

António Miguel Borges da Silva

**UTILIZAÇÃO DE SENSORES NO 1º CICLO DO ENSINO
BÁSICO – APRENDIZAGEM DE ALUNOS E
DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES**

Dissertação de Mestrado em Educação
(Especialização em Supervisão Pedagógica
em Ensino das Ciências da Natureza)

sob a orientação da **Professora Doutora Maria Gabriela Teles Cepeda Ribeiro**
da Universidade do Porto

Instituto de Educação e Psicologia
Universidade do Minho

BRAGA, 2004

ANTÓNIO MIGUEL BORGES DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE SENSORES NO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO –
APRENDIZAGEM DE ALUNOS E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL
DE PROFESSORES**

Dissertação submetida à Universidade do Minho
como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação
na área de especialização em
Supervisão pedagógica no ensino das Ciências da Natureza

sob a orientação da **Professora Doutora Maria Gabriela Teles Cepeda Ribeiro**
da Universidade do Porto

**Instituto de Educação e Psicologia
Universidade do Minho**

BRAGA, 2004

Ao meu avô

“De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta tese”

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho envolveu a participação e o empenho de muitas pessoas o que torna difícil a enumeração dos seus nomes.

Gostaria, no entanto, de agradecer:

- à Professora Doutora Gabriela Ribeiro, na qualidade de orientadora, pela imensa disponibilidade e incentivo, pela qualidade das suas orientações e pelo modo pragmático como me ajudou a superar os obstáculos;

- aos alunos e encarregados de educação pela disponibilidade e empenho;

- aos professores que participaram e tiveram a bondade de despendere algum do seu tempo neste estudo, especialmente à professora Mafalda Teles, por ter assumido este trabalho como seu e pela ajuda e apoio constantes;

- ao Conselho Executivo do Agrupamento de Escolas de Sobrado, nas pessoas do Jorge, Lassaete e Cremilde, pelo apoio e porque me deixaram fazer da escola o meu campo de trabalho fazendo-me sentir em casa;

- à Andrea pela ajuda, mas sobretudo pela disponibilidade sempre imediata;

- ao Afonso, pelo apoio e incentivo, fomos colegas do princípio ao fim e no fim ficou a amizade;

- aos amigos pela paciência e apoio constantes (Mário, Folha, Toni...).

Por último, mas não menos importante, dirijo uma palavra de agradecimento à minha família pelo apoio sempre incondicional, especialmente aos meus pais por tudo o que não pode ser expresso em palavras. E é tanto!

RESUMO

A presente dissertação insere-se no grupo de estudos realizados na área das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas ao ensino experimental das ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB). Pretendeu-se avaliar se uma metodologia que envolva os professores num processo de reflexão acerca das suas necessidades de formação, para melhorar as suas práticas pedagógicas, pode contribuir para o desenvolvimento profissional dos professores e para a aprendizagem e motivação dos alunos. A utilização de sensores de temperatura e Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD) no ensino experimental do tema “equilíbrio térmico e isoladores térmicos” foi o contexto escolhido.

Este estudo realizou-se na da escola eb1 de Fijós, concelho de Valongo, envolvendo 16 alunos dos 3º e 4º anos de escolaridade e dois professores.

Este estudo dividiu-se em duas partes intimamente ligadas: uma que diz respeito à aprendizagem dos alunos e a outra ao desenvolvimento profissional dos professores. Em relação aos alunos a metodologia utilizada consistiu em: aplicação de um questionário para identificar as ideias prévias dos alunos, realização das actividades experimentais com elaboração de fichas de trabalho, entrevista individual para avaliar a aprendizagem dos alunos.

Em relação aos professores a metodologia utilizada consistiu em: identificação pelos professores das suas necessidades de formação, aquisição da formação identificada como necessária, preparação de actividades experimentais através do trabalho cooperativo, relacionadas com o tema para aplicar na sala de aula e reflexão sobre o trabalho desenvolvido.

Pode concluir-se do estudo que a procura de formação adequada e a colaboração que se estabeleceu entre os professores da escola envolvidos neste processo motivou-os para o desenvolvimento de novas metodologias nas suas práticas pedagógicas, contribuindo para o seu desenvolvimento profissional. Por outro lado os alunos familiarizaram-se com computadores, termómetros, sensores e Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD), aprenderam a interpretar gráficos, identificaram situações de equilíbrio térmico e evolução para o equilíbrio térmico, usaram materiais isoladores térmicos em diversas situações, foram capazes de planear experiências e demonstraram grande entusiasmo e motivação pelas actividades em que se envolveram, melhorando o seu desempenho global na escola. Promoveu-se o desenvolvimento profissional dos professores e a aprendizagem e motivação dos alunos tendo as actividades experimentais contribuído para o seu desenvolvimento conceptual.

ABSTRACT

The following dissertation is part of a group of studies performed in the area of Information and Communication technologies (ICT), of the experimental science teaching in the primary school.

The intention was to evaluate if a determined methodology involving teachers on a reflection process concerning their formation needs, to improve their pedagogic practice, could contribute for the teachers professional development and for the students learning and motivation. The utilization of temperature sensors and data-logging at the experimental teaching about the theme “thermic balance and thermic isolation” was the elected theme.

This study was made at the Fijós eb1 school, Valongo, involving 14 students from the 3rd and 4th grades and two teachers.

The study was divided in two closely connected parts: the first one concerning the students learning process and the second regarding the teachers professional development.

The methodology used for the students was: the delivery of a questionnaire to identify the students initial ideas, experimental activities with the elaboration of working sheets, and an individual interview to evaluate the students learning process.

For the teachers the used methodology was: teachers’ identification of their formation needs, acquisition of the formation identified as necessary, development of experimental activities trough cooperative work, related with the theme to apply at the classroom and reflection of the developed work.

One can conclude from the study that the search for proper formation and cooperation that was established between the school teachers involved at this process motivated them for the development of new methodologies in their pedagogic practices, contributing for their professional development. On the other hand the students were acquainted with computers, thermometers, sensors and data-logging, learned to interpret graphics, identified thermic balance situations and the evolution to thermic balance, used thermal isolation materials in a variety of situations, were able to plan experiments and showed great enthusiasm and motivation for the activities they were involved, improving this way their global school performance.

Teachers professional development was promoted, so as students learning and motivation, having the experimental activities contributed largely for their conceptual development.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE DIAGRAMAS	xii
CAP. I – INTRODUÇÃO	1
1.1. Introdução	1
1.2. Contextualização do estudo	1
1.3. Identificação do problema	3
1.4. Importância do estudo	4
1.6. Plano geral da dissertação	7
CAP. II – REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1. Introdução	10
2.2. Revisão da literatura	10
CAP: III – METODOLOGIA	32
3.1. Introdução	32
3.2. Objectivos do estudo	32
3.3. Amostra	32
3.4. Conteúdos programáticos	33
	33

3.4.1. Currículo Nacional do Ensino Básico	
3.4.2. Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico	38
3.5. Metodologia	39
3.5.1. Fase 1 – Formação dos professores	40
3.5.1.1. Etapa 1 – Formação do grupo e selecção do tema	41
3.5.1.2. Etapa 2 – Formação dos professores	42
3.5.2. Fase 2 – Intervenção na sala de aula	43
3.5.2.1. Etapa 1 - Identificação das concepções dos alunos sobre o tema	46
3.5.2.2. Etapa 2 - Para que servem os termómetros e estabelecimento do equilíbrio térmico	49
3.5.2.3. Etapa 3 - Familiarização com a utilização de sensores de temperatura e do software de data-logging	50
3.5.2.4. Etapa 4 - Utilização de termómetro e sensores de temperatura numa situação de estabelecimento de equilíbrio térmico	51
3.5.2.5. Etapa 5 – Estabelecimento de outra situação de equilíbrio térmico utilizando só sensores	53
3.5.2.6. Etapa 6 – Estudo da variação da temperatura na sala de aula durante 24 horas utilizando termómetro de máxima e mínima e sensores de temperatura	55
3.5.2.7. Etapa 7 – Isoladores térmicos	56
3.5.3. Avaliação do processo	58
3.5.3.1. Etapa 1 - Avaliação do desenvolvimento dos alunos	58
3.5.3.2. Etapa 2 - Avaliação do desenvolvimento profissional dos professores	60
3.6. Metodologia de análise de dados	60
3.7. Metodologia de análise de dados	67

CAP. IV – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	70
---	----

4.1.	Introdução	70
4.2.	Fase 1 – Formação dos professores	70
4.3.	Fase 2 – Intervenção na sala de aula	70
4.3.1.	Etapa 1 - Identificação das concepções dos alunos	71
4.3.2.	Etapa 2 - Para que servem os termómetros e estabelecimento do equilíbrio térmico	75
4.3.3.	Etapa 3 – Familiarização com a utilização de sensores de temperatura e do software de SATD	79
4.3.4.	Etapa 4 - Utilização de termómetro e sensores de temperatura numa situação de estabelecimento de equilíbrio térmico	80
4.3.5.	Etapa 5 - Estabelecimento de outra situação de equilíbrio térmico utilizando só sensores	85
4.3.6.	Etapa 6 - Estudo da variação da temperatura na sala de aula durante 24 horas utilizando um termómetro de máxima e mínima e sensores de temperatura	88
4.3.7.	Etapa 7 - Isoladores térmicos	91
4.4.	Fase 3 – Avaliação do processo.....	99
4.4.1.	Avaliação do desenvolvimento dos alunos	99
4.4.1.1.	Avaliação da aprendizagem	99
4.4.1.2.	Comparação de aprendizagens entre alunos que participaram no projecto e alunos do 4º ano de escolaridade, da mesma escola, que não participaram no projecto	106
4.4.1.3.	Apreciação dos alunos acerca do trabalho	112
4.4.2.	Avaliação do desenvolvimento profissional dos professores	118

CAP.V – CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

122

5.1. Introdução	122
5.2. Conclusões	122
5.2.1 Acerca do desenvolvimento profissional dos professores	122
5.2.2. Acerca dos conteúdos	124
5.2.3. Acerca dos comportamentos e atitudes	124
5.3.4. Acerca das actividades experimentais	126
5.4. Implicações educacionais	129
5.5. Limitações do estudo	131

BIBLIOGRAFIA	132
---------------------	-----

ANEXOS

1. Questionário inicial aplicado aos alunos	140
2. Fichas de trabalho das actividades experimentais planificadas	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização da amostra	33
Tabela 2.	Esquema do desenvolvimento do estudo	40
Tabela 3.	Etapas da fase I (Formação dos professores)	41
Tabela 4.	Etapas de acção	45
Tabela 5.	Calendarização das actividades experimentais	46
Tabela 6.	Respostas à questão 5 do questionário (diferenças entre os gráficos)	74
Tabela 7.	Respostas à questão 5.1 do questionário (semelhanças entre os gráficos)	75
Tabela 8.	Respostas à pergunta: qual a função das caixas térmicas?	97
Tabela 9.	Respostas à pergunta: a lã também é boa para conservar o frio?	102
Tabela 10.	Respostas à questão: Qual dos bonecos “derrete” primeiro? ..	107
Tabela 11.	Respostas à questão: Qual o frasco que mantém a sopa quente mais tempo?	108
Tabela 12.	Justificação das respostas dadas à pergunta: Qual o frasco que mantém a sopa quente mais tempo?	108
Tabela 13.	Tabela 14 - Respostas à questão: Qual o frasco que mantém a água fria durante mais tempo?	109
Tabela 14.	Justificação das respostas dadas à pergunta: Qual o frasco que mantém a água fria mais tempo?	110
Tabela 15.	Respostas à questão: Serão gráficos da mesma experiência? .	111

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1	Desenvolvimento conceptual dos alunos - o revestimento como isolador térmico	127
Diagrama 2.	Desenvolvimento conceptual dos alunos – interpretação de gráficos	128

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

Este primeiro capítulo pretende, fundamentalmente, apresentar e contextualizar o estudo. Assim, para além da contextualização do estudo, será apresentado o problema de investigação que lhe deu origem, refere-se também importância do estudo e por fim será exposto o plano geral da dissertação.

1.2. Contextualização do estudo

Uma sociedade em constante mudança coloca um permanente desafio às escolas. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são um dos factores mais salientes dessa mudança acelerada, a que as escolas têm de ser capazes de responder rapidamente e mesmo promover.

A reorganização curricular do ensino básico, em vigor nas escolas do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB), desde 2001, assume plenamente a importância estratégica de que se reveste a integração curricular das TIC. O Decreto-Lei 6/2001 que enquadra este processo esclarece no seu preâmbulo que a utilização das TIC constitui uma formação transdisciplinar, a par do domínio da língua e da valorização da dimensão humana do trabalho.

Tal significa que, no currículo deste nível de ensino, as TIC passem a ter presença inequívoca na acção pedagógica em todas as disciplinas e áreas disciplinares, bem como

nas áreas curriculares não disciplinares. O artigo 3º deste Decreto-Lei, que explicita os princípios orientadores do currículo, consagra a *“valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e actividades de aprendizagem, em particular com recurso a Tecnologias de Informação e Comunicação”* (p. 17).

Neste quadro, as TIC são chamadas a assumir uma importante dimensão pedagógica no 1º CEB, e em toda a escolaridade obrigatória, de forma diversificada e no âmbito das diversas disciplinas e áreas curriculares não disciplinares, como a *“Área de Projecto”*, *“Estudo Acompanhado”* e *“Formação Cívica”*. No que se refere ao enquadramento destas áreas, refere o Decreto-Lei 6/2001 que *“devem ser desenvolvidas em articulação entre si e com as áreas disciplinares, incluindo uma componente de trabalho dos alunos com as Tecnologias da Informação e Comunicação e constar explicitamente do Projecto Curricular de Turma”* (p.29), documento orientador de toda a actividade da turma.

A reorganização curricular no 1º CEB, apresenta-se como uma mudança que vai ao encontro de um ensino experimental, de um trabalho em laboratório e em grupo, com a utilização das novas tecnologias, tentando acabar de vez com as aulas fundamentalmente expositivas.

Nesta reorganização curricular levada a cabo pelo Ministério da Educação, expressa pelo Decreto-Lei 6/2001 assume particular importância e mesmo carácter obrigatório o ensino experimental das ciências expresso no artigo 3º, que explicita os princípios orientadores do currículo: *“Valorização das actividades experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática”* (p.16).

Refere ainda o documento orientador desta reorganização curricular que *“a escola precisa de assumir (...) na sua oferta curricular, experiências de aprendizagem*

diversificadas, nomeadamente mais espaços de efectivo envolvimento dos alunos (...)”
(p.12).

Esta cultura de investigação permite, por um lado, revalorizar o papel do professor no ensino e conferir autenticidade ao ambiente de aprendizagem e, por outro, proporcionar aos alunos oportunidades únicas de aprendizagem de conceitos, competências e atitudes que têm sido apontados como fundamentais para a adaptação dos jovens a um mundo em constante mudança.

1.3. Identificação do problema

Da importância atribuída ao ensino experimental e às Tecnologias da Informação e da Comunicação no actual currículo do Ensino Básico, a presente proposta de estudo vai no sentido de avaliar se uma metodologia que envolva os professores num processo de reflexão acerca das suas necessidades de formação, para melhorar as suas práticas pedagógicas, pode contribuir para o desenvolvimento profissional dos professores e para a aprendizagem e motivação dos alunos.

O problema que serviu de orientação a este estudo subdivide-se em dois aspectos, um relacionado com os professores e o outro relacionado com os alunos:

- a) Pretende-se que os professores envolvidos identifiquem as suas necessidades de formação, envolvê-los na resolução dessas dificuldades planificando estratégias para o desenvolvimento das actividades experimentais e que planifiquem um bloco de actividades experimentais utilizando uma metodologia

de ensino-aprendizagem baseada no uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no ensino experimental.

b) Se a utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação no ensino experimental das ciências no 1º CEB, contribui para a aprendizagem e motivação dos alunos.

1.4. Importância do estudo

O futuro que se pode perspectivar a uma sociedade de informação e do conhecimento depende, em larga medida, do que hoje acontece nas escolas. As características e qualidade da acção educativa que aí decorre, as aprendizagens realizadas, as competências, os saberes adquiridos e as experiências de aprendizagem são factores condicionantes do percurso que os alunos vão realizar.

Este estudo reveste-se de especial importância porque se conhecem poucas referências à utilização das TIC no trabalho experimental, no 1º CEB, em Portugal e pela importância que actualmente têm as TIC e o ensino experimental no currículo, revestindo-se este último de carácter obrigatório no ensino das ciências (Decreto Lei 6/2001). Por outro lado pretende fazer-se um trabalho numa área onde os professores não têm experiência e denotam alguma falta de formação e de motivação.

Tem também importância para os participantes no estudo porque pretende promover o desenvolvimento das aprendizagens dos alunos num contexto de aprendizagem das Ciências da Natureza com recurso às Tecnologias da Informação e Comunicação e o desenvolvimento profissional dos professores, numa área onde apesar de haver alguma formação esta é dirigida quase sempre para os aspectos teóricos.

Não basta que os alunos sejam capazes de realizar alguns procedimentos elementares no uso das TIC, mas que desenvolvam processos de aprendizagem transdisciplinares com tempo significativo de prática e com o uso das TIC na resolução de situações problemáticas, com aplicação prática a situações do quotidiano. Isso pressupõe o empenho das escolas e dos professores e o estímulo por aprendizagens autónomas e cooperativas, dos alunos.

Devem, adquirir uma atitude experimental, ética e solidária, a capacidade de utilização e manuseamento dos instrumentos, hardware e software apropriados, a capacidade de recolher e tratar informação e dados, e desenvolver interesses e capacidades de auto-aprendizagem e trabalho cooperativo, no uso das TIC.

Adell (1997) refere que as tecnologias de informação e comunicação já não são só uma ferramenta didáctica ao serviço dos professores e alunos, elas são e estão no mundo onde crescem os jovens que ensinamos.

Também aos professores são hoje exigidas novas competências, o professor pode e deve conhecer e utilizar os programas educacionais de qualidade que tenha ao seu dispor com o objectivo de melhorar e diversificar as práticas pedagógicas. Programas esses que devem ser usados numa perspectiva transdisciplinar e com uma ligação ao quotidiano dos alunos.

Existe de facto uma necessidade para que a generalidade dos professores do 1º CEB adquiram competências básicas em TIC, envolvendo o desenvolvimento de competências de integração das tecnologias numa perspectiva pedagógica, permitindo aos professores a reflexão sobre o seu papel neste processo.

Pode ser pelos professores e em torno deles, que lenta e seguramente as TIC poderão modificar, de forma visível e sensível, os métodos de ensino praticados na escola.

Relativamente às TIC e à sua implementação nas escolas, não basta achar que algo é bom: é preciso teorizar, passar à prática e, ainda mais, é necessário medir e avaliar. Só avaliando podemos seleccionar as melhores ferramentas e metodologias e promover o progresso. (Perraton, 2000).

Como sugere Atinkson (1997), para termos professores empenhados e despertos, devemos incluir no seu programa de formação, as novas tecnologias, em dois sentidos: no sentido de valorizar as pedagogias clássicas e no sentido de os fazer entender que as TIC não são antagonistas dos métodos tradicionais, mas antes os dois se interpotenciam.

Os professores devem estar abertos à inovação tecnológica, ao ensino centrado no aluno, abertos à sua participação em que o professor tem o papel de mediador e facilitador da comunicação.

Devem reconhecer o potencial das TIC no processo de ensino-aprendizagem, evidenciar as vantagens desta metodologia para o desenvolvimento de competências essenciais como a capacidade de iniciativa, o trabalho de grupo e a resolução de problemas.

Estão, no entanto, identificadas à partida algumas barreiras ou entraves à implementação de um projecto assente nas TIC, como por exemplo: o fraco parque informático das escola e outra que tem a ver com os constrangimentos dos agentes educativos. Ambas são passíveis de constituir desculpas para que nada se altere em termos de metodologias de ensino.

Também Wild (1996) identifica um conjunto de dificuldades que podem levar ao não uso das TIC em contexto educativo:

- Falta de oportunidades para usar os computadores regularmente, criando uma continuidade pedagogicamente benéfica;

- O facto de muitos alunos de estratos sócio-económicos baixos não possuírem computador;
- Recursos informáticos escassos na escola;
- Stress do professor;
- Falta de segurança e confiança para usar as TIC;
- Falta de conhecimento sobre o verdadeiro impacto do uso das TIC em contexto educativo;
- Poucas experiências com TIC's na formação de professores quer inicial quer durante a actividade.

Parecem ser bastante relevantes e actuais estas dificuldades identificadas por Wild para a implementação do uso das TIC em contexto educativo que associadas à influência que estas poderão ter no ensino-aprendizagem das ciências tornam importante a realização deste estudo, seguindo uma direcção metodológica voltada para as actividades investigativas.

Num mundo onde a ciência e a tecnologia penetram cada vez mais profundamente na vida quotidiana do indivíduo e da sociedade, a escola tem importante papel a desempenhar, não somente na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos, mas também no desenvolvimento de atitudes susceptíveis de assegurar aos cidadãos do futuro a aplicação e avaliação desses conhecimentos.

1.5. Plano geral da dissertação

Esta dissertação apresenta-se estruturada em cinco capítulos.

No capítulo I, faz-se a contextualização do estudo (1.2.), identifica-se o problema que conduziu à investigação (1.3.), refere-se a importância do estudo (1.4.) no contexto educacional e é apresentada a estrutura geral da dissertação (1.5.).

O capítulo II é dedicado à revisão da literatura (2.2.) sobre a temática abordada no estudo desenvolvido.

Nela se referem os principais estudos e artigos relacionados com o tema da dissertação.

No capítulo III apresentam-se os objectivos do estudo (3.2.), apresenta-se a amostra (3.3), faz-se a análise dos conteúdos programáticos (3.4.) em que o tema se insere, descreve-se e justifica-se a metodologia utilizada neste estudo (3.5), assim como a metodologia usada na recolha (3.6.) e no tratamento dos dados (3.7.).

No capítulo IV faz-se a apresentação e análise dos resultados obtidos.

Esta apresentação é organizada em três fases.

- (4.2.) Fase I – Formação de professores;
- (4.3.) Fase II – Intervenção na sala de aula;
- (4.4.) Fase III – Avaliação do processo

A discussão dos resultados é também ela subdividida em quatro alíneas:

- Avaliação do desenvolvimento dos alunos (4.4.1.1.);
- Comparação de aprendizagens entre alunos que participaram no projecto e alunos do 4º ano de escolaridade, da mesma escola mas que não participaram no projecto (4.4.1.2.);
- Apreciação dos alunos acerca do trabalho (4.4.2.3.);
- Avaliação do desenvolvimento profissional dos professores (4.4.2).

Termina-se esta dissertação no capítulo V que se refere às conclusões e às implicações educacionais deste estudo, referem-se ainda as limitações do estudo.

São apresentados dois anexos:

- Questionário aplicado aos alunos;
- Fichas de actividades elaboradas pelos professores.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Introdução

Este capítulo pretende apresentar uma revisão da literatura que permita uma maior familiarização com a área temática em que se insere este estudo.

2.2. Revisão da literatura

O trabalho desenvolvido por Willis (1998), englobado no projecto “Primary Teacher as Scientist” tinha como objectivo ajudar os professores primários a melhorar a sua compreensão da ciência e das experiências na sala de aula.

Neste trabalho a autora definiu como objectivos planear e ensaiar algumas investigações que as crianças pudessem realizar com sensores para aumentar o seu conhecimento científico, usando sensores de um modo apropriado e correcto em situações onde outros instrumentos são menos precisos ou difíceis de usar. Os alunos podiam também realizar as suas próprias investigações.

Para o desenvolvimento deste estudo utilizou como amostra 4 alunos do 6º ano (11 anos) que prepararam as actividades para apresentarem aos seus colegas de turmas do 5º e 6º aos.

A investigadora fez auto-formação sobre sensores, ensinou os alunos a trabalhar com sensores de luz, temperatura e som, realizaram as actividades propostas com base

numa questão/problema e por fim realizaram investigações propostas pelos próprios alunos.

Concluiu que os sensores e os Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD) têm várias características que os tornam ideais para o uso no ensino das ciências no ensino primário 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB).

O software simples é relativamente fácil de usar e o hardware acessível de montar e operar. As crianças não precisam de tentar registar medições e observar fenómenos ao mesmo tempo, já que os SATD registam várias variáveis ao mesmo tempo. Os sensores e computadores tornam os resultados das investigações visíveis e instantaneamente acessíveis.

Outra das vantagens identificadas por esta autora é que os resultados podem ser impressos e fotocopiados de modo a que as crianças escrevam sobre as suas investigações ou interpretem gráficos. Considera a autora que o maior benefício em usar técnicas baseadas na utilização de SATD é o entusiasmo por este género de actividades, que aumenta quando os alunos testam as suas próprias ideias.

Noutros estudos sobre o mesmo tema foram tidos em conta outros aspectos que podem influenciar a utilização de SATD no ensino das ciências.

Assim, dependentes do contexto de aplicação, Rogers e Wild (1996) identificaram as seguintes propriedades das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), nomeadamente o uso de SATD, que associaram aos seus potenciais benefícios, como se mostra no quadro que se segue.

Propriedades das TIC que adicionam valor ao trabalho prático	Potenciais benefícios (dependentes do contexto de aplicação)
Novos contextos de obter dados	Alunos menos dependentes de informação secundária. Podem obter os seus próprios dados numa maior variedade de situações.
Reduz o esforço manual para obter gráficos	Precisam de um baixo nível de habilidades para traçar gráficos. Mais tempo disponível.
Dados e relatório em tempo real	Interactividade. Mais tempo disponível. Encoraja a obter mais dados. Encoraja a pensar sobre os dados.
Precisão das leituras (menos dependência das escalas dos instrumentos de leitura) Precisão na apresentação de relatório (armazenamento automático dos dados)	Redução de erros – melhor qualidade da informação
Ferramentas para calcular e analisar	Mais informação disponível. Melhor qualidade da informação. Mais tempo disponível.
Novos métodos de explorar dados	Novo discernimento dos dados – identificação de padrões e orientações.

As propriedades da utilização de Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados promovem amplo encorajamento à reflexão, mas concluiu-se que o alcance e qualidade dessas propriedades dependem da sua aplicação e das condições que envolvem o seu uso, devendo prestar-se atenção a um estilo de ensino que se desenvolva através de uma abordagem investigativa.

Propõe-se aos professores que adoptem as seguintes estratégias que parecem tirar o maior proveito da utilização de SATD:

- obter total proveito do potencial do software;
- rever e redefinir objectivos das actividades práticas;
- dar aos alunos liberdade para explorar;
- encorajar uma abordagem de questionamento.

Posteriormente a estes autores, Rogers (1997) descreveu o desenvolvimento de ferramentas de software que proporcionam novas oportunidades para os alunos explorarem

informação e conseqüentemente tornam-se uma potencial ajuda em trabalhos investigativos.

Um dos benefícios dos métodos de utilização de Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados é que aparentemente estes permitem aos alunos terem maior responsabilidade na realização dos trabalhos práticos. A recolha de dados automática e a construção de gráficos reduz a necessidade por parte dos alunos de ajuda do professor.

No entanto, o valor das intervenções dos professores em aulas baseadas nas Tecnologias da Informação e Comunicação permanece elevado. As intervenções dos professores podem mediar as interpretações que os alunos fazem dos gráficos apresentados no computador. Perguntas perspicazes feitas pelos professores podem, tal como Barton (1997) demonstrou, ajudar os alunos na interpretação dos dados.

Mas, mesmo sem a intervenção directa do professor, aparentemente existem benefícios no que diz respeito aos alunos acederem a gráficos e a informações em tempo real.

As actividades práticas em ciências baseadas na utilização de SATD envolvem os alunos em actividades de interpretação e explicação de dados e de informações. Em princípio, as capacidades para interpretação de dados, identificação e explicação de resultados “anormais” são bem suportadas pelos métodos que utilizam os SATD, como constatou Nakhleh (1994).

Os sistemas electrónicos podem recolher grandes quantidades de informação de alta qualidade, o que significa que os alunos não são confrontados com insuficiência de dados ou informação demasiado confusa. O software reduz o esforço que os alunos têm que investir na apresentação gráfica dos dados para que possam investir esse esforço em actividades interpretativas.

As ferramentas de software previamente mencionadas permitem aos alunos explorar e apresentar os dados de maneiras diferentes com menor investimento em termos de tempo e esforço. Podem tentar olhar para os dados de maneiras diferentes para tentar identificar tendências e padrões e para testar ideias acerca dos mesmos. Os alunos que treinem estas capacidades de síntese, de explicação e interpretação de fenómenos estão a desenvolver uma maior actividade cognitiva. Existe, então, a perspectiva de aumentar o nível de sucesso dos alunos nestas áreas através do uso de SATD (Newton, 1999).

Num estudo efectuado sobre a integração das TIC no ensino das ciências, procurando descobrir entraves e benefícios, Welligton (1999) pretendia saber como, onde e quando os professores usam as TIC e quais os principais benefícios e recuos no seu uso.

Utilizou como amostra 50 escolas e colégios do Reino Unido, incluindo 3 de Singapura, monitorizou os fóruns de discussão na Web, os comentários dos professores durante todo o tempo e estudou seis casos em profundidade (envolvendo observação, entrevistas a alunos e a professores) e questionários enviados a todas as escolas.

Concluiu que na integração das TIC com o tema a ensinar, numa instituição de ensino, não podem nem devem ser subestimadas o número de pessoas envolvidas, as posições hierárquicas que ocupam e as relações que se estabelecem.

Nem um programa de formação de professores, ainda que bem consolidado, pode ser suficiente para que este tipo de ensino seja implementado, nem o abastecimento de escolas de software e hardware leva simplesmente ao sucesso.

Os ingredientes essenciais para a implementação com sucesso de um projecto baseado nas TIC parecem ser segundo o autor:

- uma escola onde os elementos se apoiem e com um espírito positivo direccionado para as TIC e para as políticas que as reforçam;

- um coordenador das TIC voluntarioso, com uma atitude positiva quanto ao seu uso no ensino-aprendizagem de temas que não os directamente relacionados com as TIC;
- o suporte de um técnico das TIC;
- a disponibilidade de recursos das TIC e um registo da sua utilização transparente para os professores;
- confiança dos professores e dos alunos no uso das TIC;
- software que os professores de ciências possam ver claramente que lhes oferece valor adicional no ensino/aprendizagem potenciando a visualização, a diferenciação, a motivação e a variedade para os alunos e professores envolvidos nestes projectos;
- uma pessoa “chave” nesta área com entusiasmo para lutar por este caminho no meio da confusão.

As práticas com TIC de boa qualidade podem motivar professores e alunos e podem ajudar a aprender. Podem facilitar a ocorrência da diferenciação permitindo aos alunos trabalhar ao seu próprio ritmo e controlar a sua aprendizagem e podem ser uma ferramenta de ensino válida para os professores, melhorando o seu papel enquanto professores e facilitando-lhes um melhor contacto com os indivíduos e a exploração das suas dificuldades.

Quando os factores mencionados anteriormente forem combinados na complexa instituição que é “a escola”, então o sucesso pode acontecer. É compreensível, portanto, que algumas escolas desistam. Quando as barreiras anteriores forem ultrapassadas e as TIC tenham forçado um caminho no ensino/aprendizagem das ciências a evidência do seu valor será clara e incontornável.

A discussão anterior identificou alguns dos potenciais benefícios de abordagens de ensino-aprendizagem com recurso a SATD nos trabalhos práticos, no entanto, as técnicas de utilização de SATD parecem ainda não ter ganho o apoio profissional dos professores. No Reino Unido, informações da inspecção das escolas (OFSTEAD, 1998 *cit.* Newton, 2000) indicava que a aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino é inconsistente apesar de ser um dos requerimentos do Currículo Nacional do Reino Unido.

Podem existir diversas razões para isso, incluindo problemas de aprovisionamento das escolas, acesso aos recursos e treino por parte dos professores. A acrescentar a estes factores ainda há o desafio colocado pela implementação de inovações na sala de aula.

Um estudo desenvolvido por Newton (2000) acerca da utilização dos SATD tinha como objectivo identificar os benefícios expressos deste método, explorar a transição desses mesmos benefícios para a realidade das aulas de ciências e identificar o alcance da sua influência nos professores e no modo como estes desenvolvem esses mesmos métodos.

Refere que o processo de implementação dos SATD nas salas de aula não é tão simples como aparenta pois é moldado por um complexo conjunto de influências, incluindo recursos, planeamento de estratégias e o nível de compreensão dos professores sobre o alcance e o potencial das actividades baseadas nos Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados.

Na revisão de literatura feita pelo autor realçam-se os estudos de Rogers & Wild (1994, 1996) que estudaram a importância da utilização dos métodos de baseados em SATD em laboratórios, num pequeno número de escolas. O estudo identificou certos atributos das técnicas baseadas na utilização de SATD que se revelaram muito benéficos para a aprendizagem dos alunos. Esse estudo indica a importância do contexto e dos métodos de ensino adoptados para alcançar esses mesmos benefícios.

Como membro do Qualifications and Curriculum Authority (QCA) Mackay (2003) refere que as TIC são únicas como assunto central do National Curriculum for England, tanto assim, que aparecem ou são consolidadas no contexto de outros assuntos.

Destaca as seguintes contribuições das TIC para o ensino:

- produzir materiais, em particular para determinados tópicos, onde o trabalho prático pode ser limitado;
- o uso de um ecrã para mostrar gráficos, diagramas, modelos de software, imagens de microscópio ou vídeos para serem partilhados, discutidos e explorados pela turma;
- o uso das TIC para preparar outros materiais de ensino, guardar os dados das crianças e monitorizar os seus progressos.

Refere também, alguns procedimentos que podem facilitar a implementação das TIC no ensino:

- fácil acesso aos computadores;
- manutenção e segurança dos computadores;
- instalação e actualização de software;
- uso de trabalho individual, de grupo ou demonstrações.

Hart (2003) faz a análise de vários softwares e hardwares utilizados no ensino das ciências. Faz uma apreciação positiva do uso de sensores no ensino das ciências e conclui que com tudo o que há ao dispor dos professores, estes podem melhorar o ensino das ciências. A variedade de meios disponíveis ajuda a tornar o ensino e a aprendizagem das ciências mais excitante e estimulante para alunos e professores.

A partir da experiência pessoal na utilização de SATD e das formações realizadas, Higginbotham (2003) refere ser importante dominar a parte prática da montagem de SATD

para realizar actividades experimentais. Segundo a autora, existe mais nos SATD do que apenas a produção de gráficos:

- explorar – descobrir como os sensores reagem a mudanças;
- comparar – usando um só sensor e registando leituras simples para fazer comparações (introduzindo a necessidade de um teste fiável);
- registar - usando um sensor e a linha do gráfico para demonstrar mudanças contínuas;
- monitorizar – Registrar com dois sensores para mostrar simultaneamente uma comparação depois do tempo da experiência;
- investigar – Usar quaisquer sensores requeridos para descobrir a resposta a questões colocadas;
- examinar os gráficos - contar a história do gráfico usando as ferramentas de análise disponíveis no ecrã para descobrir o que aconteceu e anotar os comentários no gráfico.

Segundo Ball (2003), definem-se como boas práticas pedagógicas no ensino das ciências na escola primária situações em que as crianças estão empenhadas em questionar, explorar, interpretar e agradadas com as experiências e considera as TIC apropriadas para o desenvolvimento dessas situações.

Para fazer um uso efectivo das TIC no ensino, professores e alunos precisam conhecer que podem ser usadas como:

- ferramentas,
- fontes de referência;
- meio de comunicação;
- único meio de fazer determinadas actividades.

As três ferramentas mais importantes são folhas de cálculo, bases de dados e sistemas de análise e tratamento de dados. Os Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados são utilizados nas actividades das TIC mais associada às ciências.

O'Connor (2003) refere que integrar as TIC no ensino primário das ciências por imposição ou por mera sugestão aos professores como abordagem ao ensino das ciências na escola, pode induzir sentimentos de apreensão, relutância ou dúvida.

A autora refere que nas actividades desenvolvidas com as TIC é dado o poder às crianças para assumirem o controlo da sua própria aprendizagem. A apreensão, relutância e dúvida podem deixar de existir entre os professores motivados e satisfeitos quando as ciências e as TIC forem integradas conjuntamente no ensino primário.

Tinker (1987) referiu que fornecer ferramentas para observar, modelar fenómenos e analisar resultados a alunos a trabalhar colaborativamente corresponde a um avanço na realização de actividades de ciências.

Os passos iniciais são claros: formar professores de modo que eles possam tirar vantagens das novas oportunidades, desenvolvendo software e materiais que depois possam aplicar nas actividades experimentais de ciências, e constar no currículo, em larga escala, a experimentação nas escolas.

Powers & Salamon (1998) desenvolveram um projecto onde os professores foram treinados para terem uma maior literacia computacional, fazendo programas de computadores e depois integrando-os nas experiências das aulas.

Como resultados, os alunos, depois de os utilizarem, apresentaram uma atitude mais positiva em relação às ciências, melhoraram as suas capacidades cognitivas e aumentaram a literacia na área dos computadores.

Os professores melhoraram a sua literacia e conhecimentos nesta área.

Durante o projecto os participantes (alunos e professores) sentiram que o seu conhecimento em ciências e computadores usando tecnologias de interface tinha aumentado drasticamente e as barreiras pessoais relativas ao computador deixaram de existir.

Os alunos mostraram-se extremamente motivados neste projecto. Com o alto nível de interesse dos estudantes em computadores e um programa que apele ao seu uso nas actividades de ciências, a sua atitude face às ciências pode ter um impacto positivo e novas direcções em relação ao ensino das ciências podem ser alcançadas.

O trabalho desenvolvido por Rogers e Wild (1996) propôs-se examinar o uso dos Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados nos laboratórios de ciências das escolas para avaliar os benefícios educacionais reclamados para a tecnologia.

Concluíram os autores que os grupos que utilizaram as tecnologias da informação gastaram mais tempo a discutir os seus dados e tenderam a partir para a discussão mais cedo na aula. O tradicional ênfase dado aos aspectos mecânicos das medições, gravações e relatórios no trabalho prático convencional foi minorado, isto indica potencial para as tecnologias da informação ao facilitarem um maior ênfase em competências de ordem mais elevada, no entanto os efeitos notados neste estudo são muito mais dependentes do contexto do que originalmente se esperava.

Os principais factores contextuais apresentados pelos autores são:

- a qualidade da exploração das ferramentas do computador;
- a natureza física do tópico a investigar;
- os objectivos de aprendizagem;
- estilo de aprendizagem (autonomia das crianças; investigação).

Na América do Norte o projecto TESSI, onde uma vasta gama de tecnologias foi implementada com abordagens de ensino cuidadosamente estruturadas, descreveu que os

alunos a trabalharem em cenários ricos em novas tecnologias, trabalhavam de modo mais independente (Pedretti *et al.*, 1998). Estes investigadores identificaram a importância da dimensão social da resposta dos alunos a este tipo de ambiente de aprendizagens. Tal como Rogers & Wild (1996), eles reconhecem que existem outros factores para além dos atributos destas novas tecnologias que influenciam o sucesso da integração e do uso destas na aula.

Também Newton (2000) dá importância a outros factores pois é na sala de aula que os professores de ciências irão implementar os métodos de utilização de SATD e onde os benefícios a qualquer aluno devem ser assegurados. Dado que as pesquisas sugerem que o contexto do uso é um factor determinante para nos apercebermos dos verdadeiros benefícios dos SATD, parece apropriado considerar o uso prático dos mesmos nas salas de aula.

O ponto fulcral do artigo de Newton é a realidade das experiências de alguns professores de ciências no uso de SATD. Uma parte do estudo pretendeu explorar um certo número de tópicos relacionados com o uso rotineiro de SATD no ensino das ciências.

Esses tópicos eram:

- motivação dos professores para usar métodos baseados na utilização de SATD;
- identificação de factores que influenciam o modo como as actividades para a utilização de SATD são seleccionadas;
- a influência do Currículo Nacional nas práticas utilizando SATD;
- as capacidades desenvolvidas pelos alunos e pelos professores ao usarem este método;
- identificação dos aspectos dos SATD que os professores gostariam de desenvolver a seguir.

Para isso o autor realizou uma série de entrevistas semi-estruturadas feitas a 5 professores de ciências, que trabalhavam em 4 escolas secundárias diferentes. Na altura do estudo duas destas escolas tinham o estatuto especial de escolas de tecnologias, como tal tinham bastantes recursos de TIC que eram um aspecto importante da experiência curricular destes alunos. As outras duas escolas não tinham qualquer estatuto especial mas haviam adquirido material das TIC para ensinar ciências. Os professores voluntariaram-se para participar no estudo. Após uma série de observações de lições que envolveram SATD, os professores foram entrevistados para expressarem as suas opiniões acerca das experiências.

Neste trabalho, Newton (2000) concluiu que a potencial contribuição dos métodos baseados na utilização de SATD na aprendizagem das ciências pelos alunos é considerável.

Os dados deste estudo revelam que um determinado número de características das actividades baseadas na utilização de SATD precisam de estar presentes para promover o desenvolvimento de uma abordagem mais interpretativa nas actividades práticas de ciências.

Características tais como:

- disponibilidade de hardware e software adequado e actualizado;
- apoio técnico para assegurar que o equipamento funciona bem;
- capacidades dos professores no uso técnico do equipamento.

Estes factores são pré-requisitos para o estabelecimento de uma plataforma a partir da qual as actividades baseadas na utilização de SATD vão emergir. É necessária experiência e familiarização com o equipamento e o seu uso na sala de aula para aumentar o conhecimento profissional dos métodos baseados na utilização de SATD, nomeadamente:

- perceber como os SATD podem mudar as necessidades da turma;

- entender os inúmeros benefícios da abordagem dos métodos baseados na utilização de SATD;
- desenvolver abordagens de ensino que explorem os atributos da tecnologia.

A compreensão destes tópicos leva algum tempo a emergir, mas nos entusiastas de experiências com as TIC podem guiar ao desenvolvimento dos Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados no ensino das ciências.

É possível que uma apreciação completa do potencial dos SATD como ferramenta para os professores possa encorajar os professores de ciências a identificar e clarificar os objectivos para o ensino experimental das ciências, desenhados a partir dos atributos das novas tecnologias, mas é provável que seja necessário serem guiados pelo currículo para:

- criar oportunidades no currículo para planear actividades baseadas na utilização de STAD;
- contribuir com incentivos para encorajar um maior uso de SATD.

Se a potencial contribuição dos SATD no ensino prático das ciências é para ser totalmente realizada, mais investigação com reconhecimento tem de ser feita explorando os constrangimentos da aula onde for aplicada.

Existe também a necessidade de planear as actividades dos alunos com as novas tecnologias em mente. Feito assim, requer professores que não só compreendam os atributos da tecnologia mas as também as mudanças nos alunos durante o trabalho prático, conduzindo a um uso efectivo das tecnologias e ajudando os alunos a conseguirem evoluir em ciências.

Noutro contexto, ao estudar o desenvolvimento da habilidade das crianças para usarem as evidências no trabalho prático Green (2001) tinha como objectivos perceber como as crianças usam as evidências acumuladas durante uma aula prática de ciências,

perceber se conseguem pensar consistentemente acerca do que estão a fazer e se as soluções que elas expressam são alcançadas com base nas evidências acumuladas.

Utilizou como amostra 170 crianças com idades compreendidas entre os 8 e os 11 anos que realizaram experiências com um pêndulo. Concluiu que existem pequenas diferenças entre rapazes e raparigas no uso consistente das evidências, com os rapazes a serem melhor sucedidos a relacionar a causa e efeito e as raparigas a explicar e interpretar as evidências.

Tao & Gunstone (1999) investigaram se simulações em computador na área da física originam mudanças conceptuais. O estudo decorreu durante 10 semanas numa turma de ciência do 10º ano com 14 alunos.

Os alunos trabalharam em grupos de dois em tarefas de previsão, observação e explicação. Estas tarefas foram seleccionadas para promover conflitos cognitivos que facilitassem mudanças conceptuais num total de 48 tarefas.

Enquanto os estudantes trabalhavam nos programas as conversas foram gravadas e mais dados foram recolhidos durante e depois das aulas para investigar o desenvolvimento conceptual dos estudantes. Incluíram testes qualitativos, respostas pré e pós testes sobre entendimento conceptual e um mini teste no fim de cada unidade.

A pesquisa demonstra que a construção social do conhecimento através da colaboração entre colegas conduz a mudanças conceptuais no contexto das tarefas efectuadas. No entanto, mais tarde os estudantes regressam às concepções antigas.

Contudo, quando a co-construção do conhecimento foi acompanhada de “construção” pessoal as mudanças mantiveram-se estáveis através do tempo.

Na entrevista final, vários alunos que atingiram uma mudança conceptual substancial indicaram que estavam conscientes das concepções alternativas e podiam

identificar a mudança conceptual pela qual passaram, referiram também, que tentaram constantemente entender e dar sentido ao que aprenderam.

Zietsman & Hewson (1996) descreveram uma investigação sobre os efeitos do ensino usando computadores e estratégias de mudança conceptual. Os resultados mostraram que as simulações produzidas em computadores são representações credíveis da realidade e que a parte do programa que se destinou às estratégias de mudança conceptual produziu mudanças conceptuais significativas nos estudantes.

Mercer (1994) realizou pesquisas que se focaram nas conversas dos alunos num ambiente de trabalho com computadores. Este interesse particular foca o valor das acções faladas e da interacção social construída entre os indivíduos que trabalhavam nos computadores. A base para esta abordagem vem das teorias sociais construtivistas da psicologia

No Reino Unido, o projecto SLANT identificou a ocorrência de tipos de conversa educacionalmente úteis nos grupos das TIC em escolas primárias (Mercer, 1994). Trabalhos semelhantes têm sido desenvolvidos na Austrália, com alunos mais novos, e uma vez mais os padrões do discurso dos alunos num ambiente computadorizado revelaram-se semelhantes (Wild & Braid, 1996).

Nos Estados Unidos da América, técnicas de análise de discurso têm sido utilizadas no trabalho em laboratórios computadorizados, com alunos do 12º ano, de física, e revelaram o papel do computador no trabalho de grupo. O padrão de interacções indicou que o computador pode ser visto como um elemento do grupo, devido à sua capacidade de contribuir com informação para a discussão. Os alunos desenharam imagens ou símbolos no computador para ajudar no desenvolvimento do seu pensamento em trabalhos experimentais (Kelly & Crawford, 1996).

O estudo desenvolvido por Barton (1997) tinha como objectivo fazer uma comparação entre a produção de gráficos com o auxílio de um computador ou a sua produção um modo convencional (lápiz e papel).

Esta pesquisa mostrou como a construção de gráficos através de dados inseridos no computador em vez de feitos no papel pode fazer com que os alunos compreendam melhor e dêem maior importância à informação.

Escolheu como área curricular para esse estudo as “características de medição eléctrica”. Os alunos do ensino secundário foram retirados das aulas regulares para trabalharem com o investigador durante 70 minutos, foi dada a mesma tarefa a três grupos por cada nível de ensino estudado, em que única diferença estava no método de recolha de dados.

O grupo da abordagem computadorizada usou um interface “corrente/voltagem”, o grupo da abordagem prática recolheu os dados através da leitura de escalas em voltímetros e amperímetros. Ao grupo da abordagem não prática foram-lhe fornecidos os dados necessários.

O trabalho dos três grupos foi avaliado relativamente a dois aspectos: o desenvolvimento das actividades em cada um dos métodos e os resultados de cada grupo na interpretação dos gráficos.

O autor concluiu que a abordagem computadorizada parece ser superior às outras abordagens, já que é mais flexível e oferece gráficos em tempo real. A apresentação dos dados é imediata e espontânea, captando a atenção dos estudantes que procuram interpretar os acontecimentos. A abordagem prática apresenta um quadro muito diferente da abordagem computadorizada. A recolha de dados parece ser encarada com um fim em si mesmo e a atenção dos alunos foca-se nos valores individuais dos dados em vez de verem o evento como um todo.

Em contraste com a abordagem computadorizada, a recolhe de dados nesta abordagem tende a ser uma actividade silenciosa com os alunos a desempenharem papéis diferenciados. Quanto à abordagem não prática, o autor refere que deve ser evitada quando se pretende que os alunos relacionem variáveis através da análise de gráficos, particularmente com alunos mais novos e com menor aproveitamento escolar. Também nesta abordagem os alunos dão maior ênfase aos dados individualmente do que à sua interpretação.

Este estudo revelou ainda, como implicações para o ensino, que os alunos têm dificuldade em fazer descrições verbais dos gráficos particularmente nos grupos de menor aproveitamento. O que pode dever-se à falta de experiência na descrição verbal da informação gráfica. Mas falar sobre gráficos pode melhorar a capacidade de os descrever e encorajar à reflexão sobre o sentido dos mesmos;

As questões levantadas no estudo apontam também para a importância do papel que o professor desempenha na gerência da aprendizagem dos alunos.

Os benefícios das novas tecnologias também foram analisados por Weller (1996) com estudantes de ciências. Respeitante ao método baseado na utilização de SATD a oportunidade de recolher e trabalhar a informação em primeira-mão oferece aos alunos experiências científicas verdadeiramente genuínas. Mais ainda, pode contribuir para as capacidades dos alunos em inquirir de um modo científico e acrescentar o seu próprio entendimento e interpretação da informação apresentada nos gráficos.

Testa *et al.* (2002) desenvolveram um trabalho baseado em gráficos em tempo real onde demonstraram que estes são uma importante ferramenta na educação em ciências e que as suas características intrínsecas permitem abordagens didácticas inovadoras.

Ensinar jovens estudantes a interpretar gráficos produzidos em tempo real a partir de experiências é um objectivo educacional importante e os que forem capazes de o fazer

correctamente adquirem capacidades adicionais que se vão tornar cada vez mais úteis na educação em ciências.

O uso das imagens de gráficos torna possível não só tirar pleno partido das abordagens didácticas baseadas em experiências em tempo real mas também suprir dificuldades comuns na leitura de gráficos cartesianos familiares, supostamente compreendidos mas muitas vezes mal interpretados.

Os resultados sugerem que quanto mais descritivas forem as captações de dados melhor suportam a relação entre os gráficos e as experiências que os suportam. A consciência das diferenças entre “ideal” e “real” e a capacidade de usar pontos de vista globais ou individuais simultaneamente representam um nível de capacidades cognitivas elevado e transversal, úteis em muitos contextos. O uso didáctico de gráficos em tempo real pode ser uma importante contribuição para a aquisição dessas capacidades.

No futuro próximo a presença de imagens de gráficos em tempo real nas actividades de ciências como materiais didácticos vai aumentar exponencialmente. O estudo das interpretações dos gráficos, feitas pelos alunos, podem insinuar o desenvolvimento de abordagens não tradicionais e a introdução de elementos de inovação no estudo das ciências no ensino básico.

No seu trabalho de investigação Tinker e Mokros (1987) sugerem quatro possíveis razões para justificar porque é tão grande o impacto dos computadores e dos SATD no laboratório sobre a capacidade das crianças interpretarem gráficos.

Os laboratórios computadorizados apresentam múltiplas modalidades, apresentam em tempo real eventos com as suas representações simbólicas, oferecem experiências científicas genuínas e eliminam o trabalho da produção de gráficos.

Desenhar um gráfico ponto por ponto é importante e dá às crianças a ideia concreta de como se produz um gráfico, no entanto estes autores argumentam que as crianças

necessitam de poucos exercícios de traçar gráficos manualmente com lápis e papel, pois só depois é que compreendem o significado e a utilidade dos gráficos.

Aprender através de laboratórios computadorizados reforça muitas modalidades de aprendizagem. Os alunos ficam com a experiência de manipular os materiais de laboratório de explorar e investigar usando por vezes o seu próprio movimento físico como dados. A experiência física é reforçada com a experiência visual. Oferecem uma ligação em tempo real entre a experiência concreta e a representação simbólica dessa mesma experiência. Visto pela teoria Piagetiana pode ser a ponte entre as operações concretas e as operações formais.

Aprender sobre gráficos pode ser particularmente eficaz num contexto em que os alunos compreendam e controlem as experiências.

Geralmente os alunos estão mais motivados para as experiências baseadas nesta metodologia e alunos motivados e que controlam as suas aprendizagens são melhores alunos.

Também Brasell (1987) estudou o efeito dos gráficos em tempo real na aprendizagem das representações gráficas de distância e velocidade. A representação gráfica de dados em tempo real no ecrã do computador é rápida e dinâmica. Esta rapidez e dinamismo podem ter um impacto considerável no processamento da informação e/ou na motivação dos alunos. Alguns investigadores (Mokros, 1986; Mokros & Tinker, 1987; Thornton, 1986; *cit.* Brasell, 1987) sugerem que esta ligação no tempo entre um evento de natureza física com a sua simultânea representação gráfica pode facilitar uma ligação equivalente na memória. Existe a possibilidade de os gráficos em tempo real poderem funcionar como uma ponte para o pensamento formal e para o desenvolvimento.

A representação gráfica das experiências em tempo real permite aos alunos processar a informação sobre a experiência e o gráfico simultaneamente e sequencialmente.

Como o movimento num ecrã chama à atenção, os gráficos em tempo real encorajam os alunos a, selectivamente, repararem nos pontos salientes do gráfico, que é onde estão as mudanças físicas do evento em estudo, ou motiva-os a descobrir como criar mudanças no gráfico.

Os gráficos em tempo real podem interagir com a cognição, influenciando a direcção e a intensidade da atenção, a profundidade de envolvimento, o grau do estímulo e a representação de problemas abstractos potenciando ou impulsionando significados efectivos.

A utilização de SATD liberta os estudantes de alguns dos mais enfadonhos aspectos de recolher, manipular e apresentar dados o que enfatiza a sua atenção na interpretação e compreensão dos dados.

Também a grande qualidade e quantidade de dados disponíveis fazem as tarefas de interpretação e avaliação relativamente simples.

Nesse estudo Brasell (1987) dividiu 93 alunos de Física em dois grupos que trabalharam os mesmos dados, obtidos para um grupo em tempo-real (Standart) e para o outro grupo obtidos com um ligeiro atraso (Delayed). Para este último grupo os dados não eram apresentados imediatamente mas cerca de 20 segundos após todos os dados serem recolhidos, eram apresentados, ponto por ponto, exactamente como tinham sido recolhidos.

Embora o período de tratamento tenha sido breve, não é surpreendente que o tratamento “Standart” (tempo-real) tenha melhorado a compreensão dos alunos relativamente às convenções da representação gráfica, o que é surpreendente é que o

pequeno atraso na apresentação do gráfico no tratamento “Delayed” (dados apresentados com um ligeiro atraso) cancelou o efeito.

Existem pelo menos três razões possíveis para que isso tivesse acontecido:

- a tarefa excedeu a capacidade de memória dos estudantes;
- a tarefa exigiu mais esforço dos estudantes do que aquele que eles se encontravam preparados para despende (motivação);
- os estudantes não sabiam como reter a informação relativa ao evento até o gráfico ser apresentado.

As diferenças comportamentais entre os grupos que obtiveram os gráficos com ligeiro atraso e os grupos que obtiveram os gráficos em tempo real foram consistentes em todas as salas de aula.

Embora os estudantes aparentassem gostar das actividades, os grupos do que obtinham os gráficos com ligeiro atraso pareciam menos motivados, menos envolvidos nas actividades, com menos vontade de participar e mais preocupados com as vertentes procedimentais do que com as vertentes conceptuais. Aparentaram menos independência e menos controlo das actividades que os alunos que trabalharam com os gráficos em tempo real.

É a combinação dos factores anteriormente referidos que tornam o trabalho prático com computadores uma ferramenta tão poderosa na aprendizagem das ciências e que dão às actividades experimentais nos laboratórios computadorizados um papel pedagógico importante na aprendizagem dos conceitos e das competências científicas.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Introdução

Este capítulo tem como principal objectivo apresentar e justificar a metodologia usada na presente investigação, apresentar os objectivos que se pretendem atingir e a descrição da amostra, assim como os instrumentos desenvolvidos e a metodologia utilizada para a recolha e análise de dados.

3.2. Objectivos do estudo

O presente estudo norteou-se pelos objectivos que a seguir se expõem:

- promover o desenvolvimento profissional dos professores envolvidos no estudo;
- promover a aprendizagem dos alunos no tema estabelecimento de equilíbrio térmico e isoladores térmicos, utilizando trabalho experimental;
- identificar as evidências experimentais que promoveram o desenvolvimento conceptual dos alunos.

3.3. Amostra

A amostra foi constituída por 16 alunos pertencentes a duas turmas dos 3º e 4º anos de escolaridade leccionadas pela professora Mafalda Teles e pelo autor deste estudo, respectivamente.

Dentro de cada turma os alunos foram seleccionados por sorteio, tendo sido agrupados aleatoriamente dentro de cada turma em quatro grupos.

Na tabela 1 apresenta-se a constituição dos grupos, a idade e o ano de escolaridade dos alunos, bem como o nome do professor que leccionava a turma.

GRUPO	NOME	IDADE	ANO DE ESCOLARIDADE	PROFESSOR/A
1	Diogo Soares	11	4º ano	António Miguel
	Vera	9		
	Sara	11		
	Micael	10		
2	Catarina	9	4º ano	António Miguel
	Jennifer	9		
	Fábio	9		
	Flávio	9		
3	Miguel	8	3º ano	Mafalda
	Ana Osório	8		
	Ana Cristina	8		
	Ricardo	8		
4	Diogo Alves	8	3º ano	Mafalda
	Mariana	8		
	Daniel	8		
	Carlos	9		

Tabela 1 – Caracterização da amostra.

3.4. Conteúdos Programáticos

3.4.1. Currículo Nacional do Ensino Básico

O Currículo Nacional do Ensino Básico (D.L. 6/2001) refere vários aspectos nos princípios orientadores, nas competências gerais e nas competências específicas, onde se pode encontrar ligação com o tema deste estudo.

a) Nos princípios orientadores:

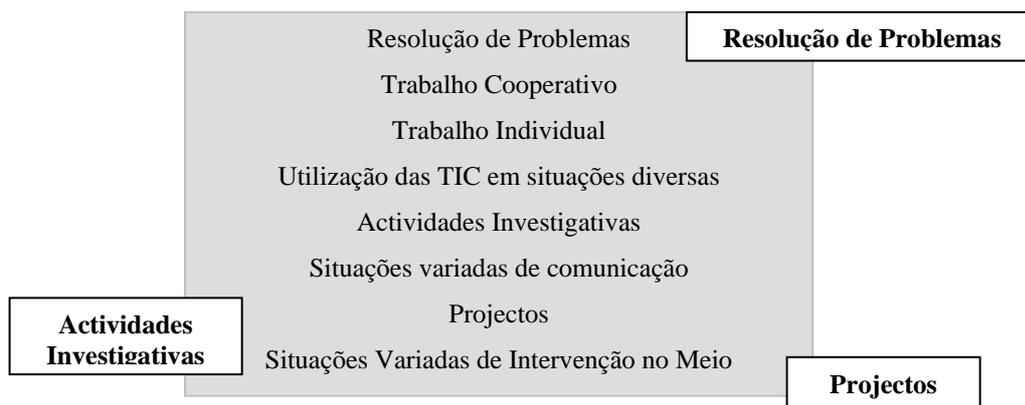
- Valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e actividades de aprendizagem, em particular com recurso a tecnologias de informação e comunicação.
- Valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática.

b) Nas competências gerais:

- Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano;
- Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar;
- Adotar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões;
- Cooperar com outros em tarefas e projectos comuns.

c) Como experiências de aprendizagem:

Como experiências de aprendizagem apresenta-se o esquema ilustra as experiências de aprendizagem no Currículo Nacional (Currículo Nacional do Ensino Básico; DEB, 2001):



Esquema 1 – Experiências de aprendizagem (*in* Currículo Nacional do Ensino Básico; DEB, 2001).

- A resolução de problemas é apresentada nos seguintes termos:

É importante que os alunos na sua aprendizagem se confrontem com problemas abertos, face aos quais saibam desenvolver um processo investigativo. Os alunos têm de apelar aos seus conhecimentos prévios, usar competências práticas e processos científicos que integrem uma estratégia coerente.

Um problema implica activamente o aluno por constituir um desafio sem resposta imediata e sem estratégias preestabelecidas. Assim ele tem de definir as etapas de resolução, que passam pela compreensão do problema, pela concepção de um plano de acção, pela execução, que pode implicar a recolha, tratamento e análise de dados, e pela reflexão sobre os resultados obtidos, que podem levar ou não à solução do problema.

- As actividades investigativas são apresentadas nos seguintes termos:

Como princípio orientador, o programa de Estudo do Meio refere-se à importância do conhecimento do meio pela assunção de uma atitude de permanente pesquisa e experimentação. Ou seja, aponta para o desenvolvimento, pelo aluno, de uma atitude científica que deve ter em conta os seguintes aspectos:

- A função da descoberta, da explicação e das preconcepções;
- O papel da evidência no desenvolvimento e testagem de ideias;
- A necessidade de ser crítico em relação às suas ideias e forma de trabalhar;
- A compreensão de que pode aprender gradualmente através da sua própria actividade (adaptado de Bettencourt e Mata, 1998 *in* Currículo Nacional, 2001).

Para o desenvolvimento desta atitude científica torna-se fundamental o envolvimento dos alunos na planificação e execução de experiências e pesquisas.

Assim, deve ser oferecida aos alunos a possibilidade de realizarem actividades investigativas que lhes permitam apropriarem-se dos processos científicos para construir conceitos e ligações entre eles de forma a compreenderem os fenómenos e os acontecimentos observados e, deste modo, contribuir para um melhor conhecimento, compreensão e domínio do mundo que os rodeia.

Alguns aspectos comuns aos tipos de experiências de aprendizagem apresentados:

- A planificação e desenvolvimento de pesquisas diversas que pressuponham o recurso a diferentes fontes de informação e o uso de diferentes linguagens, incluindo orais, escritas, iconográficas, etnográficas, monumentais, bibliográficas e outras;

- A utilização das potencialidades das TIC no desenvolvimento destas experiências de aprendizagem, da iniciativa dos alunos e ou dos professores (pesquisa na Internet, utilização de software específico,...)

d) Nas competências específicas das várias áreas curriculares:

- Estudo do Meio:

- Reconhecimento da importância da ciência e da tecnologia na observação de fenómenos;
- Realização de registos e medições simples utilizando instrumentos e unidades adequados;
- Participa em actividades lúdicas de investigação e descoberta e utiliza processos científicos na realização de actividades experimentais;
- Identifica alguns objectos e recursos tecnológicos, reconhece a sua importância...
- Participa em actividades de grupo, adoptando um comportamento construtivo, responsável e solidário...
- Utiliza formas variadas de comunicação escrita, oral e gráfica e aplica técnicas elementares de pesquisa, organização e tratamento de dados.

- Educação Tecnológica:

- Utilizar as tecnologias de informação e comunicação;

- Trabalhar colaborativa e cooperativamente (individualmente, a pares e em grupos).

- Ciências Físicas e Naturais:

- Observação da multiplicidade de formas, características e transformações que ocorrem nos seres vivos e nos materiais;
- Explicação de alguns fenómenos com base nas propriedades dos materiais.

- Matemática:

- A predisposição para recolher e organizar dados relativos a uma situação ou a um fenómeno e para representar de modos adequados, nomeadamente através de tabelas e gráficos e utilizando as novas tecnologias;
- A aptidão para ler e interpretar tabelas e gráficos à luz das situações a que dizem respeito e para comunicar os resultados das interpretações feitas;
- A tendência para dar resposta a problemas com base na análise de dados recolhidos e de experiências planeadas para o efeito;
- A aptidão para realizar investigações que recorram a dados de natureza quantitativa, envolvendo a recolha e análise de dados e a elaboração de conclusões.

3.4.2. Programa do 1º Ciclo do Ensino Básico (1.º CEB)

O capítulo “Aspectos Físicos do Meio” refere como objectivos:

- Reconhecer e observar fenômenos:
 - de condensação (nuvens, nevoeiro, orvalho);
 - de solidificação (neve, granizo, geada);
 - de precipitação (chuva, neve, granizo).
- Realizar experiências que representem fenômenos de:
 - evaporação;
 - condensação;
 - solidificação;
 - precipitação.
- Observar os efeitos da temperatura sobre a água (ebulição, evaporação, solidificação, fusão e condensação).

É de referir que a terminologia, “efeitos da temperatura”, não deveria constar do programa. Os programas deveriam ser mais rigorosos na utilização da linguagem científica.

3.5. Metodologia

Este estudo foi desenvolvido em três fases, a primeira refere-se à formação dos professores, a segunda refere-se ao desenvolvimento do trabalho prático com os alunos e a terceira à avaliação do processo. Na tabela seguinte (tabela 2) podemos ver as três fases de desenvolvimento do estudo.

DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO		
FASE I (Formação dos professores)	Etapa 1	Formação do grupo e selecção do tema
	Etapa 2	Formação dos professores (curso de 50 horas)
FASE II (Intervenção na sala de aula)	Etapa 1	Identificação das concepções dos alunos sobre o tema
	Etapa 2	Para que servem os termómetros e estabelecimento do equilíbrio térmico
	Etapa 3	Familiarização com a utilização de sensores de temperatura e do software de SATD.
	Etapa 4	Utilização de termómetro e sensores de temperatura numa situação de estabelecimento de equilíbrio térmico.
	Etapa 5	Estabelecimento de outra situação de equilíbrio térmico utilizando só sensores
	Etapa 6	Estudo da variação da temperatura na sala de aula durante 24 horas utilizando termómetro de máxima e mínima e sensores de temperatura.
	Etapa 7	Isoladores térmicos
FASE III (Avaliação do processo)	Etapa 1	Avaliação do desenvolvimento dos alunos
	Etapa 2	Avaliação do desenvolvimento profissional dos professores

Tabela 2 – Esquema do desenvolvimento do estudo

3.5.1. Fase I – Formação dos professores

Nesta fase pretendia-se que os professores envolvidos no estudo identificassem o tema em que pretendiam trabalhar e as necessidades de formação, e se envolvessem em actividades de formação para ultrapassar as dificuldades identificadas.

Esta fase desenvolveu-se em duas etapas que se apresentam na tabela 3.

FASE I	
Etapa 1	Formação do grupo e selecção do tema
Etapa 2	Formação dos professores (curso de 50 horas)

Tabela 3 – Etapas da fase I (Formação dos professores).

3.5.1.1. Etapa 1 – Formação do grupo e selecção do tema

Para iniciar o projecto, realizou-se uma reunião em Outubro de 2002 com vários professores da escola, onde se formou o grupo de professores que iria participar no projecto.

O grupo foi formado por quatro professores, em função da disponibilidade para integrar o estudo demonstrada pelo corpo docente da escola.

Nessa reunião os professores concluíram que gostariam de desenvolver um trabalho que se relacionasse com as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) e com o ensino experimental.

O tema escolhido foi o estabelecimento do equilíbrio térmico e isoladores térmicos, utilizando sensores.

Trata-se de um tema de aplicação a situações do quotidiano, conhecidas dos alunos e onde os sensores podem ser muito úteis, porque pelo tempo que demoram as experiências (mais de um dia) um registo automático torna-se fundamental. Além disso é um tema em que alunos mais velhos apresentam dificuldades e que permite explicar situações muito comuns do seu quotidiano o que poderá facilitar aprendizagens posteriores de outros conteúdos de que estes são pré-requisitos. Tiveram também em conta a acessibilidade aos materiais necessários assim como a existência de um espaço na escola onde se poderia realizar o trabalho.

Nessa mesma reunião concluíram os professores da necessidade de formação sobre o tema, sobre a metodologia e sobre os materiais a utilizar.

3.5.1.2. Etapa 2 – Formação dos professores

Atendendo à necessidade de formação identificada na etapa anterior os professores procuraram formação nessa área e frequentaram a Acção de Formação “Sensores no Laboratório de Ciências da Natureza – Uma Perspectiva Educacional”, com a duração de 50 horas, que decorreu entre Outubro de 2002 e Janeiro de 2003 na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Esta Acção de Formação tinha por objectivos:

- avaliar e utilizar no laboratório de ciências sensores, interfaces e software.
- seleccionar e desenvolver actividades experimentais inseridas nos programas, utilizando sensores.
- desenvolver protocolos laboratoriais para as actividades experimentais seleccionadas.

Com base nas fichas de trabalho: “Termómetros e temperatura” (Ribeiro, 1999; <http://educa.fc.up.pt/experiencias.php?id=31>), foram elaboradas fichas de trabalho utilizando sensores de temperatura e realizadas todas as actividades propostas.

Os professores concluíram com aproveitamento o curso.

As fichas de trabalhos vão ser apresentadas na Fase II quando se apresenta a planificação das actividades a realizar na sala de aula.

3.5.2. Fase II – Intervenção na sala de aulas

No início desta fase do projecto, dois dos professores que faziam parte do grupo desistiram. Não apresentaram qualquer justificação, apenas se começaram a desinteressar, não aparecendo às reuniões marcadas, adiando sucessivamente as actividades planeadas, até que acabaram por desistir.

Prosseguiu o projecto com dois professores que realizaram as actividades tal como tinham sido planeadas pelo grupo.

Assim, nesta fase do trabalho, na sala de aula foi dada especial atenção ao trabalho prático e experimental, com recurso às Tecnologias da Informação e da Comunicação, com as vantagens que resultam desta junção.

Como afirma Sequeira (2000) o trabalho prático tem os seguintes objectivos:

- motivar, através da estimulação da curiosidade, interesse e prazer no estudo das disciplinas de ciências;
- desenvolver e ensinar capacidades e técnicas científicas;
- clarificar e ilustrar fenómenos, conceitos, leis, princípios e teorias;
- desenvolver a prática de resolução de problemas;
- encorajar o rigor na utilização do método científico;
- estimular a discussão e o confronto de ideias.

Com alusão a estes objectivos foram planeadas as actividades propostas aos alunos, pensando que o 1º Ciclo do Ensino Básico pode ser a base de lançamento destas ideias-chave e do pensamento e hábitos do pensamento científico.

O recurso às TIC foi também motivado pelo papel que estas desempenham no mundo actual e deveriam desempenhar no ensino, como emana do documento saído da V

Conferência dos Ministros da Educação Europeus, em 2001, que justificam a urgência da integração das TIC na Escola, com os seguintes argumentos:

- a necessidade de preparação de cada indivíduo agora estudantes para a vida activa e o mundo laboral, onde as TIC estão inexoravelmente presentes;
- a justiça na manutenção e criação de igualdade de oportunidades, entre alunos, no acesso às TIC;
- as novas maneiras de encarar as relações pedagógicas entre alunos, professores e encarregados de educação, que as TIC permitem;
- as novas possibilidades que as TIC encerram de compreender o mundo, especialmente o científico.

Optou-se pela técnica de Investigação-Acção. Segundo Altrichter *et al.* (1993) a investigação-acção é o estudo de situação com vista ao melhoramento da qualidade de acção dentro dela, ou seja, no caso deste estudo, a investigação acção consiste na vontade de melhorar a qualidade de ensino e da aprendizagem tendo em conta o papel dos professores e dos alunos enquanto elementos fulcrais deste processo.

Esta técnica foi escolhida para este estudo por considerar que suas as características se adaptavam às situações que o estudo envolvia e atendendo aos objectivos definidos para este estudo. Assim, como ponto de partida tomou-se o objectivo de melhorar a aprendizagem dos alunos sobre os temas que têm directamente a ver com o estabelecimento do equilíbrio térmico e o estudo dos isoladores térmicos necessários para progredir na aprendizagem dos sucessivos conteúdos programáticos.

A estratégia de acção adoptada desenvolveu-se em 7 etapas como se pode constatar na tabela 4. Na tabela 5 apresenta-se a calendarização dessas etapas.

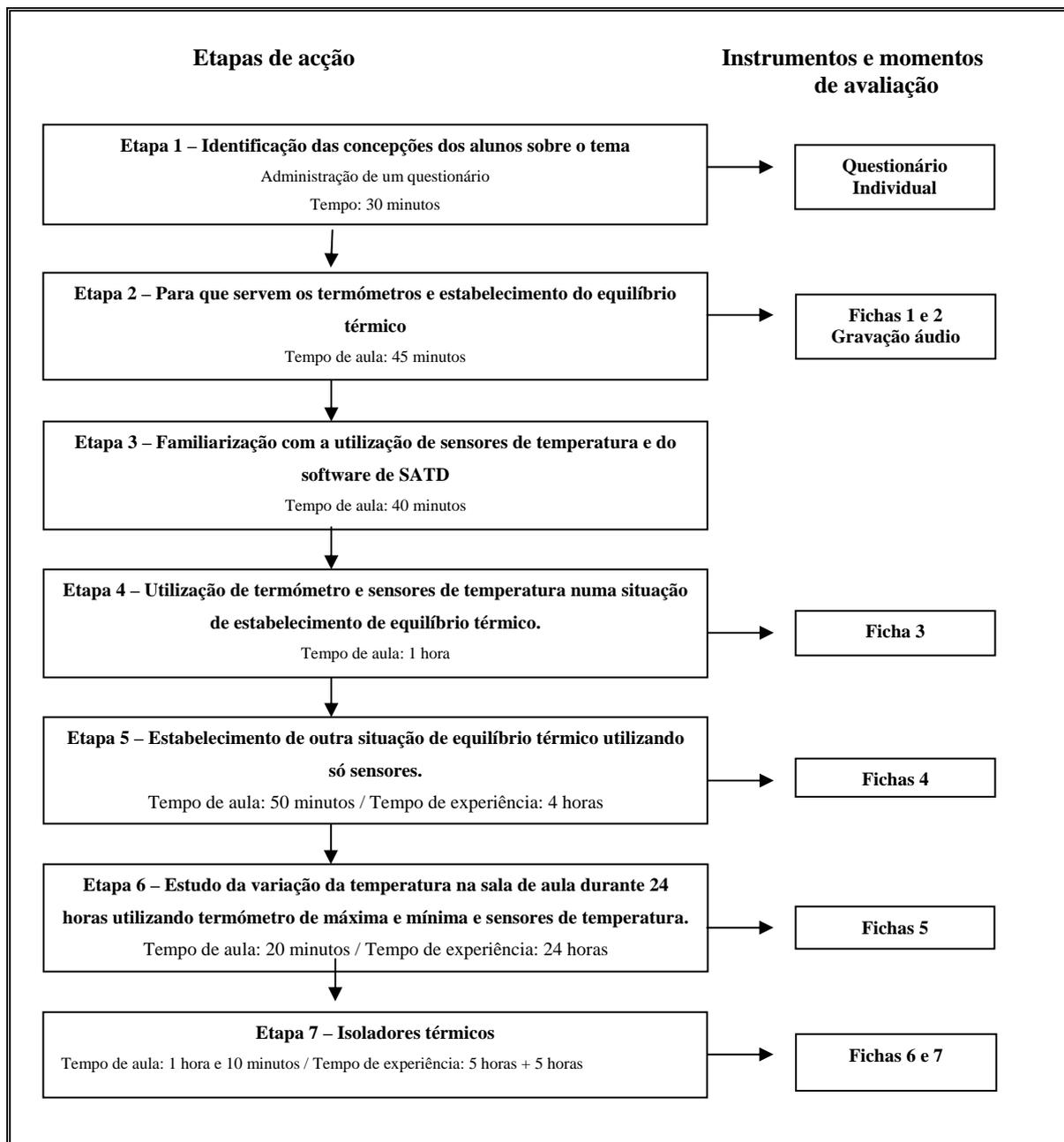


Tabela 4 – Etapas de acção.

ETAPA	DATA
1	14 de Março de 2003
2	17 e 18 de Março de 2003
3	19 e 20 de Março de 2003
4	24 e 25 de Março de 2003
5	26 e 27 de Março de 2003
6	1 e 2 de Abril de 2003
7	7,8,9 e 10 de Abril de 2003

Tabela 5 – Calendarização das actividades experimentais.

Posteriormente descrevem-se pormenorizadamente cada uma das etapas.

3.5.2.1. Etapa 1 - Identificação das concepções dos alunos sobre o tema

Nesta etapa procurou identificar-se as concepções dos alunos acerca de isoladores térmicos e do estabelecimento do equilíbrio térmico, utilizando um questionário (anexo I).

Na aplicação deste questionário foi explicado aos alunos que as respostas que pudessem dar não seriam tidas em conta na sua avaliação e como tal pediu-se para reflectirem sobre as questões apresentadas e exporem o que pensavam.

O questionário era constituído por 5 questões:

a) Questão 1: Os alunos de uma escola de Trás-os-Montes não tiveram aulas por causa da neve. Juntaram-se no recreio e fizeram dois bonecos de neve exactamente iguais. No entanto, vestiram um deles com um casaco e cachecol de lã.

Segundo a tua opinião qual dos dois bonecos vai derreter primeiro? Porquê?

Com esta questão pretendia-se identificar se o casaco e o cachecol funcionavam como um isolador térmico, já que não é essa a ideia veiculada no quotidiano (exemplo: leva o casaco de lã que é mais quente).

b) *Questão 2: As cozinheiras da tua cantina, para fazer chegar a sopa quente a outra escola tiveram necessidade de a guardar em três frascos de vidro.*

Para isso revestiram um dos frascos com papel de jornal, o outro não foi revestido e o último foi revestido com um pano de lã. Para segurar os materiais usaram elásticos.

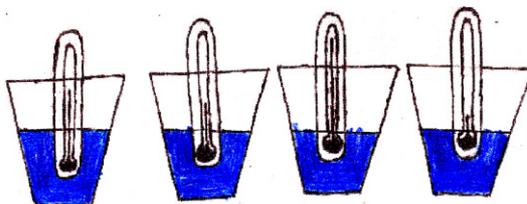
Que frasco achas que manteve a sopa quente mais tempo? Porquê?

Com esta questão pretendia identificar-se como os alunos avaliavam revestimento, numa situação em que o isolamento térmico permitia que a temperatura se mantivesse mais alta durante mais tempo do que se não houvesse isolamento.

c) *Questão 3: Num dia de calor, as cozinheiras da cantina mandaram para a outra escola água fresca. Para isso usaram os mesmos três frascos, com os mesmos revestimentos. Qual achas que manteve a água fria mais tempo? Porquê?*

Com esta questão pretendia-se identificar como os alunos avaliavam o revestimento, mas desta vez numa situação em que o isolamento térmico permitia que a temperatura se mantivesse mais baixa durante mais tempo do que se não houvesse isolamento.

d) *Questão 4: Eram dadas quatro imagens de termómetros que representavam quatro temperaturas diferentes.*



Observando a imagem escreve por baixo de cada recipiente as palavras: **quente**, **morno**, **fresco**, **frio**, conforme o caso.

Com esta questão pretendia-se identificar se os alunos associavam os valores da temperatura indicados no termómetro com as palavras “quente”, “morno”, “fresco” e “frio”.

e) Questão 5: Eram dados três gráficos da mesma experiência a escalas diferentes.

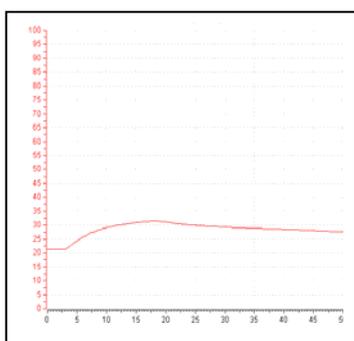


Gráfico nº 1

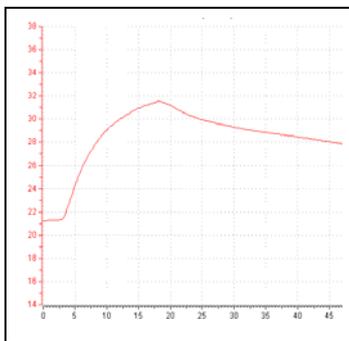


Gráfico nº 2

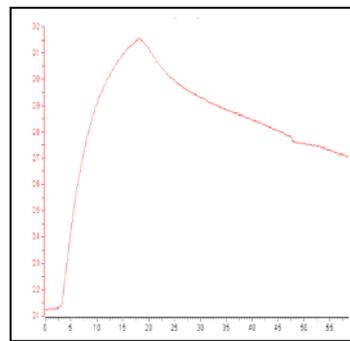


Gráfico nº 3

5.1. O que encontras de diferente nos gráficos?

5.2. O que encontras de semelhante nos gráficos?

Com esta questão pretendia-se identificar dificuldades dos alunos na interpretação de gráficos e no reconhecimento de diferentes escalas.

3.5.2.2. Etapa 2 – Para que servem os termómetros e estabelecimento do equilíbrio térmico

Nesta etapa pretendia-se que os alunos reconhecessem a necessidade de utilizar termómetros. Pretendia-se, também, que os alunos verificassem o estabelecimento do equilíbrio térmico numa situação do quotidiano.

A aula iniciou-se com um diálogo entre professor e alunos.

Foram desenvolvidas as actividades experimentais que constam das fichas de trabalho números 1 e 2 (anexo II).

. Orientados pelo professor, os alunos dispuseram na mesa de trabalho o material necessário para a elaboração das propostas apresentadas. Prepararam as tinas com água a diferentes temperaturas, sob a vigilância e supervisão do professor.

Na primeira actividade pretendia-se que os alunos reconhecessem a utilidade dos termómetros. Nesta actividade (ficha de trabalho 1), era pedido aos alunos para preverem a temperatura da água em diferentes tinas (diferentes temperaturas), através da sensação que experimentavam quando colocavam a mão na água dessas tinas.

Os alunos marcaram as tinas com etiquetas às quais correspondiam as letras A, B e C. Previram a temperatura da água nas diferentes tinas, usando apenas as mãos e registaram as temperaturas previstas.

Pedia-se, depois, para medirem a temperatura da água com um termómetro e que comparassem as medições com os valores previstos por eles. Com a orientação e ajuda do professor mediram a temperatura da água das tinas e registaram as temperaturas medidas.

Compararam as temperaturas previstas com as temperaturas medidas.

Incentivados pelo professor, os alunos discutiram e registaram as respostas às questões da ficha de trabalho. Essas respostas tinham o acordo de todo o grupo.

Na segunda actividade pretendia-se que os alunos reconhecessem que a temperatura da água numa tina vai baixando ao longo do tempo se não for aquecida. Nesta actividade, (ficha de trabalho 2), era pedido aos alunos para explicarem como conseguiriam preparar uma tina com água morna adequada a darem banho a um cão (questão nº 1). Em seguida pedia-se aos alunos que explicassem se poderiam usar aquela água para o banho do cão ao fim de uma hora (questão nº 2). Imaginava-se que, no momento que antecedia o banho, o cão tinha fugido, pois não gostava de banhos e só ao fim de uma hora tinha aparecido. Os alunos interpretaram as questões e registaram as conclusões da discussão do grupo, sem a ajuda do professor.

Os registos foram feitos por um elemento do grupo, escolhido pelo grupo sem qualquer interferência do professor.

3.5.2.3. Etapa 3 – Familiarização com a utilização de sensores de temperatura e do software de SATD

Nesta etapa pretendia-se que os alunos aprendessem a trabalhar com o computador e com os sensores, assim como com o software que suporta estes instrumentos. Pretendia-se, ainda, que os alunos aprendessem a fazer medições de temperaturas com os sensores, alterar a apresentação dos dados e registar os dados obtidos.

A aula iniciou-se com o professor a falar do avanço tecnológico e do que hoje em dia é permitido fazer com o recurso a essas tecnologias que há bem pouco tempo não era

possível, simplificando o nosso trabalho e dando-nos dados mais fiáveis e de mais fácil e rápida interpretação.

O professor recordou aos alunos o nome e função do computador e seus periféricos. Mostrou como um sensor de temperatura pode substituir um termómetro e exemplificou como se procede à ligação de um sensor ao cabo, deste à interface e posteriormente da interface ao computador.

Ligou o computador e mostrou como se trabalha com este software, desde iniciar e executar o programa, registar os dados, alternar entre diversas formas de apresentar os dados, nomeadamente diferentes tipos de gráficos, diferentes escalas, inserir título nos gráficos das experiências, guardar e imprimir os dados.

O professor encerrou as aplicações, desligou o computador e desligou os cabos, interface e sensores.

Os alunos, individualmente, com o resto do grupo a assistir e a ajudar caso fosse solicitado pelo aluno que estava a trabalhar, refizeram todos os procedimentos feitos pelo professor. No final com o grupo todo a praticar, à solicitação do professor os alunos executavam a acção pedida, mudar escalas, dar título ao gráfico, etc.

Neste processo de familiarização com o software e o hardware os alunos fizeram pequenas medições, à temperatura ambiente, à temperatura corporal, puseram o sensor entre os dedos para ver a sua sensibilidade e reacção, etc.

Durante algum tempo manipularam o software e os instrumentos postos à sua disposição.

3.5.2.4. Etapa 4 – Utilização de termómetro e sensores de temperatura numa situação de estabelecimento de equilíbrio térmico

Nesta etapa pretendia-se que os alunos investigassem porque baixava a temperatura da água do banho ao longo do tempo. Para isso juntavam volumes iguais de água, a diferentes temperaturas, estudando como a temperatura da água depois de misturada é diferente das temperaturas iniciais e como essa temperatura vai variando ao longo do tempo. Pretendia-se que os alunos verificassem que a temperatura ia variando até se atingir a temperatura ambiente, representassem os resultados num gráfico e que após repetirem a experiência usando sensores comparassem o gráfico obtido no computador com o gráfico que tinham desenhado a partir dos dados obtidos sem o uso dos sensores.

Para isso foi distribuída a ficha de trabalho nº 3 (anexo II). Os alunos interpretaram a ficha e com a orientação do professor deram início aos preparativos para começar a actividade experimental.

Prepararam os materiais necessários. Com a ajuda do professor mediram a quantidade de água necessária para a realização desta actividade. Posteriormente mediram a temperatura da água aquecida e da água da torneira.

Juntaram a água dos dois copos e mediram a temperatura. Utilizaram outro termómetro para medir a temperatura ambiente. Mediram temperaturas de cinco em cinco minutos, até aos quinze minutos, os resultados iam sendo registados no quadro apresentado na ficha para esse efeito. Os alunos discutiram os resultados obtidos e registaram as conclusões do grupo.

Utilizando os dados registados e com a ajuda do professor, os alunos traçaram o gráfico que representa a variação das temperaturas ao longo do tempo, escolhendo as escalas bem como o traçado do gráfico que foi executado pelos alunos sem qualquer interferência do professor.

Seguidamente, o grupo analisou e interpretou os resultados e registou as conclusões a que chegaram.

Posteriormente, como solicitado na ficha, os alunos repetiram a experiência anterior recorrendo à utilização de sensores de temperatura. Dada a ansiedade dos alunos para trabalhar com o computador, a atenção do professor foi necessária para que os alunos seguissem o procedimento descrito e não transpusessem algumas etapas.

Os alunos começaram por ligar o computador e entrar no programa requerido. Depois ligaram o sensor ao cabo e este à interface, ligando a interface ao cabo que a liga ao computador, seguidamente puseram o sensor no suporte e prepararam os copos com a mesma quantidade de água quente e de água da torneira que juntaram numa tina. Colocaram o sensor e iniciaram a recolha de dados da experiência no computador.

Depois do tempo decorrido pararam a experiência, guardaram e imprimiram o gráfico obtido que colaram no espaço adequado na ficha de trabalho (ficha nº 3).

Após esta tarefa, compararam os dois gráficos (traçado manualmente e obtido no computador).

3.5.2.5. Etapa 5 – Estabelecimento de outra situação de equilíbrio térmico utilizando só sensores

Nesta etapa pretendia-se que os alunos reconhecessem o estabelecimento do equilíbrio térmico utilizando só sensores.

Nesta actividade colocava-se em dois copos o mesmo volume de água a temperaturas diferentes. Num copo, a água tinha uma temperatura superior à temperatura ambiente e no outro, tinha uma temperatura inferior à temperatura ambiente. Utilizando sensores estudava-se o estabelecimento do equilíbrio térmico.

Foi distribuída a ficha de trabalho nº 4 (anexo II) ao grupo de trabalho. Os alunos interpretaram e analisaram a ficha, e decidiram quais os procedimentos a adoptarem, que transmitiram ao professor que funcionava como supervisor de todo o procedimento.

Começaram por ligar todos os instrumentos e software.

Prepararam um copo com 50 mL de água aquecida e outro com igual quantidade de água da torneira, como sugeria a ficha de trabalho. Colocaram um sensor em cada copo e começaram a registar a experiência.

Utilizaram como controlo da medida da temperatura ambiente um termómetro que estava colocado no mesmo suporte que os sensores. Um grupo, no entanto, preferiu utilizar um sensor.

Os alunos regressaram à sala de aulas onde prosseguiram com outras actividades que estavam a ser realizadas pela turma. A vigilância à experiência era feita por eles. De dez em dez minutos um aluno ia à sala onde decorria a experiência para verificar o desenvolvimento desta.

O professor também fazia vigilância ao modo como a experiência estava a decorrer, deslocando-se para isso à sala onde esta decorria.

Quando se estabeleceu o equilíbrio térmico, os alunos pararam a experiência, guardaram e imprimiram o gráfico, discutiram a sua leitura e tiraram as conclusões que registaram na ficha de trabalho.

Foi finalizada esta etapa com a distribuição de uma ficha informativa para cada aluno, sobre a variação da temperatura e o estabelecimento do equilíbrio térmico (anexo II), que os alunos levaram para casa para estudar.

3.5.2.6. Etapa 6 – Estudo da variação da temperatura na sala de aula durante 24 horas utilizando termómetro de máxima e mínima e sensores de temperatura

Esta etapa tinha como finalidades dar a conhecer outro tipo de termómetros, nomeadamente o termómetro de máxima e mínima e comparar os dados obtidos com este termómetro com os dados obtidos com o sensor de temperatura. Tinha ainda como última finalidade demonstrar a utilidade dos sensores para a realização de experiências de longa duração.

Assim, começou com a introdução do termómetro de máxima e mínima por parte do professor. Mostrou como funcionava e que dados é possível obter com este instrumento. Os alunos manipularam-no para melhor o conhecerem, fazendo o procedimento que inicia uma nova medição.

Seguidamente, o professor distribuiu a ficha de trabalho nº 5 (anexo II), que os alunos interpretaram e onde lhes era pedido para medirem a temperatura da sala de aula durante 24 horas, utilizando um sensor de temperatura e um termómetro de máxima e mínima.

Assim, começaram por fazer o procedimento, já habitual, para proceder ao registo utilizando sensores de temperatura. Ao mesmo tempo que iniciaram o registo com o sensor, prepararam o termómetro de máxima e mínima para a medição. Deixaram as medições a decorrer e regressaram à sala de aulas e às actividades comuns ao resto da turma.

Passadas 23 horas e 45 minutos sobre o início da experiência, regressaram à sala onde esta decorria para a finalizarem. Tiraram e registaram os dados obtidos com os dois instrumentos, imprimiram o gráfico, registaram a leitura das temperaturas do termómetro de máxima e mínima.

Compararam, analisaram e discutiram os resultados obtidos. Esta discussão teve a intervenção do professor, quer para fazer perguntas de modo a que nenhum aspecto fosse descurado no âmbito desta actividade, quer no esclarecimento de dúvidas.

Concluíram quer sobre a experiência quer sobre a utilização de cada um dos meios de medição, registando as conclusões na respectiva ficha de trabalho.

3.5.2.7. Etapa 7 – Isoladores térmicos

Nesta etapa pretendeu-se que os alunos mediante a apresentação de um problema planeassem uma experiência, construindo um protocolo que lhe permitisse executar a experiência e responder à pergunta formulada de início. Pretendeu-se ainda demonstrar o conceito de isolador térmico, assim como a comparação de dois materiais no isolamento térmico.

Para dar início a esta aula o professor distribuiu a ficha de trabalho nº 6 (anexo II) que começava com a pergunta:

- *“Como poderíamos fazer para que a temperatura da água aquecida da experiência da ficha de trabalho nº 4 baixasse mais devagar?”*

Procedeu-se à discussão entre alunos e entre estes e o professor. Os materiais escolhidos para testar como isoladores térmicos foram a lã e o papel de jornal.

Seguindo a ficha de trabalho os alunos foram orientados para a elaboração de um plano de experiência. Este plano foi elaborado com a colaboração do professor, intervindo este sempre que necessário ou a solicitação dos alunos.

Nesta actividade optou-se por fazer um planeamento único, assim o planeamento da experiência foi feito no quadro negro pelo grupo, com a ajuda do professor. A utilização do quadro negro permitiu que os alunos corrigissem as vezes necessárias o planeamento que estavam a fazer e que todos os elementos do grupo participassem.

Depois de todos concluírem que não faltava nenhuma etapa e que o planeamento estava pronto foi passado para o local indicado na ficha de trabalho (ficha nº 6).

Após o planeamento da experiência, os alunos procederam à sua realização.

Começaram por revestir os frascos. Um com lã e outro com papel de jornal. Ao lado destes dispuseram outro sem qualquer revestimento, que tinha como função servir de frasco de controlo.

Preparam os sensores, ligaram o computador e o software para começar a registar a experiência.

Mediram a quantidade da água quente e começaram a deitar a mesma quantidade em cada frasco. Colocaram um sensor em cada frasco e deram início à experiência. Regressaram à sala de aula, mantendo a experiência em vigilância por períodos de tempo não muito longos.

Quando verificaram que se tinha estabelecido o equilíbrio térmico pararam a experiência, guardaram e imprimiram o gráfico que colaram no espaço para isso designado na ficha de trabalho. Discutiram os resultados em grupo e tiraram as conclusões que registaram na ficha de trabalho. O professor intervinha sempre que considerasse que algum aspecto estava de certa forma a ser negligenciado ou quando solicitado pelos alunos.

Por fim explicaram (última pergunta da ficha de trabalho nº 6), qual a função dos casacos que usamos no Inverno. Discutiram e registaram as suas conclusões.

Em seguida os alunos fizeram a mesma experiência, ficha de trabalho número 7 (anexo II), utilizando o procedimento anterior, mas substituindo a água quente por água fria. Por fim registaram os resultados, discutiram-nos e registaram as conclusões.

Para finalizar esta actividade responderam às duas últimas perguntas da ficha de trabalho número 7: para que se utilizam as caixas térmicas e se a lã também serve para conservar o frio. Registaram as suas conclusões na ficha de trabalho.

3.5.3. Fase III – Avaliação do processo

Nesta fase pretendeu-se avaliar todo o processo quer do ponto de vista do desenvolvimento dos alunos quer do ponto de vista do desenvolvimento profissional dos professores. Esta fase desenvolveu-se em duas etapas e decorreu de 30 de Junho de 2003 a 3 de Julho de 2003.

3.5.3.1. Etapa 1 - Avaliação do desenvolvimento dos alunos

a) - Avaliação do desenvolvimento dos alunos através de entrevista individual

Nesta etapa pretendeu avaliar-se a aprendizagem dos alunos relativamente aos aspectos de conteúdo abordados. Os alunos foram questionados em entrevista individual que tinha por base o questionário inicial e as respostas que nele tinham dado. Pretendeu-se que os alunos indicassem se tinham mudado de opinião relativamente às opiniões expressas no questionário inicial, o momento em que tinham mudado e o que os tinha feito mudar, nomeadamente a actividade que os tinha feito mudar de opinião.

b) – Comparação das aprendizagens, acerca do tema, dos alunos que fizeram parte do estudo e dos outros alunos do 4º ano de escolaridade da escola que não fizeram parte do estudo

Na avaliação do processo foram inquiridos 20 alunos que não participaram no projecto, através do questionário utilizado inicialmente para detectar as ideias dos alunos que participaram no projecto sobre o tema.

O questionário foi aplicado no final do ano lectivo quando toda a parte curricular tinha sido leccionada. O tema em estudo por parte dos alunos do 4º ano de escolaridade diz respeito aos estados físicos da água e à interpretação e apresentação de dados em gráficos.

Foi pedido aos alunos para responderem com total sinceridade tendo-lhe sido explicado que quaisquer que fossem as suas respostas não seriam tidas em conta no seu processo individual de avaliação.

Os dados obtidos nos questionários foram comparados com os dados obtidos na entrevista individual dos alunos que participaram no projecto.

c) - Apreciação dos alunos acerca do trabalho desenvolvido

Pretendeu-se recolher informações acerca da apreciação dos alunos que participaram no projecto acerca o trabalho desenvolvido, através de textos desenvolvidos pelos alunos, completamente livres de qualquer estrutura onde apenas lhe foi pedido que registassem a sua opinião sobre o trabalho desenvolvido.

3.5.3.2. Etapa 2 - Avaliação do desenvolvimento profissional dos professores

Os professores envolvidos no projecto fizeram uma reflexão crítica acerca do seu desempenho no projecto, desde a formação até à sua execução. Para esta avaliação cada professor elaborou um texto individual onde focou os aspectos que achou mais relevantes.

3.6. Metodologia de recolha de dados

As técnicas mais utilizadas para averiguar as ideias dos alunos são as entrevistas e os questionários.

No início deste projecto utilizámos um questionário de resposta aberta (Anexo1) para averiguar as ideias dos alunos sobre o tema do projecto.

O questionário a que os alunos responderam era constituído por 5 questões. Era solicitado aos alunos que escrevessem o que entendiam sobre as questões colocadas, como foi explicado anteriormente.

Esta técnica consiste em colocar a um conjunto de inquiridos, geralmente representativo de uma população, uma série de perguntas relativas à sua situação social, profissional ou familiar, às suas opiniões, ao seu nível de conhecimento ou de consciência de um acontecimento ou de um problema, ou ainda sobre qualquer outro ponto que interesse os investigadores (Quivy & Campenhoudt, 1992).

O questionário chama-se “de administração indirecta” quando o investigador o completa a partir das respostas que lhe são fornecidas pelo inquirido e chama-se “de administração directa” quando é o próprio inquirido que o preenche (Quivy & Campenhoudt, 1992).

Nesta técnica são colocadas questões, e conforme o tipo de respostas que permitem, os questionários são caracterizados em vários tipos:

a) Questionários Fechados – Neste tipo de questionário, os respondentes, não podem apresentar justificações para as suas respostas nem compor as suas próprias explicações.

Há várias tipologias para este tipo de questionários:

- questionários onde os inquiridos devem classificar as afirmações que são apresentadas como verdadeiras ou falsas (questionário tipo verdadeiro/falso);
- questionários onde os inquiridos devem escolher qual a afirmação que consideram correcta (questionário de escolha múltipla);
- outro tipo de questionários “que podem comportar outras coisas que não sejam questões em sentido restrito” podendo pedir-se aos inquiridos que “ordenem objectos (objecto é aqui utilizado em sentido lato, podendo ser pessoas, opiniões, situações, etc.), atribuam notas, constituam categorias, estabeleçam correspondências, etc.” (Ghiglione *et al.*, 1993).

Vantagens dos questionários fechados: este tipo de questionário permite obter uma grande variedade de comportamentos de um mesmo indivíduo, pode ser tratado quantitativamente e pode ser utilizado pelo professor na sala de aula.

Desvantagens dos questionários fechados: a interpretação das questões pelo aluno é dependente do uso da linguagem devido à possibilidade de leitura múltipla de uma mensagem (Ghiglione *et al.*, 1993).

b) Questionários Abertos – permitem aos alunos dar explicações livremente, acerca das questões colocadas.

Vantagens dos questionários abertos: podem ser administrados pelos professores na sala de aula como um exercício de papel e lápis, sem limitação de espaço para os alunos responderem.

Desvantagens dos questionários abertos: a interpretação das questões pelo aluno é dependente do uso da linguagem devido à possibilidade de leitura múltipla de uma mensagem (Ghiglione *et al.*, 1993), dificuldade na interpretação das descrições dos alunos por eles terem dificuldade em exprimirem as suas ideias; respostas longas acarretam mais dificuldades no tratamento de dados.

c) Questionários Abertos/Fechados – permitem aos alunos dar explicações acerca das questões colocadas, mas limitados por um espaço reduzido para escreverem as suas respostas.

Vantagens dos questionários abertos/fechados: são fáceis de administrar, podem ser usados pelos professores na sala de aula e não necessitam de métodos complicados de tratamento de dados.

Desvantagens dos questionários abertos/fechados: a interpretação das questões pelo aluno é dependente do uso da linguagem devido à possibilidade de leitura múltipla de uma mensagem (Ghiglione *et al.*, 1993); dificuldade na interpretação das descrições dos alunos por eles terem dificuldade em exprimirem as suas ideias.

Nas etapas 2,3,4,5,6 e 7 da Fase II do estudo, que consistia na execução do projecto propriamente dito, ou seja, na realização das actividades práticas e experimentais optou-se pela técnica de Investigação-Acção.

Segundo Altrichter *et al.*, 1993, a investigação-acção é o estudo de situação com vista ao melhoramento da qualidade de acção dentro dela, ou seja, no caso deste estudo, a

investigação acção consiste na vontade de melhorar a qualidade de ensino e da aprendizagem tendo em conta o papel dos professores e dos alunos enquanto elementos fulcrais deste processo.

Nesta técnica o professor reflecte sobre os problemas e procura soluções para melhorar, experimenta novas ideias e estratégias em vez de deixar a sua prática estagnar e partilha essas experiências.

A investigação-acção é um processo no qual os investigadores e os actores conjuntamente investigam sistematicamente um dado e põem questões com vista a solucionar um problema imediato vivido pelos actores e a enriquecer o saber cognitivo, o saber-fazer e o saber-ser, num quadro ético mutuamente aceite.

Há um investigador colectivo, constituído neste caso, por professores e alunos implicados na melhoria do processo de ensino-aprendizagem, que agem sobre o campo educativo, produzem conhecimento e conquistam por esforço conjunto uma intensa formação. Intervenção, investigação, formação levadas a cabo de forma implicada por um investigador colectivo, são elementos que constituem um quadro típico de investigação-acção (Cortesão,1995).

Segundo Barbier (1991) podemos identificar três finalidades e funções na investigação-acção:

- 1 – Finalidade e função de investigação;
- 2 – Finalidade e função de acção;
- 3 – Finalidade e função de formação/aperfeiçoamento/implicação (mudança das pessoas).

Segundo Altrichter *et al.*, (1993) as características desta técnica são:

- a investigação-acção é levada a cabo pelas pessoas directamente envolvidas na situação que está a ser investigada, ou seja, na sala de aula são os professores que levam a cabo essa investigação;
- a investigação-acção começa a partir de questões práticas que se levantam no trabalho educacional do dia a dia;
- a investigação-acção tem de ser compatível com os valores educacionais da escola e com as condições de trabalho dos professores;
- a investigação-acção oferece um repertório de métodos e estratégias simples para a pesquisa e desenvolvimento da prática de ensino;
- a investigação-acção não se distingue por métodos ou técnicas específicas, mas antes, caracteriza-se por um esforço contínuo de interligar intimamente, relacionar e confrontar a acção e a reflexão, reflectir sobre o que fazemos consciente e inconscientemente no sentido de melhorar as nossas próprias acções, e actuar reflectidamente para assim desenvolver o próprio conhecimento;
- cada projecto de investigação-acção tem características que lhe são próprias, o que não é compatível com um modelo elaborado passo a passo.

No entanto, há quatro etapas principais que se podem encontrar em qualquer processo de investigação-acção:

- a) Encontrar o ponto de partida
- b) Clarificar a situação
- c) Desenvolver estratégias de acção, pô-las em prática e reflectir ao longo de todo o processo
- d) Tornar público o conhecimento do professor.

Esta técnica foi escolhida para este estudo por considerar que as suas características se adaptavam às situações que o estudo envolvia e atendendo aos objectivos definidos para este estudo. Assim, como ponto de partida tomou-se o objectivo de melhorar a aprendizagem dos alunos sobre os temas que têm directamente a ver com o estabelecimento do equilíbrio térmico e o estudo dos isoladores térmicos necessários para progredir na aprendizagem dos sucessivos conteúdos programáticos.

Para a avaliação da aprendizagem (Etapa 8 da Fase II) foi escolhida a técnica da entrevista. Esta técnica apresenta as seguintes vantagens:

- permite ao aluno uma melhor explanação das suas ideias;
- permite ao aluno precisar o sentido das questões formuladas;
- permite ao aluno focar a sua atenção no fenómeno em discussão;
- permite ao investigador esclarecer o significado dos termos utilizados pelo aluno;
- permite ao investigador aprofundar as ideias manifestadas pelo aluno;
- é adaptável às características do aluno;
- é adequada à exploração de situações experimentais.

Esta técnica consiste na obtenção de respostas do entrevistado a questões formuladas pelo entrevistador, tendo por base um determinado estímulo, sendo comum classificá-la quanto ao seu formato e ao tipo de estímulo.

A primeira classificação reflecte o grau de pré-determinação das questões apresentadas, podendo ser:

- Estruturada – situação em que as questões a formular e o seu alinhamento está previamente determinado;

- Semi-estruturada – em que são pré-determinadas algumas questões, garantindo que determinados conceitos/conteúdos específicos são abordados, devendo o entrevistador formular novas questões para melhor identificar a ideia do entrevistado, quando a resposta a tal o aconselhar;
- Não estruturada – situação em que o entrevistador deve seguir no encalço das ideias que vão sendo desenvolvidas pelo entrevistado, sendo este que em última análise determina o percurso da entrevista.

A segunda classificação remete para o tipo de estímulo que é utilizado para a realização da entrevista. Existirão assim entrevistas:

- Acerca de exemplos – nesta situação o diálogo é realizado em torno de situações apresentadas pelo entrevistador, o qual vai em cada uma delas questionar o entrevistado, acerca da possibilidade ou não do exemplo apresentado corresponder a determinado conceito;
- Acerca de acontecimentos – a entrevista é realizada tomando por estímulo a observação de um fenómeno, o qual é discutido de forma a explorar determinado conceito.

No presente estudo optou-se pela utilização de uma entrevista semi-estruturada, que tinha como base o questionário apresentado aos alunos para determinar as suas concepções no início deste processo.

As entrevistas, individuais, foram realizadas na escola eb1 de Fijós – Sobrado, na sala que serviu de espaço para a realização das actividades experimentais e servia de arquivo de livros e sala de visionamento de vídeos, nos dias 30 de Junho, 1, 2 e 3 de Julho, período de férias, data previamente estabelecida entre o professor e os alunos envolvidos.

Foram feitas duas entrevistas piloto a dois alunos que participaram no projecto, mas cujos dados não foram tidos em conta para esta análise final. Estes alunos faziam parte dos grupos dos professores que desistiram.

Cada entrevista foi gravada em fita magnética, devidamente autorizado pelos alunos e encarregados de educação e teve a duração média de 15 minutos.

Era disponibilizada ao aluno a consulta do questionário com as suas respostas.

A entrevista foi realizada utilizando o questionário inicial (anexo I) como estímulo. Esta opção prende-se com o facto de pretender avaliar se as concepções dos alunos em relação aos conteúdos/conceitos do tema se alteraram em relação às ideias prévias registadas nesses mesmos questionários. Se se alteraram, tentar decifrar o momento em que essa mudança aconteceu e a actividade que proporcionou essa mesma mudança.

Os dados obtidos nas entrevistas individuais foram comparados com os dados dos alunos que não estiveram sujeitos a este projecto. Para isso recolheram-se as respostas através do mesmo questionário que tinha sido proposto aos alunos do projecto no início deste. Este questionário foi-lhes entregue após as avaliações finais.

Os alunos redigiram, também pequenos textos com opiniões pessoais sobre a sua participação neste projecto.

3.7. Metodologia de análise de dados

Para Erickson (1986) é a partir do momento em que o investigador analisa o material a recolher, ou já recolhido que se pode falar em dados da investigação. O conjunto de material compilado no campo não é, em si mesmo, um conjunto de dados, mas é, sim, uma fonte de dados. As notas de trabalho, as gravações em vídeo e os documentos

respeitantes ao local de estudo não são dados. Mesmo as transcrições das entrevistas não o são. Tudo isto constitui material documental a partir do qual os dados serão construídos graças aos meios formais que a análise proporciona.”

Os autores Miles e Huberman (1994) avançam com um modelo interactivo da análise dos dados na investigação qualitativa que consiste em três passos, ou componentes, de actividades concorrentes: a redução dos dados, a sua apresentação e a interpretação/verificação das conclusões.

O Método dos Inventários Conceptuais proposto por Erickson (1979) foi considerado o mais adequado para este estudo. Neste as ideias dos entrevistados, identificadas nas transcrições das entrevistas, constituem o inventário de ideias do entrevistado. Estes inventários podem ser comparados de modo a identificar ideias semelhantes partilhadas por grupos de entrevistados, constituindo-se categorias de resposta.

Foi considerado adequado para este estudo pelas seguintes razões:

- mantém-se a linguagem original do entrevistado, não se reduzindo o discurso natural ao formato proposicional;
- é uma técnica descritiva onde o número de inferências entre os dados e os resultados finais são poucos quando comparados com a análise proporcional.

Contudo, é importante salientar que neste tipo de análise a formação de categorias de resposta depende da percepção do entrevistador.

O método de análise de conteúdo utilizado neste trabalho contemplou as seguintes fases:

- transcrição de cada uma das entrevistas;
- cada entrevista foi analisada cuidadosamente, no sentido de encontrar as expressões ou frases que se pensa poderem traduzir as ideias dos alunos acerca de uma situação/problema apresentado;

- as “ideias” dos alunos foram agrupadas de acordo com as categorias de conteúdo, previamente construídos, tendo por base os temas de conteúdos sobre os quais se pretende pesquisar;

- as ideias dos alunos consideradas semelhantes dentro de cada conteúdo, foram agrupadas, originando categorias de resposta para cada categoria de conteúdo.

As categorias foram comparadas entre si quando já não é possível retirar mais informação dos dados dá-se a análise por terminada e a categoria é considerada saturada.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Introdução

Este capítulo tem como finalidade apresentar e analisar os resultados obtidos neste estudo. A organização escolhida baseou-se na sequencialização da metodologia do estudo e também na preocupação em apresentá-los de forma simples e clara. Os resultados vão ser apresentados para cada uma das fases.

4.2. Fase I – Formação de professores

Esta fase correspondeu à formação dos professores envolvidos no estudo. Através do curso de formação em que participaram os professores consideraram que se sentiam com os conhecimentos necessários para poderem desenvolver o trabalho a que se tinham proposto. Desenvolveram também os materiais didácticos ao desenvolvimento do trabalho na sala de aula. Apesar disso, quando se deu início ao trabalho na sala de aula, dois dos professores envolvidos desistiram de continuar o projecto, sem terem apresentado qualquer justificação.

4.3. Fase II – Intervenção na sala de aula

Os resultados vão ser apresentados para cada uma das etapas.

4.3.1. Etapa 1 - Identificação das concepções dos alunos

Os resultados vão ser apresentados para cada uma das questões apresentadas no questionário (anexo I).

Questão 1: *“Os alunos de uma escola de Trás-os-Montes não tiveram aulas por causa da neve. Juntaram-se no recreio e fizeram dois bonecos de neve exactamente iguais. No entanto, vestiram um deles com um casaco e cachecol de lã.*

Segundo a tua opinião qual dos sois bonecos vai derreter primeiro?”

Todos os alunos responderam que derrete primeiro o boneco que tem roupa.

A razão apresentada é que a roupa aquece.

Exemplos de respostas:

- *“Porque tem roupa de lã que é quente”;*
- *“Porque a lã é quente e derrete mais depressa”.*

Para os alunos o casaco e cachecol funcionam como fonte de energia.

Questão 2: *“As cozinheiras da tua cantina, para fazer chegar a sopa quente a outra escola tiveram necessidade de a guardar em três frascos de vidro.*

Para isso revestiram um dos frascos com papel de jornal, o outro não foi revestido e o último foi revestido com um pano de lã. Para segurar os materiais usaram elásticos.

Que frasco achas que manteve a sopa quente mais tempo?”

Da totalidade de alunos inquiridos, 14 alunos responderam que o frasco que mantém a sopa quente mais tempo é o frasco que está revestido com lã e 2 alunos responderam que era o frasco revestido com jornal.

Exemplos de respostas:

- “A lã aquece”;
- ” Porque está coberto de jornal e aquece mais”;
- ”Porque o pano de lã é mais quente que o jornal e do que o que não está revestido”.

Em ambos os casos os alunos consideraram que o revestimento “aquece” a sopa. A ideia de isolamento térmico não estava presente. Nesta questão é reforçada a ideia de que o revestimento (isolador térmico) funciona como fonte de energia.

Questão 3:” *Num dia de calor, as cozinheiras da cantina mandaram para a outra escola água fresca. Para isso usaram os mesmos três frascos, com os mesmos revestimentos.*

Qual achas que manteve a água fria mais tempo?”

Todos os alunos consideraram que a água fria se mantinha por mais tempo fresca no frasco sem revestimento. Para estes alunos o “revestimento aquece”.

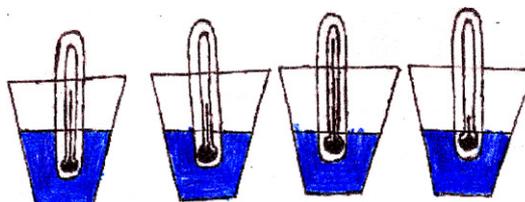
Exemplos de respostas:

- ”Não tem nada que lhe passe o calor”;
- “Porque os outros têm revestimentos e estão mais quentes”;
- “Porque se tivesse um pano de lã a água ficava quente e se fosse de jornal nem estava fria nem quente e sem nada fica mais fria”.

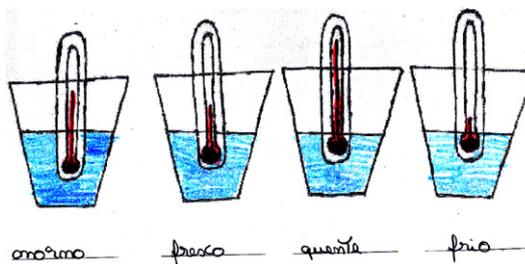
Novamente, e noutro contexto, a ideia do revestimento funcionar como fonte de energia mantém-se.

Questão 4: “Em quatro recipientes com água a várias temperaturas introduzimos quatro termómetros.

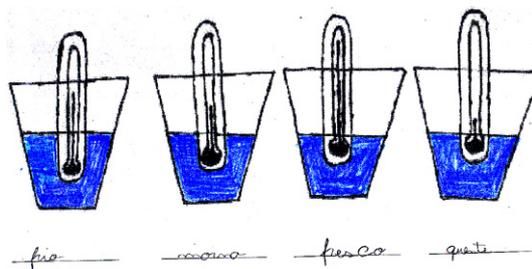
Observando a imagem escreve por baixo de cada recipiente as palavras: **quente**, **morno**, **fresco**, **frio**, conforme o caso.



Catorze alunos foram capazes de associar correctamente o nível do mercúrio do termómetro com as palavras “quente”, “morno”, “fresco”, “frio”.



Os outros dois alunos associaram a “quente” a temperatura mais baixa e a “frio” a temperatura mais alta.



Questão 5: “Analisa os gráficos”.

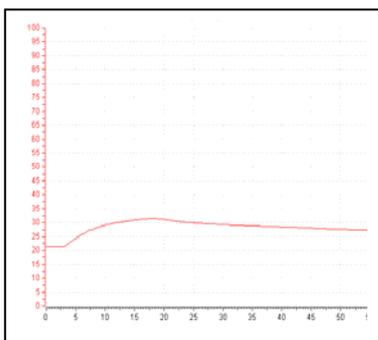


Gráfico nº 1

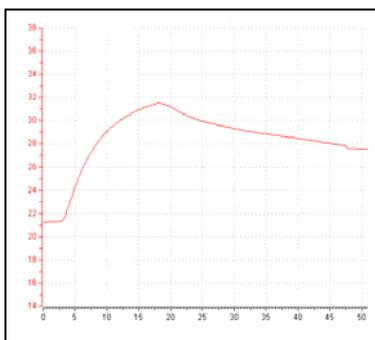


Gráfico nº 2

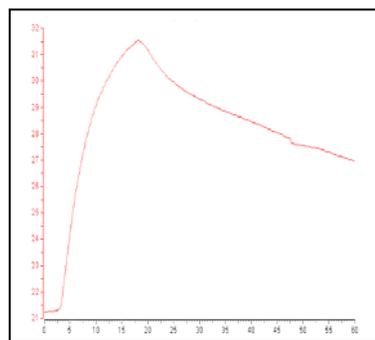


Gráfico nº 3

Questão 5.1: *O que encontras de diferente nos gráficos?”*

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 6:

Categoria de Resposta	Exemplo de Resposta	Número de Respostas (N=16)
A temperatura é diferente nos diversos gráficos.	- A temperatura. - O gráfico 1 é entre o 20 e o 25, o gráfico 2 é entre 20 e 22 e o gráfico 3 é quase no 21..	8
As linhas vermelhas são diferentes	- As linhas vermelhas são todas diferentes, umas vão muito para baixo e as outras vão para cima. - Os gráficos não são iguais porque as linhas vermelhas não são iguais.	8
	Total	16

Tabela 6 – Respostas à questão 5 do questionário (diferenças entre os gráficos).

Questão 5.2: “*O que encontras de semelhante nos gráficos?*”

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 7:

Categoria de Resposta	Exemplo de Resposta	Número de Respostas (N=16)
O tempo é igual em todos os gráficos	<i>O tempo.</i>	5
Cor das linhas é a mesma	<i>Os riscos são todos vermelhos</i>	1
Não há nada de semelhante	<i>Não encontro nada de semelhante</i>	8
Outras	<i>Na linha que tem números os números são todos diferentes</i>	2

Tabela 7 – Respostas à questão 5.1 do questionário (semelhanças entre os gráficos).

Os alunos não se aperceberam que os diversos gráficos correspondiam a uma representação gráfica dos mesmos dados, mas em diferentes escalas.

4.3.2. Etapa 2 - Para que servem os termómetros e estabelecimento do equilíbrio térmico

a) Para que servem os termómetros

Pretendia-se com que os alunos previssem a temperatura da água em diferentes tinas e a diferentes temperaturas, através da sensação que experimentavam quando colocavam a mão na água dessas tinas.

Nas figuras 1 e 2 apresentam-se fotografias dos alunos envolvidos na realização das actividades propostas.



Figuras 1 e 2 - Alunos a realizarem a actividades proposta (actividade nº 1).

Todos os alunos ficaram com a ideia que ao colocarem as mãos na tina com água da torneira, depois de terem colocado uma mão numa tina com água fria e outra numa tina com água quente, perdem a noção da temperatura aproximada da água. Revelaram dificuldades na identificação das temperaturas relativas.

Exemplo (grupo IV):

A mão que estava na bacia fria depois ficou quente e a mão que estava na bacia quente ficou fria.

“A mão que estava na bacia fria depois ficou quente e a mão que estava na bacia quente ficou fria.”

Na actividade seguinte era-lhes pedido para preverem a temperatura da água nas três tinas e que seguidamente efectuassem a medição e comparassem com as temperaturas

previstas. Com esta actividade os alunos concluíram da importância da utilização do termómetro.

Todos os alunos concluíram da necessidade de usar termómetros para medir temperaturas, constataram da sua utilidade e ficaram familiarizados com a sua utilização.

Exemplo (grupo III):

Tinas	Temperatura prevista	Temperatura medida
Tina A	80°	35°
Tina B	10°	13°
Tina C	40°	17°

O que conclusis?

*Andámos perto na tina B e nas outras tivemos longe.
Tivemos a certeza da temperatura com os termómetros.*

“Andámos perto na tina B (água fria) e nas outras estivemos longe. Temos a certeza das temperaturas com o termómetro.”

O grupo I concluiu que a temperatura da água quente desceu e a temperatura da água fria subiu.

Exemplo (grupo I):

Concluimos que a temperatura ^{do termómetro} que estava na água quente desceu na água da torneira e a temperatura ^{do termómetro} que estava na água com ela subiu na água da torneira. Com o termómetro não conseguimos medir a temperatura da água.

“Concluimos que a temperatura do termómetro que estava na água quente desceu na água da torneira e a

temperatura do termómetro que estava na água com gelo subiu na água da torneira. Sem o termómetro não conseguíamos saber a temperatura da água”.

b) Estabelecimento do equilíbrio térmico

Pretendia-se que os alunos reconhecessem que a temperatura da água numa tina vai baixando ao longo do tempo se não for aquecida (existência do equilíbrio térmico numa situação do seu quotidiano).

Na questão nº 1 era pedido aos alunos que explicassem como conseguiriam preparar uma tina com água morna adequada a darem banho a um cão.

Todos os grupos referiram que a água morna se obtinha juntando água fria e água quente.

Exemplo (grupo II):



“Para termos água morna é preciso misturar água quente com água fria.”

Na questão nº 2 era pedido aos alunos que explicassem se poderiam usar aquela água para o banho do cão ao fim de uma hora. Imaginava-se que, no momento do banho, o cão tinha fugido, pois não gostava de banhos e só ao fim de uma hora tinha aparecido. Pretendia-se que os alunos explicassem como poderiam manter a temperatura da água numa tina de modo a que essa água fosse adequada a um banho, situação com que os alunos estão familiarizados.

Na figura 3 apresenta-se fotografia dos alunos envolvidos na realização da ficha de trabalho.



Figura 3 – Alunos envolvidos na realização da ficha de trabalho.

Todos os grupos referiram que não utilizariam aquela água porque passado algum tempo a temperatura da água baixa e é preciso adicionar mais água quente para obter novamente água morna.

Exemplo (grupo III):

*Não damos banho ao cão com a água anterior. Porque a água
estava fria. Para dar banho ao cão temos de tirar um
pouco de água e acrescentar água quente.*

“Não damos banho ao cão com a água anterior. Porque a água estava fria. Para dar banho ao cão temos de tirar um pouco de água e acrescentar água quente.”

4.3.3. Etapa 3 – Familiarização com a utilização de sensores de temperatura e do software de SATD

Os alunos não tiveram dificuldades em utilizar o software nem em executar as ligações necessárias. A familiarização pareceu mais rápida e simples do que no caso dos professores. Nas figuras 4, 5 e 6 apresentam-se fotografias dos alunos envolvidos na realização das actividades propostas.



Figuras 4, 5 e 6 – Alunos envolvidos na familiarização com a utilização de sensores de temperatura e do software de SATD.

4.3.4. Etapa 4 - Utilização de termómetro e sensores de temperatura numa situação de estabelecimento de equilíbrio térmico

Nesta etapa, pretendeu-se que os alunos estudassem as razões porque a temperatura da água numa tina vai baixando ao longo do tempo se não for aquecida.

Pretendia-se que os alunos investigassem porque baixava a temperatura da água do banho ao longo do tempo. Para isso, juntaram volumes iguais de água, a diferentes temperaturas, e estudaram a variação da temperatura da água, depois de misturada, ao longo do tempo. Representaram os resultados num gráfico e após repetirem a experiência usando sensores, compararam o gráfico obtido no computador com o gráfico que tinham desenhado a partir dos dados obtidos sem o uso dos sensores. Os resultados vão ser apresentados para cada um dos aspectos referidos.

a) Estudo de como a temperatura da água, depois de misturada, é diferente das temperaturas iniciais e como essa temperatura vai variando ao longo do tempo até se atingir a temperatura ambiente.

Na figura 7 apresenta-se fotografia dos alunos envolvidos na realização da actividade proposta.



Figura 7 – Alunos envolvidos numa actividade experimental com termómetros.

Todos os grupos concluem que a temperatura da água diminui e que a temperatura ambiente não varia durante o período em que decorre a experiência.

Exemplo (grupo III):

Tempo/minutos	Temperatura da água/° C	Temperatura do ar/°C
0	24 °	19 °
5	22 °	19 °
10	21 °	19
15	20,5 °	19 °

O que concluíste?

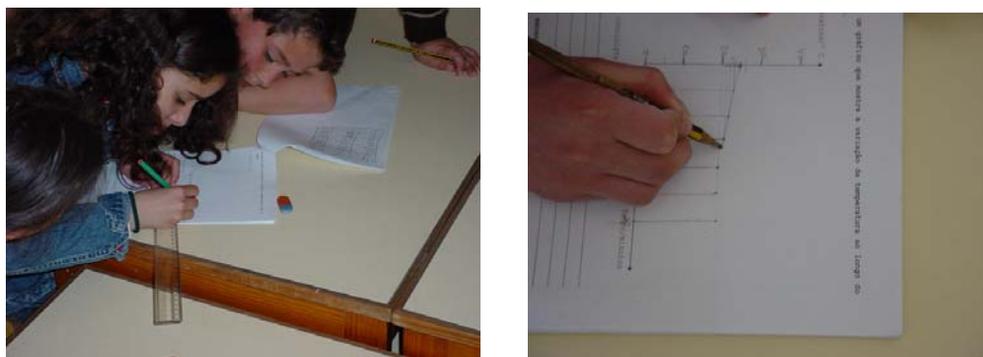
A temperatura da água foi diminuindo e a do ar manteve-se. A temperatura da água ficou perto do ar.

“A temperatura da água foi diminuindo e a do ar manteve-se. No final a temperatura da água ficou perto da do ar.”

É de realçar que este grupo relaciona a evolução da temperatura da água com a temperatura ambiente.

b) Representação dos resultados num gráfico.

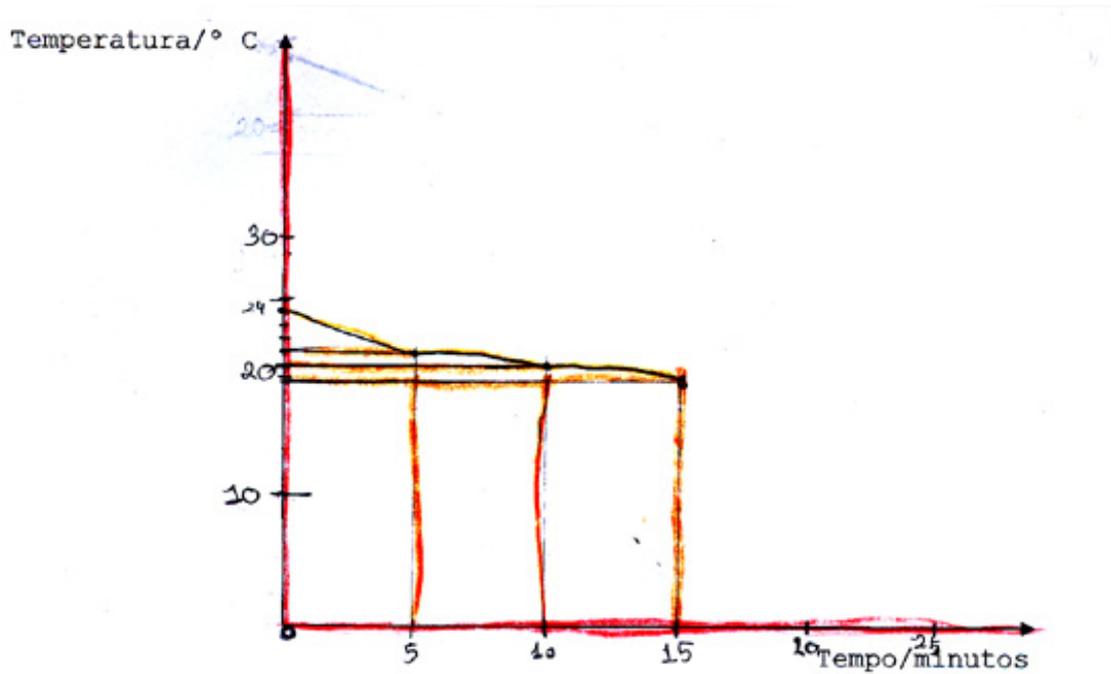
Nas figuras 8 e 9 apresentam-se fotografias dos alunos envolvidos na representação dos resultados obtidos na actividade experimental proposta, num gráfico traçado manualmente.



Figuras 8 e 9 – Alunos a traçarem um gráfico manualmente.

Todos os grupos traçaram manualmente o gráfico, com alguma facilidade, e concluíram que a temperatura baixa ao longo do tempo.

Exemplo (grupo I):



O que concluíste?

Concluímos que a água vai descendo conforme o tempo.

“Concluímos que a água vai descendo conforme o tempo.”

c) Repetição da experiência usando sensores e comparação do gráfico obtido no computador com o gráfico que tinham desenhado a partir dos dados obtidos sem o uso dos sensores.

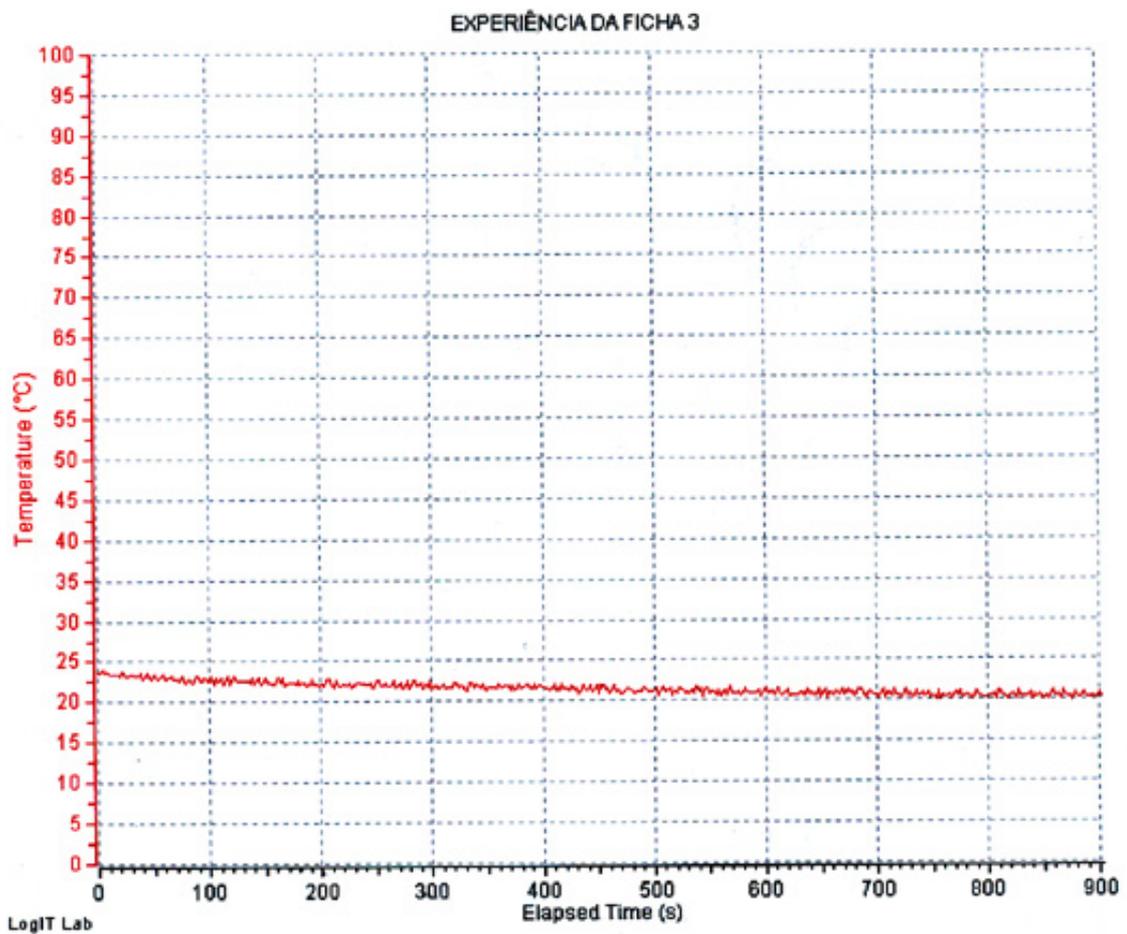
Nas figuras 10 e 11 apresentam-se fotografias dos alunos envolvidos na realização actividade experimental proposta, que consistia na repetição da experiência anterior, recorrendo a sensores de temperatura e a Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados.



Figuras 10 e 11 – Alunos a realizar uma actividade experimental com sensores e SATD.

Todos os grupos repetiram a experiência e obtiveram os seus gráficos.

Exemplo (grupo II):

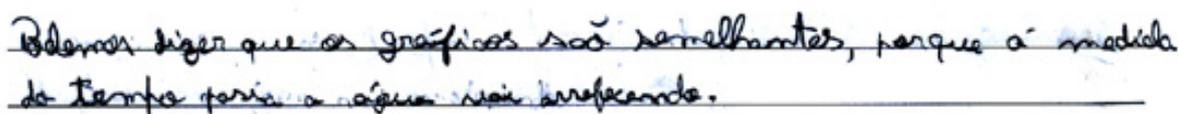


Depois de utilizarem os sensores de temperatura os alunos concluíram que a experiência era mais rápida, embora se trate da mesma experiência. Daqui pode inferir-se que os alunos parecem confundir rapidez da experiência com rapidez a obterem o gráfico e a tirarem conclusões.

Saliente-se a facilidade dos alunos em manipularem quer os materiais quer o software.

Todos os alunos referiram que os dois gráficos (traçado manualmente e obtido com o computador) eram semelhantes.

Exemplo (grupo):



“Podemos dizer que os gráficos são semelhantes, porque à medida que o tempo passa a água vai arrefecendo.”

4.3.5 Etapa 5 - Estabelecimento de outra situação de equilíbrio térmico utilizando só sensores.

Nesta etapa pretendeu-se que os alunos reconhecessem o estabelecimento do equilíbrio térmico utilizando só sensores.

Na actividade inerente a esta etapa, colocaram em dois copos o mesmo volume de água a temperaturas diferentes. Num copo a água tinha uma temperatura superior à

temperatura ambiente e no outro a água tinha uma temperatura inferior à temperatura ambiente. Utilizando sensores estudava-se o estabelecimento do equilíbrio térmico.

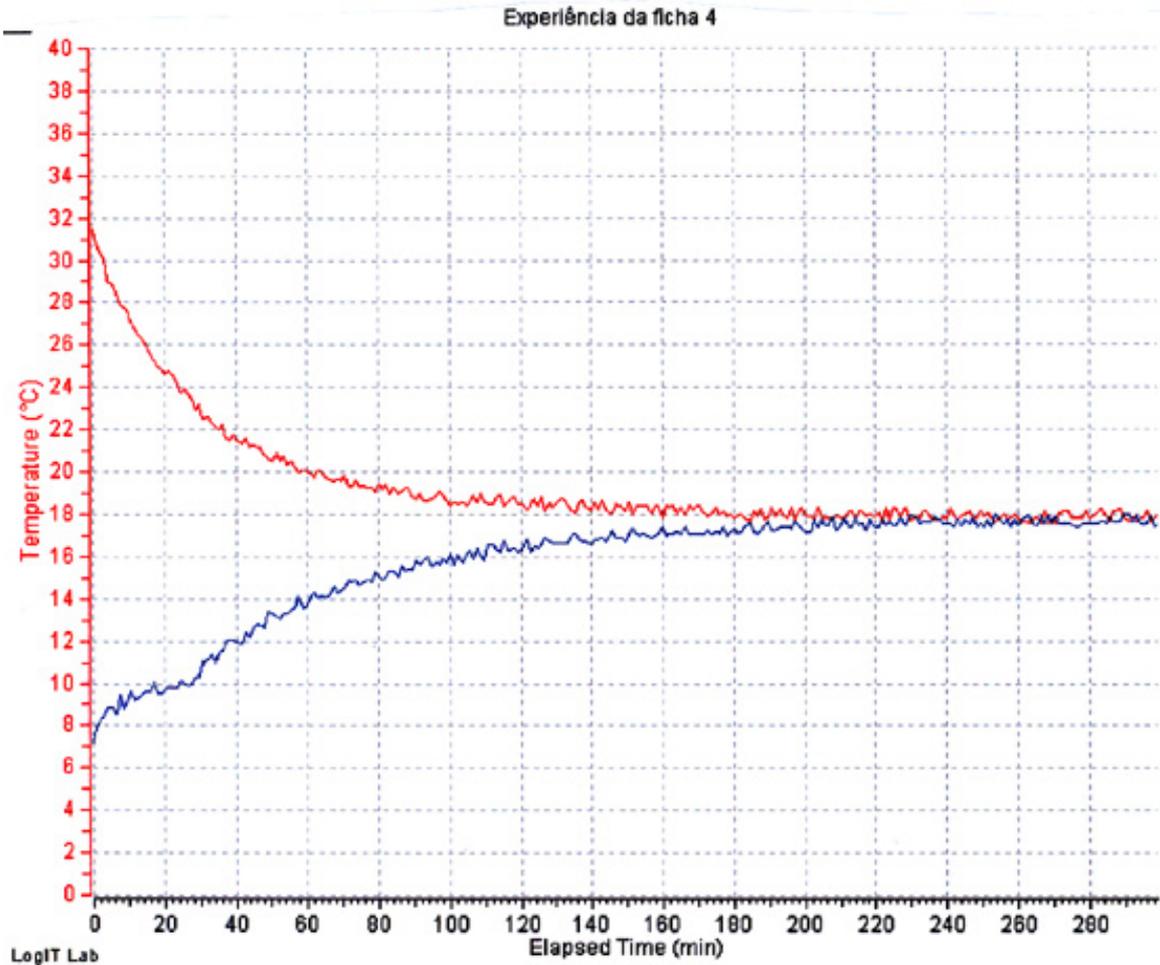
Nas figuras 12 e 13 apresentam-se fotografias dos alunos envolvidos na realização duma actividade experimental, utilizando só sensores, relacionada com o estabelecimento do equilíbrio térmico.



Figuras 12 e 13 – Alunos a realizar uma actividade de estabelecimento do equilíbrio térmico.

Todos os grupos concluíram, após observação dos gráficos obtidos a que a temperatura da água quente baixou e que a temperatura da água fria subiu ao longo do tempo até atingirem a temperatura ambiente.

Exemplo (grupo I):



Após a análise do gráfico da experiência os grupos concluíram que a temperatura da água fria aumentou até à temperatura ambiente e a temperatura da água quente desceu até à temperatura ambiente. A água dos dois copos atingiu o equilíbrio térmico.

Exemplo (grupo I):

Concluimos que a temperatura da água quente foi descendo e a temperatura da água fria foi subindo. Até ficarem as duas à mesma temperatura do ar.

“Concluimos que a temperatura da água quente foi descendo e a temperatura da água fria foi subindo. Até ficarem as duas à mesma temperatura do ar.”

4.3.6. Etapa 6 - Estudo da variação da temperatura na sala de aula durante 24 horas utilizando um termómetro de máxima e mínima e sensores de temperatura.

Nesta etapa pretendeu-se dar a conhecer outro tipo de termómetros, nomeadamente o termómetro de máxima e mínima assim como fazer a comparação dos dados obtidos com este termómetro com os dados obtidos com o sensor de temperatura. Pretendeu-se ainda demonstrar a utilidade dos sensores para a realização de experiências de longa duração.

Nas figuras 14 e 15 apresentam-se fotografias dos alunos envolvidos na realização duma actividade experimental cujo objectivo era estudar a variação da temperatura na sala de aula durante 24 horas utilizando um termómetro de máxima e mínima e sensores de temperatura.



Figuras 14 e 15 – Alunos a estudar a variação da temperatura ambiente da sala de aula.

Todos os grupos apresentaram correctamente os resultados obtidos com o termómetro de máxima e mínima.

Exemplo (grupo II):

TERMÓMETRO DE MÁXIMA E MÍNIMA



Dia 31 / 03 / 2003

Início da Experiência 14 h 12 m

Fim da experiência 14 h 12 m

Temperatura máxima 22° C

Temperatura mínima 19° C

Todos os grupos concluíram que com os sensores poderiam saber o valor da temperatura em qualquer momento enquanto com o termómetro de máxima e mínima só sabiam qual tinha sido a temperatura máxima e a temperatura mínima durante o tempo em que decorreu a experiência.

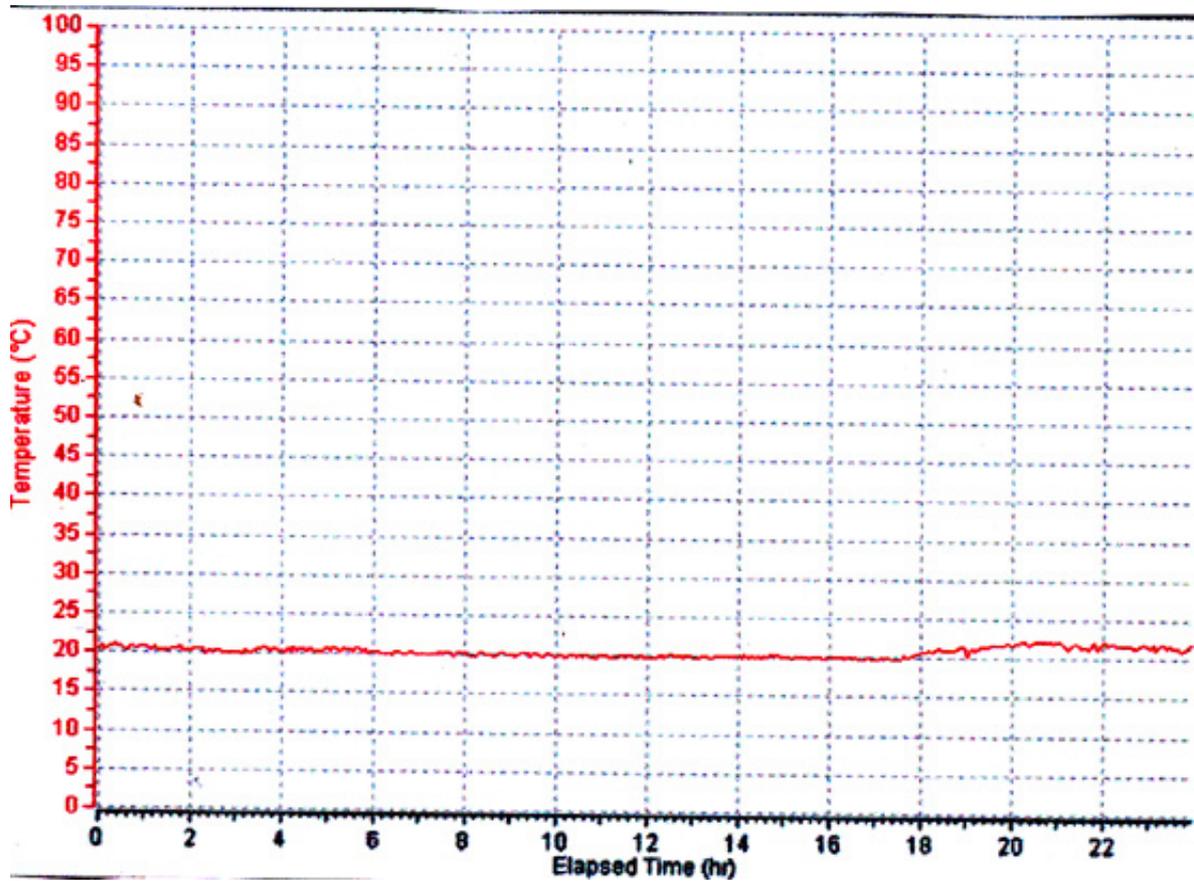
Exemplo (grupo II):

Dia 31 / 03 / 2003

Início da Experiência 14 h 12 m

Fim da experiência 14 h 12 m

Exemplo (grupo II):

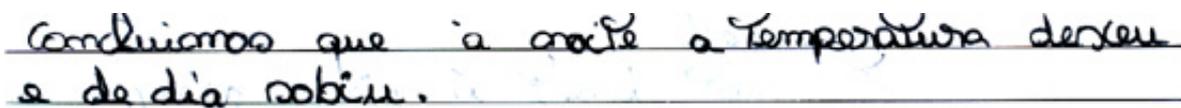


Nós concluímos que o termómetro de máxima e mínima só dá para obter a temperatura máxima e mínima e o sensor dá para medir a temperatura do ar durante as 24 horas.

“Nós concluímos que o termómetro de máxima e mínima só dá para obter a temperatura máxima e mínima e o sensor dá para medir a temperatura do ar durante as 24 horas.”

Todos os grupos concluíram que a temperatura ambiente da sala de aula tinha variado durante o tempo em que decorreu a experiência. Concluíram que de noite a temperatura ambiente da sala de aula tinha descido e ao ser dia, essa mesma temperatura tinha subido.

Exemplo (grupo I):



“Concluimos que à noite a temperatura desce e de dia subiu.”

4.3.7. Etapa 7 - Isoladores térmicos

Nesta etapa pretendia-se que os alunos compreendessem o papel dos isoladores térmicos e que planeassem experiências que lhes permitissem responder às questões: “Como poderíamos fazer para que a temperatura da água aquecida baixe mais devagar?” e “Como poderíamos fazer para que a temperatura da água fria aumente mais devagar?”

Os resultados vão ser apresentados para cada questão das fichas de trabalho (fichas nºs 6 e 7) utilizadas nas actividades práticas que compunham esta etapa.

a) “Como poderíamos fazer para que a temperatura da água aquecida baixe mais devagar?”

Todos os grupos responderam que se deveria revestir o copo em que estava a água quente com um pano de lã.

Nas figuras 16 e 17 apresentam-se fotografias dos alunos a preparar os materiais que vão testar como isoladores térmicos.



Figuras 16 e 17 – Alunos a preparar os materiais que vão testar como isoladores térmicos.

Exemplo (grupo I):

revestim os copos com lã

“Revestir o copo com lã”

Todos os grupos planearam a experiência com a ajuda do professor, tendo registado esse planeamento no local correspondente na ficha de trabalho.

Exemplo (grupo II):

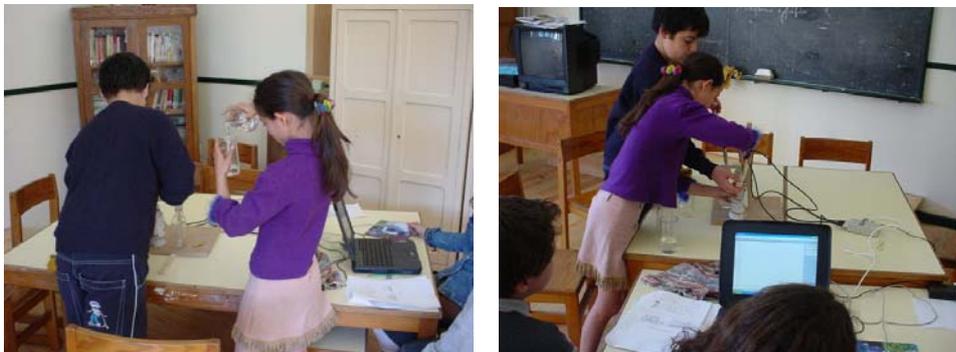
Indica o que pretendes fazer. Se quiseres faz desenhos.

- 1º Vamos revestir uma garrafa com lã.
- 2º Vamos revestir uma garrafa com papel de jornal.
- 3º Preparar uma garrafa sem revestimento.
- 4º Ser 50 ml de água aquecida em cada garrafa.
- 5º Colocar um sensor em cada garrafa.
- 6º Abrir o programa dos gráficos.
- 7º Imprimir o gráfico.

- “ 1º Vamos revestir uma garrafa com lã;
- 2º Vamos revestir uma garrafa com papel de jornal;
- 3º Preparar uma garrafa sem revestimento;
- 4º Pôr 50 mL de água aquecida em cada garrafa;
- 5º Colocar um sensor em cada garrafa;
- 6º Abrir o programa dos gráficos;
- 7º Imprimir o gráfico.”

Todos os grupos executaram a experiência seguindo o plano anteriormente elaborado por eles.

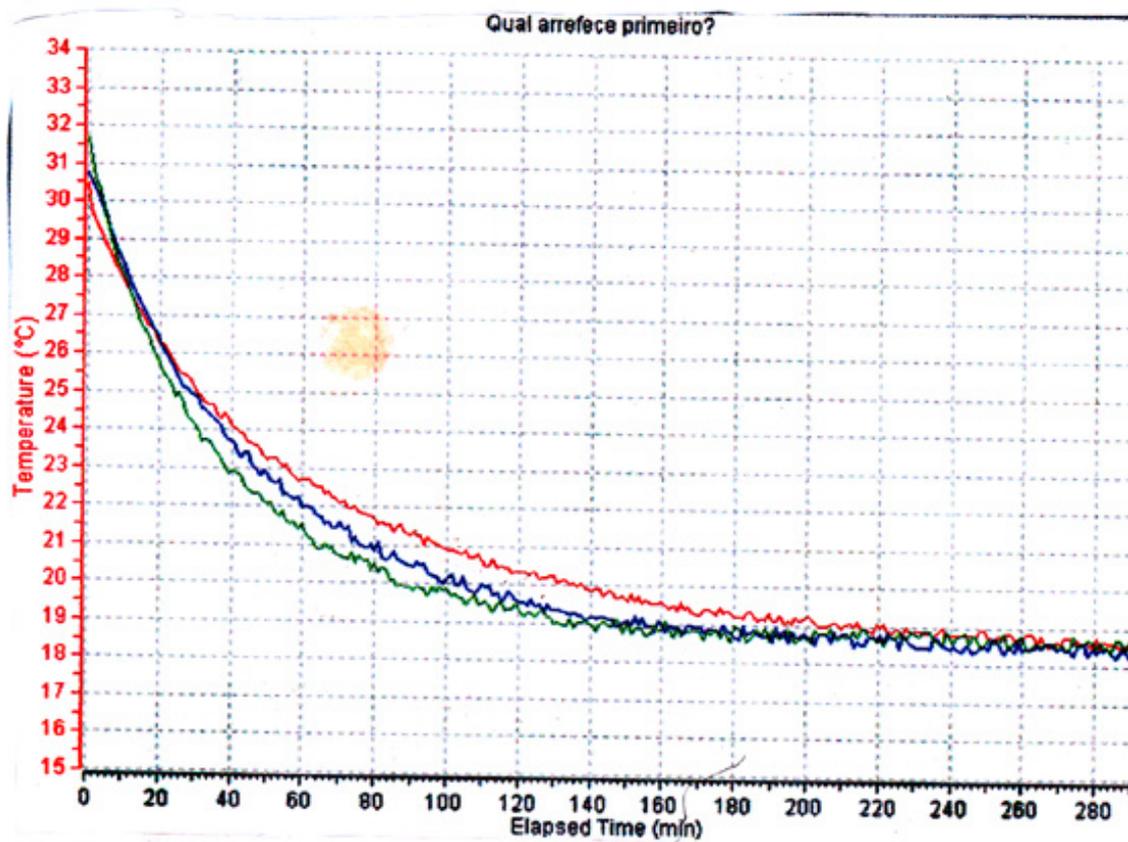
Nas figuras 18 e 19 apresentam-se fotografias dos alunos a realizar a actividade que anteriormente tinham planeado.



Figuras 18 e 19 – Alunos envolvidos na actividade experimental relacionada com o isolamento térmico.

Após a realização da experiência obtiveram os respectivos gráficos que imprimiram, analisaram e discutiram, antes de registarem as conclusões.

Exemplo (grupo III):



■ garrafa revestida com lã
■ garrafa revestida com papel de jornal
■ garrafa sem revestimento

“Concluimos que a que desce mais devagar é a que está revestida com lã, a seguir é o que está revestido com papel de jornal e por último o que está sem revestimento”.

Todos os grupos, após a análise dos gráficos, concluíram que o frasco isolado com lã manteve a água quente mais tempo, seguido pelo frasco revestido com jornal e que aquele que mantinha a água quente menos tempo era o frasco que não estava revestido.

Esta resposta foi de encontro às expectativas dos alunos embora eles se baseassem no facto da “lã aquecer” e não de ser um bom isolador térmico. De facto durante a discussão que mantiveram no grupo para escreverem as conclusões alguns alunos referiram que “a lã

aquecia”. Por exemplo quando no grupo I o Diogo conclui: “a lã mantém o calor mais tempo” o Micael complementa com a afirmação: “a lã é mais quente”.

Exemplo (grupo I):

Conclusões.

Concluimos que a que desce mais devagar é a que está revestida com lã a seguir é a que está revestida com papel de jornal e por último a que está sem revestimento.

“Concluimos que a que desce mais devagar é a que está revestida com lã, a seguir é o que está revestido com papel de jornal e por último o que está sem revestimento”.

Na resposta à pergunta “qual a função dos casacos que usamos no Inverno”, todos os grupos responderam que a função dos casacos que usamos no Inverno é manter-nos quentes, não deixando sair o calor do nosso corpo, nem deixando o frio entrar.

Exemplo (grupo II):

Para não deixar o calor do nosso corpo sair ou seja para nos manter quentes.

“Para não deixar o calor do nosso corpo sair ou seja para nos manter quentes”.

Um dos grupos (grupo IV) respondeu que a função dos casacos que usamos no Inverno é servirem de isoladores térmicos. É de realçar a utilização da expressão “isolador térmico”.

Exemplo (grupo IV):

Os casacos que nós usamos servem de isolador térmico (não deixa passar calor nem frio).

“Os casacos que nós usamos servem de isoladores térmicos (não deixam passar calor nem frio)”.

b) “Como poderíamos fazer para que a temperatura da água fria aumente mais devagar?”

Todos os grupos planejaram a experiência recorrendo ao planeamento anterior e executaram-na seguindo o planeamento elaborado.

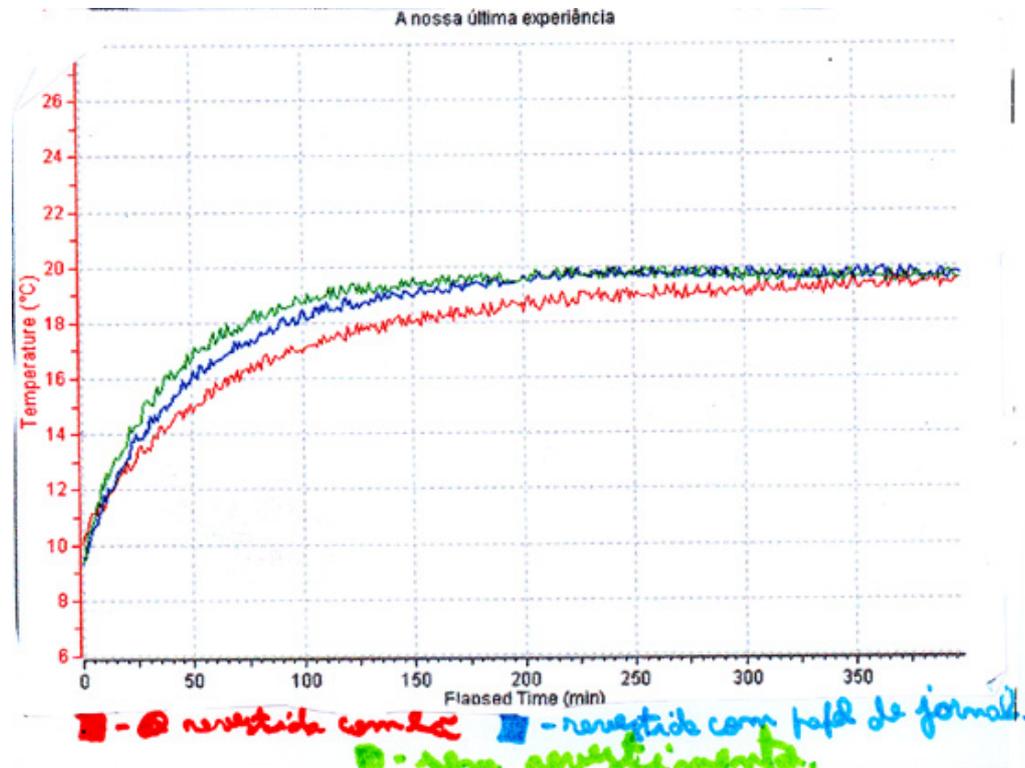
Nas figuras 20 e 21 apresentam-se fotografias dos alunos a repetir a actividade anterior, desta vez a estudar qual dos materiais mantém a água fria mais tempo.



Figuras 20 e 21 – Alunos a estudar qual dos materiais mantém a água fria mais tempo.

Os alunos obtiveram gráficos no computador que mostram a boa qualidade da execução da experiência. Após a análise dos gráficos todos os grupos concluíram que a lã era o melhor isolador térmico dos dois materiais testados.

Exemplo (grupo I):



c) “Explica a utilização das caixas térmicas.”

As respostas dos grupos a esta questão foram categorizadas e apresentam-se na tabela 8.

Categoria de resposta	Nº de grupos (n = 4)
Servem para conservar os alimentos	2
Servem para manter as coisas frias e as coisas quentes	2
Total	4

Tabela 8 - Respostas à pergunta: qual a função das caixas térmicas?

Só metade dos grupos referiu a dupla função das caixas térmicas conseguindo transferir as conclusões das experiências para uma situação do quotidiano.

d) “E a lã também é boa para conservar o frio?”

Todos os grupos consideraram que sim. Neste caso, talvez porque a formulação da questão se relacionava muito directamente com a experiência realizada, todos os grupos responderam correctamente.

Exemplo (grupo II):

Sim, porque a lã não deixa passar nem o calor nem o frio.

“Sim. Porque a lã não deixa passar nem o calor nem o frio”.

Mais uma vez o grupo IV utilizou os termos “isolador térmico”.

Exemplo (grupo IV):

Sim, porque a lã não aquece serve de isolador térmico.

“Sim, porque a lã não aquece serve de isolador térmico”.

Os elementos do grupo I decidiram fazer uma nova experiência para confirmar os resultados pois tinham dúvidas acerca da veracidade da conclusão que tinham retirado: “a lã mantém a água mais tempo fria”.

Colocaram dois cubos de gelo em cima da mesa, um revestido com lã e outro exposto ao ar. Observaram atentamente, fizeram apostas acerca dos resultados e, perante as evidências, concluíram que “derreteria” primeiro o cubo de gelo que estava exposto ao ar.

De realçar ainda, o interesse destes alunos, pois fizeram experiências em casa revestindo cubos de gelo com diversos materiais para testar quais eram os melhores isoladores. A Sara decidiu fazer uma experiência em casa em que obteve blocos de gelo grandes e depois colocou esses blocos ao ar, um revestido com lã e outro sem qualquer revestimento. Pretendia verificar se o efeito era o mesmo no caso dos blocos de gelo serem grandes.

4.4. Fase III – Avaliação do processo

A avaliação deste processo de investigação vai ser apresentada para cada uma das fases.

4.4.1. Avaliação do desenvolvimento dos alunos

4.4.1.1. Avaliação da aprendizagem

Nesta etapa pretendeu-se avaliar a aprendizagem dos alunos relativamente aos aspectos de conteúdo abordados, sendo os alunos questionados em entrevista individual que tinha por base o questionário inicial e as respostas que nele tinham dado.

Os resultados vão ser apresentados para cada um dos aspectos considerados.

a) *“Os alunos de uma escola de Trás-os-Montes não tiveram aulas por causa da neve. Juntaram-se no recreio e fizeram dois bonecos de neve exactamente iguais. No entanto, vestiram um deles com um casaco e cachecol de lã.*

Qual dos dois bonecos vai derreter primeiro?”

Todos os alunos responderam que derrete primeiro o boneco que não tem revestimento. Inicialmente, antes do desenvolvimento deste estudo todos os alunos tinham referido que derretia primeiro o boneco que estava revestido. Todos os alunos mudaram de opinião.

Doze alunos referiram que tinham mudado de opinião devido à experiência que realizaram (na actividade 7) que consistia em preparar três frascos, um revestido com lã, outro revestido com papel de jornal e outro sem revestimento. Nos três frascos foi colocada igual quantidade de água fria. Com os sensores de temperatura verificaram que o último a atingir o equilíbrio térmico foi o que estava revestido com lã.

Exemplo (Catarina, grupo II):

“Entrevistador: Relativamente à primeira pergunta do questionário, qual é o boneco que derrete primeiro?

Catarina: *É o que não tem revestimento.*

E: Foi essa a resposta que deste no questionário?

C: Não, *achava que era o que tinha revestimento.*

E: Porquê?

C: *Porque a roupa fazia calor e derretia primeiro.*
 E: E porque achas que é ao contrário?
 C: *Porque a roupa não deixa a temperatura do boneco sair nem deixa entrar a do ar.*
 E: Onde aprendeste isso?
 C: *Na escola.*
 E: Mas como?
 C: *Numa experiência com um frasco, pus água fria e depois embrulhei com roupa, outro sem revestimento e outro com papel de jornal.”*

Quatro alunos, do mesmo grupo (grupo I) referiram também a experiência em que colocaram dois cubos de gelo em cima da mesa, um deles revestidos com lã e o outro sem qualquer revestimento. Verificaram que fundia primeiro o que não tinha revestimento.

Exemplo (Diogo, grupo I):

“**Entrevistador:** Relativamente à primeira pergunta qual dos bonecos derrete primeiro?
Diogo André: *O que não está revestido.*
 E: Foi essa a resposta que tu deste?
 DA: *Não.*
 E: Qual foi?
 DA: *Que derretia primeiro o que tinha o casaco e o cachecol.*
 E: Porque é que respondeste isso?
 DA: *Porque estava bem agasalhado e a roupa é mais quente.*
 E: É isso que continuas a achar?
 DA: *Não.*
 E: Então qual derrete primeiro?
 DA: *É o que está sem roupa.*
 E: Porquê?
 DA: *O outro demora mais tempo a derreter porque não deixa passar o calor.*
 E: O que é que não deixa passar o calor?
 DA: *O casaco e o cachecol.*
 E: O calor de onde passa? Onde está?
 DA: *Do ar.*
 E: Como é que tu viste isso?
 DA: *Fazendo uma “pesquisa”.*
 E: Como e onde?
 DA: *Na biblioteca.*
 E: Conta-me...
 DA: *Pusemos um cubo de gelo que não tinha nada em cima da mesa e outro envolvido em lã.*
 E: E qual derreteu primeiro?
 DA: *O que estava sem a lã.”*

Questão 2: *“As cozinheiras da tua cantina, para fazer chegar a sopa quente a outra escola tiveram necessidade de a guardar em três frascos de vidro.*

Para isso revestiram um dos frascos com papel de jornal, o outro não foi revestido e o último foi revestido com um pano de lã. Para segurar os materiais usaram elásticos.

Que frasco achas que manteve a sopa quente mais tempo?”

Todos os alunos responderam que a sopa se mantém quente mais tempo no frasco revestido com lã.

As respostas apresentadas pelos alunos foram categorizadas e apresentam-se na tabela 9.

Categoria de resposta	Nº de respostas
A lã não deixar passar nem o frio nem o calor	13
A lã é um bom isolador térmico	2
A lã aquece	1
Total	16

Tabela 9 - Respostas à pergunta: a lã também é boa para conservar o frio?

Quase todos os alunos consideraram que a lã funcionava como um isolador térmico, embora só dois usassem o termo “isolador térmico”.

É de referir que o Micael (grupo I) embora na questão anterior tenha considerado “a roupa de lã não faz nada, não o deixa aquecer”, nesta questão volta a usar as ideias que tinha usado no inquérito inicial: “a lã aquece”.

Os alunos que mudaram de opinião referiram que tal facto se ficou a dever à actividade experimental que realizaram (ficha de trabalho 6), que consistia em preparar três frascos, um revestido com lã, outro revestido com papel de jornal e outro sem revestimento. Nos três frascos era colocada igual quantidade de água quente. Com os

sensores de temperatura verificaram que o último a atingir o equilíbrio térmico foi o que estava revestido com lã.

Os alunos foram questionados sobre o que aconteceria à temperatura da água se deixássemos esta experiência a decorrer durante três dias.

Todos os alunos respondem que a água atingiria a temperatura ambiente, mostrando que tinham a noção de que o equilíbrio térmico seria atingido.

Exemplo (Carlos, grupo IV):

Entrevistador: Vamos imaginar que deixamos essa experiência a decorrer durante 2 ou 3 dias. Ao fim desse tempo a que temperatura estará a água?

Carlos: *À temperatura do ar em todos os frascos.*

Questão 3:” *Num dia de calor, as cozinheiras da cantina mandaram para a outra escola água fresca. Para isso usaram os mesmos três frascos, com os mesmos revestimentos.*

Qual achas que manteve a água fria mais tempo?”

Todos os alunos consideraram que a água se manteria fria por mais tempo no frasco revestido com lã. Contrariamente ao que tinham revelado no inquérito inicial em que referiram que se manteria fria por mais tempo no frasco que não estava revestido.

Todos os alunos mudaram de opinião desde o inquérito inicial, revelando que tal facto se deveu à experiência que realizaram na actividade número 7, que consistia em preparar três frascos, um revestido com lã, outro revestido com papel de jornal e outro sem revestimento. Nos três frascos foi colocada igual quantidade de água fria. Com os sensores

de temperatura verificaram que o último a atingir o equilíbrio térmico foi o que estava revestido com lã.

Exemplo (Ana Rita, grupo III):

“Entrevistador: E quando é que tu aprendeste isso?

Ana Rita: *Nas experiências que fiz com os sensores.*

E: Alguma em especial?

AR: *A dos frascos com a lã. Pusemos água fria em três frascos, um com jornal, outro com lã e outro sem nada a ver qual aguentava mais tempo.*

E: E qual foi?

AR: *O que tinha a lã.”*

Os alunos foram questionados sobre o que aconteceria à temperatura da água se deixássemos esta experiência a decorrer durante três dias.

Todos os alunos responderam que a água iria ficar à temperatura ambiente.

Exemplo (Ricardo, grupo III):

“Entrevistador: E deixássemos a experiência a decorrer durante três dias, o que aconteceria à temperatura da água?

Ricardo: *La aquecer.*

E: A de todos os frascos?

R: *Sim.*

E: A que temperatura?

R: *À temperatura do ar.”*

Relativamente à pergunta número 5 pretendia-se que os alunos reconhecessem que gráficos com os mesmos dados, mas com escalas diferentes, representam a mesma experiência.

A maioria dos alunos reconheceu que os diferentes gráficos se referiam à mesma experiência. Identificaram que no gráfico estavam representadas as mesmas temperaturas, embora não refiram o termo “escala”.

Exemplo (Carlos, grupo IV):

“Entrevistador: Achas que há semelhanças nos gráficos?

Carlos: *Sim.*

E: O quê?

C: *A altura da temperatura é 21, depois sobem e descem. As linhas são parecidas.*

E: Mais alguma coisa?

C: *Sim, o tempo que elas demoram é o mesmo.*

E: Achas mais alguma coisa parecida?

C: *Não.*

E: E encontra alguma coisa diferente?

C: *A temperatura.*

E: Explica melhor?

C: *No gráfico número um, vai de 0 a 100, no gráfico número dois vai de 14 a 38 e no gráfico número três vai de 21 a 32.*

E: Encontra mais alguma coisa diferente?

C: *Não.*

E: Os gráficos serão de mesma experiência ou de experiências diferentes?

C: *São da mesma experiência.”*

O termo “escala” só é usado por cinco alunos.

Exemplo (Vera, grupo I):

“Entrevistador: Encontra semelhanças nos três gráficos?

Vera: *A linha.*

E: Achas as linhas parecidas?

V: *Não, a da temperatura. A escala é diferente de resto é tudo igual.*

E: Como são as escalas?

V: *A do primeiro vai de 0 a 100, no segundo vai de 14 a 38 e no terceiro começa no 21 e acaba nos 32.*

E: Duram o mesmo tempo as experiências?

V: *Duram.*

E: Achas que são gráficos da mesma experiência ou não?

V: *Sim, são gráficos da mesma experiência.”*

Dois alunos não reconheceram que se tratava da mesma experiência. Após solicitados pelo entrevistador para fazerem as leituras dos gráficos é que chegaram à conclusão que afinal se tratava da mesma experiência.

Exemplo (Ana Cristina, grupo III):

“Entrevistador: Achas que há semelhanças entre os gráficos?

Ana Cristina: *As temperaturas são diferentes.*

E: Então isso é uma diferença?

AC: *Sim.*

E: E semelhanças? Achas que há?

AC: *Não.*

E: Se eu te perguntar se são gráficos da mesma experiência, o que dizes?

AC: *Acho que não.*

E: Quando começa a experiência a que temperatura está a água?

AC: *No primeiro a 20 e qualquer coisa, no segundo a 21 e no terceiro igual.*

E: E depois o que aconteceu?

AC: *No primeiro a temperatura sobe, no segundo sobe e no terceiro também... e depois desce em todos.*

E: Então há semelhanças?

AC: *Há.*

E: Então são da mesma experiência?

AC: *Sim.*

E: Há alguma diferença?

AC: *Nenhuma.*

E: No primeiro a temperatura é medida de quanto a quanto?

AC: *De 0 a 100. São os números das linhas das temperaturas.”*

4.4.1.2. Comparação de aprendizagens entre alunos que participaram no projecto e alunos do 4º ano de escolaridade, da mesma escola, que não participaram no projecto.

O questionário que inicialmente tinha sido aplicado aos alunos envolvidos no estudo foi aplicado a 20 alunos do 4º ano de escolaridade da mesma escola, mas que não tinham participado no estudo. Foi aplicado após as avaliações finais (última semana de actividades lectivas) e após todos os conteúdos programáticos terem sido abordados.

Os resultados foram comparados com os resultados das entrevistas finais dos alunos que participaram no estudo.

Os resultados vão ser apresentados e comparados para cada uma das 5 questões.

a) Questão 1: Qual dos bonecos “derrete” primeiro?

As respostas foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 10:

Categoria de Respostas	Número de alunos N=20 (Alunos que não participaram)	Número de alunos N=16 (Alunos que participaram)
O que está revestido	19	0
O que não está revestido	1	16
Total	20	16

Tabela 10 - Respostas à questão: Qual dos bonecos “derrete” primeiro?

Todos os alunos que participaram no estudo compreenderam que derrete primeiro o boneco que não está revestido (todos alteraram as suas ideias prévias).

Para os alunos que não participaram no estudo o casaco e cachecol funcionavam como fonte de energia, ideia prévia dos alunos que participaram no projecto, mas que alteraram com as actividades desenvolvidas.

Um aluno que não participou no estudo considerou que “derrete” primeiro o boneco de neve que não está revestido mas não explicou o efeito de isolador térmico das roupas.

b) Questão 2: Qual o frasco que mantém a sopa quente mais tempo?

As respostas foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 11:

Categoria de Respostas	Número de alunos	Número de alunos
	N=20 (Alunos que não participaram)	N=16 (Alunos que participaram)
O frasco revestido com lã	17	16
O frasco revestido com papel de jornal	3	0
O frasco sem revestimento	0	0
Total	20	16

Tabela 11 - Respostas à questão: Qual o frasco que mantém a sopa quente mais tempo?

Embora todos os alunos (os que participaram no estudo e os que não participaram) tenham respondido correctamente, que o frasco que mantinha a água quente mais tempo era o frasco revestido com lã, as justificações apresentadas (tabela 12) mostram que a compreensão do fenómeno, por parte dos alunos que não participaram no estudo, nem sempre era adequada.

c) Questão 2.1: Porquê?

As respostas foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 12:

Categoria de Respostas	Número de alunos	Número de alunos
	N=20 (Alunos que não participaram)	N=16 (Alunos que participaram)
A lã funciona como isolador térmico	0	15
A lã aquece	17	1
O jornal aquece	3	0
Total	20	16

Tabela 12 - Justificação das respostas dadas à pergunta: Qual o frasco que mantém a sopa quente mais tempo?

Da análise dos resultados podemos concluir que para os alunos que não participaram no estudo a ideia de isolamento térmico não estava presente, para estes alunos o revestimento funcionava como fonte de energia.

Dos dezasseis alunos que participaram no estudo, quinze referiram que a lã funcionava como isolador térmico e apenas um referiu que a lã funcionava como fonte de energia.

d) Questão 3: Qual o frasco que mantém a água fria durante mais tempo?

As respostas foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 13:

Categoria de Respostas	Número de alunos N=20 (Alunos que não participaram)	Número de alunos N=16 (Alunos que participaram)
O frasco revestido com lã	0	16
O frasco revestido com papel de jornal	3	0
O frasco sem revestimento	17	0
Total	20	16

Tabela 13 - Respostas à questão: Qual o frasco que mantém a água fria durante mais tempo?

Para os alunos que não participaram no estudo o frasco que mantinha a água fria mais tempo era o frasco sem revestimento, enquanto que, para os alunos que participaram no estudo era o frasco revestido com lã.

Na tabela seguinte (tabela 14) apresentam-se as justificações apresentadas para as respostas anteriores:

e) Questão 3.1: Porquê?

As respostas foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 14:

Categoria de Respostas	Número de alunos	Número de alunos
	N=20 (Alunos que não participaram)	N=16 (Alunos que participaram)
A lã funciona como isolador térmico	0	16
Não tem nenhum revestimento que lhe transmita energia	17	0
O jornal é frio	3	0
Total	20	16

Tabela 14 - Justificação das respostas dadas à pergunta: Qual o frasco que mantém a água fria mais tempo?

Para os alunos que não participaram no estudo o “revestimento aquece”. Prevalece a ideia do revestimento funcionar como fonte de energia, neste novo contexto.

Os três alunos que consideraram que a água fria se mantinha por mais tempo fresca no frasco revestido com papel de jornal justificaram-no dizendo que “o jornal é frio”. Pode este conhecimento estar ligado às utilizações que no seu quotidiano dão ao papel de jornal.

Todos os alunos que participaram no estudo consideraram que a lã funcionava como isolador térmico e por isso responderam que o frasco que mantinha a água fria mais tempo era o frasco revestido com lã.

Nota: A questão nº 4 do questionário inicial, por ser uma questão de resposta escrita, não foi abordada na entrevista final feita aos alunos que participaram no estudo e como tal não foi possível compará-la com as respostas dadas pelos alunos que não participaram no estudo.

f) Questão 5: Serão gráficos da mesma experiência?

Nesta questão eram apresentados três gráficos da mesma experiência a escalas diferentes e pretendia-se que os alunos reconhecessem que gráficos com os mesmos dados, mas com escalas diferentes, representam a mesma experiência.

As respostas foram categorizadas e os resultados apresentam-se na tabela 15:

Categoria de Respostas	Número de alunos	Número de alunos
	N=20 (Alunos que não participaram)	N=16 (Alunos que participaram)
Não são gráficos da mesma experiência	20	0
São gráficos da mesma experiência	0	16
Total	20	16

Tabela 15 – Respostas à questão: Serão gráficos da mesma experiência?

Os alunos que não participaram no estudo, ao contrário dos que participaram, não se aperceberam que os diversos gráficos correspondiam à representação gráfica dos mesmos dados, mas em diferentes escalas.

4.4.1.3. Apreciação dos alunos acerca do trabalho.

No final do projecto foi pedido aos alunos que escrevessem um texto livre sobre o trabalho que tinham desenvolvido.

Nesses textos todos os alunos disseram que tinham gostado muito das experiências. Além disso referiram outros aspectos, como: aprender a “mexer” no computador, “tirar dúvidas” através das experiências que fizeram, resolver problemas através das experiências, aprender a “meter gráficos” no computador e ficar a saber mais.

Exemplo de textos escritos pelos alunos:

Texto da Sara

Comparações das experiências.

Material: gobles, 3 bacias, água, termómetros, inter fase, computadores, gráficos e etc.

Durante algumas semanas que eu estive com metade dos colegas da turma, a fazer experiências na biblioteca aprendi a mexer melhor com o computador, aprendi também a pôr acentos nas palavras.

Eu uma vez duvidei de uma experiência e a experiência que eu duvidei foi que o gelo que estava ~~embulhado~~ embulhado na lã derretia melhor mas o meu professor disse não! o que derreteu primeiro era o que estava em cima da mesa e que não estava revestido. Mas o meu professor para me tirar as dúvidas pôs um cubo de gelo revestido com lã e um cubo de gelo sem ~~lã~~ lã sem revestido em cima da mesa esperamos algum tempo e o que derreteu primeiro era o que estava em cima da mesa.

Fomos gravados.

Eu não falo pelos outros mas eu gostei muito, espero que não tenha desiludido o professor.

Eu gostei muito.

Nome do professor: António Nogueira.

Nome do aluno: João Pereira

Data: 24/4/2003

Durante algumas semanas, que eu estive com metade dos colegas da turma, a fazer experiências na biblioteca aprendi a mexer melhor com o computador, aprendi também a pôr acentos nas palavras.

Eu uma vez duvidei de uma experiência e a experiência que eu duvidei foi que o gelo que estava embulhado na lã derretia melhor, mas o professor disse que não!

O que derreteu primeiro foi o que estava em cima da mesa e não estava revestido. Mas o meu professor para me tirar as dúvidas pôs um cubo de gelo revestido com lã e um cubo de gelo sem revestido em cima da mesa. Esperámos algum tempo e o que derreteu primeiro foi o que estava em cima da mesa.

Fomos gravados.

Eu não falo pelos outros mas eu gostei muito, espero não ter desiludido o professor.

Eu gostei muito.

Texto do Flávio

Composição

Experiências

Numa das experiências pusemos uma bacia de água quente, outra de água fria, e outra de água morna. De seguida pusemos as mãos na de água quente e fria, depois pusemos as mãos na de água morna e a mão que estava fria ficou quente, a que estava quente ficou fria. Também o professor Miguel nos deu uma ficha para nós preenchermos da maneira que nós achássemos correcta.

Também nos deu numa das experiências para nós resolver um problema. O problema era o seguinte: a comida que resta do almoço vai para a escola da Lomba e ela aquecia-se aqui mas chegava lá fria e nós concluímos que se põem as panelas revestidas de lã e a lã não deixa a temperatura sair etc. gostei muito.

Não disse algumas experiências.

Flávio Fernando

Numa das experiências pusemos uma bacia de água quente, outra de água fria e outra de água morna. De seguida pusemos as mãos na de água quente e fria, depois pusemos as mãos na de água morna, a mão que estava fria ficou quente e a que estava quente ficou fria.

O professor Miguel também nos deu uma ficha para nós preencher-mos da maneira que achássemos correcta.

Também nos deu numa das experiências para nós resolvermos um problema. O problema era o seguinte:

-a comida que resta do almoço vai para a escola da Lomba e ela aquecia-se aqui mas chegava lá fria e nós concluímos que se põem as panelas revestidas de lã e a lã não deixa a temperatura sair, etc.

Gostei muito. Não disse algumas experiências.

Texto do Miguel

As experiências

As partes que eu mais gostei forão:
Medir a temperatura do ar e da água. Foram medidos com termómetros e com os sensores. Também aprendemos o que eram sensores, e gostei de ver os gráficos no computador. Também gostei muito da experiência de encher as garrafas com água e de revestir uma das três garrafas com jornal. Mas ao longo das experiências o que eu mais gostei foi de aprender a por os gráficos no computador.

Miguel Angelo O. B. Pinto

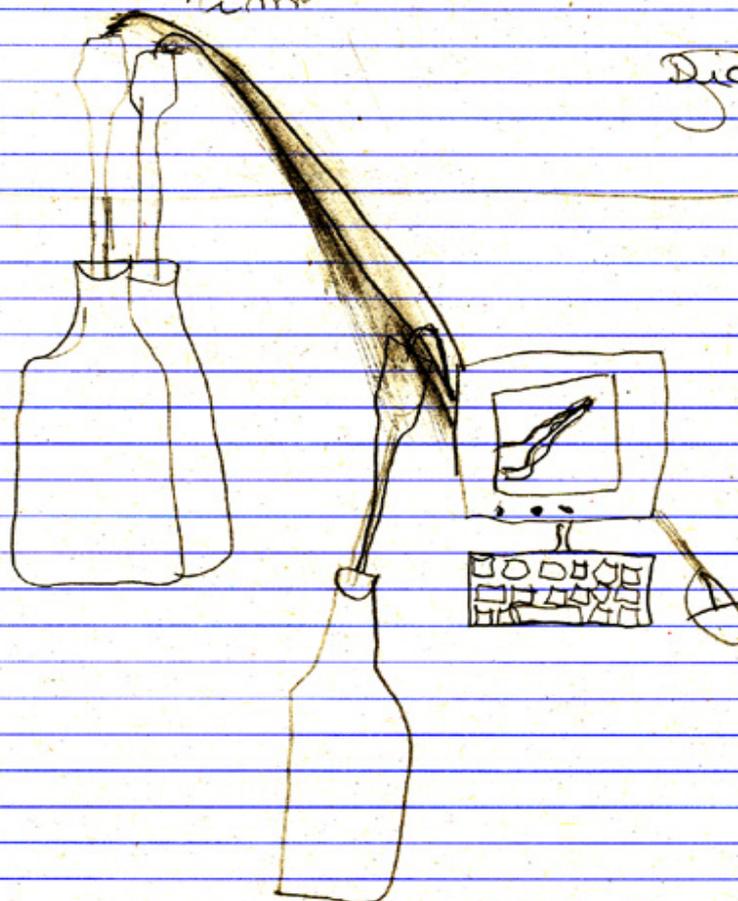
Alguns alunos referem as experiências que gostaram mais de fazer:

Texto do Diogo

Composição

Eu gostei muito das experiências que eu fiz.
 Mas a que eu gostei mais foi das garrafas que tinham jornal, lã e uma com nada, e também gostei das outras.
 As experiências das garrafas foi ver qual das garrafas a temperatura da água subia mais devagar.
 E assim foi a experiência.

Time



Eu gostei muito das experiências que eu fiz.

Mas a que eu gostei mais foi a das garrafas que tinham jornal, lã e uma com nada, e também gostei das outras.

As experiências das garrafas foram ver em qual das garrafas a temperatura da água subia mais devagar.

E assim foi a experiência.

Texto da Mariana

das experiências

Nas experiências aprendemos muitas coisas que eu gostei de trabalhar no computador, o que eram os sensores, o que era um termómetro de máxima e mínima...

Mas também fizemos muitas coisas: estivemos a ver de 5 em 5 minutos a que temperatura estava a água e a que temperatura estava o ar. Colocámos 50 mL de água numa garrafa revestida com lã, noutra colocámos 50 mL de água e revestimos com papel de jornal e deixámos 50 mL de água na garrafa que não estava revestida para vermos qual era a garrafa que mantinha a água quente mais tempo. Esta foi a experiência que eu mais gostei.

Nas experiências aprendemos muita coisa. O que eu mais gostei foi: a trabalhar no computador, o que eram os sensores, o que era um termómetro de máxima e mínima...

Mas também fizemos muitas coisas: estivemos a ver de 5 em 5 minutos a que temperatura estava a água e a que temperatura estava o ar. Colocámos 50 mL de água numa garrafa revestida com lã, noutra colocámos 50 mL de água e revestimos com papel de jornal e colocámos 50 mL de água numa garrafa que não estava revestida, para vermos qual era a garrafa que mantinha a água quente mais tempo. Esta foi a experiência que eu mais gostei.

4.4.2. Avaliação do desenvolvimento profissional dos professores

Como refere Cortesão (1995), mais do que sobre os produtos, a avaliação em investigação-acção debruça-se sobre o processo em marcha, procurando compreender o clima em que se desenvolve o trabalho, a qualidade da produção de conhecimentos, as características e interesse das inovações produzidas, a importância e o significado da formação obtida, tudo isto através da observação de efeitos previstos, e também (às vezes, sobretudo) dos não previstos. É, de entre tudo, particularmente importante a observação do tipo e grau de implicação, até de militância dos diferentes actores envolvidos.

A avaliação da participação dos professores foi aferida pela elaboração, no final do projecto, de um texto de opinião sobre a participação dos mesmos, sem qualquer estrutura pré-definida.

Da análise dessas reflexões ressaltam alguns aspectos que se prendem com o desenvolvimento deste estudo:

- a importância de fazer formação em áreas negligenciadas na formação inicial dos professores;
- a importância de serem os professores a escolher o tema sobre o qual querem fazer formação;
- a utilização de uma nova metodologia baseada na responsabilização dos alunos e no aproveitamento das suas ideias ;
- cooperação dos professores para preparar a prática pedagógica (trabalho cooperativo);
- o entusiasmo e motivação dos professores durante todo o projecto, desde a escolha do tema até à avaliação.

Nos quadros que se seguem apresentam-se as reflexões elaboradas pelos professores envolvidos no estudo:

a) Reflexão da professora Mafalda

Como docente do 1.º Ciclo e estando a leccionar o 3.º ano de escolaridade aderi, sem hesitação e com muitas expectativas neste projecto. Inseridas no programa de Estudo do Meio, este tipo de actividades permitia uma nova metodologia de aprendizagem desenvolvendo o gosto pelo aprender fazendo.

Embora os métodos de trabalho de docente para docente possam ser diferentes, como até era o caso, devo realçar, em primeiro lugar, que este tipo de trabalho em grupo é bastante gratificante. Primeiro porque trabalhar em grupo motiva para a realização deste tipo de actividades, que seguramente cada um por si, não levaria a cabo com a sua turma. Depois porque planeando, planificando e orientando as actividades em grupo, permite-nos ter uma maior abrangência quer da matéria a trabalhar quer do modo como a trabalhamos. Permite-nos ainda, e não menos importante, prever um maior número de reacções e acontecimentos na sala de aula aquando da aplicação destes conteúdos com os alunos, podendo deste modo evitar os imprevistos, atitudes, reacções e perguntas dos alunos. Quando isso não é possível, melhora a capacidade de os solucionar.

Menos importante, mas que mostrou a utilidade desta metodologia de trabalho, foi o facto de os professores trabalharem em grupo. Desta forma, aquando da ausência de um elemento, outro substituí-a sem haver quebra nas actividades e nas metodologias, ao contrário da tradicional substituição onde se manda fazer a cópia e o desenho.

Por outro lado, a elaboração de materiais em grupo e a formação que nós fizemos foram bases essenciais para o desenvolvimento destas actividades, pois permitiu trabalhar com todos os materiais antes de aplicá-los. A elaboração das fichas de trabalho e o seu teste, permitindo-nos tirar dúvidas, e muitas, que nós próprios tínhamos, remodelando-as e voltando-as a testar até acharmos prontas para a sua aplicação na sala de aula.

Sem dúvida alguma que este trabalho não seria possível sendo levado a cabo individualmente, além das dificuldades acrescidas pela falta de condições nas escolas e por algumas mentalidades que servem de tampão a este género de iniciativas.

Por fim passámos à aplicação prática do trabalho na sala de aulas com os alunos.

Antes do início das experiências, conversou-se sobre o que se iria fazer, que material se iria utilizar e foram esclarecidas algumas dúvidas dos alunos. A partir de então criou-se nos alunos um estado de curiosidade e de ansiedade.

O primeiro trabalho com os sensores não decorreu da melhor maneira, não só porque os alunos se encontravam algo agitados e curiosos, mas porque também a sala se encontrava bastante quente, o que fez com que rapidamente a temperatura da água igualasse a do ar, sem permitir que os alunos retirassem os dados necessários. Nesta altura, foi curioso verificar que grande parte dos alunos manuseavam todo o equipamento (sensores, computador...) já com alguma facilidade. Importante, nesta etapa, foi também o trabalho de grupo. Para além da planificação do próprio professor, todos os alunos “mergulharam” no trabalho e ajudavam-se mutuamente.

À medida que se foram desenvolvendo as actividades, cresciam as interrogações e as admirações. Passo a passo, e por si só, cada um foi realizando as suas próprias aprendizagens, adquirindo conceitos que até à data desconheciam e dando resposta às suas mesmas dúvidas e perguntas.

No final do trabalho, o resultado estava à vista: ao fim de duas semanas, o conhecimento foi construído de tal forma que os conceitos iniciais foram totalmente invertidos. Perante as mesmas questões realizadas antes das experiências as respostas foram depois não só mais técnicas como também contrárias às anteriores. Desta forma, o pensamento construtivista resultou em aquisições sólidas e fundamentadas nas suas próprias experiências.

Com tudo isto, se prova (mais uma vez) que o ensino deve ser baseado na manipulação, em actividades concretas, em pesquisa, sendo o professor um mero orientador do conhecimento. Pena é que as escolas não desenvolvam projectos com estes fundamentos nem se equipem com material que permita este processo ensino / aprendizagem.

b) Reflexão do professor António Miguel

a) Formação do grupo de professores

Esta foi para mim a pior parte, pois implicou solicitar aos meus colegas da escola a sua disponibilidade para participar num projecto que implicaria algumas horas do seu tempo durante uns meses, depois da péssima experiência que tinha tido com professores no ano anterior, que tinham desistido quando era preciso começar a trabalhar, fazendo-me perder um ano de trabalho.

Sabia que quando lhes comunicasse que este projecto implicava algum trabalho e dentro de datas pré definidas que assistiria ao enunciado de um rol de desculpas, como esta que eu achei curiosa: “Se dá trabalho não contes comigo, já me chega bem o resto da matéria de estudo do meio”.

Após esta reunião com o corpo docente da escola e algumas conversas particulares consegui formar um grupo com 4 professores no qual eu me incluía.

Depois desta parte má, que é pedir a pessoas que não estão minimamente motivadas para trabalhar, para fazê-lo sem nenhuma contrapartida pessoal, que não seja a sua evolução profissional ou proporcionar novas experiências de aprendizagem aos seus alunos, começou a fase das reuniões do grupo.

b) Definição do tema

O trabalho em grupo revelou-se bem mais profícuo do que eu estava à espera, pois já me tinha acontecido ter professores envolvidos que achavam que o proveito era meu e esperavam que eu decidisse, elaborasse os materiais e lhes dissesse o que deveriam dizer nas entrevistas ou nos textos de opinião, como eles diziam “o que me dava jeito”.

Pelo contrário, desta vez marcámos as reuniões de trabalho e todos compareceram. Fizemos a análise do programa, discutimos os vários conteúdos programáticos que nos interessavam e chegámos a acordo sobre o tema, que queríamos tratar com recurso às Tecnologias da Informação e Comunicação.

Sentimos a necessidade de fazer formação e como tal fizemos a acção de formação proposta pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Foi extremamente gratificante esta discussão em grupo pois permitiu-nos ter diferentes visões do processo ensino/aprendizagem e do modo como cada um aborda a sua prática.

Nesta fase já se notava o entusiasmo com que estávamos empenhados neste projecto, já não era o meu projecto, já era o projecto do grupo.

c) Formação dos professores

Esta fase realçou as virtudes de planificar em grupo, permitiu-nos não descurar aspectos que são importantes e que podem passar despercebidos numa visão singular da planificação. Sugerimos ideias, discutimo-las e planificámo-las.

Aprendemos a trabalhar com sensores e respectivo software, pois era a primeira vez que todos nós estávamos em contacto com estes instrumentos, para nós esta parte não foi formação contínua, foi formação inicial.

Descobrimos aqui as potencialidades das novas tecnologias no ensino das ciências, representou a fuga à abstracção para vermos concretamente os resultados de situações em estudo, foi o concretizar dos conteúdos, tão importante neste nível de ensino.

Nesta fase elaborámos os materiais que posteriormente aplicaríamos com os alunos, mas na minha opinião o mais importante foi durante a formação nós termos realizado as actividades que planeámos. Pois, pudemo-nos aperceber que muitas das coisas que planificamos não têm o impacto e a resposta que esperávamos, por isso algumas das actividades foram repetidas várias vezes, alterando de cada vez aquele pormenor que afinal era tão importante para que as coisas saíssem como tínhamos planeado.

Nesta parte é extremamente importante o trabalho de grupo, pois permite-nos não desanimar, mas sobretudo o apoio que damos em termos de conhecimentos e de discussão de ideias é fundamental.

Ficámos com a noção de que as experiências/receita dos manuais escolares não são tão simples de aplicar como os manuais fazem crer, é preciso trabalhá-las porque se o resultado não for o esperado não é o manual que explica aos alunos porque é que o resultado e posteriormente as conclusões não são as previstas.

Ficámos bem preparados para realizar com os alunos as actividades que tínhamos planificado e executado nesta formação.

d) Trabalho na sala de aula

Esta fase começa com a desistência de dois elementos do grupo, sem apresentarem qualquer justificação sólida, mas que se pode inferir como motivos o trabalho na sala com os alunos, além de ser mais trabalhoso exige uma postura diferente das aulas que leccionamos no dia a dia e também o contexto eleitoral que se vivia na escola e que faz com que as pessoas façam e se relacionem em função de pequenos grupos de interesse.

Apesar deste revés prosseguimos com as actividades e foi muito surpreendente a facilidade com que os alunos aprenderam a trabalhar com os sensores e respectivo software, assim como o entusiasmo que demonstraram na realização destas actividades, abdicando por iniciativa própria de parte do recreio, discutido os assuntos nos intervalos, na cantina...

Para nós, professores foi muito gratificante, transformarmos aquela sala fechada num espaço onde realmente se faziam actividades que quanto a nós levavam a aquisições de competências e conhecimentos verdadeiramente significativos.

Foi também outra fase que serviu de formação para nós, pois o modo como trabalhámos as situações de actividade para actividade foi sempre melhorando.

Em termos de desenvolvimento profissional dos professores além do anteriormente mencionado gostaria de mencionar como positivos os seguintes aspectos:

- motivação para estas estratégias de ensino, alicerçada pelos resultados obtidos pelos alunos;
- confiança nas nossas capacidades para desenvolver o tema;
- ensino com base em questões problema, mais significativas para as crianças;
- trabalho em grupo como renovador das práticas e motivador para o processo de ensino;
- avaliação de estratégias diferentes, baseadas na identificação do erro e proposta de actividades para a superação deste por parte dos alunos;
- dar importância às ideias dos alunos e dar-lhes autonomia e confiança para as testarem;
- a importância de fazer pesquisas, quer para os professores quer essencialmente para criar nos alunos o hábito de pesquisarem para todas as áreas do conhecimento, a pesquisa como instrumento fundamental do ensino.

Em suma, foi um processo de aprendizagem quer para os professores, quer para os alunos.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

5.1. Introdução

Mais do que apresentar soluções definitivas para o ensino das ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico, este estudo contribuiu para mostrar que é possível desenvolver actividades experimentais com recurso às TIC no 1º Ciclo do Ensino Básico.

Assim neste capítulo apresentaremos as conclusões, as implicações educacionais e as limitações do estudo.

5.2. Conclusões

Tentando ir de encontro aos objectivos que nortearam este estudo, e na semelhança do que se fez com os capítulos anteriores, também este foi dividido em 5 itens para possibilitar uma melhor interpretação.

5.2.1 Acerca do desenvolvimento profissional dos professores

A reflexão levada a cabo pelos professores permitiu-lhes identificar necessidades de formação para o desenvolvimento das actividades que se propuseram desenvolver. A formação adquirida para a realização dessas actividades por parte dos próprios professores funcionou como um factor de motivação e de desenvolvimento profissional.

Foi muito importante a formação realizada, pois permitiu planificar, experimentar, reformular as actividades que posteriormente foram aplicadas na sala de aula.

Como refere um professor envolvido no estudo: “A elaboração de materiais em grupo e a formação que nós fizemos foram bases essenciais para o desenvolvimento destas actividades, pois permitiu trabalhar com todos os materiais antes de aplicá-los. A elaboração das fichas de trabalho e o seu teste, permitindo-nos tirar dúvidas que tínhamos, remodelando-as e voltando-as a testar até as acharmos prontas para a sua aplicação na sala de aula”.

O trabalho de grupo desenvolvido pelos professores permitiu uma entreajuda dos elementos do grupo que transmitiu uma maior confiança e um sentimento de segurança na manipulação de instrumentos, na realização das experiências e na posterior relação com os alunos durante a realização das actividades.

Um professor envolvido neste estudo referiu na sua reflexão: “Este projecto permitiu realizar um trabalho de grupo entre docentes que foi verdadeiramente gratificante. Houve confronto de ideias e atitudes o que fez com que todos nós evoluíssemos bastante enquanto docentes. Partilhámos experiências e materiais muito para além do que se refere ao projecto. Tornou-se mais fácil trabalhar entre nós, porque conhecíamos o modo de trabalhar de cada um”.

Embora haja algumas dificuldades nas escolas a nível de espaços e equipamentos o maior entrave à realização deste género de actividades foi a mentalidade dos professores e dos funcionários. É de referir que os encarregados de educação, se mostraram agradados pela participação dos seus educandos neste projecto.

A realização destas actividades potenciou a relação afectiva professor/alunos que tão importante é nesta fase do desenvolvimento das crianças.

Concluiu-se que se registou um efectivo desenvolvimento profissional dos professores envolvidos no estudo, usando a metodologia referida, que consistiu na identificação das suas próprias necessidades de formação, na realização dessa formação e na planificação e execução das actividades.

O desenvolvimento destas actividades práticas com os alunos ajudou os professores a identificarem dificuldades nas suas práticas pedagógicas, levando-os a reflectir sobre elas.

Pena é que as escolas não desenvolvam projectos diversificadas, nem se equipem com material que permita a utilização desta metodologia de ensino-aprendizagem.

5.2.2. Acerca dos conteúdos

Os alunos familiarizaram-se com computadores, termómetros, sensores e restante equipamento, aprenderam a interpretar gráficos, identificaram situações de equilíbrio térmico e evolução para o equilíbrio térmico e usaram materiais isoladores térmicos em diversas situações compreendendo o seu funcionamento.

Mas sobretudo mudaram a sua atitude em relação à aula, pois passaram de uma atitude expectante para uma atitude de intervenientes e principais construtores do seu conhecimento.

5.2.3. Acerca dos comportamentos e atitudes

Relativamente ao comportamento dos alunos podemos referir o seu grande entusiasmo e motivação pelas actividades em que se envolveram. Pois, muitas vezes ficaram na escola para lá do horário lectivo para acompanharem o desenvolvimento das experiências que decorriam. Fizeram pesquisas por sua própria iniciativa.

O seu comportamento dentro da sala de aula onde decorriam as actividades experimentais foi sempre muito bom, sabendo ouvir quando era preciso, discutindo os assuntos com ordem e moderação e expressando sempre atitudes de solidariedade e companheirismo.

O facto mais relevante do comportamento e atitudes dos alunos foi a enorme motivação que sempre tiveram neste trabalho e a forte relação de afectividade que foi proporcionada por este contacto mais directo e menos informal entre professores e alunos, que lhes permitiu partilhar com os professores as suas preocupações, angústias e alegrias, que por vezes explicavam certas atitudes dos alunos na sala de aula.

Dentro deste grupo destacaram-se dois alunos porque o seu comportamento se alterou de uma forma muito significativa.

A Sara e Carlos eram dois alunos rebeldes, embora educados e com bom comportamento, não tinham qualquer interesse pelas actividades lectivas. Faltavam bastantes dias às aulas, nomeadamente a Sara cujo absentismo era enorme. Eram alunos com fraco aproveitamento.

No entanto, desde o início das actividades experimentais a sua atitude perante a escola mudou substancialmente, passando a ser dos alunos mais motivados e interessados, não se ausentando nunca, excepto em circunstâncias de força maior. O seu desempenho melhorou em todos as áreas, tornando-se melhores alunos. A Sara, inclusivamente, foi uma das melhores alunas da turma. Importante referir que até então a Sara não tinha uma boa integração no grupo turma, também esta situação mudou, passando a integrar-se plenamente, sendo até admirada por todos pelo comportamento que evidenciava.

A Sara foi, dos alunos envolvidos no projecto, daqueles que mais se destacaram pelo seu entusiasmo e motivação. No final do ano transitou ao 2º Ciclo do Ensino Básico.

Também o Carlos melhorou bastante o seu desempenho, era um aluno que monopolizava as conversas achando que sabia tudo e que tinha sempre razão e em consequência os colegas que divergiam dele estavam errados.

Como era repetente, achava que não precisava de ouvir a professora porque já lhe tinham sido leccionados aqueles conteúdos.

A partir deste projecto começou a saber ouvir os outros, a intervir quando achava adequado e a estar atento nas aulas.

Em contrapartida, o comportamento e atitudes do Micael não se alteraram, continuou a ser um aluno com o mesmo fraco desempenho, desmotivado e pouco sociável.

A repercussão deste trabalho alastrou até às outras áreas do currículo, transportando daqui os comportamentos e atitudes. É importante realçar a confiança e responsabilidade que os alunos desenvolveram neste projecto e que se repercutiu no seu dia-a-dia na sala de aula e nas outras áreas curriculares.

O trabalho de grupo foi importante pois todos os alunos “mergulharam” no trabalho e ajudaram-se mutuamente na prossecução dos interesses do grupo.

5.2.4. Acerca das actividades experimentais

As actividades experimentais facilitaram o desenvolvimento conceptual dos alunos. Foram identificadas várias evidências experimentais que podem ter tido um papel relevante nesse desenvolvimento conceptual.

a) A lã que reveste o boneco de neve serve de isolador térmico.

No questionário inicial de diagnóstico os alunos consideravam que “derretia” primeiro o boneco de neve revestido com lã. Após a realização das actividades experimentais consideraram que “derretia” primeiro o boneco de lã sem revestimento

O desenvolvimento conceptual dos alunos, bem como as evidências experimentais que podem ter tido um papel relevante nesse desenvolvimento conceptual apresentam-se no diagrama 1. O número de alunos referido no diagrama diz respeito aos alunos que foram capazes de identificar o revestimento como um isolador térmico.

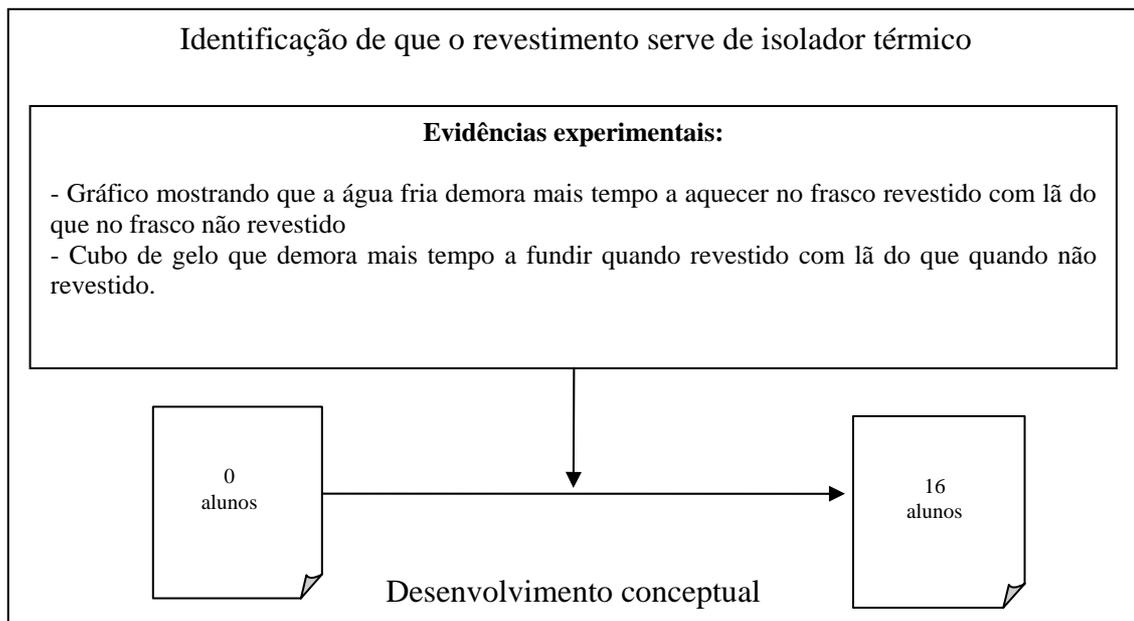


Diagrama 1: Desenvolvimento conceptual dos alunos - o revestimento como isolador térmico

b) Reconhecimento de que os gráficos podem ter diferentes aspectos, mas representar a mesma experiência.

No questionário inicial de diagnóstico os alunos consideravam que os três gráficos apresentados representavam diferentes experiências. Após a realização das actividades experimentais foram capazes de identificar que os gráficos correspondiam à mesma experiência, simplesmente eram apresentados em diferentes escalas.

O desenvolvimento conceptual dos alunos, bem como as evidências experimentais que podem ter tido um papel relevante nesse desenvolvimento conceptual apresentam-se no diagrama 2. O número de alunos referido no diagrama diz respeito aos alunos que foram capazes de identificar que diferentes gráficos diziam respeito à mesma experiência.

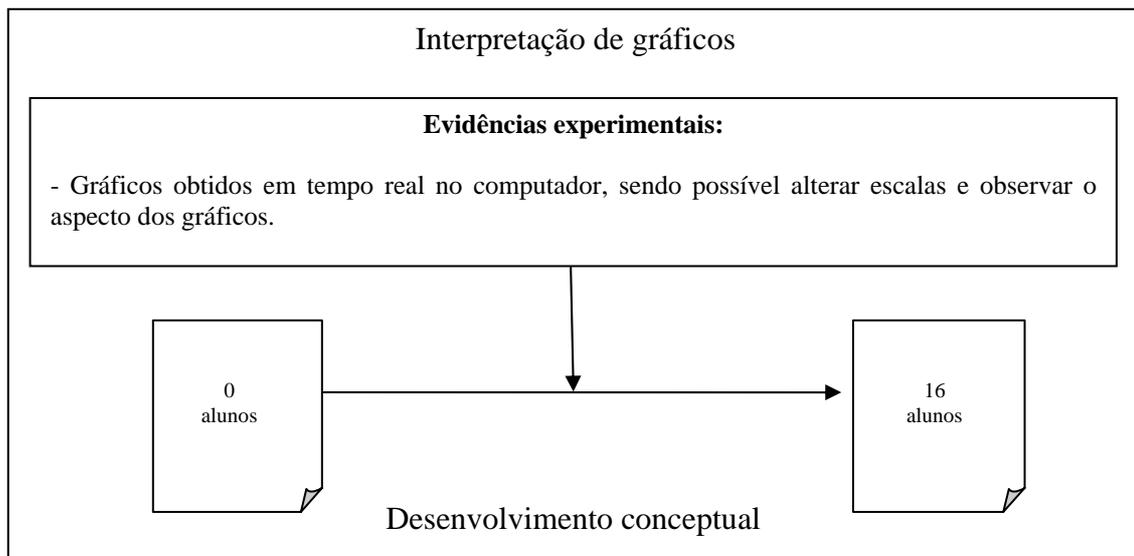


Diagrama 2 – Desenvolvimento conceptual dos alunos – interpretação de gráficos.

c) Com o passar do tempo a água atinge o equilíbrio térmico.

A água aquecida ou a água arrefecida atingem o equilíbrio térmico ao fim de algum tempo. Para todos os alunos, no fim das actividades experimentais, era natural que a água aquecida e a água arrefecida ficassem à temperatura ambiente ao fim de algum tempo.

Concluiu-se que as evidências experimentais que podem ter contribuído para que os alunos formassem essas ideias foram a observação dos gráficos, obtidos em tempo real, mostrando que a temperatura da água quente desce até atingir a temperatura ambiente e mostrando que a temperatura da água fria sobe até atingir a temperatura ambiente, ou seja gráficos mostrando situações em que se atinge o equilíbrio térmico.

5.4. Implicações educacionais

Algumas reflexões sobre o estudo desenvolvido, o contacto directo e diário com as práticas pedagógicas e as convicções sobre a importância das TIC no trabalho experimental das ciências no 1º CEB, levaram-nos a tecer as seguintes considerações:

- É relevante fazer uma aposta clara na formação de professores do 1º Ciclo do Ensino Básico com uma forte componente transdisciplinar voltada para as novas tecnologias e a requalificação dos professores que não tiveram essa formação tecnológica na sua formação inicial, através da formação contínua, também ela transdisciplinar e com várias modalidades de formação tecnológica.

- Uma formação contínua que privilegie as necessidades identificadas pelos próprios professores e voltada para os casos reais das práticas dos professores, adequada às finalidades das políticas educativas numa perspectiva crítica e actual.

- Promover nas escolas uma efectiva reflexão e debate dos professores sobre as suas práticas, sobre a aplicação das TIC no ensino, sobre o ensino das ciências e sobre as necessidades sentidas pelos professores a par da criação de apoios e condições para superar necessidades e constrangimentos. Parece ser importante para que os professores comecem a sentir a vontade de implementar novas estratégias de ensino das ciências nas suas salas de aulas com o desenvolvimento de actividades e metodologias diversificadas. A reflexão, o pensar, devem constituir um fim educacional a desenvolver no professor e também nos alunos. A reflexão é um elemento auto-formativo que desenvolve a autonomia.

- Os formadores de professores são desafiados a formar professores reflexivos, que sistematicamente inquiram sobre as suas práticas, encorajando-os a fazer desta reflexão um hábito que irá valorizar nas suas carreiras.

- É importante na fase actual equipar as escolas com materiais mais sofisticados e a melhoria do parque informático das escolas, que permitam atingir as competências definidas para os alunos no Currículo Nacional do Ensino Básico e desenvolver trabalhos em que as TIC sejam aplicadas no ensino experimental das ciências criando condições para a realização de aprendizagens efectivas e motivadoras.

- Incluir no currículo propostas para a realização deste tipo de actividades.

- Orientar os professores no sentido de desenvolver a área não curricular “Área de Projecto”, que faz parte do Projecto Curricular de Turma, para temas ligados à aplicação das novas tecnologias no ensino experimental das ciências.

As práticas experimentais com recurso às TIC, cuidadosamente desenhadas numa perspectiva construtivista de ensino, podem assumir as atribuições de uma componente curricular de relevo para a mobilização de um pleno domínio de competências intelectuais, para o desenvolvimento pleno e harmonioso da personalidade das crianças.

Atendendo a que os alunos do 1º CEB estão numa fase de definição da sua autonomia pessoal é indispensável que o sistema de ensino lhes possibilite a aquisição do máximo de consciência e os lhes propicie ferramentas eficazes para a construção da sua personalidade, de conhecimentos e competências, de modo a facultar uma plena integração na sua comunidade.

O professor, detentor de uma autonomia efectiva e conscientemente assumida, deverá ser capaz de integrar adequada e criteriosamente as TIC no trabalho experimental das ciências, explorar o seu potencial, face às funções pedagógicas e às competências educacionais definidas.

5.5. Limitações do estudo

As principais limitações deste estudo prenderam-se, fundamentalmente, com:

- a) O número de professores envolvidos no estudo foi pequeno, atendendo à desistência de dois professores, o que diminuiu a dinâmica de grupo; a colaboração entre mais professores permitiria um maior enriquecimento do grupo e conseqüentemente deste estudo.
- b) A metodologia da análise de dados pela sua natureza implica subjectividade pois o método de análise das respostas dos alunos é dependente do investigador na interpretação das ideias subjacentes ao discurso dos alunos;

BIBLIOGRAFIA

Adell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7.

Albarello, L. *et al.* (1997). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.

Altrichter, H. *et al.* (1993). *Teachers investigate their work: An introduction to the methods of action reseach*. Londres: Routledge.

Atkinson, T. (1997). Pedagogical considerations in the applications of new twcnologies to teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 20 (1), 101-106.

Ball, S. (2003). ICT that works. *Primary Science Review*, 76 (Jan/Feb), 11-13.

Ballenilla, F. (1997). *Enseñar investigando ¿Como formar profesores desde la práctica?* (2º ed.) Sevilla: Díada Editora S.L..

Barbier, J. M. (1985). *L'évaluation en formation*. Paris: Press Universitaires de France.

Barbier, R. (1996). *La recherché action*. Paris. Anthropos.

Barton, R. (1997). How do computers affect graphical interpretation? *School Science Review*, 79 (287), 55-62.

Brasell, H. (1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (4), 385-395.

Bryan, L. & Abell, S. (1999). Development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), 121-139.

Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.

Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.

Cortesão, L. (1995). Avaliação na investigação-acção. In Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. *Ciências da educação: investigação e acção*, 1, 577-582. Braga: Universidade do Minho.

Costa, F. (1999). O ensino das ciências e a nova organização curricular. In Marques, R. & Roldão, M. (org.). *Reorganização e gestão curricular no ensino básico*, 39-45. Porto: Porto Editora.

Departamento da Educação Básica, (2001). *Reorganização curricular do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação.

Departamento da Educação Básica, (2001). *Currículo nacional do ensino básico: competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

Erickson (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63 (2), 221-230

Ghiglione, R. *et al.* (1993). *O Inquérito: teoria e prática*. Oeiras: Celta

Graham, B. (1997). The world in your pocket – using Pocket Book computers for IT. *School Science Review*, 79 (287), 45-47.

Green, S. (2001). Using evidence in practical science: children's thinking. *Primary Science Review*, 59 (Sep/Oct), 23-27.

Guerra, I. (2000). *Fundamentos e processos de uma sociologia de acção*. Cascais: Principia.

Hammond, M. (2002). Why teach? A case study investigating the decision to train to teach ICT. *Journal of Education for Teaching*, 28 (2), 135-148.

Hart, G. (2003). Quality ICT resources to enhance science teaching. *Primary Science Review*, 76 (Jan/Feb), 6-8.

Hébert-Lessard, M. (1996). *Pesquisa em educação*. Lisboa: Instituto Piaget.

Hébert-Lessard, M. *et al.* (1994). *Investigação qualitativa: fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Higginbotham, B. (2003). Getting to grips with data-logging. *Primary Science Review*, 76 (Jan/Feb), 9-10.

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. *In* Sequeira, M. *et al.* (org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*, 29-42. Braga: Universidade do Minho.

Kelly, G. & Crawford, T. (1996). Students' interaction with computers representations: analysis of discourse in laboratory groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (7), 693-707.

Ketele, J. M. & Roegiers, X. (1999). *Metodologia da recolha de dados*. Lisboa: Instituto Piaget.

Mackay, D. (2003). The use of ICT in science. *Primary Science Review*, 76 (Jan/Feb), 4-5.

Mercer, N. (1994). The quality of talk in children's joint activity at the computer. *Journal of Computer Assisted Learning*, 10 (1), 24-32.

Miles, M. & Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks: Sage.

Millar, *et al.* (1998). Science education for the future. *School Science Review*, 80 (291), 19-24.

Mokros, J. & Tinker, R. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (4), 369-383.

Nachmias, R. & Linn, M. (1987). Evaluations of science laboratory data: the role of computer-presented information. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (5), 491-506.

Nachmias, R. *et al.* (1990). A microcomputer-based diagnostic system for identifying students' conception of heat and temperature. *International Journal of Science Education*, 12 (2), 123-132.

Nakhleh, M. (1994). A review of microcomputer-based labs: how have they affected science learning? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 13 (4), 368-381.

Newton, L. (1997). Graph talk: some observations and reflections on students' data-logging. *School Science Review*, 79 (287), 49-54.

Newton, L.(1998). Discerning data-logging. *Education in Science*, Jun , 20-21.

Newton, L. (2000). Data-logging in practical science: research and reality. *International Journal of Science Education*, 22 (12), 1247-1259.

Nikolopoulou, K. & Cox, M. (1999). Teaching data-analysis skills: implications for the National Curriculum. *School Science Review*, 80 (293), 53-57.

O`connor, L.. (2003). ICT and primary science: learning `with` or learning `from`? *Primary Science Review*, 76 (Jan/Feb), 14-16.

Ovens, P. (2000). *Reflective teacher development in primary science*. London: Falmer Press.

Pedretti, E. *et al.* (1998). Technology, text and talk: student's perspectives on teaching and learning in a technology-enhanced science classroom. *Science Education*, 82, 569-589.

Perraton, H. (2000). Choosing technologies for education. *Journal of Education Media*, 25 (1) 31-38.

Ponte, J. (1997). *As novas tecnologias e a educação*. Lisboa: Texto Editora.

Powers, M. & Salamon, S. (1998). Project interface: for teachers and students. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 8 (1), 90-93.

Programa Nónio Século XXI, (2002). *Estratégias para a acção – As TIC na educação*. Lisboa: Ministério da Educação.

Programa Nónio Século XXI, (2002). *Currículo básico em TIC para professores*. Lisboa: Ministério da Educação.

Programa Nónio Século XXI, (2002). *As tecnologias da Informação e comunicação: utilização pelos professores*. Lisboa: Ministério da Educação.

Quivy, R. & Campenhoudt, L. (1992). *Manual de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.

Rogers, L. & Wild, P. (1994). The use of IT in practical science – a practical study in three schools. *School Science Review*, 75 (273), 21-28.

Rogers, L. & Wild, P. (1996). Data-logging: effects on practical science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 12 (3), 130-145.

Rogers, L. (1997). New data-logging tools – new investigations. *School Science Review*, 79 (287), 61-68.

Sequeira, M. (2000). O ensino prático e experimental em educação em ciências na revisão curricular do ensino secundário. In Sequeira, M. et al. (org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*, 29-42. Braga: Universidade do Minho.

Solomon, J. et al. (1991). Can pupils learn through their own movement? A study of the use of a motion sensor interface. *Physics Education*, 26, 345-349.

Tao, P. & Gunstone, R. (1999). Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 39-57.

Testa, I. *et al.* (2002). Students` reading images in kinematics: the case of real-time graphs. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 235-256.

Wellington, J. (1999). Integrating multimedia into science teaching: barriers and benefits. *School Science Review*, 81 (295), 49-54.

Wild, M. (1996). Technology refusal: rationalising the failure of students and beginning teachers to use computers. *British Journal of Educational Technology*, 72 (2) 134-142.

Wild, M. & Braid, P. (1996). Children`s talk in cooperative groups. *Journal of Computer Assisted Learning*, 12 (4), 216-231.

Willis, J. (1998). Data-logging isn`t that difficult – and it can be fun! *Primary Science Review*, 51 (Jan/Feb), 10-12.

Zietsman, A. & Hewson, P. (1986). Effect of instruction using microcomputer simulations and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (1), 27-39.

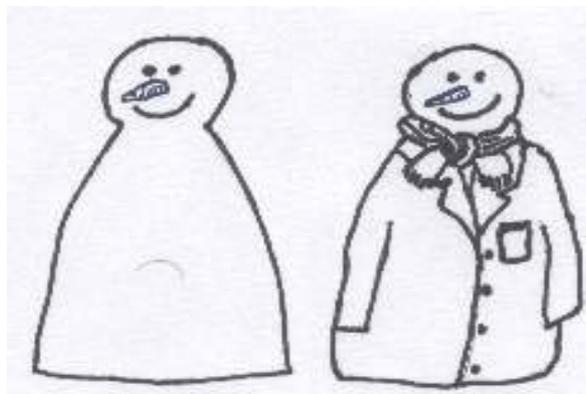
<http://educa.fc.up.pt/experiencias.php?id=31>

Anexo 1

Questionário aplicado aos alunos para identificar as suas ideias prévias sobre o tema

QUESTIONÁRIO

1. Os alunos de uma escola de Trás-os-Montes não tiveram aulas por causa da neve. Juntaram-se no recreio e fizeram dois bonecos de neve exactamente iguais. No entanto, vestiram um deles com um casaco e cachecol de lã.



Segundo a tua opinião qual dos dois bonecos vai derreter primeiro?

Porquê?

2. As cozinheiras da tua cantina, para fazer chegar a sopa quente a outra escola tiveram necessidade de a guardar em três frascos de vidro.

Para isso revestiram um dos frascos com papel de jornal, o outro não foi revestido e o último foi revestido com um pano de lã. Para segurar os materiais usaram elásticos.



Que frasco achas que manteve a sopa quente mais tempo?

Porquê?

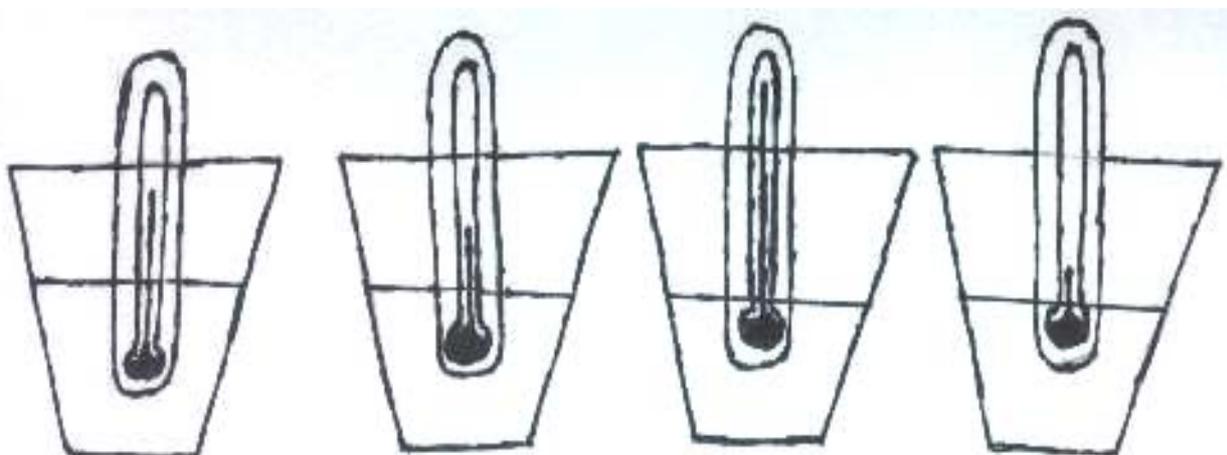
3. Num dia de calor, as cozinheiras da cantina mandaram para a outra escola água fresca. Para isso usaram os mesmos três frascos, com os mesmos revestimentos.



Qual achas que manteve a água fria mais tempo?

Porquê?

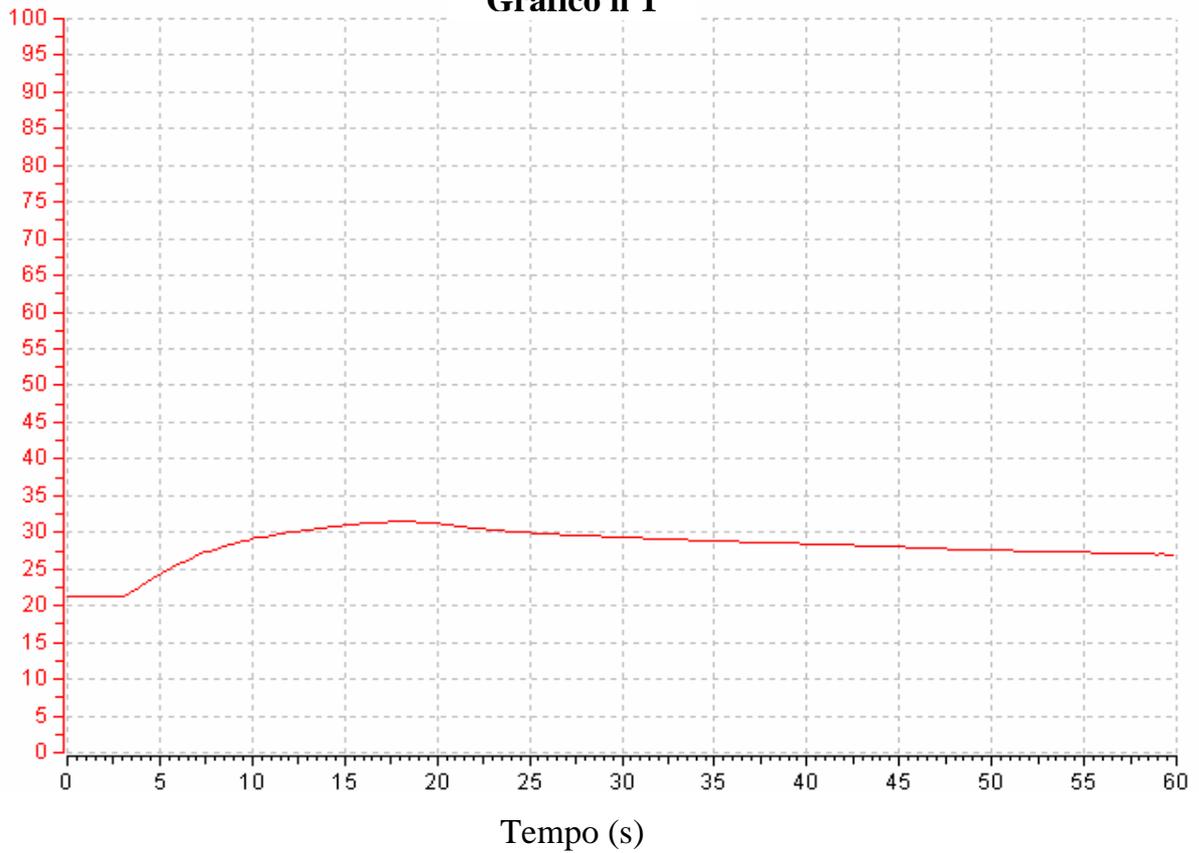
4. Em quatro recipientes com água a várias temperaturas introduzimos quatro termómetros. Observando a imagem escreve por baixo de cada recipiente as palavras: **quente**, **morno**, **fresco**, **frio**, conforme o caso.



5. Analisa os gráficos que se seguem.

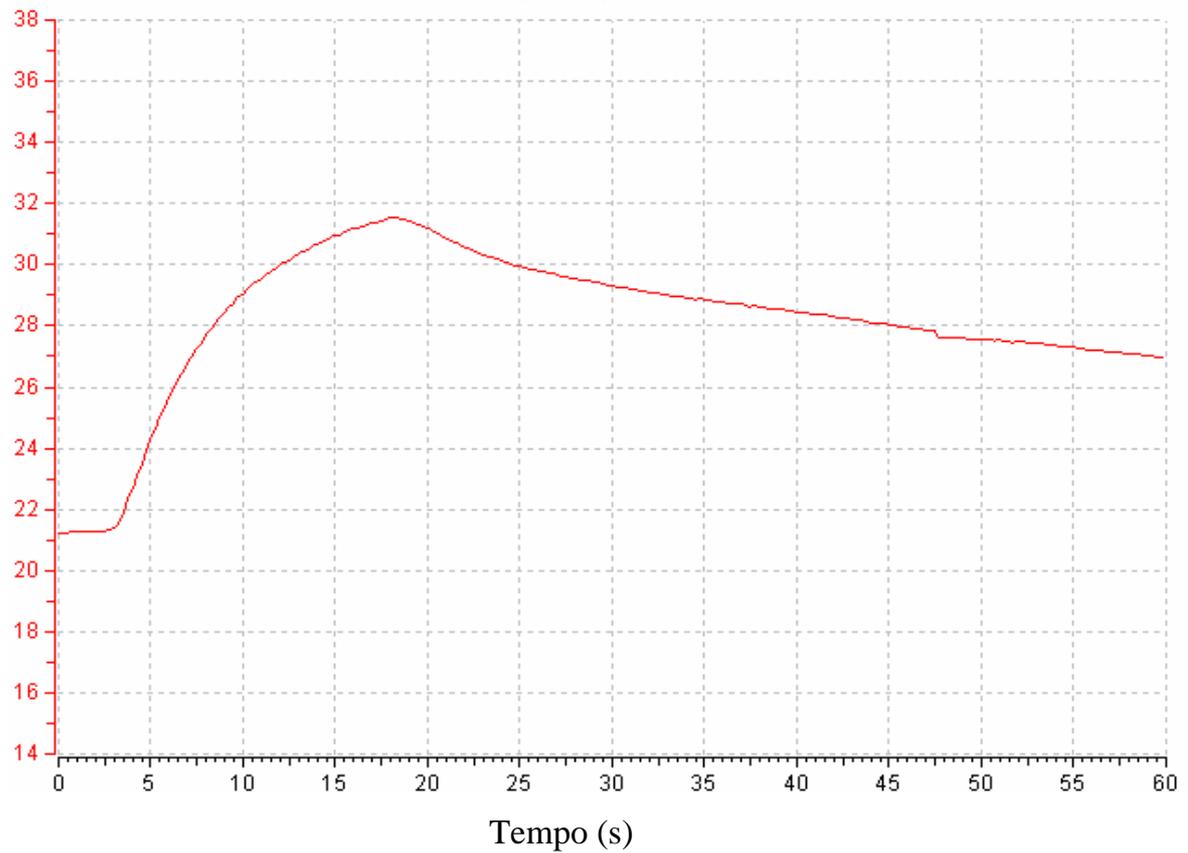
Temperatura (°C)

Gráfico n°1



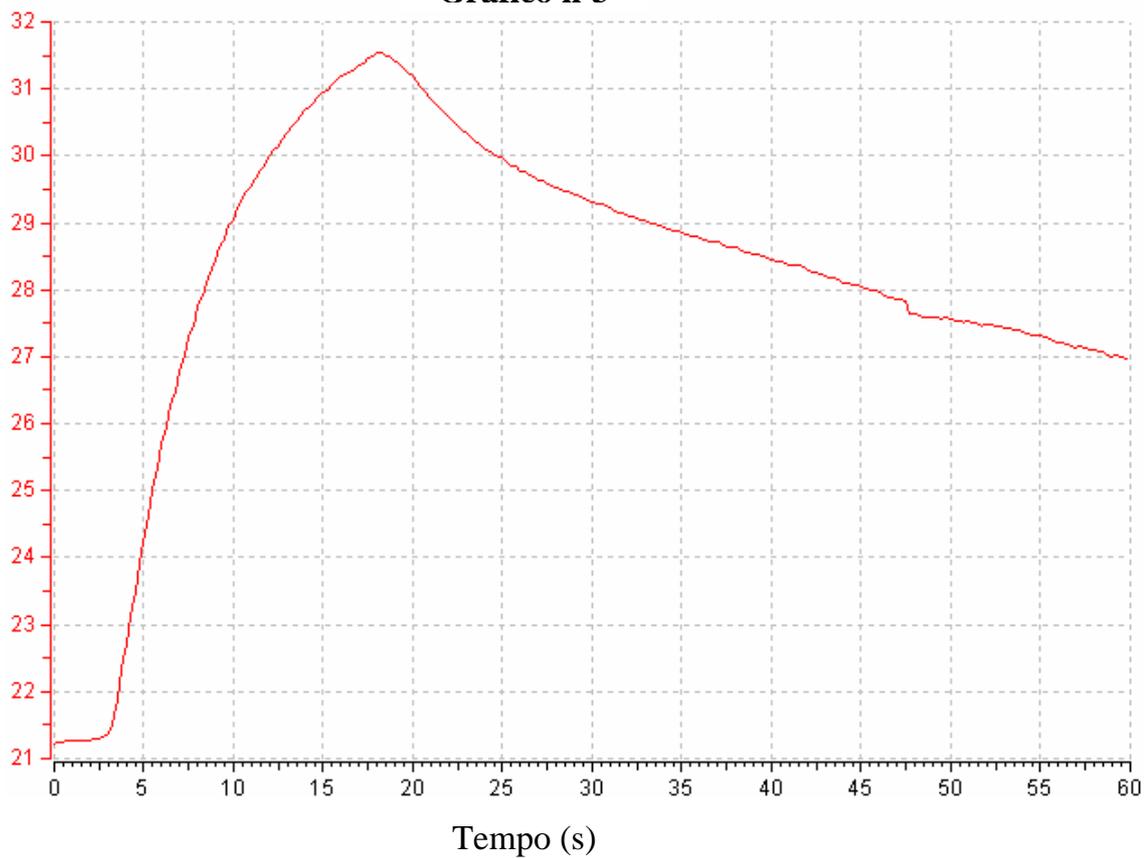
Temperatura (°C)

Gráfico n°2



Temperatura (°C)

Gráfico nº3



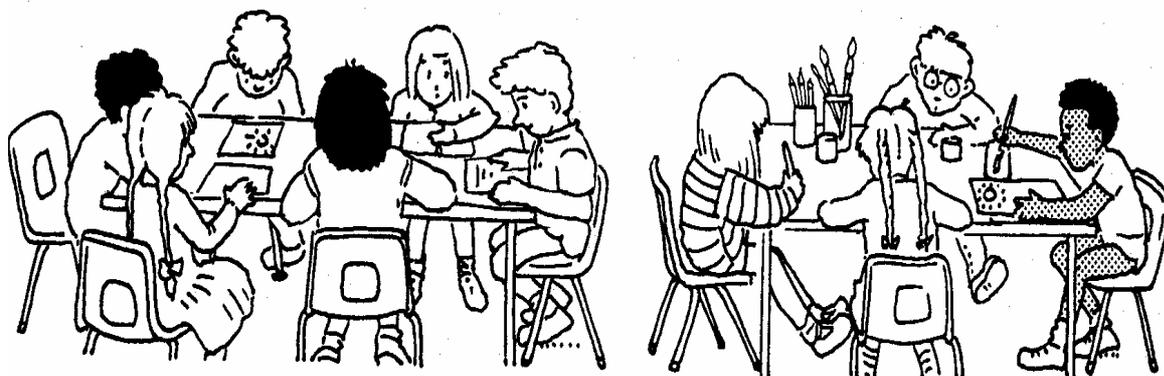
5.1. O que encontras de diferente nos gráficos?

5.2. O que encontras de semelhante nos gráficos?

Anexo 2

Fichas de trabalho com actividades experimentais aplicadas aos alunos na sala de aula

MATERIAL DE APOIO



PARA UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO 1º CEB

Fichas para os alunos

FICHA Nº 1



Coloca uma mão na tina com água aquecida e outra mão na tina com água e gelo, durante um minuto. Em seguida coloca as duas mãos ao mesmo tempo na tina com água da torneira.

O que sentiste?

A que temperatura estará a água de cada uma das tinas? És capaz de prever? Marca as tinas com etiquetas A, B e C. Faz as tuas previsões e depois mede a temperatura da água, nas diversas tinas com um termómetro. Regista na tabela que se segue as tuas previsões e os valores medidos.

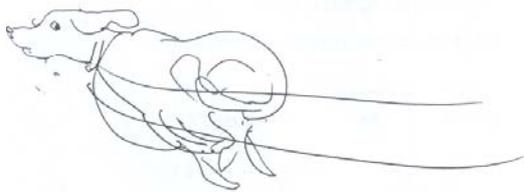
Tinas	Temperatura prevista	Temperatura medida
Tina A		
Tina B		
Tina C		

O que concluis?

FICHA Nº 2

Vais dar banho ao teu cão. Como vais preparar o banho de forma a teres a água morna?





A bacia está com água, já preparada para o banho, mas o teu cão não gosta nada de tomar banho e quando pressentiu o que ia passar-se, fugiu. Só o conseguiste apanhar passado uma hora! O que vais fazer agora para lhe dar banho? Vais usar a água preparada anteriormente? Explica.

FICHA Nº 3



Vamos agora estudar com mais pormenor o que acontece com a água do banho.

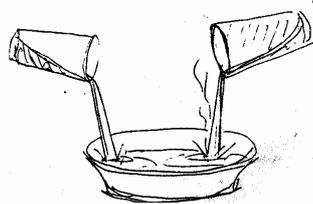
Deita 20 mL de água aquecida num copo.

Mede a temperatura e regista o seu valor \Rightarrow _____ ° C.

Deita 20 mL de água da torneira, não aquecida, noutro copo.

Mede a temperatura e regista o seu valor \Rightarrow _____ ° C.

Junta a água dos dois copos.



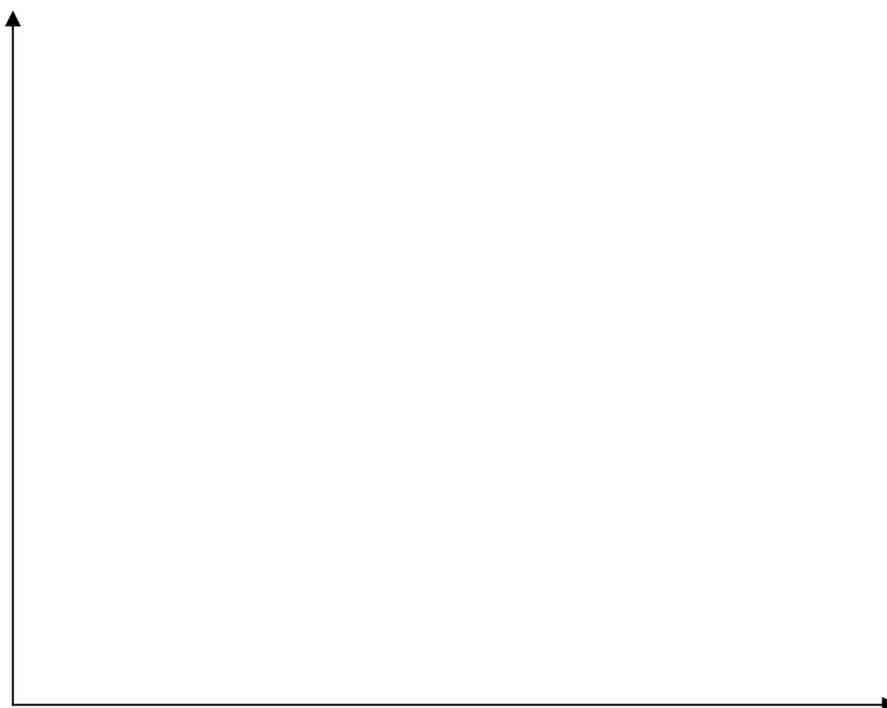
Mede a temperatura de 5 em 5 minutos e regista-a na tabela que se segue. Mede também a temperatura do ar e regista-a também na tabela.

Tempo/minutos	Temperatura da água/° C	Temperatura do ar/°C
0		
5		
10		
15		

O que concluíste?

Traça um gráfico que mostre a variação de temperatura ao longo do tempo.

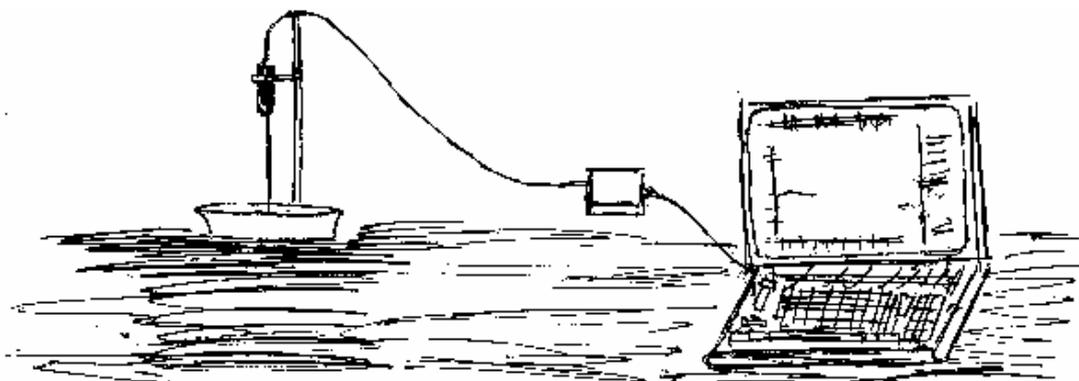
Temperatura/° C



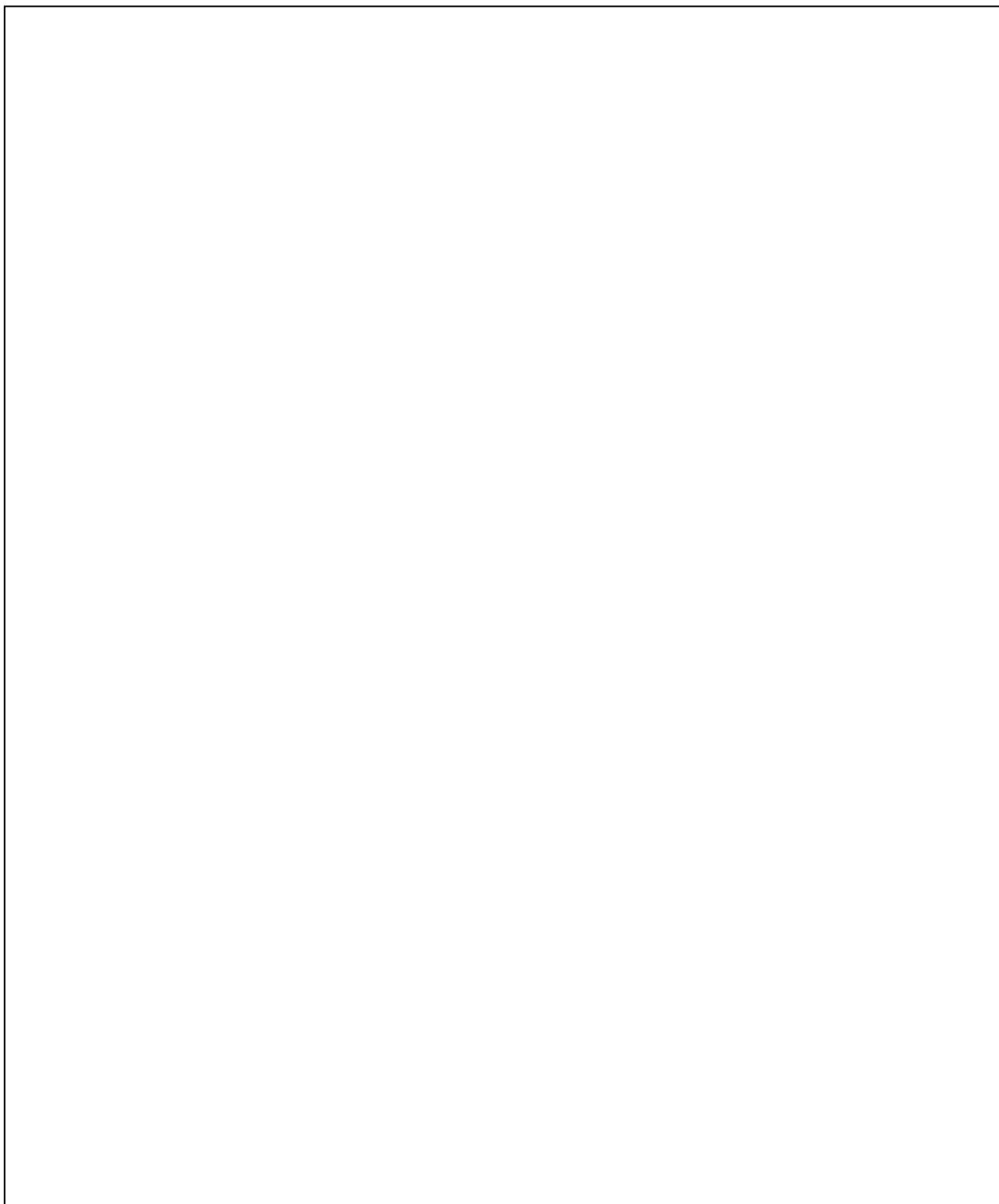
Tempo/minutos

O que concluíste?

Com os sensores de temperatura, repete a experiência.



Imprime o gráfico obtido e cola-o no espaço da página seguinte.



Analisa o gráfico e compara-o com o anterior. O que podes dizer sobre isso?

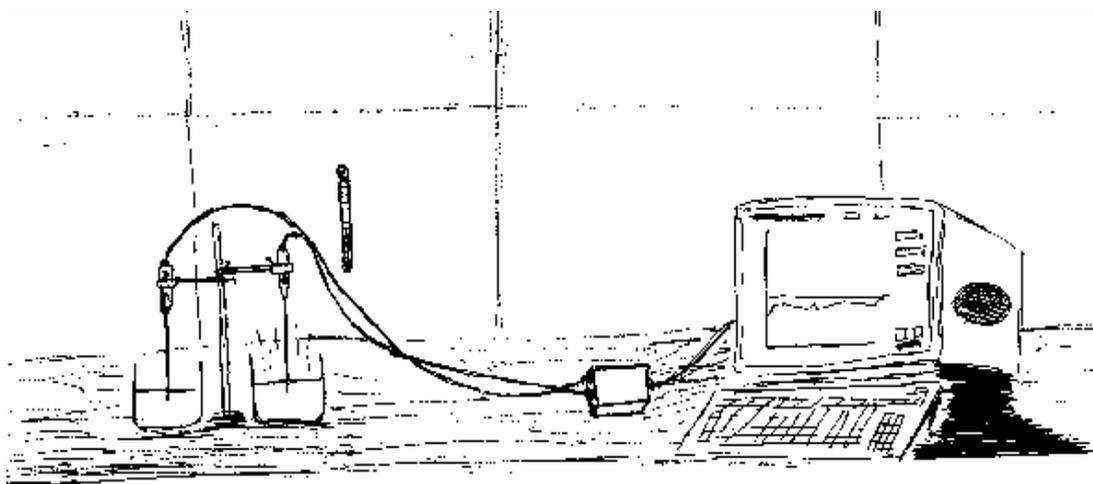
FICHA Nº 4

Agora que já sabes usar os sensores, vamos fazer outra experiência!



Deita 50 mL de água aquecida num copo, copo nº1. Introdúz um sensor de temperatura.

Noutro copo, copo nº2, deita 50 mL de água da torneira, não aquecida. Junta-lhe gelo. Introdúz o outro sensor de temperatura.



Regista a variação da temperatura ao longo do tempo.

Imprime o gráfico obtido. Cola-o aqui.

O que concluíste?

FICHA INFORMATIVA

O que acontece se deixar água aquecida, dentro de um copo, durante muito tempo na sala de aula?



A água arrefece até ficar à mesma temperatura do ar.

O que acontece se deixar água com gelo, num copo, durante muito tempo na sala de aula?



A água aquece até ficar à temperatura do ar.

Só o nosso corpo é que não!

Fica tudo à mesma temperatura, ao fim de algum tempo!



Com os termómetros medimos a temperatura de muitas coisas!

Como funciona um termómetro?
Quem inventou os termómetros?

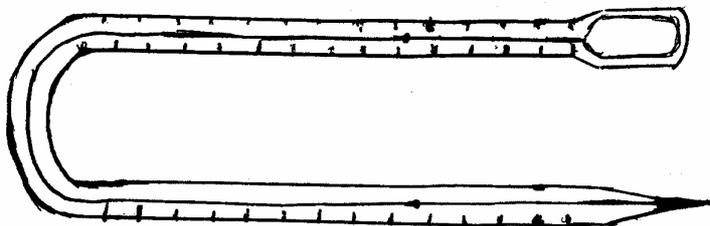
FICHA Nº 5



Como variará a temperatura do ar da tua sala de aula durante um dia (24 horas)?

Vamos usar um **termómetro de máxima e mínima** e sensores.

TERMÓMETRO DE MÁXIMA E MÍNIMA



Dia _____ / _____ / _____

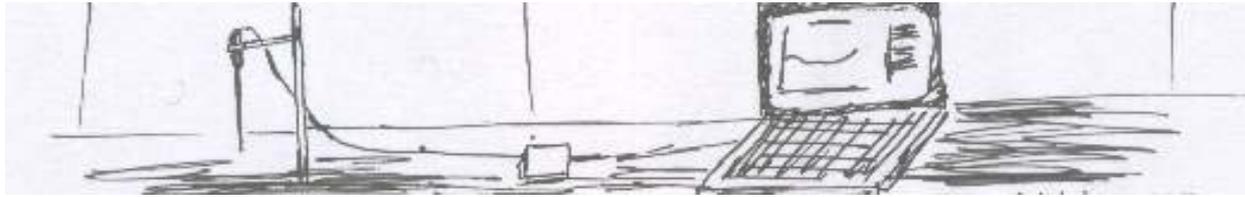
Início da Experiência _____

Fim da experiência _____

Temperatura máxima _____

Temperatura mínima _____

SENSORES



Dia _____ / _____ / _____

Início da Experiência _____

Fim da experiência _____

Cola o gráfico aqui.

Compara os dados obtidos com o sensor com os dados obtidos com o termómetro de máxima e mínima.

O que conclusis?



FICHA Nº 6

Como poderíamos fazer para que a temperatura da água aquecida da experiência da ficha de trabalho nº4 baixasse mais devagar?

Como faríamos?

Vamos envolver os frascos com diferentes materiais e ver qual deles tem mais efeito. Escolhe dois materiais.

Para que possas responder à questão colocada, tens que planear bem a experiência.

Indica o que pretendes fazer. Se quiseres faz desenhos.

Apresentação dos resultados.

Conclusões.

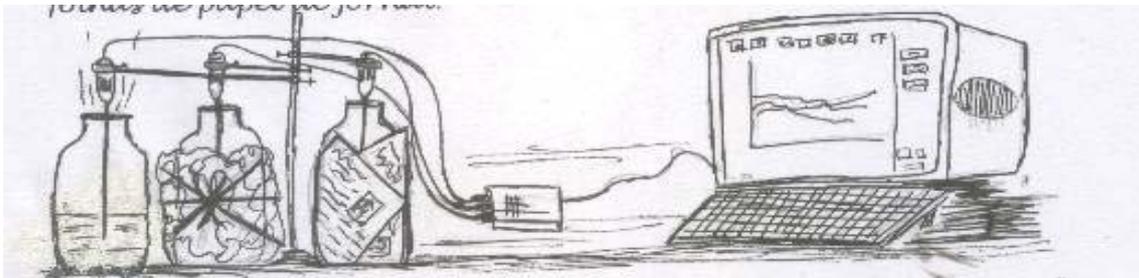
Qual será a função dos casacos que usas no Inverno?

FICHA Nº 7



Agora temos outro problema, como fazer com que a temperatura da água fria aumente mais devagar?

Vamos envolver os frascos com os mesmos materiais e ver qual deles tem mais efeito.



Tens que planear a experiência.

Planeamento da experiência.

Apresentação dos resultados.

Conclusões.

Explica a utilização das caixas térmicas?
