadas às atividades laboratoriais dos alunos de duas turmas de 10º ano, usando abordagens diferentes. Numa turma, denominada turma de controlo, seguiu-se a abordagem metodológica tradicional, tendo sido fornecido um protocolo experimental, com todas as informações sobre a atividade e na outra, a turma experimental, foi entregue pela investigadora aos alunos um guião muito simplificado da atividade, sendo-lhes pedido que fossem eles próprios a elaborar o protocolo experimental para posterior realização da atividade. Como instrumentos de recolha foram usados testes de associação de palavras antes e depois da intervenção metodológica, os protocolos experimentais elaborados pelos alunos a partir do guião experimental fornecido, os cadernos de laboratório, os relatórios e questionários de opinião.

Pelos resultados dos testes de associação de palavras, embora não seja possível garantir que os conteúdos foram corretamente assimilados, fica a ideia de ter ocorrido um enriquecimento do quadro conceptual dos alunos do pré para o pós-teste, na unidade testada em qualquer das turmas. Os alunos deixaram de associar aos estímulos, ou pelo menos houve uma redução dessa associação, palavras do senso comum ou ligadas a outros contextos e a associar mais palavras utilizadas ao longo das aulas dedicadas a esta temática. Em conclusão podemos dizer que, no pós-teste existem várias associações que surgem como consequência direta da intervenção pedagógica.

O aumento da percentagem de associações aceitáveis pode indiciar uma assimilação de conhecimentos, o que permite verificar um dos objetivos pretendidos no final do estudo desenvolvido.

Os resultados da elaboração do protocolo experimental, pelos alunos da turma experimental, foram surpreendentes pela dedicação que os alunos mostraram, permitindo assumir que estes estão preparados e disponíveis para a implementação de abordagens diferentes das tradicionais. A análise das diferentes propostas revela uma notória preocupação com o controlo de variáveis e com a testagem de diferentes condições, o que sugere que estão aptos a desenvolver atividades do tipo investigativo, não se limitando a seguir instruções.

Os dados dos cadernos de laboratório revelam empenho por parte da maioria dos alunos, particularmente no caso da turma experimental, principalmente em dar resposta às questões propostas. Também os relatórios são reveladores de um enriquecimento conceptual para grande parte dos alunos, o que permite concluir que houve uma evolução ao longo do processo de Ensino-Aprendizagem.

A observação dos dados obtidos nos questionários de opinião permite admitir que o trabalho laboratorial desempenha um papel motivador e de relevante interesse para o desenvolvimento de aprendizagens de ambos os grupos.

A existência de uma preparação diferente e mais exigente da atividade laboratorial não diminuiu o interesse e a motivação dos alunos.

O reconhecimento, por parte dos alunos, da importância de serem os próprios a preparar e realizar a atividade, bem patente nas respostas aos questionários, parece igualmente revelar que os alunos estão preparados para novas metodologias de Ensino-Aprendizagem das ciências.

Embora a turma onde foi aplicada a metodologia menos convencional se tenha destacado pela positiva na generalidade dos instrumentos de avaliação usados, dos dados obtidos parece poder concluir-se que ambas as turmas apresentaram uma evolução bastante positiva.

Pode dizer-se que a questão de partida, que a implementação de atividades laboratoriais diferente dos moldes tradicionais, com um maior grau de abertura e com uma participação mais ativa dos alunos nas diferentes fases do seu desenvolvimento, promoveria um maior sucesso na aprendizagem, foi parcialmente verificada. Os resultados também positivos da turma de controlo levam a admitir que as atividades laboratoriais desempenham

um papel fundamental e decisivo no processo de Ensino-Aprendizagem, qualquer que seja a abordagem metodológica.

5.3. Reflexão crítica

Todas as abordagens alternativas ao ensino tradicional têm em comum a atribuição de um papel mais ativo ao aluno. Porém, como já foi referido, todas elas requerem mais tempo de implementação.

As questões de tempo foram as que mais limitações trouxeram ao desenvolvimento deste estudo, dado o reduzido número de aulas em que foi possível trabalhar.

A intervenção metodológica teve aparentemente um impacto positivo na motivação do grupo experimental, no entanto, o tempo que os alunos tiveram para participar nesta atividade foi muito reduzido acabando por se traduzir numa maior sobrecarga de trabalho para eles.

Apesar de tudo isto, o empenho foi notório, podendo dizer-se que este tipo de metodologia aplicada a atividades laboratoriais pode ser uma mais valia. Refira-se, ainda, que na turma de controlo observou-se uma menor dedicação e interesse durante o desenrolar da atividade.

Os testes de associação de palavras revelaram-se adequados aos objetivos propostos. A apresentação destes testes ao ter sido efetuada de forma diferente em cada turma, poderá ter condicionado os resultados dos mesmos. Na turma de controlo os testes foram fornecidos aos alunos no início de aulas consideradas como “normais” e na turma experimental foram entregues no final de aulas em que os alunos tinham passado por um processo de avaliação escrita. Talvez por isso, os alunos da turma experimental se tenham mostrado menos recetivos e menos disponíveis para responder a estes testes, o que poderá ter influenciado os dados obtidos.

O recurso à calculadora gráfica como ferramenta de construção de gráficos no decorrer do processo de aquisição de dados, foi adequada à atividade desenvolvida, proporcionando uma elevada interatividade entre professor/aluno e aluno/aluno, levando a uma participação mais ativa por parte dos alunos.

O uso conjunto dos protocolos experimentais elaborados pelos alunos, dos cadernos de laboratório e dos relatórios como instrumentos de avaliação foi igualmente adequado, na medida em que permitiu avaliar os alunos em diferentes domínios do conhecimento. No entanto, da análise dos cadernos de laboratório e dos relatórios, fica a

ideia de que alguns alunos, em particular da turma de controlo, não terão estado tão envolvidos na atividade como seria desejável.

Os questionários de opinião realizados no final da atividade permitiram igualmente concluir que as metodologias menos convencionais são bem aceites pelos alunos, embora possam ter um impacto inicial menos positivo e exijam um acompanhamento mais próximo por parte do professor.

A forma como as turmas do ensino secundário são organizadas, nomeadamente no que diz respeito ao número de alunos por turma, e o facto de por vezes as atividades laboratoriais estarem condicionadas pelas questões abordadas nos exames, são alguns dos factores que não facilitam a utilização deste tipo de metodologias.

Apesar de todas as limitações, parece ter sido possível proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem diferente, envolvendo-os ativamente na construção do seu próprio conhecimento.

5.4. Perspetivas para futuras investigações

O trabalho desenvolvido deixou em aberto alguns aspetos que poderiam ser interessantes de explorar. Um estudo mais pormenorizado das associações apresentadas nos dois momentos do teste de associação de palavras e a construção de mapas conceptuais correspondentes a cada estímulo no pré e no pós-teste, por exemplo, poderia permitir obter outras informações relevantes. No entanto, este tratamento de dados seria moroso e extenso, o que não se coaduna com as restrições de espaço e de tempo impostas na realização deste trabalho.

Os dados do pré-teste não são de forma nenhuma menos importantes que os do pós-teste. O pré-teste pode ser aplicado como teste de diagnóstico antes de iniciar uma nova unidade temática, permitindo os dados obtidos dar indicações ao professor das estratégias mais adequadas a seguir na abordagem da mesma.

Nos pré-testes deste estudo foram muitos os alunos da turma de controlo que relacionaram com o estímulo *Conservação de Energia* a poupança de energia, o evitar o desperdício, a política dos três R's e as energias renováveis. Sendo este um tema bastante atual e interdisciplinar, pode ser um ponto de partida para futuras investigações.

Em futuros trabalhos, considera-se importante que seja dedicado um maior período de tempo à sua preparação e desenvolvimento e a aplicação de testes não deverá limitar-se apenas a uma atividade e a uma ou duas aulas.

Tendo em conta o impacto gerado pelo recurso à calculadora gráfica como ferramenta de construção e análise de gráficos, poderá refletir-se sobre a importância da implementação de atividades com recurso às novas tecnologias ser uma estratégia de motivação dos alunos para algumas atividades laboratoriais consideradas menos estimulantes à partida. As simulações computacionais, por exemplo, que permitem aos alunos explorar ideias, fazer previsões, relacionar variáveis, entre outras, podem funcionar como poderosas ferramentas para estimular os alunos durante o processo de Ensino-Aprendizagem.

Considera-se que poderia ser vantajoso proceder a gravações no decurso das aulas laboratoriais para ter uma ideia mais exata das relações entre pares durante o desenvolvimento das atividades. A desvantagem da metodologia seria a morosidade no tratamento de dados.

O tipo de metodologia tratado poderá ser aplicado a outras atividades laboratoriais não só da Física, como também da Química e a outros anos de escolaridade, quer ao nível do ensino secundário, como ao nível do ensino básico, fomentando-se nos alunos uma maior empatia pela área das ciências.

A conjugação de diferentes instrumentos de avaliação poderá promover o envolvimento dos alunos no processo de Ensino-Aprendizagem e fornecer ao professor dados que permitam melhorar não só o processo de ensino, mas também a própria avaliação.

Numa altura em que a desmotivação pela aprendizagem das ciências tem sido notória, é fundamental que se implementem estratégias de motivação e de estímulo dos alunos, para que esta situação se inverta. Estas estratégias podem passar por diversificar o tipo de atividades laboratoriais, aumentando o seu nível de abertura, potenciar o envolvimento dos alunos e reformular a avaliação das atividades, utilizando critérios adequados à avaliação dos inúmeros conhecimentos inerentes às atividades laboratoriais.

Uma outra vertente igualmente interessante de explorar seria a postura dos docentes relativamente a este tipo de metodologias, visto que implicam mais trabalho e mais tempo de preparação e implementação, o que não é tarefa fácil tendo em conta a extensão dos programas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. (2001). Educação em ciências e trabalho experimental: emergência de uma nova concepção. In (Re)Pensar o Ensino das Ciências, Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), p.51-73.
- Black, P. (1998). Assessment by teachers and the improvement of students learning. In Fraser, B. & Tobin, K. (Ed). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 811-822.
- Cachapuz, A., Maskill, R., (1987). Detecting changes with learning in the organisation of knowledge: the use of word association tests to follow the learning of simple collision theory in chemistry lessons. *International Journal of Science Education*, 9 (4), p. 491-504.
- Cachapuz, A., Malaquias, I., Martins, I., Thomaz, M., Vasconcelos, N. (1989a). O trabalho experimental nas aulas de Física e Química – uma perspectiva nacional. *Gazeta de Física*, 12 (2), p. 65-69.
- Cachapuz, A., Maskill, R., (1989b). Using word association in formative classroom tests: following the learning of the Le Chatelier's principle. *International Journal of Science Education*, 11 (2), p. 235-246.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10 (3), 363-381.
- Camoez, J. (2012). Relatório de Estágio. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de mestre, orientada por Vitor Teodoro, Lisboa. Disponível em <http://run.unl.pt/> (acedido a 5/06/2013).
- Castanheira, M. (2006). A química e o tratamento de resíduos sólidos – atitudes e conhecimentos – um projeto de educação ambiental no ensino da química na escola secundária. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de mestre, orientada por Maria Elisa Maia, Lisboa.

- DES (2001). *Programa de Física e Química A – 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Dourado, L. (2001). Trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental no ensino das ciências – um contributo para uma clarificação de termos. In (Re)Pensar o Ensino das Ciências, Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), p.13-18.
- Duarte, F. (2007). Um estudo de caso no ensino-aprendizagem de reacções ácido-base. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de mestre, orientada por Maria Elisa Maia e Maria Margarida Meireles, Lisboa.
- Ercan, F., Tasdere, A., Ercan, N. (2010). Observation of cognitive structure and conceptual changes through word association tests. *Journal of Turkish Science Education*, 7 (2), 155-157.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS (4th edition)*. California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Figueiredo, M., Maia, M.E. (2005). Uma abordagem investigativa do trabalho experimental no ensino da química a alunos não químicos na universidade. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada, Espanha.
- Figueiredo, M., Viana, C., Maia, M.E. (2001). *Experimental work and the teaching of Chemistry at university*. 6th European Conference on Research in Chemical Education, Aveiro, Portugal. (Cd ROM)
- Figueiredo, M., Viana, C., Maia, M.E. (2004) *What can Students Learn in the Chemistry Laboratory?* Proceedings of 7th ECRICE/3rd ECCE, Ljubljana, Eslovénia, p.221-227.
- Freire, A. (1993). Um olhar sobre o ensino da Física e da Química nos últimos cinquenta anos. *Revista de Educação*, 3 (1), p.37-49.
- Gall, M.D., Gall, J.P., Borg, W.R. (2007) *Educational Research*. (8th edition). USA: Pearson International Edition.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20 (2), p.53-66.
- Hodson, D. (1992). Assessment of practical work. *Science & Education*, 1, p.115-144.

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), p. 299-313.
- Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. In Sequeira et al (org.) *Trabalho prático e experimental na educação em ciência*. Braga: Universidade do Minho, p.29-42.
- Hofstein, A., Mamiok-Naaman, R. (2007). The laboratory science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (2), p. 105-107.
- Jiménez, G., Llobera, R., Lltjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), p.59-70. Disponível em <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/archive> (acedido a 4/02/2014).
- Johnstone, A.H., Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, p.42-51.
- Kostova, Z., Radoynovska, B. (2008). Word association test for studying conceptual structures of teachers and students. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 2, 2, p.209-231.
- Lazarowitz, R., Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In Gabel, D.L. (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning*. New-York: Macmillan, p.94-130.
- Leite, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira et al (org.) *Trabalho prático e experimental na educação em ciência*. Braga: Universidade do Minho, p.91-108.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H.V., Santos, M.G. (orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências*, v1. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), p. 77-96.
- Leite, L. (2006). Da complexidade das actividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. In Costa, L. et al (Coords), *Boletim das Ciências – XIX Congresso de ENCIGA*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós, 61, p. 161-162. Disponível em http://www.enciga.org/enciga_ant/congreso/2006/index.htm (acedido a 5/02/2014).

- Leite, L., Dourado, L. (2005). A reorganização do ensino básico e a utilização de atividades laboratoriais em ciências da natureza. In Montes, A., Estévez, T. (Coords), *Boletim das Ciências – XVIII Congresso de ENCIGA*. Ribadeo: IES Porta da Auga, http://www.enciga.org/enciga_ant/congreso/2005/index.htm (acedido a 8/02/2014).
- Leite, L., Afonso, A., Dourado, L., Vilaça, T., Morgado, S., Almeida, S. (org.). (2011). *Actas do XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o Lazer e a Cidadania*. Braga: Universidade do Minho.
- Lunetta, V. (1998). The school science laboratory. Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In Fraser B. & Tobin, K. (Ed.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 249-262.
- Lunetta, V., Hofstein, A., Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice. In Abell, S. and Lederman, N. (Ed.). *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 393-441.
- Maroco, J. (2003). *Análise estatística com utilização do SPSS (1ª edição)*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Marques, M. (2007). Integração de tópicos de história das ciências no ensino – estudo de caso: energia no ensino básico. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de mestre, orientada por Maria Elisa Maia e Ricardo Lopes Coelho, Lisboa.
- Maskill, R., Cachapuz, A., (1989). Learning about the chemistry topic of equilibrium: a study of developing conceptualizations using word association tests. *International Journal of Science Education*, 11 (1), p. 57-69.
- Mertens, D.M. (1998). *Research methods in education and psychology - Integrating diversity with quantitative and qualitative approaches*. California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Mertens, D.M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology - Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. (3th edition). California, USA: SAGE Publications, Inc.
- Ministério da Educação (2003). *Reforma do Ensino Secundário: documento orientador da revisão curricular do ensino secundário: versão definitiva de 10 de Abril de 2003*. Lisboa: Ministério da Educação. Disponível em <http://www.netprof.pt> (acedido a 15/02/2014).

- Neves, M., Caballero, C., Moreira, M. (2006). Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula – um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11 (3), p.383-401.
Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=37> (acedido a 16/02/2014)
- Rivard, L., Straw, S. (2000). The effect of talk and writing on learning science: an exploratory study. *Science Education*, 84 (5), p. 566-593.
- Sequeira, M. (2000a). O ensino prático e experimental na educação em ciências na revisão curricular do ensino secundário. In Sequeira *et al* (org.) *Trabalho prático e experimental na educação em ciência*. Braga: Universidade do Minho, p.19-28.
- Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M., Silva, J., Afonso, A., Baptista, J. (org.). (2000b). *Trabalho prático e experimental na educação em ciência*. Braga: Universidade do Minho.
- Silva, N., Junior, B., Neto, N., Braga, M., Santos, S., Barros, J. (2011). A experimentação e o relatório científico na construção do conhecimento para alunos do ensino fundamental. In Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências (ENPEC), Campinas – SP. Atas do VIII ENPEC.
Disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/> (acedido a 16/01/2014)
- Suart, R., Marcondes, M. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências e Cognição*, 14 (1), p.50-74. Disponível em <http://www.cienciasecognicao.org/> (acedido a 21/01/2014)
- Tamir, P. (1990). Evaluation of student laboratory work and its role in developing policy. In Heggarty-Hazel, E. (Ed.) *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge, p.242-266.
- Timur, B., Taşar, M. (2011). Developing pré-service science teachers' cognitive structures about technology: word association test (WAT). *Western Anatolia Journal of Science Education*, Special Issue, *World Conference on New Trends in Science Education*, Kusadasi, Turkey, p.131-138. Disponível em <http://web.deu.edu.tr/baed/> (acedido a 21/06/2013)
- Tuckman, B.W. (2012). Manual de investigação em educação (4ª edição atualizada). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Yebra, M., Membiela, P. (2006). Investigacións científicas desenvolvidas polos estudantes como ensiñanza por indagación. In Costa, L. et al (Coords), *Boletín das Ciencias – XIX Congreso de ENCIGA*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queirós, 61, p. 53-55.

Disponível em http://www.enciga.org/enciga_ant/congreso/2006/index.htm (acedido a 7/02/2014)

Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge.

Legislação

Lei nº46/86 de 14 de Outubro. Diário da República nº237/86 – I série. Assembleia da República. Lisboa.

Decreto-Lei nº272/2007 de 26 de Julho. Diário da República nº143/2007 – 1ª série. Ministério da Educação. Lisboa.

Portaria nº1322/2007 de 4 de Outubro. Diário da República nº192/2007 – 1ª série. Ministério da Educação. Lisboa.

APÊNDICES

Apêndice I – Teste de Associação de Palavras

Em seguida serão apresentados alguns conceitos abordados no âmbito da Física e da Química.

Pretende-se que a cada um dos conceitos associes palavras que, no teu entender, se relacionam com esse mesmo conceito.



ENERGIA

RADIAÇÃO

**CONSERVAÇÃO
DE ENERGIA**

**TRANSFERÊNCIA
DE ENERGIA**

**ABSORÇÃO
DE ENERGIA**

**EMISSÃO
DE ENERGIA**

BOM ABSORSOR

BOM EMISSOR

RADIAÇÃO TÉRMICA

CORPO NEGRO

ENERGIA INTERNA

Nome: _____

Turma: _____

Muito obrigado !!!



Apêndice II – Planificação de aula



FÍSICA E QUÍMICA A – 10º ANO C2

2012 – 2013



Docente ULHT: Prof. Lina Lopes

UNIDADE: FÍSICA – Do Sol ao “Aquecimento”

Orientador cooperante: Prof. M^a Leonor Marinho

Estagiária: Ana Rita Moreira

PLANIFICAÇÃO DE AULA – Absorção e Emissão de Radiação

3 de Abril de 2013 Duração: 90 min.

Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Recursos	Avaliação
Absorção e emissão de radiação	- Explicar que a radiação que incide num corpo pode ser absorvida, reflectida ou transmitida, verificando-se a Lei da Conservação da Energia - Indicar que todos os corpos irradiam energia	- Através do método de pergunta resposta, relembrar a relação entre: - radiação emitida pelo Sol e temperatura da Terra (D2) - radiação incidente num corpo e Lei da Conservação da Energia - Apresentação da relação entre a energia incidente, absorvida, refletida e transmitida (D3) - Utilização do método de pergunta/resposta para concluir sobre os fatores que influenciam a fração de energia incidente que é absorvida, refletida e transmitida por um corpo (D4) - Dar exemplos de corpos que absorvem, refletem e transmitem de forma diferente (D5, D6, D7 e D8) - Recordando o exemplo do balanço energético da Terra, referir que todos os corpos a uma temperatura superior a 0 K emitem radiação – Radiação térmica, dar exemplos (D9)	Computador Powerpoint – Absorção e Emissão de Radiação (15 diapositivos D1 a D15)	Participação Comportamento

Conteúdos	Objetivos	Estratégias	Recursos	Avaliação
Lei de Stefan-Boltzmann	Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respectiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta	- Utilização do método de pergunta/resposta para: - concluir sobre os fatores de que depende a radiação emitida por uma superfície - recordar que existem corpos com maior poder de emissão, que tem igualmente maior poder de absorção e vice-versa (dar exemplos) (D10) - Referir as características de um corpo negro (radiador ideal) (D11) - Utilização do método de pergunta/resposta para: - recordar o conceito de potência - concluir sobre a variação da potência emitida por um corpo com a temperatura a que este se encontra - Apresentação da expressão que permite determinar a potência total emitida por um corpo – Lei de Stefan-Boltzmann (D12) - Utilização do método de pergunta/resposta para: - recordar o conceito de intensidade - relacionar intensidade e potência (D13) - Apresentação da representação gráfica da potência em função do c.d.o., explicando como se calcula a potência total (D14) - Realizar atividade de consolidação dos conhecimentos adquiridos - Manual pág. 53 Exercícios 10 e 9 - Manual pág. 50 Exercício 4 (D15) - Marcar TPC - Manual pág. 53 Exercício 15 - Manual pág. 54 Exercício 19	Quadro e marcadores Digitalização do manual	Realização de exercícios



Apêndice III – Guião Experimental

FÍSICA – QUÍMICA A

10°C1

Guião Experimental – ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO

2012/2013

As casas alentejanas são, tradicionalmente, caiadas de branco. Será que se trata apenas de uma tradição? Conseguirás explicar quais os motivos subjacentes à escolha dessa tonalidade?



Objetivo

Comparar o poder de absorção da radiação visível por diversas superfícies.

Material e Equipamento

- Cubo de Leslie
- Tubos de vidro com diferentes acabamentos: pintado de branco, pintado de preto, forrado com papel de alumínio
- Termómetro
- Candeeiro eléctrico com lâmpada de incandescência de 100 W
- Cronómetro
- Régua

Atividade

Utilizando o material e equipamento que te é facultado e consultando diferentes fontes bibliográficas planifica a realização de experiências que te permitam comparar o poder de absorção e de emissão de superfícies diferentes.

Descreve de forma detalhada todos os fatores a ter em conta no decorrer das experiências.

Bom trabalho !!!



Apêndice IV – Protocolo Experimental – Turma Controlo



FÍSICA – QUÍMICA A

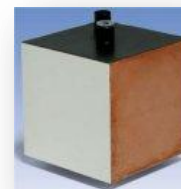
10°C2

APL1 – ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO

2012/2013

Objetivo

Comparar o poder de absorção da radiação visível por diversas superfícies.



Material e Equipamento

- Cubo de Leslie
- Termómetro
- Candeeiro eléctrico adequado com lâmpada de incandescência de 100 W
- Cronómetro
- Régua

Procedimento Experimental

1. Registrar a sensibilidade e as características dos aparelhos utilizados. Estimar uma incerteza para cada um deles;
2. Introduzir o termómetro no interior do cubo de Leslie e ler a temperatura do ar nele contido;
3. Fazer incidir a luz emitida por uma lâmpada de incandescência numa das faces do cubo de Leslie (a lâmpada deve ser colocada a uma distância de 5 cm do cubo);
4. Registrar, em intervalos de 1 minuto, a temperatura do ar no interior do cubo, durante cerca de 15 minutos;
5. Desligar a lâmpada de incandescência e registrar, em intervalos de 1 minuto, a temperatura do ar no interior do cubo, até voltar à temperatura ambiente;
6. Repetir o procedimento anterior para outra face do cubo, mantendo sempre as mesmas condições iniciais.

Tratamento de Resultados

1. Traçar os gráficos da temperatura, em função do tempo, para cada uma das faces;
2. Analisar e comparar os gráficos obtidos para as diferentes faces;
3. Tirar conclusões relativas aos poderes absorvedores de cada uma das faces;
4. Criticar os resultados obtidos.

Questões pós-laboratoriais

1. Qual a face que tem maior poder de absorção?
2. O que sucedeu à radiação incidente em cada face?
3. O intervalo de tempo de arrefecimento é igual para todas as faces?
4. Explica porque motivo as casas alentejanas são pintadas de branco.



5. Dá uma explicação para o facto de a parte interna de uma garrafa-termo ser espelhada.

Bom trabalho !!!



Apêndice V – Questionário Turma Experimental

Nome: _____

Afirmação 1

“A elaboração do protocolo experimental facilitou a compreensão prévia do trabalho a realizar”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 2

“A elaboração do protocolo experimental enquadrou-se nos conteúdos abordados na aula teórica”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 3

“A realização da(s) experiência(s) facilitou a aprendizagem da matéria teórica”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 4

“A forma de abordagem deste trabalho prático foi interessante e motivadora”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 5

“O trabalho prático contribuiu para a minha aprendizagem”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- | |
|---|
| <p>1- totalmente em desacordo
2- em desacordo
3- não concordo nem discordo
4- de acordo
5- totalmente de acordo</p> |
|---|

Apêndice VI – Questionário Turma de Controlo

Nome: _____

Afirmação 1

“A atividade experimental enquadrou-se nos conteúdos abordados na aula teórica”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 2

“A realização da(s) experiência(s) facilitou a aprendizagem da matéria teórica”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 3

“A forma de abordagem deste trabalho prático foi interessante e motivadora”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 4

“O trabalho prático contribuiu para a minha aprendizagem”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Afirmação 5

“A elaboração do protocolo experimental pelos alunos, facilitaria a compreensão prévia do trabalho a realizar”

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- | |
|------------------------------|
| 1- totalmente em desacordo |
| 2- em desacordo |
| 3- não concordo nem discordo |
| 4- de acordo |
| 5- totalmente de acordo |

Apêndice VII – Protocolo geral – Turma Experimental



FÍSICA – QUÍMICA A

10°C1

APL1 – ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO

2012/2013

As casas alentejanas são, tradicionalmente, caiadas de branco. Será que se trata apenas de uma tradição? Conseguirás explicar quais os motivos subjacentes à escolha dessa tonalidade?



Objetivo

Comparar o poder de absorção da radiação visível por diversas superfícies.

Material e Equipamento

- Cubo de Leslie
- Tubos com diferentes acabamentos: pintado de branco, pintado de preto, forrado com papel de alumínio
- Termómetro
- Candeeiro eléctrico com lâmpada de incandescência de 100 W
- Cronómetro
- Régua

Procedimento Experimental

1. Registar a sensibilidade e as características dos aparelhos utilizados. Estimar uma incerteza para cada um deles;
2. Introduzir o termómetro no interior do cubo de Leslie e ler a temperatura do ar nele contido, proceder de igual forma para um dos tubos;
3. Fazer incidir a luz emitida por uma lâmpada de incandescência no tubo e simultaneamente na face de acabamento correspondente do cubo de Leslie (a lâmpada deve ser colocada a uma distância de 5 cm do cubo e do tubo);

4. Registrar, em intervalos de 1 minuto, a temperatura do ar no interior do cubo e do tubo, durante cerca de 15 minutos;
5. Desligar a lâmpada de incandescência e registrar, em intervalos de 1 minuto, a temperatura do ar no interior do cubo e do tubo, até voltar à temperatura ambiente;
6. Repetir o procedimento anterior para outra face do cubo e um tubo de acabamento diferente, tendo o cuidado de manter as mesmas condições iniciais

Tratamento de Resultados

1. Traçar os gráficos da temperatura, em função do tempo, para cada um dos tubos e das faces;
2. Construir tabela de ΔT em função de Δt para todas as experiências efetuadas;
3. Analisar e comparar os resultados obtidos para as diferentes faces e os diferentes tubos;
4. Tirar conclusões relativas aos poderes absorvedores de cada uma das faces e de cada um dos tubos;
5. Criticar os resultados obtidos.

Questões pós-laboratoriais

1. Qual a face e qual o tubo que tem maior poder de absorção?
2. O que sucedeu à radiação incidente nos diferentes tubos e em cada uma das faces?
3. O intervalo de tempo de arrefecimento é igual em todas as experiências?
4. Explica porque motivo as casas alentejanas são pintadas de branco.
5. Dá uma explicação para o facto de a parte interna de uma garrafa-termo ser espelhada.



Bom trabalho !!!



ANEXOS

Anexo I – Exemplo para o estímulo Absorção de Energia

Turma Experimental

pré-teste

pós-teste

ABSORÇÃO DE ENERGIA

- Painel fotovoltaico;
- Transferências;
- Transformação;
- Energia solar;
- Energia elétrica;
- Consumo;

ABSORÇÃO DE ENERGIA

- corpo negro;
- $e = 1$;

ABSORÇÃO DE ENERGIA

- retenção
- receptor

ABSORÇÃO DE ENERGIA

bom absorvedor
corpo escuro
 α próximo de 1
maior poder absorvedor

Turma de Controlo

pré-teste

ABSORÇÃO DE ENERGIA

Ímã
Eletões de valência
Série de Lyman
Série de Paschen
Série de Balmer

pós-teste

ABSORÇÃO DE ENERGIA

Corpo negro
Cubo de desdê
Lei de Stefan - Boltzman

ABSORÇÃO DE ENERGIA

Espectro de absorção.
Painéis solares

ABSORÇÃO DE ENERGIA

X
Bom absorção
Perto