



Universidade de Aveiro Departamento de Educação
Ano 2014

Marta Andreia Almeida Carvalho da Silva **CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO NAS CIÊNCIAS,
USANDO A TEMÁTICA CONFORTO TÉRMICO**



Universidade de Aveiro Departamento de Educação
Ano 2014

**Marta Andreia Almeida
Carvalho da Silva** **CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO NAS CIÊNCIAS,
USANDO A TEMÁTICA CONFORTO TÉRMICO**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Didática e Formação, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro e membro efetivo do CIDTFF.

Dedico este trabalho à minha família e amigos pelo incansável apoio.

o júri

presidente

Prof. Doutor Domingos Moreira Cardoso
professor catedrático da Universidade de Aveiro

Prof^a. Doutora Nilza Maria Vilhena Nunes da Costa
professora catedrática da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Maria de Fátima Carmona Simões da Paixão
professora coordenadora com agregação da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Prof. Doutor José Paulo Cerdeira Cleto Cravino
professor auxiliar da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro

Prof. Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Para que a realização desta tese fosse possível contei com a incansável colaboração do meu orientador, o professor Doutor Mário Talaia, a quem muito agradeço todo o apoio e dedicação dispensado.

Agradeço, ainda, a todos os meus alunos pela dedicação e empenho nas atividades propostas para a realização deste trabalho.

palavras-chave

Temperatura do ar, Humidade relativa do ar, Educação Ambiental, Ambiente térmico, Conforto térmico, Índices térmicos, Questões-Problema, Trabalho experimental, Aprendizagem.

resumo

O conforto térmico é uma temática interessante, uma vez que está presente no nosso dia-a-dia. É sabido que um ambiente térmico afeta o bem-estar de uma pessoa e pode influenciar a produtividade intelectual. Se o ambiente térmico tiver características de “*quente*” ou de “*frio*” pode suscitar desconforto térmico, ou até mesmo *stress* térmico. Nestas condições o ambiente térmico pode afetar a saúde da pessoa.

Usando o laboratório mais acessível e gratuito, a Atmosfera, é possível através de atividades simples interpretar fisicamente as características de um ambiente térmico. A Atmosfera é, também, um fascinante laboratório de ensino, porque nela se podem estudar alguns processos físicos lecionados ao longo dos mais variados níveis de ensino nas disciplinas de Física e Química e Geografia. Na Atmosfera, podem-se fazer diversos estudos simples que podem de uma forma fácil responder a inquietantes questões relacionadas com o bem-estar de uma pessoa, mais concretamente se está em conforto térmico.

Neste trabalho é feita a introdução da temática “Mudança Global” lecionada no 8º ano de escolaridade. A ponte para esta temática pode usar diferentes caminhos, como por exemplo usando a temática “Energia”. Procurou-se responder à questão de investigação que delineou todo o “caminho” deste trabalho, ou seja, “*Quais as contribuições para o Ensino nas Ciências, quando se usa a temática “Conforto Térmico”, numa perspetiva de ensino e aprendizagem?*”

A resposta a esta questão central passou pelos seguintes objetivos: articular as condições atmosféricas com o conforto térmico; avaliar o conforto térmico numa sala de aula usando instrumentos meteorológicos simples, que podem ser construídos pelos alunos; avaliar quais os índices térmicos que devem ser usados para avaliar o conforto térmico de forma simples para os alunos; analisarem os materiais usados na construção de edifícios escolares que condicionam o conforto térmico numa perspetiva de balanço energético; sugerir atividades experimentais que podem desenvolver competências na temática Conforto Térmico; analisar a influência do conforto térmico registado no interior de uma sala de aula e a aprendizagem.

Neste trabalho foi usada uma inovadora metodologia e ferramentas para interpretar como um ambiente térmico pode influenciar o bem-estar de um aluno e a construção do seu conhecimento. Recorreu-se à aplicação de um índice de Sensação de Conforto Térmico, *EsConTer*, de fácil uso e a uma escala térmica de cores onde o aluno indicava a sua sensação térmica.

Os resultados obtidos mostraram inequivocamente que o ambiente térmico de uma sala de aula pode ser previsto através da aplicação do índice *EsConTer* e que a sensação térmica sentida pelos alunos pode ser registada com a utilização de uma escala térmica de cores.

No geral, os alunos com a professora investigadora puderam afirmar que a avaliação de conhecimentos adquiridos pelos alunos, na sala de aula, é condicionada pela sensação térmica sentida para ambientes considerados de “frios” e ambientes considerados de “quentes”. Concluiu-se, que o processo de aprendizagem é afetado pelas condições termohigrométricas do ambiente que rodeiam os alunos. É importante salientar, que a análise de resultados mostrou que quando os valores da sensação térmica sentida pelos alunos é inferior a -0,5, ou superior a +0,5 da escala térmica de cores, os resultados obtidos da avaliação de conhecimentos tendem a ser negativos e quando a sensação térmica sentida pelos alunos se localiza na zona de conforto térmico, ou seja, entre os valores de -0,5 e +0,5, os resultados são, no geral, positivos, o que confirma que os resultados das avaliações de conhecimentos, para os alunos, depende do ambiente térmico. Foi possível ainda constatar que quando a sensação térmica sentida pelos alunos regista valores baixos com tendência a “frio” (-2) ou altos com tendência a “quente” (+2) os resultados obtidos pelos alunos são, no geral, bastante negativos. O grau de insatisfação previsto para cada ambiente térmico quando se usou o índice *EsConTer*, mostrou concordância de interpretação em face da sensação térmica sentida pelos alunos e registada na escala de sensação térmica de cores.

Pensamos ter evidências suficientes para afirmar que a abordagem didática utilizada, considerada de inovadora, durante a realização do trabalho, na disciplina de Ciências Físico-Químicas promoveu nos alunos o gosto pela disciplina e que os resultados obtidos indicam que: os alunos sentiram interesse e motivação pela disciplina, conseguiram compreender a sua importância para o seu futuro e para o seu dia-a-dia, pois conseguiram ver a aplicação dos diversos conteúdos abordados na disciplina em diversas situações do seu quotidiano; a verdadeiros “investigadores”, suscitando assim um maior envolvimento e motivação nos alunos; a utilização de questões problema para a introdução dos conteúdos foi uma estratégia que os alunos consideraram uma mais-valia, uma vez que associados a essas questões existiram discussões e debates que promoveram a participação de todos os alunos, tornando as aulas mais interativas e mais motivantes. Importa salientar que ao longo dos diversos debates surgiram, ainda, mais questões que foram muito úteis, pois os alunos aquando da realização das atividades práticas tentaram sempre ir em busca das respostas às suas inquietações e ajudaram a que a professora investigadora implementasse, ainda mais, atividades para que os alunos conseguissem por eles próprios encontrar as respostas e percebessem o que estavam a trabalhar; as aulas foram importantes para a aprendizagem dos conteúdos da disciplina e contribuíram para desmitificar a ideia de que a disciplina de Física e Química é “difícil”, pois os alunos perceberam que os conteúdos abordados podem de uma forma simples e

eficaz serem aplicados a situações do seu dia-a-dia.

Assim, considerando os pressupostos anteriores, podemos afirmar que as estratégias implementadas foram, de uma forma geral, promotoras de motivação, de participação dos alunos nas aulas e nas suas aprendizagens. Estamos convictos de que toda a metodologia adotada é uma forte contribuição para o Ensino nas Ciências, nomeadamente, na Física e Química, usando uma temática Conforto Térmico e que o método usado é uma ferramenta importante e inovadora para avaliar como situações de desconforto térmico podem condicionar o processo de aprendizagem dos alunos. Pensamos que este trabalho é bastante interessante para os profissionais de ensino, nomeadamente para os professores de Física e Química e de Geografia, uma vez que mostra como a partir de dados como a temperatura do ar e da humidade relativa do ar se podem fazer fascinantes estudos e envolver ativamente os alunos. Nos trabalhos desenvolvidos houve sempre o cuidado de criar metodologias dinâmicas e motivadoras, aliadas sempre à perspetiva CTSA, com vista ao melhoramento das aulas e, também, deixar uma contribuição para os colegas, profissionais de ensino, que eventualmente analisarem este documento. A metodologia adoptada permitiu encontrar respostas às questões formuladas.

Por último, podemos afirmar que numa problemática energética que afeta a humanidade, os políticos através de alguns indicadores apresentados neste estudo, poderão considerar que os resultados obtidos pelos alunos são influenciados pelo ambiente térmico de cada sala de aula e que a solução de melhorar resultados é, também, criar condições de conforto térmico nas salas de aula das escolas. Partilhamos da opinião que os resultados nacionais obtidos pelos alunos por si só são redutores em análise comparativa de melhor ou pior escola em termos de ranking. Consideramos que uma escola confortável gera condições de bem-estar que condiciona o processo de aprendizagem ao longo do ano.

keywords

Air Temperature, Relative Air Humidity, Environmental Education, Thermal Environment, Thermal Comfort, Thermal Indexes, Problem Solving, Experimental Work, Learning.

abstract

Thermal comfort is an interesting theme due to being present on our everyday living. It is known that a thermal environment affects a person's wellbeing and intellectual productivity. If the thermal environment is "hot" or "cold" can evoke discomfort as well as thermal distress. Under these conditions, the thermal environment can affect a person's health. Appealing to the most available and affordable lab, it is possible through simple activities to interpret the physical characteristics of a thermal environment. The atmosphere is a fascinating teaching laboratory because in it, we can study physical procedures taught throughout the different levels of subjects such as Physics and Chemistry and Geography. It can be done several simple studies in the atmosphere that can easily answer major doubts connected to the well-being of a certain individual, regarding thermal comfort.

In this essay, it is introduced the "Global Change" theme taught during the 8th grade. The theme can be initiated using the "Energy" theme, for example. It was tried to answer the investigation issue that outlined the path of the research, namely, "*What are the contributions to Science Teaching, when approaching the "Thermal Comfort" theme, through teaching and learning?*" The answer to this main question elapsed through the following objectives: articulate the atmospheric conditions with thermal comfort; evaluate the thermal comfort in a classroom using simple meteorological instruments, that can be built by the students; evaluate which thermal indexes that can be used to evaluate the thermal comfort; analyse the materials used to build schools that condition the thermal comfort in a thermal fluctuation perspective; suggest experimental activities that can develop skills in the thermal comfort theme; analyse the influence of thermal comfort registered inside a classroom. During this essay, it was used a new method and new tools to interpret as a thermal environment that can influence the well-being of a student and its ability to learn. It was used the index of thermal comfort sensation application, *EsConTer*, and a coloured thermal scale where the student would indicate the thermal sensation.

The results obtained showed unequivocally that the thermal environment of a classroom can be predicted using the *EsConTer* application and that the thermal scale filled in by the students can be registered using a colourful thermal scale. Overall, the students, along with the teacher, could firmly state that the amount of knowledge learnt is directly influenced by the temperature. In conclusion, the learning process is affected by the thermal hygrometric conditions that surround the students. It is important to indicate that the analysis of the results showed that when the values of thermal sensation felt by the students is under -0,5, or over +0,5 of the colour scale, the results of the evaluation tend to be negative and when the thermal sensation is in the thermal comfort area, between -0,5 and +0,5, the results are generally positive, this

confirms the results. It was also possible to state that the thermal sensation felt by the students registers that when it is considerably "cold" (-2) or considerably "hot" (+2), the results obtained by the students are generally very negative. The rate of dissatisfaction predicted for a thermal environment when using *EsConTer* showed conformity with the sensation felt by the students.

It is thought that there is enough evidence to state that the method used, considered very innovative, promoted the success of the students. The results indicate that: the students got interested for the subject, understood the importance of the subject for their future and everyday living, because they could apply them on their daily routine; the integration of the practical component was a good asset, due to feeling real "investigators", promoting interest in them; the use of question issue approaches motivated the students to live debates about the themes promoted during class. It is important to indicate that during several debates there were raised new important questions, helping the teacher to implement new activities to make the students learn through different methods. It was lost the idea of Physics and Chemistry as being "difficult" subjects because the students learnt that the themes can be applied in everyday situations.

Thus, considering the assumptions, it can be stated that the implemented strategies were, generally, ways of promoting motivation and participation during class. We are convinced that the adopted method is a strong contribution to Science Teaching, namely Physics and Chemistry, using the Thermal Comfort theme as an important tool to determine the conditions of the learning process.

It is thought that this essay is very interesting for teachers, namely Physics and Chemistry and Geography, because it shows how we can make good studies using temperature and humidity data. It was always taken in consideration the need to create dynamic and motivating strategies, allied to CTSA, and also leave a contribution to colleagues, co-workers, teachers that eventually analyse this document. The used method allowed the finding of the questions made.

At last, we can state that the energetic issue that affects humanity indicated in this essay can be used by politics. The results obtained by the students are influenced by temperature of the classroom and the solution to improve them is creating thermal comfort inside it. It is shared the thought that the national results are a small condition to evaluate the schools. It is considered that a comfortable school creates well-being that influences the learning throughout the year.

Índice

Índice de Figuras	5
Índice de Tabelas	11
Lista de Acrónimos	13
Lista de Grandezas	17
Capítulo 1. Introdução	21
1.1. Enquadramento	23
1.2. Pertinência do tema	24
1.3. Etapas do Estudo	24
Capítulo 2- Contextualização do Estudo	27
2.1. Introdução	29
2.2. O Ensino nas Ciências e a Literacia Científica	29
2.3. A orientação CTS no Ensino nas Ciências	33
2.4. Questões e Objetivos do Estudo	35
Capítulo 3- Revisão de Literatura	39
3.1. Introdução	41
3.2. Trabalho Experimental no Ensino das Ciências	41
3.2.1. Diferentes tipos de Trabalho Experimental (TE)	43
3.3. Questões Problema	46
3.3.1. Noção de problema	47
3.3.2. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas – ABRP	49
3.3.3. Algumas categorias de Problemas	54
3.3.4. Definição de “Problema” versus “Exercício”	55
3.3.5. Desempenho dos alunos na resolução das questões problema	57
3.4. Problemas Energéticos no Ensino das Ciências	60
3.5. Ambiente Térmico e a Produtividade (quer laboral quer intelectual)	63

3.6. Ambiente Térmico e a Saúde	64
3.7. Ambiente Térmico e o Ensino	64
Capítulo 4 – Metodologia	67
4.1. Introdução	69
4.2. Tipo de estudo realizado	69
4.2.1. Investigação-Ação	72
4.3. Investigação adotada	79
4.4. Design Experimental do Estudo	81
4.5. Participantes no estudo	85
4.6. Métodos e instrumentos de recolha	89
4.6.1. Grelhas de Observação	90
4.6.2. Fichas de trabalho/Questões-aula	90
4.6.3. Atividades Experimentais.....	91
4.6.4. Documentos de reflexão dos alunos	92
4.6.5. Questionário	92
4.6.6. Métodos de análise de dados	93
4.6.7. Análise das informações – registos das aulas	94
4.6.8. Análise das informações – Fichas de Trabalho/Questões aula/Atividades experimentais	94
4.6.9. Análise das informações – questionário	94
Capítulo 5 – Resultados e análise das atividades desenvolvidas	97
5.1. Introdução	99
5.2. Primeiro Ano do Estudo.....	99
5.2. Segundo Ano do Estudo.....	110
5.2.1. Aplicação e análise de questionários.....	110
5.2.2. Atividades realizadas em de Sala de Aula.....	123
5.2.3. Palestra na EB 2,3 de Arouca.....	136

5.3. Terceiro Ano do Estudo.....	141
5.3.1. Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico de uma sala de aula.....	141
5.3.1. Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico de uma sala de aula, ambiente considerado “frio” (<i>Inverno</i>).....	146
5.3.2. Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico de uma sala de aula, ambiente considerado quente (<i>Verão</i>).....	165
Capítulo 6- Considerações Finais e Perspetivas Futuras	185
6.1. Considerações Finais e contributos específicos do estudo	187
6.2. Limitações do estudo.....	192
6.3. Perspetivas Futuras para o ensino da Física e Química	192
Bibliografia.....	197
Anexos	217
Anexo 1	219
Anexo 2	225
Anexo 3	229
Anexo 4	233
Anexo 5	243
Anexo 6	235
Anexo 7	237
Anexo 8	239
Anexo 9	241
Anexo 10	243
Anexo 11	249
Anexo 12	253



Índice de Figuras

Capítulo 2. Contextualização do Estudo

Figura 2.1. Esquema organizador do currículo Nacional para o ensino das ciências no 3ºciclo, Currículo Nacional do Ensino Básico: competências essenciais (2000).	35
Figura 2.2. Esquema organizador do tema “Sustentabilidade na Terra”, Currículo Nacional do Ensino Básico: competências essenciais (2000).	36

Capítulo 3 - Revisão de Literatura

Figura 3.1. Os quatro diferentes tipos de Trabalho Prático [adaptado de Hodson (1988) por Leite (2001)]	44
---	----

Capítulo 4 - Metodologia

Figura 4.1. Triângulo de Lewin [1946, citado por Latorre (2003)].	77
Figura 4.2. <i>Design</i> experimental da investigação.	82
Figura 4.3. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e (b) Distribuição dos alunos quanto à idade.	86
Figura 4.4. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e (b) Distribuição dos alunos quanto à idade.	87
Figura 4.5. Alunos repetentes na turma.	88
Figura 4.6. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e (b) Distribuição dos alunos quanto à idade.	88
Figura 4.7. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e (b) Distribuição dos alunos quanto à idade.	89
Figura 4.8. Exemplo de duas questões-aula, implementadas no oitavo ano de escolaridade.	91

Capítulo 5 – Resultados e análise das atividades desenvolvidas

Figura 5.1. Fases de construção dos psicrómetros pelos alunos do Clube de Ciência.	100
Figura 5.2. Fase final da construção dos psicrómetros.	100

Figura 5.3. Psicrómetro construído pelos alunos do Clube de Ciência.	101
Figura 5.4. Registo de dados.	101
Figura 5.5. Escala térmica de cores.	102
Figura 5.6. Alteração da postura dos alunos dentro da sala de aula quando a temperatura é baixa.	102
Figura 5.7. Diferença de postura dos alunos dentro da sala de aula quando as temperaturas estão baixas.	103
Figura 5.8. Alteração da postura dos alunos dentro da sala de aula quando a temperatura é alta.	103
Figura 5.9. Diferença de postura dos alunos dentro da sala de aula quando a temperatura é alta.	104
Figura 5.10. Zonas do corpo humano onde se notam mais desconforto térmico.	104
Figura 5.11. Retirar peças de vestuário, dentro da sala de aula, quando a temperatura é baixa.	105
Figura 5.12. Estratégia a adotar para melhorar o conforto térmico quando se verifica uma temperatura alta.	105
Figura 5.13. Condições que proporcionam desconforto térmico.	106
Figura 5.14. Modelo e situação de sensação de “frio” e sensação de “calor” (ISO 7730, 2005).	108
Figura 5.15. Sensações térmicas registadas, um exemplo.	109
Figura 5.16. Situações de conforto / desconforto (adaptado da W.M.O, 1987)..	109
Figura 5. 17. (a) Nível de escolaridade e (b) Situação profissional dos pais.	111
Figura 5.18. Questão 1 do questionário de investigação, “Quando as temperaturas estão baixas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?” (lado esquerdo) e Situação de desconforto demonstradas quando as temperaturas se encontram baixas (lado direito).	112
Figura 5.19. Questão 2 do questionário de investigação, “Quando as temperaturas estão altas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?” (lado esquerdo). Situação de desconforto demonstradas quando as temperaturas se encontram altas (lado direito).	113

Figura 5.20. Situação de desconforto térmico quando se registam temperaturas baixas, altas ou baixas e altas.	113
Figura 5.21. Zonas do corpo humano onde se verifica maior desconforto térmico.	114
Figura 5.22. Desconforto térmico dos alunos em relação ao seu vestuário (lado esquerdo). Vestuário retirado pelos alunos em situação de desconforto térmico (lado direito).	114
Figura 5.23. Retirar peças do vestuário na sala de aula quando se registam temperaturas baixas.	115
Figura 5.24. Tratamento estatístico das respostas dadas pelos alunos que responderam “nunca” na questão 6.	115
Figura 5.25. Estratégias adotadas para melhorar o conforto térmico quando se registam temperaturas altas.	116
Figura 5.26. Situação de desconforto térmico dos colegas da turma quando um aluno se encontra em situação de desconforto térmico.	117
Figura 5.27. Fatores que condicionam o ar húmido que a sala de aula contém e que influenciam o conforto térmico dos alunos.	118
Figura 5.28. Estratégias a adotar dentro de uma sala de aula para que não haja desconforto térmico, fundamentando a resposta.	119
Figura 5.29. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 11 do questionário de investigação.	120
Figura 5.30. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 12 do questionário de investigação.	121
Figura 5.31. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 12 do questionário de investigação, lado esquerdo. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 13, alínea a), do questionário de investigação, lado direito.	122
Figura 5.32. Relação entre a temperatura e a humidade relativa do ar ao longo do ano 2010.	124
Figura 5.33. Escala <i>EsConTer</i> representada em sala de aula.	125
Figura 5.34. Escala de cores e escala do índice <i>EsConTer</i> representada em sala de aula.	126

Figura 5.35. Índice <i>EsConTer</i> ao longo de 10 dias considerados frios (<i>Inverno</i>).	126
Figura 5.36. Temperatura em função da humidade relativa do ar no diagrama da W.M.O, durante os 10 dias considerados frios (<i>Inverno</i>).	127
Figura 5.37. Índice <i>EsConTer</i> ao longo de 4 dias considerados quentes (<i>Verão</i>).	128
Figura 5.38. Temperatura em função da humidade relativa do ar no diagrama da W.M.O, durante os 4 dias considerados quentes (<i>Verão</i>).	128
Figura 5.39. Exemplo de resposta apresentada por um grupo de alunos.	130
Figura 5.40. Construção de instrumentos de medida de dados meteorológicos, psicrómetros.	131
Figura 5.41. Registo de dados, (a) primeiro turno e (b) segundo turno.	132
Figura 5. 42. Representação dos resultados experimentais no Diagrama de Conforto da W.M.O., (a) primeiro turno e (b) segundo turno.	133
Figura 5.43. Trabalho desenvolvido pelos alunos durante a realização da atividade experimental.	134
Figura 5. 44. Avaliação Global da Atividade – Avaliação das Condições de Conforto Térmico do Laboratório de Físico-Química.	134
Figura 5.45. Amostra do grupo participante na palestra.....	138
Figura 5.46. Primeira parte da palestra.	138
Figura 5.47. Fase de trabalhos do grupo participante.	139
Figura 5. 48. Avaliação da Sessão.	140
Figura 5. 49. Avaliação da Global Sessão.	140
Figura 5. 50. Exemplo de uma questão aula aplicada ao grupo de alunos em estudo.	144
Figura 5. 51. Escala se sensação térmica.....	144
Figura 5. 52. Humidade relativa em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, <i>Inverno</i>	146
Figura 5. 53. <i>ITH</i> e Sensação Térmica em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, <i>Inverno</i>	147
Figura 5.54. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma A, turno 1, <i>Inverno</i> ..	148
Figura 5.55. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma A, turno 2, <i>Inverno</i> ..	149

Figura 5.56. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma B, turno 1, <i>Inverno</i> ..	151
Figura 5.57. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma B, turno 2, <i>Inverno</i> ..	152
Figura 5. 58. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma A, turno 1, <i>Inverno</i>	155
Figura 5. 59. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma A, turno 2, <i>Inverno</i>	157
Figura 5. 60. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma B, turno 1, <i>Inverno</i>	159
Figura 5.61. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma B, turno 2, <i>Inverno</i>	161
Figura 5. 62. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 1, <i>Inverno</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 1, <i>Inverno</i>	162
Figura 5. 63. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 2, <i>Inverno</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 2, <i>Inverno</i>	163
Figura 5.64. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma B, turno 1, <i>Inverno</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma B, turno 1, <i>Inverno</i>	164
Figura 5.65. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma B, turno 2, <i>Inverno</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma B, turno 2, <i>Inverno</i>	164
Figura 5.66. Humidade relativa em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, <i>Verão</i>	165
Figura 5.67. <i>ITH</i> e Sensação Térmica em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, <i>Verão</i>	166
Figura 5.68. Índice de Calor (<i>IC</i>) em função da Temperatura do ar, <i>Verão</i>	166

Figura 5.69. Índice de Calor e <i>ITH</i> em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, <i>Verão</i>	167
Figura 5.70. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma A, turno 1, <i>Verão</i>	168
Figura 5.71. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma A, turno 2, <i>Verão</i>	169
Figura 5.72. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma B, turno 1, <i>Verão</i>	170
Figura 5.73. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação da turma B, turno 2, <i>Verão</i>	171
Figura 5.74. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma A, turno 1, <i>Verão</i>	174
Figura 5.75. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma A, turno 2, <i>Verão</i>	176
Figura 5.76. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma B, turno 1, <i>Verão</i>	178
Figura 5.77. Sensação térmica <i>versus</i> avaliação de cada aluno, da turma B, turno 2, <i>Verão</i>	180
Figura 5. 78. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 2, <i>Verão</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 1, <i>Verão</i>	181
Figura 5.79. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 2, <i>Verão</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 2, <i>Verão</i>	182
Figura 5.80. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma B, turno 1, <i>Verão</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma B, turno 1, <i>Verão</i>	183
Figura 5.81. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma B, turno 2, <i>Verão</i> . (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma B, turno 2, <i>Verão</i>	183

Índice de Tabelas

Capítulo 3 – Revisão de Literatura

Tabela 3.1. Tipo de Problemas segundo Watts (1991), adaptado de Bastos (1997)	55
Tabela 3.2. Enigmas versus Problemas: Implicações Pedagógicas (Neto, 1995).	56

Capítulo 4 - Metodologia

Tabela 4.1. Tipologia de Triangulação (adaptado de Ruivo, 2003)	71
Tabela 4. 2. Principais instrumentos utilizados durante o estudo para recolha de dados.....	90
Tabela 4. 3. Categorias das respostas abertas do questionário.....	95

Capítulo 5 - Resultados e análise das atividades desenvolvidas

Tabela 5.1. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 6, alínea a) do questionário de investigação.	116
Tabela 5.2. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 10 do questionário de investigação.	119
Tabela 5.3. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 11 do questionário de investigação.	120
Tabela 5.4. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 12 do questionário de investigação.	121
Tabela 5.5. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 13, alínea a), do questionário de investigação.	122
Tabela 5. 6. Temperatura do ar em função da variação de temperatura – Humidade relativa.....	132
Tabela 5.7. Níveis de alerta e consequências à saúde humana. Adaptado de National Weather Service Esther Forecast Office, NOAA.....	145
Tabela 5.8. Sensação térmica com base no <i>ITH</i> [adaptado por Talaia <i>et al.</i> (2013)].	146





Lista de Acrónimos



Acrónimo	Significado
AAAS	American Association for the Advancement of Science
ABRP	Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas
APERGO	Associação Portuguesa de Ergonomia
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASHVE	American Society for Heating and Ventilation Engineers
CNEB	Currículo Nacional do Ensino Básico
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DEB	Departamento do Ensino Básico
DGE	Direção Geral da Educação
DGEEC	Direção Geral de Estatística da Educação e Ciência
DGICES	Direção Geral para a Investigação, Ciência, Economia e Sociedade
DGIDC	Direção Geral da Inovação e Desenvolvimento Curricular
EB	Escola Básica
EB2,3	Escola Básica do 2º e 3º ciclos
EC	European Commission
EPP	Ensino Por Pesquisa
EsConTer	Escala de Conforto Térmico
IEA	International Ergonomics Association
IEA	International Ergonomics Association
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISSO	International Organization for Standardization
MEC	Ministério da Educação e Ciência
MIME	Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar
NEE	Necessidades Educativas Especiais
NOA	National Weather Service Esther Forecast Office
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TC	Trabalho de Campo
TE	Trabalho Experimental
TL	Trabalho Laboratorial



TP	Trabalho Prático
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura
W.M.O.	World Meteorological Organization



Lista de Grandezas



Grandeza	Símbolo	Unidades SI
Energia sob a forma de calor da pele até à superfície externa do vestuário	K_{CL}	J
Energia sob a forma de calor por convecção através da respiração	C_{RES}	J
Energia sob a forma de calor por convecção na pele	C	J
Energia sob a forma de calor por evaporação na pele	E_{SK}	J
Energia sob a forma de calor por evaporação na respiração	E_{RES}	J
Energia sob a forma de calor por radiação da pele	R	J
Humidade relativa do ar	U	%
Índice de Calor	IC	$^{\circ}C$
Índice de Temperatura e Humidade	ITH	$^{\circ}C$
Metabolismo	M	J
Perdas de energia pela respiração	Q_{RES}	J
Perdas de energia sob a forma de calor da pele	Q_{SK}	J
Temperatura do ar	T	$^{\circ}C$
Temperatura do termómetro húmido	T_w	$^{\circ}C$
Trabalho Externo	W	J





Capítulo 1. Introdução



1.1. Enquadramento

O conforto térmico é uma temática bastante interessante e pertinente, pois, atualmente, o conforto térmico das nossas casas e dos locais onde trabalhamos é uma condição importante a alcançar para o bem-estar, para a saúde e, conseqüentemente, para a nossa longevidade.

Importa salientar que a nossa produtividade é fortemente condicionada pelo conforto térmico. O desconforto térmico é um indicador importante para a saúde, porque é o primeiro sintoma que nos alerta para o facto das condições em que nos encontramos não serem adequadas ao que necessitamos, pelo que devemos atuar (fechar janela, abrir janela, mudar de sítio...) para criar condições mais confortáveis. O desconforto térmico é pouco favorável à concentração e, sem concentração, nem nasce criatividade, nem, tão pouco, conseguimos dar o nosso melhor ao trabalho que temos em mãos. Portanto, quanto à produtividade, não há dúvidas que o conforto térmico se torna uma pré-condição essencial.

A ASHRAE (2001) desenvolveu um sistema para quantificar o conforto térmico onde, tendo em consideração a temperatura e a humidade relativa do ar, ficou definido o “espaço climático” no qual 90% das pessoas se sentem confortáveis. No entanto, e com base em inúmeras investigações nesta área, os especialistas chegaram à conclusão que o conforto térmico não é tão linear, uma vez que as mesmas pessoas se podem sentir confortáveis em condições térmicas diferentes, consoante as características do edifício: num edifício de serviços que depende de sistemas artificiais para criar as condições de conforto (o que, em Portugal, é o caso na grande maioria dos edifícios de serviços, construídos para esse fim, desde os anos 90), a tolerância das pessoas às amplitudes térmicas é muito menor do que se as mesmas pessoas se encontrarem num espaço interior “passivo” que não dependa de sistemas artificiais para alcançar condições de conforto térmico. Estas investigações provaram que a nossa sensação térmica não é absoluta, mas sim adaptativa, e essa capacidade de nos adaptarmos às condições ambientais do contexto em que estamos torna-se mais ampla, mais tolerante, quando o “clima” em causa resulta de um contexto natural (ao contrário de um artificial).

Assim, a temperatura e a humidade relativa que nos fazem sentir confortáveis em espaços interiores é variável e influenciada pela temperatura média do exterior.

Assim sendo, este trabalho parece-nos bastante inovador, pois permite mostrar como é que o processo de ensino e aprendizagem é afetado pelo conforto térmico de uma sala de aula, não usando como limitador a temperatura do ar, mas usando a sensação térmica sentida (neste caso pelos alunos) e indicada numa escala de cores.

1.2. Pertinência do tema

Atendendo ao descrito anteriormente a temática apresentada neste trabalho é bastante oportuna, visto que se podem fazer estudos muito interessantes recorrendo a temas mediáticos, tais como o bem-estar, a desertificação, a qualidade do processo de ensino e aprendizagem, nunca descorando a contextualização sugerida pelas Orientações Curriculares, mais especificamente no ensino da Física e Química ao nível do Ensino Básico e Secundário.

É bom recordar as palavras escritas pelo professor Doutor Fernando Rebelo, do Departamento de Geografia da Universidade de Coimbra, aquando do lançamento do livro de Homenagem no programa da cerimónia de Jubilação, ao citar o trabalho publicado por Talaia (2013) “... ao ler a parte relativa ao ambiente térmico em sala de aula, por exemplo, lembrei-me de um caso que soube ter acontecido numa grande sala de aula, com muitos vidros que a faziam bonita, mas que a transformavam numa estufa de calor – em certo dia, à tarde, vários alunos desmaiaram numa sequência que levou à suspensão da aula ...”.

As palavras de tão ilustre figura, no Ensino e na Ciência em Portugal e no Estrangeiro, mostram bem a relevância e a pertinência do Tema trabalhado neste estudo.

Com este trabalho pretendemos também mostrar como é possível criar numa escola uma cultura meteorológica, numa tentativa de articulação entre a Investigação em Ciência e as Práticas de Ensino dos Professores.

1.3. Etapas do Estudo

Inicialmente, para a realização deste estudo, começou-se por fazer uma pesquisa exaustiva sobre as publicações disponíveis sobre esta temática, de forma a começarmos a tomar decisões e a delinear as etapas.

O trabalho foi desenvolvido em três fases, onde a primeira fase chamou-se ano 1, a segunda fase, ano 2 e, por último a terceira fase, ano 3. No primeiro ano de estudo começou-se por trabalhar com os alunos num clube de ciência onde se construíram instrumentos simples, psicrómetros, para a recolha de dados. Após a sua construção colocaram-se os instrumentos de medida em sala de aula de forma a se recolherem dados e iniciarmos o desenvolvimento da temática. Esta fase foi bastante importante para o estudo, pois ao envolvermos os alunos, permitiu-nos delinear um caminho para o trabalho futuro, assim ajudou-nos a perceber as inquietações dos alunos sobre a temática conforto térmico e permitiu-nos, ainda, fazer um enquadramento nas Orientações Curriculares da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Já na segunda fase do estudo (ano 2), os alunos tiveram a oportunidade de serem eles, em laboratório, durante as aulas da disciplina de Ciências Físico-Químicas, avaliar as condições de conforto térmico de uma sala de aula. Esta fase permitiu-nos passar para a última fase, ano 3, onde a professora investigadora, ao longo de um ano letivo, avaliou as condições de conforto de uma sala de aula e como estas afetam o processo de ensino e aprendizagem.

É importante referir que se realizou uma Palestra sobre a temática Mudança Global e a Saúde Pública numa escola, para a comunidade escolar. A palestra foi bastante oportuna, pois a temática motivou a comunidade escolar, independentemente do grau de escolaridade de cada um.

Este documento é composto por seis capítulos. O capítulo 1 apresenta o enquadramento deste trabalho, apresenta-se, ainda, a pertinência do tema escolhido e mostra as diferentes etapas de estudo para a realização deste trabalho. No capítulo 2 apresenta-se a contextualização de todo o trabalho desenvolvido.

O capítulo 3 apresenta uma breve revisão bibliográfica de forma a podermos fundamentar algumas interpretações realizadas ao longo das diferentes etapas do estudo.

O capítulo 4 apresenta a metodologia adotada.

No capítulo 5 apresentam-se os resultados e a análise das atividades desenvolvidas.



O capítulo 6 mostra as considerações finais e são apresentadas as perspectivas futuras para as nossas investigações.

Por fim, é apresentada uma lista de bibliografia consultada e que ajudou na elaboração deste trabalho.

Alguns anexos são apresentados, onde são mostrados alguns materiais desenvolvidos para a implementação deste estudo.



Capítulo 2- Contextualização do Estudo



2.1. Introdução

Neste capítulo é feita uma contextualização do trabalho investigativo, onde inicialmente faz-se uma breve referência sobre o Ensino das Ciências e a Literacia Científica dos alunos, neste ponto apresentam-se, ainda, a proposta do Ministério da Educação e Ciência Português para o desenvolvimento de competências essenciais para a Literacia Científica a desenvolver durante o terceiro ciclo do Ensino Básico.

De seguida, é feita uma análise sobre a orientação no Ensino nas Ciências, uma vez que a importância desta vertente assume um sentido duplo no contexto da aprendizagem científica no Ensino Básico, pois possibilita o alargamento de horizontes da aprendizagem, proporcionando aos alunos não só o acesso aos produtos da ciência, mas também aos seus processos, através da compreensão das potencialidades e limites da ciência e das suas aplicações tecnológicas na sociedade que rodeia os alunos. Por outro lado, permite, ainda, uma tomada de consciência quanto ao significado científico, tecnológico e social da intervenção do homem, constituindo, por isso, uma dimensão importante para a educação para a cidadania.

Finalmente, no último ponto deste capítulo, são apresentadas questões e objetivos do trabalho investigativo.

2.2. O Ensino nas Ciências e a Literacia Científica

Sadler (2011) refere que o conceito de literacia científica tem sido controverso no seio da comunidade científica. A primeira referência escrita a este conceito ocorreu num artigo de Paul Hurd, em 1958, publicado na revista *Educational Leadership*, com o título *Science Literacy: Its meaning for American schools*. Nele, o autor defende, por um lado, a atualização dos currículos de ciências da época, face aos grandes avanços tecnológicos alcançados e que permitiram, por exemplo, o lançamento do Sputnik, pela União Soviética e, por outro, a necessidade de uma educação científica para todos. O artigo apresenta uma perspetiva de educação científica centrada na aprendizagem de conteúdos e processos científicos, ainda que nele se aborde uma mudança na práxis docente, com a finalidade de promover um ensino mais centrado nos alunos. Para tal, Hurd propõe que os alunos

desenvolvam atividades de investigação como forma de tornar mais relevante e atraente a educação científica, procurando envolvê-los nos processos científicos. No entanto, desde a década de cinquenta, do século passado, que se tem vindo a assistir a diversas tentativas de definir Literacia Científica. Mas, mesmo havendo uma concordância generalizada quanto ao facto de esta ter de advir do processo do Ensino nas Ciências praticado nas escolas, ainda não foi apresentada uma definição consensual pela comunidade científica.

No entanto, a necessidade de recorrer aos sistemas de ensino para implementar a Literacia Científica nos jovens esteve sempre presente nas reformas curriculares (DeBoer, 2000), onde se identifica a Literacia Científica como o objetivo primordial do ensino nas diversas áreas do conhecimento científico.

A ciência é objeto de estudo nas escolas europeias e americanas desde o século XIX. Esta conquista foi conseguida graças à comunidade científica da época com o argumento de, não só o mundo estar a ser dominado pela ciência e pela tecnologia, mas também o Ensino nas Ciências fornecia aos alunos um treino intelectual de nível superior. Isto, quer quanto ao que respeita a processos indutivos de observação do mundo natural e atual, quer quanto à capacidade de extrair conclusões baseadas nesses mesmos processos.

Importa salientar que na década de noventa do século XX, verificou-se uma divisão entre os que defendiam importância de implementar currículos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e, pelo contrário, os que privilegiavam o desenvolvimento currículos fomentadores da Literacia Científica. Surge, então, o projeto Project2061 da American Association for the Advancement of Science (AAAS), que defende que os alunos necessitam de desenvolver um conjunto de capacidades/competências para serem considerados cientificamente literatos. Para a AAAS, os alunos devem: estar familiarizados com o mundo natural no que respeita à sua unidade; estar conscientes de algumas interdependências relevantes entre matemática, tecnologia e ciência; compreender alguns conceitos-chave e alguns princípios da ciência; ter a capacidade de raciocinar cientificamente; saber que a ciência, a matemática e a tecnologia são empreendimentos humanos, estando conscientes das suas virtudes e limitações; e, por fim, devem ser capazes

de utilizar o conhecimento científico para fins pessoais e sociais (Project2061, 1989).

Chegou-se, desta forma, a uma definição de Literacia Científica que consegue incluir praticamente todos os objetivos do Ensino nas Ciências que haviam sido identificados ao longo dos tempos, representando um objetivo muito ambicioso para os sistemas de ensino: que todos pensem da mesma forma que os cientistas.

Enquanto isto, o relatório National Science Education Standards, elaborado por um conjunto diverso de entidades americanas ligadas à educação, propunha igualmente, uma definição para Literacia Científica. Uma vez que se trata de um relatório político, elaborado por políticos (Collins, 1998), a definição pretende abarcar uma vasta gama de opiniões.

Segundo DeBoer (2000) a Literacia Científica significa que uma pessoa se pode interrogar, encontrar, ou conceber respostas a questões levantadas pela curiosidade das vivências quotidianas. Significa que uma pessoa tem a capacidade de descrever, explicar e prever fenómenos naturais.

Assim, a Literacia Científica relaciona a capacidade de leitura e compreensão de artigos sobre ciência, publicados na imprensa popular, articulando-as em debates sociais acerca da validade das suas conclusões. Literacia Científica implica, ainda, que uma pessoa possa identificar problemas científicos subjacentes a decisões de nível local ou nacional, e expressar a sua posição fundamentada em informação científica e tecnológica. Um cidadão cientificamente literato deveria ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica baseando-se na fonte e no método que foi utilizado para a gerar. Literacia Científica, também, implica a capacidade de apresentar e avaliar argumentos baseados em evidências e aplicar apropriadamente, conclusões assentes nesses mesmos argumentos. Ainda que muito abrangente, esta definição também está longe de ser consensual.

DeBoer (2000) mostrou que o conceito de Literacia Científica é muito abrangente e ao longo da história teve, e continua a ter, diversos significados, mas deve implicar sempre uma compreensão da ciência alargada e funcional.

É verdade que não se tem dado a devida atenção a este conceito, nem por parte dos poderes instituídos, nem por parte de professores. Mas, na realidade, não é possível que as escolas, limitadas à carga horária dedicada à ciência, consigam

tornar todos os cidadãos hábeis nas suas diversas vertentes. É necessário definir objetivos e traçar rumos para a educação, para que as escolas formem cidadãos cientificamente literatos.

Hodson (2010) defende que se deve promover a literacia científica através de uma ponte entre a educação científica restrita e a educação geral.

A literacia científica numa Sociedade de Conhecimento, é necessariamente literacia em ação - literacia em ação oral, escrita e digital. Consequentemente, a literacia científica como uma finalidade educacional assume uma conotação mais ativa do que passiva. A literacia científica não é sobre “*Quanto é que sabemos?*”, mas antes “*O que se pode aprender quando surge a necessidade?*” e “*Como efetivamente se podem usar as aprendizagens para lidar com situações que envolvem a ciência e tecnologia relacionadas com o mundo do trabalho ou com o mundo quotidiano dos cidadãos?*”. A mudança no resultado – de “*saber que*” para “*saber como aprender e usar este conteúdo relevante*” – representará uma mudança radical nas políticas curriculares da ciência escolar (Aikenhead, Orpwood, & Fensham, 2011).

Segundo as orientações do Ministério da Educação e Ciência Português a sociedade de informação e do conhecimento em que vivemos apela à compreensão da ciência, não apenas como corpo de saberes, mas também como instituição social. Importa referir que, atualmente, questões de natureza científica com implicações sociais vêm à praça pública para discussão e os cidadãos são frequentemente chamados para darem uma opinião. Posto isto, a Literacia Científica é muito importante e fundamental para o exercício pleno da cidadania.

O desenvolvimento de um conjunto de competências que se patenteiam em diferentes domínios, nomeadamente no conhecimento, no raciocínio, na comunicação e nas atitudes, é essencial para o desenvolvimento da Literacia Científica.

No entanto, para o desenvolvimento de diferentes competências é necessário um envolvimento do aluno no processo de ensino e aprendizagem, que é proporcionado pela vivência de experiências educativas diferenciadas, que vão de encontro aos seus interesses pessoais e estão em conformidade com o que passa à volta dos alunos.

Segundo Galvão (2001), as competências não devem ser entendidas cada uma por si, mas no seu conjunto, desenvolvendo-se transversalmente, e em simultâneo, na exploração das experiências educativas.

2.3. A orientação CTS no Ensino nas Ciências

A aprendizagem dos conceitos científicos processa-se a partir de crenças sobre o mundo, crenças estas desenvolvidas a partir do senso comum, como resultado dos dados e informações oriundos de ações sobre o mundo e das reflexões sobre elas. Servem de objetivo para o indivíduo atribuir sentido aos fenómenos, e a partir desta atribuição, através da realização de atividades interativas – intra ou extra-escolares, possibilitam a construção de significados, ou seja, a internalização de um sentido, sentido este consensual para um determinado grupo. Este esquema de construção de conceitos, de acordo com a teoria de aprendizagem desenvolvida por Vigotsky (1988), requer do aluno a disponibilidade no seu sistema cognitivo de conhecimentos que ancoram o conhecimento novo, ou seja, que permitam associar o conhecimento novo a algo por ele conhecido.

Nos processos de ensino desenvolvidos na escola, a atribuição de significados aos conceitos científicos, no caso transpostos didaticamente para a sala de aula, são ancorados nos conhecimentos prévios dos alunos, muitos deles desenvolvidos em atividades do dia-a-dia. Pozo (2002) refere que este processo ocorre tanto através da generalização e abstração, por simples extensões dos conhecimentos prévios ou por reestruturação dos mesmos, levando a uma mudança conceptual ou a elaboração de novas hipóteses explicativas.

Importa salientar que a introdução de conceitos científicos utilizando elementos do dia-a-dia dos alunos e dos professores, facilita a aprendizagem. Pois, são elementos com os quais os alunos estão familiarizados, encontram-se no domínio do seu sistema cognitivo. Constituirão, assim, suportes psicológicos que servirão para fixar novos conhecimentos, levando a atribuição de sentido e facilitando a construção de significados.

Nos últimos anos, uma forte linha de investigação tem permitido aprofundar as causas das conceções dos professores sobre interações CTS e a relação entre essas conceções e outros aspetos do ensino (Acevedo-Díaz, 2009).

Para Brito, Souza & Freitas (2008) parece existir uma influência clara da formação prévia e das crenças socioculturais dos professores nas suas concepções, particularmente sobre a natureza da Ciência, pelo que, segundo Acevedo-Díaz (2009), é muito importante que se crie um “choque” entre determinadas formas culturais para se entender o Mundo e os vários pontos de vista da civilização Ocidental para que se descubra a natureza da Ciência.

Segundo vários estudos as potencialidades da educação CTS decorrem dos contributos que lhe têm sido atribuídos para (i) aumentar a compreensão dos alunos das inter-relações CTS, (ii) melhorar as capacidades processuais dos alunos, em particular, capacidades de pensamento, (iii) dotar os alunos de competências para resolver problemas pessoais e sociais relevantes e (iv) melhorar as atitudes dos alunos perante a Ciência e a aprendizagem das ciências (Kaya, Yager & Dogan, 2009).

Assim, a aprendizagem centrada na perspetiva CTS-A fornece condições necessárias para os alunos utilizarem no dia-a-dia os conceitos e procedimentos científicos e matemáticos, possibilitando uma maior adaptação crítica à realidade e, por isso, contribuindo para superar as restrições impostas pelos contextos físicos e culturais. Ao utilizar elementos do cotidiano a escola não somente facilita a aprendizagem de conceitos, como também desenvolve nos alunos a atitude de associar os conhecimentos científicos à realidade vivenciada. Dessa forma, a instituição escolar como *lócus* privilegiado do ensino dos conhecimentos de base científica aumenta a sua legitimidade social e os seus vínculos com a comunidade. Um dos primeiros pesquisadores a perceber as consequências da imersão dos processos de aprendizagem nos processos sócio-culturais foi Vigotsky (1988). A partir destes desenvolveu a sua teoria sobre como se processa o desenvolvimento cognitivo. Ao agir sobre a realidade o homem não somente muda as condições do contexto, como também muda a si próprio. A partir dos seus trabalhos, Brunner (1997) considera que, com a cultura, o homem tornou-se um produto da História e não da Natureza e que a cultura é o mundo ao qual o ser humano tem que se adaptar. Brunner (1997) considera importante o diálogo na negociação de diferenças de significado e interpretações e que, neste processo, os significados somente serão utilizados de maneira vantajosa se forem partilhados. Esta partilha

é efetuada pelos membros de um determinado grupo por meio de sistemas de representações simbólicas socialmente validados.

Nessa perspectiva, a ciência, e o seu consequente aprendizado, é algo que se esboça à revelia dos sujeitos envolvidos no processo, sendo, nesse caso, a base de sustentação à compreensão das possibilidades cognitivas, encarada como algo dissociado das vivências quotidianas.

A Figura 2.1. mostra que para o desenvolvimento das competências definidas para explorar os conteúdos dos diferentes temas, a abordar nos três anos de escolaridade do terceiro ciclo do Ensino Básico, deverão ser abordados numa perspectiva interdisciplinar onde a interação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) deverá constituir uma vertente integradora e globalizante.

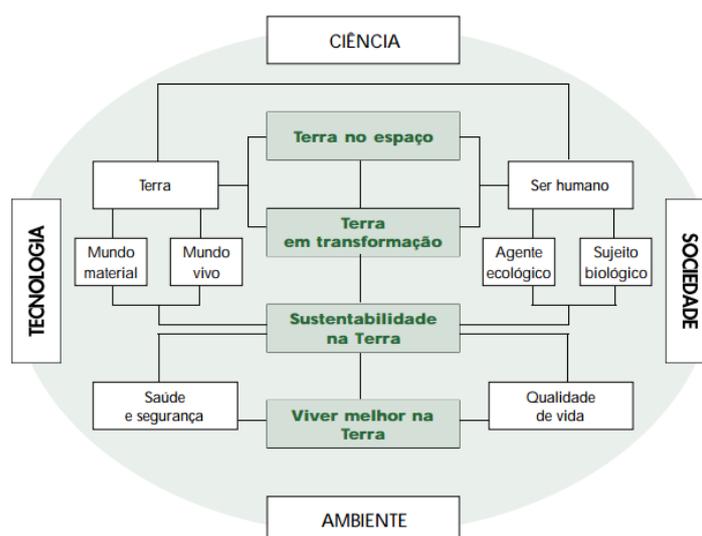


Figura 2.1. Esquema organizador do currículo Nacional para o ensino das ciências no 3º ciclo, Currículo Nacional do Ensino Básico: competências essenciais (DEB, 2001a).

2.4. Questões e Objetivos do Estudo

A falta de formação e a dificuldade em interpretar fenómenos físicos por parte de professores de Física e Química na temática “Mudança Global”, lecionada no oitavo ano de escolaridade, alicerçou a necessidade de se fazer um trabalho que pudesse contribuir de uma forma simples e atual para a lecionação da temática. Pois, segundo Cachapuz (2009), um possível ponto de partida para motivar os alunos é fazer a relação do que se ensina (conteúdos) com o para que se ensina (finalidades) e para quem se ensina (destinatários).

Segundo as orientações do Ministério da Educação e Ciência a organização dos programas de Ciências (Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais), no terceiro ciclo do Ensino Básico, está dividido em três grandes temas gerais, a saber Terra no Espaço, Terra em Transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver melhor na Terra (DEB, 2001b). O Ministério da Educação e Ciência salienta, ainda, que é importante explorar os quatro temas numa perspetiva interdisciplinar, em que a interação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos. É importante salientar que a temática “Mudança Global” encontra-se integrada no tema geral Sustentabilidade na Terra (Figura 2.2), é uma temática obrigatória onde se pretende que os alunos tomem consciência da importância que o conhecimento do tempo atmosférico tem para a nossa sociedade e para a prevenção de desastres. Pretende também incentivar os alunos a consultar um jornal na secção correspondente ao estado do tempo para identificar termos relacionados com a meteorologia. Nesta temática os alunos devem ser capazes de planear, construir e utilizar instrumentos simples que permitam registar os parâmetros meteorológicos e serem capazes de interpretar a sua relação.

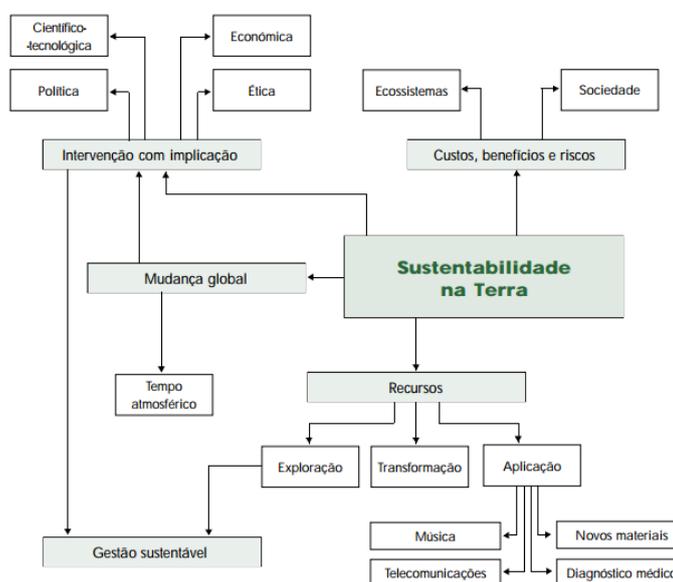


Figura 2.2. Esquema organizador do tema “Sustentabilidade na Terra”, Currículo Nacional do Ensino Básico: competências essenciais (DEB, 2001a).

Tal como foi referido a temática “Mudança Global” é uma temática de carácter obrigatório no atual Currículo das Ciências e entrou em vigor em 2001. Importa

salientar que na anterior reforma curricular esta temática integrava o tema “Fenómenos Meteorológicos” e era de carácter opcional, e por isso não era lecionada, pois eram selecionadas outras temáticas, nomeadamente “Fontes e Formas de Energia” ou “Circuitos Eletrónicos”.

Em face dos pressupostos anteriormente referidos e da nossa experiência no terreno, muitos professores têm muita dificuldade em abordar a temática “Mudança Global”, sendo muitas das vezes abordada de uma forma muito geral de modo “cirúrgico” (uma ou duas aulas) ou, até mesmo, propondo aos alunos que realizem trabalhos de pesquisa sobre os conteúdos a desenvolver na temática. Isto deve-se, essencialmente, ao facto de na formação inicial dos docentes os conteúdos abordados na temática não serem trabalhados ao longo dos diversos anos de estudo e, por isso, os professores têm de estudar individualmente e não têm possibilidade de tirar dúvidas que possam surgir, pois não sabem a quem podem recorrer, apenas têm a possibilidade de partilhar informações entre colegas.

Do nosso ponto de vista a temática “Mudança Global” por estudar fenómenos de um laboratório aberto, gratuito e acessível a todos não é de fácil trato. De facto, conhecer a influência de uma variável numa outra variável implica um conhecimento científico a que chamamos de “banda larga de conhecimento científico”. Vejamos um exemplo, a formação do orvalho. A interpretação física da formação de orvalho é muito diferente da formação do nevoeiro e aqui cresce um conjunto de conhecimento científico para a distinção dos dois fenómenos.

Assim, os objetivos deste trabalho passam pela recolha de dados que permitam obter uma imagem do estado do conhecimento e das principais questões na área da educação ambiental, resolução de problemas e trabalho prático na aplicação à temática Mudança Global, explorando a vertente conforto térmico. Por outro lado, tenciona-se enquadrar, no contexto das investigações mais significativas, a questão de investigação em que nos centramos: **Quais as contribuições para o Ensino nas Ciências, quando se usa a temática Conforto Térmico, numa perspetiva de ensino e aprendizagem?**

A resposta à questão central formulada passa pelos seguintes objetivos:

- articular as condições atmosféricas com o conforto térmico;



- avaliar o conforto térmico numa sala de aula usando instrumentos meteorológicos simples, que podem ser construídos pelos alunos;
- avaliar quais os índices térmicos que devem ser usados para avaliar o conforto térmico;
- analisar os materiais usados na construção de edifícios escolares que condicionam o conforto térmico numa perspetiva de balanço energético;
- sugerir atividades experimentais que podem desenvolver competências na temática Conforto Térmico;
- analisar a influência do conforto térmico registado no interior de uma sala de aula e a aprendizagem.



Capítulo 3- Revisão de Literatura



3.1. Introdução

Após uma análise da literatura disponível podemos constatar que não existe muita informação disponível sobre trabalhos relacionados com a temática Conforto Térmico no ensino e aprendizagem, por isso tivemos a preocupação de analisar trabalhos transversais que possam sustentar o nosso estudo. Neste capítulo apresentamos uma revisão da literatura relacionada com o trabalho experimental, já que as orientações curriculares apelam à implementação de experiências educativas onde os alunos possam desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência, como sejam a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho, respeitando e questionando os resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efetuado, a flexibilidade em aceitar o erro e a incerteza, respeitando a ética e a sensibilidade para trabalhar em ciência de forma a avaliar o seu impacto na sociedade e no ambiente.

Para além de se ter feito uma investigação referente a trabalho prático, neste capítulo, também apresentamos uma breve revisão de literatura sobre a resolução de problemas, uma vez que no nosso estudo, sempre que possível sugerimos situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados. Para além do descrito é importante em ciência promover o pensamento de forma criativa e crítica, relacionando evidências e explicações, que possam suscitar o confronto entre diferentes perspetivas de interpretação científica.

Apresentamos, ainda, uma revisão de literatura relacionada com os problemas energéticos no Ensino das Ciências, o ambiente térmico e a produtividade intelectual no ensino e aprendizagem. No fim deste capítulo expomos uma revisão de literatura sobre investigação-ação e particularizamos o estudo de caso, visto que em todo o nosso estudo a metodologia adotada foi a investigação-ação, estudo de caso. Importa salientar que consideramos que para se fazer uma investigação centrada em estudo de caso é necessário efetuarmos uma investigação-ação.

3.2. Trabalho Experimental no Ensino das Ciências

A investigação em didática sobre o trabalho experimental nas disciplinas de ciências, nomeadamente na disciplina de Ciências Físico-Químicas, evidenciou a

existência de algumas dificuldades na implementação de atividades experimentais em sala de aula. As razões apontadas prendem-se principalmente pelo desequilíbrio entre teoria e prática, tendo-se dado um maior desenvolvimento à teoria em detrimento da prática, e por não se promover a interligação entre a teoria e a prática (Leite & Afonso, 2001).

O tratamento conjunto da teoria, atividade experimental e resolução de problemas é essencial, uma vez que estes aspetos não surgem separados da atividade científica. Assim, por esta via perspetiva-se proporcionar aos estudantes uma visão correta do trabalho científico (Hodson, 1992; Bell & Pearson., 1992; Gil Perez *et al.*, 1999).

O Trabalho Experimental (TE), atualmente, desenvolvido nas disciplinas de Física e Química, destaca-se pela sua relevância como estratégia primordial, no âmbito de um Ensino Por Pesquisa (EPP) e assumindo deste modo novas orientações, exigências e finalidades (Cachapuz *et al.*, 2002).

Então, colocam-se várias questões relativamente à forma de como o implementar, que estratégias devem ser adotadas, em que ambientes de aprendizagem deverão decorrer, como devem ser conduzidas nas aulas de forma a contribuir para uma indiscutível melhoria da aprendizagem da ciência, que metodologias e instrumentos deverão ser usados (Lopes, 2004).

No Século XIX, quando as disciplinas de ciências começaram a integrar os currículos em diversos países, o TE começou a assumir-se como parte integrante do ensino (Klainin, 1998), servindo unicamente para a confirmação, verificação e/ou demonstração das teorias previamente apresentadas pelo professor (Lock, 1998). No entanto, a sua inclusão foi lenta, como se verificou com alguns alunos ingleses, pois eram obrigados a pagar uma propina extra para terem direito às aulas laboratoriais (Solomon, 1980).

Klainin (1998) salienta que a partir do momento que o TE constituiu um pré-requisito para acesso a algumas Universidades Americanas e os examinadores verificaram que os alunos não estavam devidamente preparados nesta área, algumas escolas foram criticadas por não darem a relevância devida ao TE (Lock, 1998).

Hodson (1998) e Lopes & Costa (1994) são unânimes em reconhecer o inestimável valor educativo do TE e da sua longa tradição na Educação em Ciência, mas a

verdade é que a designação Trabalho Experimental não está livre de ambiguidade. Leite (2001) refere que, segundo Hodson (1998), os termos “Trabalho Laboratorial” (expressão usada na América do Norte) “Trabalho Prático” (mais usado na Europa, Austrália e Ásia) e “Experiências” são usados praticamente como sinónimos, embora exista uma diferença entre estes trabalhos, ou seja, nem todo o “Trabalho Prático” se realiza no Laboratório e nem todo o “Trabalho de Laboratório” contempla “Experiências”.

Importa salientar que segundo a DGICES (2007), todos os métodos baseados na investigação, tal como o Trabalho em Laboratório, oferecem aos alunos oportunidades de desenvolver uma gama alargada de aptidões complementares, tais como o trabalho em grupo, a expressão escrita e oral, a resolução de questões abertas e outras capacidades transdisciplinares.

3.2.1. Diferentes tipos de Trabalho Experimental (TE)

O Ensino das Ciências, em Portugal, tem sido desequilibrado no que diz respeito à relação que deve haver entre teoria e prática, sendo esta uma das razões que tem sido apontada para o insucesso desse ensino e repúdio por parte de diversos alunos. O trabalho prático tem sido, habitualmente, considerado benéfico para o Ensino das Ciências, no entanto, alguns trabalhos de investigação mostram que nem sempre é tão valioso para a sua aprendizagem. Segundo Hodson (1994) muitas das dificuldades surgidas na realização de trabalhos práticos são devidas à forma irrefletida com que os professores o usam. Pois, o trabalho prático é utilizado pelos professores, com a ideia de que ajudará a alcançar todos os objetivos de aprendizagem. Leite (2006) refere que só em determinadas ocasiões é que os profissionais de ensino exploram todo o seu autêntico potencial e, por vezes, algumas práticas que são proporcionadas aos alunos, estão mal concebidas ou estão confusas.

Uma das principais causas para que os objetivos do TE no Ensino das Ciências sejam tão díspares é o facto de que muitas vezes os conteúdos teóricos aparecem separados da atividade experimental realizada.

Impõe-se desde já clarificar os significados dos termos trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE),

explicitados por Hodson (1998). Leite (2001) esclarece a questão terminológica do Trabalho Prático, diferenciando-o em quatro tipos, conforme se mostra na Figura 3.1.

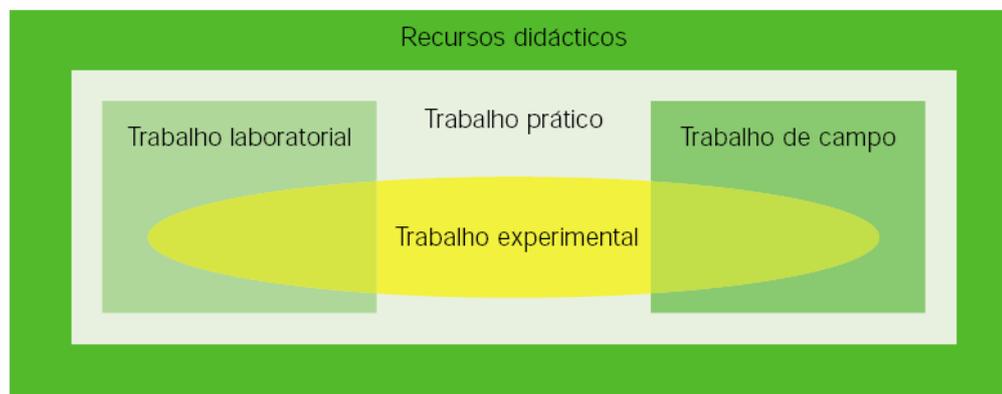


Figura 3.1. Os quatro diferentes tipos de Trabalho Prático [adaptado de Hodson (1988) por Leite (2001)]

Leite (2001) define,

- Trabalho Prático (TP) – toda e qualquer atividade em que os alunos se envolvam ativamente nos seus diversos domínios, cognitivo, afetivo e psicomotor. Nesse sentido, o trabalho prático inclui atividades laboratoriais, trabalhos de campo, resolução de exercícios, programas informáticos de simulação, pesquisa, entrevistas, ...;
- Trabalho Laboratorial (TL) – decorre num laboratório ou numa sala de aula (desde que não haja problemas de segurança) e conforme a sua designação inclui atividades que envolvem a utilização de materiais de laboratório (mais ou menos convencionais);
- Trabalho de Campo (TC) – as atividades são desenvolvidas, no local onde os fenómenos acontecem ou onde os materiais existem (Pedrinaci, 1992). Este, não difere em “substância” do TL, recorrendo muitas vezes a instrumentos que provêm do laboratório;
- Trabalho Experimental (TE) – é todo e qualquer trabalho prático que envolva a manipulação e controle de variáveis. Ressalve-se que tanto o TC como o TL poderá ser do tipo experimental ou não.

O facto de se considerar que as Ciências Físico-Químicas são disciplinas experimentais emerge uma questão central cuja resposta tem implicações epistemológicas. O que se questiona é saber se a experimentação é autossuficiente e independente da teoria ou se a teoria e a experimentação são interdependentes (Leite, 2006). O facto de se considerar o TE como independente da teoria resultou em duas formas distintas dele ser implementado na sala de aula antes ou depois da apresentação dos conteúdos que o suportam. É de referir que na primeira situação ele desempenha um papel apenas motivador da aprendizagem do que vai ser estudado, ao passo que na segunda assume-se como verificação do que já foi estudado. Lopes (2004) salienta que o TE assumido em qualquer uma das posturas referidas, não é uma atividade central na aprendizagem, mas surge como uma atividade complementar caracterizado por ter uma natureza estática e uma estrutura sequencial de etapas bem definidas e hierarquicamente organizadas, que é executado com o objetivo de se obter a “*resposta correta*”.

Segundo Leach (1999), entre as teorias e as evidências fornecidas pelas atividades laboratoriais existe uma interdependência interativa complexa que resulta, por um lado, do desenho de uma atividade que requer conhecimentos teóricos (por exemplo, sobre variáveis que é relevante controlar e manipular, sobre dados a recolher, bem como sobre as condições de recolha dos mesmos) e, por outro lado essa atividade fornece evidências que depois de interpretadas originam conhecimento que vai alterar, mais ou menos profundamente, a base de conhecimento disponível. Nessa perspetiva, segundo Valadares (2008), a conceção do conhecimento científico estático (conhecimento - facto) deu lugar à conceção de um conhecimento dinâmico, sempre em construção e reconstrução (conhecimento - processo).

Então, toda a ciência dita experimental na realidade é teórico-experimental. É uma construção humana resultante da interação entre sujeito e objeto, entre pensamento e ação, entre teoria e experiência, sem qualquer hegemonia epistemológica de qualquer das partes. Nesse sentido, não deve ser privilegiada nenhuma das vertentes teoria/prática, mas antes a superação entre as duas. Como referem Praia & Marques (1998) que a riqueza heurística do trabalho laboratorial está ligada à interação teoria e prática, como elementos que apesar de serem

indissociáveis são explicativos dos fenómenos e da complexidade que os atravessa.

Atualmente investigadores e educadores reconhecem que o TE constitui uma parte vital na Educação em Ciências. As razões acima apontadas, no sentido de envolver os alunos na realização de TE, tendem a enfatizar as suas potencialidades permitindo atingir objetivos relacionados com a promoção e valorização das aprendizagens de conhecimento conceptual, do desenvolvimento de competências técnicas ou procedimentais, a promoção da aprendizagem de metodologia científica (que envolve conhecimento conceptual, bem como conhecimento procedimental), o desenvolvimento de capacidades de pensamento, designadamente de pensamento crítico e criativo e o desenvolvimento de atitudes como, por exemplo, a abertura de espírito, a objetividade e a prontidão para sustentar juízos sempre que a evidência e as razões não sejam suficientes para o sustentar (Wellington, 2000).

É de salientar que se por um lado, há razões de diversa ordem que fundamentam a utilização em sala de aula de atividades práticas, por outro lado, também, é necessário questionarmos sobre o modo como deverão ser conduzidas as atividades práticas, as estratégias a desenvolver, os ambientes em que deverão decorrer, metodologias e instrumentos utilizados de forma a se proceder à ligação sistemática entre a vertente teórica e a vertente prática, com vista a dar resposta a questões problema (Lopes, 2004).

3.3. Questões Problema

As questões desempenham um papel importante, pois elas podem focar a atenção do aluno em partes importantes do módulo ou exposição, tornar o aluno consciente acerca do que já sabe sobre o assunto e sobre o que gostaria de saber, ajudá-lo a fazer previsões, gerar explicações, testar modelos, negociar significados, estabelecer relações com o seu dia-a-dia, entre outras.

As questões não têm que ser necessariamente iniciadas pelo professor. Na verdade, segundo Ash, Lombana & Alcalá (2012) o professor deve ter a capacidade de perceber o grupo de alunos com quem vai interagir, pois alguns podem encarar as questões como ameaçadoras, sentindo-se constrangidos em responder.

Lester & Schroeder (1989) referem que apesar da incontestável importância, sublinhada por organismos de reconhecido mérito científico, por vários investigadores e reconhecida por parte dos profissionais de ensino, a implementação de uma metodologia de resolução de problemas no processo de ensino e aprendizagem tem sido uma estratégia pouco utilizada, pelos professores, por sentirem dificuldades na sua implementação.

Lopes (2004) apresenta duas questões epistemológicas de fundo sobre as questões problemas relativamente ao ensino e aprendizagem, sendo estas:

Qual o seu papel?

De que forma são relevantes e pertinentes?

3.3.1. Noção de problema

Os problemas constituem um meio privilegiado de aprendizagem, pois é neste contexto que a situação de aprendizagem surge e que se torna possível a relação entre as diferentes informações e, também, se criam as condições para a estruturação e organização de novos conhecimentos. Bastos (1997) refere que é prática frequente dos professores de Física e Química recorrerem à utilização de “Problemas” com o objetivo de consolidar conceitos aplicando fórmulas ensinadas durante as aulas. No entanto, a atividade dos alunos na resolução deste tipo de “Problemas” resume-se à procura de fórmulas que se encaixam com os dados contidos nos enunciados sem fazerem uma reflexão prévia da situação em causa. Ainda que não seja consensual o conceito de “Problema” e da sua resolução defendidos por diversos autores estes, contudo, são concordantes em definir um problema como uma situação em que existe um obstáculo a vencer para o qual o aluno deverá encontrar uma, várias ou nenhuma solução, e para a qual se desconhecem os caminhos a seguir em todo o processo de resolução.

No início do século vinte, John Dewey considera que um problema é uma dificuldade que por mais insignificante e banal que seja, cria um estado de embaraço de curiosidade, de desafio e de incerteza que perturba, originando a necessidade de através de pesquisa e investigação encontrar a causa desta perturbação e dissipar a dúvida (Faria, 1998).

Bastos (1997) considera um problema como uma situação que impõe dificuldades ao aluno para as quais não conhece à partida o processo de resolução. Assim, um problema surge

sempre que se verifique uma descontinuidade ou uma lacuna entre o estado cognitivo atual do aluno e um outro que se pretende alcançar e de que se desconhece, de início, o caminho para superar essa descontinuidade (Pizzini *et al.*, 1989).

Uma questão importante ligada à noção de problema é a relevância do mesmo para o aluno. Bastos (1997) refere que o aluno quando enfrenta um problema tem de o reconhecer como tal e interessar-se por ele, assim sendo, o problema deve surgir num contexto relevante para o aluno. Desse modo, existirá por parte do aluno um envolvimento e a vontade em ultrapassar o obstáculo por este reconhecido (Lopes, 1994).

Alguns autores consideram importante a definição do contexto quando o problema é colocado. Outros autores referem, ainda, que na sala de aula o problema deve surgir de um contexto de discussão, sendo necessária a análise e questionamento até que o problema efetivamente surja e se constitua um problema para o aluno.

Apesar de se verificarem na literatura da especialidade diferentes propostas, com características diferenciadas, relativas à noção de problema, desenvolvidas em função do contexto, designadamente no que respeita à área curricular, ao tema de estudo, ao grau de ensino, entre outras questões que eventualmente venham a ser colocadas e que delimitarão o âmbito de exploração dos problemas, Lopes (1994) consegue distinguir três atributos correspondentes às noções de obstáculo, relevância e vontade. Então, segundo o autor:

- Obstáculo – traduz-se na situação que carece de ser resolvida, com recurso a algo mais que a mera aplicação de um algoritmo ou de um esforço de memória. Assim, os problemas autênticos confrontam o indivíduo com uma dificuldade, que não implica apenas pensamento meramente reprodutivo, mas antes, um pensamento autêntico e produtivo, capaz de gerar novas soluções (Wertheimer, 1968);

- Relevância – traduz-se numa das maiores vantagens da aprendizagem baseada na resolução de problemas que resultam da exploração de situações reais que façam sentido para os alunos e que lhes sejam familiares. Os contextos reais são particularmente pedagógicos e amplamente capazes de despertar a curiosidade natural dos alunos motivando-os, para a procura de informação necessária à resolução dos problemas, pois fomentam o desenvolvimento pessoal e permite observar a aplicabilidade prática das descobertas e dos conhecimentos

obtidos dando, assim, mais sentido aos conhecimentos assimilados, o que se traduzirá numa aprendizagem mais significativa por oposição à memorização, relevante e efetiva (Towle, 1994; Lambos, 2004);

- Vontade – decorre do conflito de dissonância cognitiva, que ocorre no processo de resolução de problemas. O aluno sente motivação em procurar a solução. Flavell (1987) considera a motivação como a mola propulsora de qualquer comportamento ativo e deliberado.

De acordo com o filósofo Durant (1996), ao longo da História, todos os grandes pensadores foram aqueles que demonstraram a capacidade de elaborar várias questões. A dúvida foi identificada como o princípio da sabedoria, na medida que gera inquietação e cria desafios que motivam e estimulam os alunos (Cury, 2007). No entanto, as questões formuladas podem eventualmente não ser coerentes ou estar bem estruturadas, mas assumem toda legitimidade. A função da arte da formulação das perguntas não é, inicialmente, obter respostas, pois nem todas são pertinentes e úteis para se avançar no conhecimento ou na compreensão do que se está a estudar (Lopes, 2004).

Então, um problema é entendido em geral como uma situação nova, envolvente para aquele que o soluciona, ainda que desconheça o caminho a seguir para encontrar as respostas.

3.3.2. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas – ABRP

A resolução de questões problema, em contexto escolar, surgiu por volta de meados dos anos setenta, com o professor Howard Barrows, da Universidade de Medicina de MacMaster (Canadá). Barrows verificou que os alunos de medicina, apesar de memorizarem uma grande quantidade de informação médica básica e revelarem um bom desempenho nos testes, apresentavam dificuldades em aplicar os conhecimentos adquiridos a situações reais, no tratamento de pacientes. De igual modo verificou que os métodos de ensino tradicionais, usados na Universidade, eram demasiado centrados no professor, tendo-se transformado em métodos ultrapassados e ineficazes para preparar os estudantes daquela área, atento ao facto de, constantemente surgirem novos conhecimentos, novas

tecnologias e meios de informação, que tornavam desatualizadas as tradicionais práticas médicas (Barrows & Tamblyn, 1980).

A ABRP não pretendia ser apenas metodologia específica do ensino, pretendia ser, também, uma medida impulsionadora para a introdução de um sistema de ensino mais dinâmico e centrado na perspetiva do aluno.

Em Portugal, os professores, em geral, não estão suficientemente familiarizados com ABRP (Morgado & Leite, 2012), planejar e implementar esta metodologia educativa no Ensino Básico e Secundário significará dificuldades e desafios acrescidos. Constituindo uma inovação, para que professores de ciências possam utilizar ABRP nas suas práticas docentes, planeando-as e orientando os seus alunos, de formas confortáveis e adequadas, é necessário envolverem-se em ações de formação teórico-práticas, que, simultaneamente, lhes permitam compreender os fundamentos teóricos da abordagem e perceber como ela se pode concretizar no contexto real das salas de aula portuguesas (Morgado & Leite, 2012).

Torres, Preto & Vasconcelos (2013) defendem que no processo de ABRP, o primeiro passo, numa sequência de passos interrelacionados, é a apresentação do cenário (situações-problema) aos alunos, seguido de um *brainstorming* para promover o levantamento dos tópicos e questões emergentes associados ao tema apresentado e a procura de soluções através da promoção de atividades de investigação. Os cenários são destinados a estimular a aprendizagem e a discussão de diferentes perspetivas dos problemas e das soluções para os problemas relacionados com eles. A investigação tem enfatizado que o questionamento é a base para promover a discussão na ABRP (Leite, Loureiro & Oliveira, 2010), no entanto há falta de uma compreensão mais detalhada sobre como é que outros materiais didáticos usados nas aulas de Ciências lidam com o questionamento e como é que essas questões podem contribuir, ou não, para promover o Ensino Orientado para a ABRP.

Diversos autores referem que é fundamental que cada problema seja convertido numa atividade de pesquisa em que os estudantes se envolvam de modo a poderem aprender significativamente com ela. Neste sentido, a aprendizagem é fruto de atitudes investigatórias e construtivistas, envolvendo os alunos na

construção ativa, sólida e estruturada de conhecimentos e, conseqüentemente, tornando-os mais úteis e adequados à realidade do dia-a-dia.

O ensino baseado na resolução de problemas considera que as experiências e vivências reais dos alunos deveriam ser levadas para a sala de aula, desenvolvendo-se toda a aprendizagem em torno dessas mesmas problemáticas (Deslie, 2000). Assim, as situações problemáticas apresentadas nas aulas de ciências não são os tradicionais conteúdos acadêmicos de *per si*, mas situações reais, concretas, próximas dos alunos, que apesar de complexas exigem uma abordagem sistêmica, tanto quanto possível de natureza interdisciplinar e mesmo transdisciplinar. Decorrente da abordagem sistêmica das situações problemáticas torna-se possível compreender os fenômenos na sua globalidade e na sua complexidade, refletindo-se sobre os processos da Ciência e da Tecnologia e as suas inter-relações com a Sociedade e o Ambiente em que vivemos (Morin, 1999; Valadares, 2007). Nesse sentido, a resolução de problemas vai de encontro às tendências que nos últimos anos se tem vindo a desenhar, relativamente à implementação de currículos e programas de ciências com base numa abordagem o Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e apresenta-se como uma proposta de trabalho de acordo com as recomendações de Kirkham (1989), que propõe um currículo que assegure um equilíbrio sinérgico entre três vetores: os conteúdos, os processos e os contextos (individuais, tecnológicos, sociais e escolares).

Watts (1991) salienta que, numa situação tradicional de sala de aula, a aprendizagem tende a seguir uma ordem cronológica, com conceitos a ser introduzidos numa primeira fase, seguidos de um problema ou exercício com vista a aplicar e/ou aprofundar conhecimentos, ou seja, *problem-solving*. Pelo contrário, numa situação real, fora do contexto da sala de aula, os alunos são confrontados com o(s) problema(s) antes de começar a estudar um determinado tema ou assunto (Duch, 1996) e, ao resolverem o(s) problema(s) vão ter de apreender e descobrir, por si próprios, os conceitos necessários à sua resolução, tentando fazer a ligação entre a vida real e a sala de aula (Lambos, 2004). Assim, os alunos caminham do conhecido para o desconhecido, com o objetivo de compreenderem os princípios científicos que se encontram subjacentes ao problema e que são capazes de resolver esse mesmo problema.

Segundo esta metodologia de ensino e aprendizagem a tónica é colocada nos processos gerados e utilizados pelos alunos.

A ABRP é uma metodologia centrada no aluno, cujo processo se inicia com a apresentação de um problema real, e cuja resolução é pessoal, social ou ambientalmente importante para o aluno. Pois, implica uma mudança paradigmática em termos educacionais dado que os alunos se tornam construtores do seu conhecimento e o professor exerce o papel de mediador facilitando a procura da resolução do problema (Allen *et al.*, 2011). Saliente-se que a metodologia de ABRP deve ser particularmente utilizada para motivar os alunos para a aprendizagem autónoma, desenvolvimento de pensamento crítico e promoção do trabalho colaborativo, assim como promover o desenvolvimento do raciocínio científico, de tomada de decisões e de autoavaliação (Vasconcelos, 2012).

Não obstante, na ABRP, a aprendizagem ser centrada no aluno, o papel do professor é fulcral na gestão, manutenção e desenvolvimento do ambiente de aprendizagem. O professor assume um papel de facilitador das aprendizagens, exercendo funções como: auxiliar o estabelecimento e supervisionar a comunicação entre os elementos dos grupos de trabalho, orientar o processo de resolução de problemas, fornecendo apoio e feedback aos alunos, facultar o acesso a diversos recursos e fontes de informação, incentivar a capacidade de questionamento dos alunos, e estimular a auto e heteroavaliação e a metacognição (Barrett & Moore, 2011; Ribeiro, 2010).

Uma questão problema, deve ser, uma situação aberta, que pode ter mais do que uma solução, para a qual é necessário emitir hipóteses, recolher dados, e discutir hipóteses propostas à luz destes dados, caso seja necessário recorrer-se-á à experimentação para confirmar as hipóteses. Por fim, há que tirar conclusões, analisando os limites da validade destas e perceber se a solução(ões) encontrada(s) levanta(m) outra(s) questão(ões). A solução não termina necessariamente o processo; cada solução pode abrir caminho para novos problemas. Pelo contrário, os problemas académicos típicos são em geral, problemas fechados que põe a tónica numa resposta única e exata (Neto, 1998).

Lopes (2004), salienta que as hipóteses formuladas nas fases iniciais podem servir de guia para a procura de novas informações que, por sua vez obtidas, devem ser confrontadas com as primeiras, acabando o conjunto de ser sintetizado de modo a obter-se uma representação mental que possibilita a interpretação ou a compreensão do problema. Mediante a nova informação podem ser formuladas novas hipóteses e justificada uma mudança de estratégia de recolha de dados. Por vezes é necessário, recorrer à experimentação para confirmar as hipóteses. Neste sentido, a realização do trabalho experimental assume-se como uma atividade de índole investigatório que permite aos alunos relacionarem teoria e prática e apreenderem teoria com a prática, desenvolvendo-se simultaneamente o conhecimento conceptual e processual.

Hodson (1994) defende que esta forma de tratar o trabalho experimental permite introduzir os alunos no método científico, onde a ciência pode ser descrita como uma atividade holística e não como uma sequência de uma série de regras que requerem comportamentos específicos em etapas específicas.

O tratamento conjunto da teoria, atividade experimental e resolução de problemas é algo essencial uma vez que estes aspetos não surgem separados na atividade científica. Assim, por esta via é possível proporcionar aos estudantes uma visão exata e correta do trabalho de investigação científica, familiarizando-os com este tipo de trabalho, com a natureza construtiva da ciência e com as relações destas com o mundo (Hodson, 1992; Gil Perez, *et al.*, 1999).

Neste contexto, não faz sentido continuar a tratar distintamente a aprendizagem de conceitos, a resolução de problemas e o trabalho experimental. Esta separação no ensino e aprendizagem constitui um obstáculo para a renovação do Ensino das Ciências (Gil Pérez *et al.*, 1999).

Salienta-se, ainda, que sob este ponto de vista o trabalho experimental pode ser encarado como uma questão problema ou ser integrado no processo de resolução de uma questão problema (Lopes, 2004). É hoje amplamente reconhecido, por investigadores e educadores, que o trabalho experimental constitui uma mais-valia para a educação na área das ciências, vindo em defesa da sua utilização argumentos, cognitivos e afetivos, associados às capacidades/habilidades (Wellington, 2000).

A investigação em didática sobre o trabalho experimental nas disciplinas de ciências e muito particular na disciplina de Ciências Físico-Química evidenciou a existência de dificuldades na implementação de atividades experimentais. As razões apontadas prendem-se sobretudo pelo desequilíbrio entre teoria e prática, tendo-se dado uma maior preponderância à teoria em detrimento da prática e por não se promover a interligação entre a parte conceptual e a parte procedimental, estas são algumas das razões que têm justificado o insucesso e o repúdio, por parte de alguns alunos, no que diz respeito aprendizagem das ciências e em particular da Física.

3.3.3. Algumas categorias de Problemas

Uma abordagem ao conceito de “problema” é aquela que procura agrupar os problemas em categorias.

De acordo com Faria (1998), numa tentativa de resumo da investigação realizada na área da resolução de problemas no Ensino das Ciências as definições de problema usadas pelos diversos investigadores podem organizar-se numa espécie de espectro.

Num dos extremos desse espectro encontram-se os problemas fechados ou com uma única solução correspondentes a situações conhecidas e assumidas como resolúveis dentro de um determinado paradigma. Nesta extremidade incluem-se os exercícios ou aplicações numéricas que se encontram em geral no final de cada capítulo nos manuais escolares.

No extremo oposto do referido espectro situam-se os problemas propriamente ditos, ou seja, situações para as quais podem não ser aplicáveis os paradigmas existentes ou para as quais não existe uma única solução.

Outra classificação apresentada ao longo da literatura é a das dicotomias de Watts (1991), formal – informal, curricular – não curricular, livre – orientado e dado – apropriado, e que é indicada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Tipo de Problemas segundo Watts (1991), adaptado de Bastos (1997)

Tipo de Problema	Definição
Formal	Previamente pensado pelo Professor e apresentado com a formulação desejada.
Informal	Surge de contextos de discussão, a sua formulação é pouco clara, podendo vir a tornar-se num problema formal.
Curricular	É resolvido na sala de aula, só se podendo resolver com conhecimentos adquiridos na escola.
Não Curricular	Não está diretamente relacionado apenas com conhecimentos adquiridos na escola.
Livre	Não sugerida nenhuma abordagem aquando da formulação do problema.
Orientado	São sugeridas abordagens aquando da formulação do problema.
Dado	O problema é colocado pelo Professor, mas pode ser negociado com os alunos.
Apropriado	O aluno participa no processo de formulação e na forma como este é colocado.

Faria (1998) refere que alguns autores fazem uma categorização diferente começando por distinguir entre problemas estruturados (well – defined) e não estruturados (ill – defined). Assim, um problema estruturado é aquele cujas etapas conducentes à obtenção de uma solução podem ser explícita e claramente expostas. Neste tipo de problema é dada ao aluno toda a informação de que ele necessita para resolver o problema. Dessa informação constam as condições iniciais, o objetivo, os operadores (coisas que são permitidas/admitidas durante a resolução) e os respetivos constrangimentos (fatores que governam ou restringem a aplicação dos operadores). Ao contrário, num problema não estruturado, este tipo de informação não é pormenorizado, o objetivo é vago e incompleto o que torna a pesquisa de soluções difícil e a sua avaliação ainda mais difícil. As etapas de resolução terão que ser encontradas pelo próprio aluno durante o processo. Além disso, pouca ou nenhuma informação lhe é dada como guia ao longo do processo de resolução. A distinção entre problemas estruturado e não estruturado, descritos anteriormente, leva a uma reflexão sobre a distinção entre os conceitos de problema e exercício.

3.3.4. Definição de “Problema” versus “Exercício”

Os conceitos de “Exercício” e “Problema” surgem muitas vezes indiferenciados. Bodner (1987) considera que “o estatuto de uma questão como problema ou exercício não é uma

característica intrínseca” a essa questão; é “*uma interação subtil entre a questão considerada em si mesma e o indivíduo que a tenta resolver*”.

Segundo Neto (1995) os conceitos de problema e exercício são relativos e pessoais e não entidades de significado absoluto e geral. Este, por sua vez, corresponde à fronteira, diferente de aluno para aluno, para além da qual se pode afirmar que uma dada situação constitui efetivamente um problema real para um aluno que a enfrenta e não um mero exercício.

Para Garrett (1989) a distinção entre problema e exercício propriamente dito, este último designado pelo autor por enigma ou *puzzle*, pode ser feita com base na condição de ser ou não resolúvel dentro de um dado paradigma pessoal. A Tabela 3.2, procura ilustrar a linha de separação entre problemas e enigmas/exercícios.

Tabela 3.2. Enigmas versus Problemas: Implicações Pedagógicas (Neto, 1995).

<i>Conhecimento Total</i>	Limite Pessoal	<i>Desconhecimento Total</i>
ENIGMAS	← →	PROBLEMAS
<i>Mecanização</i>	Zona de Interesse Ótimo	<i>Bloqueamento</i>

Na Tabela 3.2 identificam-se três zonas que conduzem a situações educacionais distintas:

- *Mecanização*, que inclui tarefas que para o aluno se revelam demasiado fáceis, podendo ser resolvidas mediante o recordar um conjunto de regras já apreendido pelo aluno;
- *Bloqueamento*, inclui tarefas que para o aluno são demasiado complexas e que podem, por isso, desmotivá-lo;
- *Zona de Interesse Ótimo*, que inclui tarefas que não são demasiado difíceis para o aluno, de modo a provocar-lhe bloqueamentos de ordem afetiva ou cognitiva, nem são demasiado fáceis de modo a que estes se limitem a reproduzir esquemas já aprendidos.

A maioria dos “Problemas” habitualmente apresentados aos alunos não são verdadeiros problemas, mas puros exercícios de treino. Ao contrário, os problemas autênticos confrontam o aluno com uma dificuldade que não implica apenas pensamento meramente

reprodutivo mas autêntico pensamento produtivo capaz de gerar novas soluções (Neto, 1995).

3.3.5. Desempenho dos alunos na resolução das questões problema

Os contextos problemáticos e os próprios problemas são o ponto de partida para a construção do conhecimento processual e procedimental, situação que conduz, durante a resolução do problema, à identificação de conceitos, desenvolvidos e confrontados com as concepções dos alunos. Esta estratégia pressupõe uma interação constante entre o problema, o aluno e a necessidade que este sente de encontrar a solução para o seu problema (Lopes, 1994).

Através da resolução de problemas, os alunos compreendem como se realiza o processo de construção do conhecimento científico, como resultado de um trabalho sobre o mundo real, que não é linear e exige esforço e dedicação na sua resolução. Muitos alunos criam a convicção de que ao contrário deles próprios, os cientistas constroem a ciência praticamente sem esforço. Para este estado de espírito, muito contribui a forma linear e “económica” como a matéria lês é explicada e, sobretudo, como lês são também explicadas as soluções dos problemas. Essa linearidade e economia de processos e palavras levam os alunos à crença de que o problema que não se resolve à “primeira” é um problema “irresolúvel”; quaisquer esforços suplementares são, para eles, esforços em vão (Garrett, 1989).

Neste sentido e visando colmatar estas mesmas dificuldades, não pode deixar de se referir a posição de Dewey relativamente às questões problema. Este autor entende as questões problema como o estímulo, o “*rastilho fundamental*” para a atividade da metacognição, destinados à resolução dos problemas quotidianos não se confinam a estratégias bem definidas e simples mecanismos intelectuais (Neto, 1998).

Brincones (1999) corrobora esta posição no sentido em que as estratégias utilizadas na resolução de problemas requerem a reestruturação e o raciocínio complexo, através do qual os alunos constroem o seu próprio conhecimento e constituem um instrumento de metacognição. Rajendran (2002) considera que a partir da resolução de questões - problema os alunos desenvolvem capacidades de pensamento de nível superior – “*higher – order thinking skills*” e define-as como

aquelas que a mente executa perante um desafio: interpretação, análise, manipulação de informação no sentido de dar uma resposta ou resolver um problema que não pôde ser resolvido de uma forma direta, pela aplicação de uma rotina previamente adquirida.

A resolução de (autênticos) problemas (*problem solving*) envolvem «transferência» de conhecimentos para situações com algo de novo. Esta capacidade de mobilizar o conhecimento está subjacente à noção de competência defendida por Perrenoud (1983) que entende que ter uma competência implica ser capaz de mobilizar um conhecimento adquirido e, por isso, não se pode dissociar do conhecimento.

Posto o descrito, os alunos ao percecionarem os problemas como obstáculos a serem ultrapassados e solucionados, são desafiados a envolverem-se ativa e colaborativamente na sua resolução, aprendem a pensar criticamente e desenvolvem competências de resolução de problemas (Ribeiro, 2010).

Nesta linha, são os alunos que definem as necessidades e objetivos de aprendizagem face ao problema que lhes é apresentado, sendo por isso a aprendizagem centrada no aluno. O professor passa a ter um papel de facilitador dessas aprendizagens. Por conseguinte, na ABRP, os alunos são estimulados a desenvolver as suas competências para aprender a aprender de forma independente e em equipa, competências essas consideradas pela sociedade como essenciais para se tornarem cidadãos e profissionais informados, ativos e participativos (Barrett & Moore, 2011).

Na metodologia baseada na resolução de problemas, alguns autores consideram alguns aspetos relevantes dos quais se destaca: os conhecimentos prévios, a contextualização, o princípio da elaboração de conhecimentos e a motivação

Durante o processo de ABRP, os alunos reativam os conhecimentos que já possuem para compreender e estruturar a informação nova que recebem “*current learning affected by past learning*”. Assim, os conhecimentos prévios são determinantes para aferir da natureza da quantidade da nova informação que pode ser processada (Patel *et al.*, 1989). Nesse sentido, o aluno que apresente um conjunto consistente de conhecimentos terá mais facilidade na aquisição de nova informação.

Os conhecimentos prévios deverão ser ativados por estímulos que contextualizam a nova informação. Segundo Schmidt (1993) é no contexto que a situação de aprendizagem surge que aparece a relação entre as diferentes informações e cria as condições para a estruturação e organização de novos conhecimentos, pois o estudo alicerçado, fora do seu contexto e do seu conjunto, rejeita os laços e as intercomunicações com o seu meio, quebrando-se a sistemicidade (Morin, 1999). Como já foi referido, e ainda de acordo com Schmidt (1993), quanto mais próxima a situação da aprendizagem estiver de uma situação real, mais fácil será a aquisição e posterior aplicação dos conhecimentos e capacidades adquiridos. Também Lopes (2004) considera que a contextualização permite diminuir as dificuldades da resolução do problema, na medida em que, o aluno ao participar ativamente na resolução do problema, terá de examinar e analisar possíveis soluções; desenvolver propostas e produzir um resultado final, isto é, terá de elaborar os conhecimentos mediante estratégias diferentes de abordagem dos conteúdos, de acordo com os respetivos estilos de aprendizagem. Todavia, a aprendizagem é facilitada se houver oportunidade de discussão, de formular perguntas e propor respostas, de trabalho com pares, de crítica e de reflexão sobre os raciocínios elaborados (princípio da elaboração de conhecimentos).

Se do ponto de vista cognitivo é necessário considerar as ideias prévias dos alunos, do ponto de vista afetivo é necessário ponderar os respetivos aspetos justificativos. Quando não há emoção, as informações geram dispersão nos alunos, em vez de prazer e de concentração (Cury, 2004).

Pese embora muitas vezes se pensar que as qualidades justificativas de uma dada estratégia não são só uma função intrínseca dela própria, mas também o fruto da interação desta mesma estratégia com as características individuais dos alunos como por exemplo os seus estilos cognitivos (Neto, 1998). Martin Diaz & Kempa (1991) com base num estudo, elaborado por Hofstein & Kempa (1985), a partir de padrões volitivos propostos por Adar, concluíram que os alunos tendem de facto, a preferir determinadas estratégias de ensino que vão de encontro às suas necessidades volitivas e rejeitar as que delas são dissonantes.

Os padrões volitivos identificados por Adar são os seguintes:

- Alunos determinados pelo sucesso escolar, sendo este o seu móbil;

- Alunos curiosos;
- Alunos conscientes e conscienciosos;
- Alunos socialmente motivados, que dão preferência a atividades de grupo e não receiam a possibilidade de virem a ser avaliados pelos colegas.

Do estudo realizado foi confirmado por exemplo, que os alunos “curiosos” se sentiam mais motivados por atividades com base na resolução de problemas.

3.4. Problemas Energéticos no Ensino das Ciências

Segundo Goldemberg & Lucon (2007), os problemas energéticos fazem parte do quotidiano do ser humano. Porém, com os avanços tecnológicos, há uma procura cada vez maior de energia, sendo necessárias pesquisas sobre formas de obtê-la. E nestes processos de obtenção de energia, há prejuízos ambientais, tais como a expansão dos ecossistemas urbanos é acompanhada por incríveis aumentos de consumo energético, dissipação de calor, impermeabilidade de solos, alterações microclimáticas, fragmentação e destruição de habitats, expulsão e/ou eliminação de espécimes da flora e da fauna, acumulação de carbono, poluição atmosférica e sonora, aumento da concentração de ondas eletromagnéticas, além de uma fabulosa produção de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, inconvenientemente despejados na atmosfera, nos corpos d’água e nos solos (Dias, 2002).

Nestas circunstâncias, Santos (2008) defende que é importante centralizar o ensino das ciências e tecnologias “no caminho para a sustentabilidade”, pois é essencial que a educação em ciências, nos diversos níveis de ensino e contextos disciplinares, contribua para disseminar problemas relacionados com a sustentabilidade do desenvolvimento, especialmente junto das gerações mais novas. Segundo Hodson (2011) tais práticas educativas podem repercutir-se, mais tarde ou mais cedo e em diferentes níveis de intervenção política inerentes à conceptualização de cidadania, no repensar de prioridades colocadas por desafios de sustentabilidade, hierarquizá-las, delinear planos de ação e implementá-los.

Nos currículos de ciências destacam-se ideias associadas a concepções substancialistas de energia, notoriamente presentes noutros âmbitos, que aparentemente integram formas dominantes de pensamento, passando a utilizar-se indiscriminadamente (Souza & Justi, 2011).

Assim, problemas de sustentabilidade (social, económica e ambiental) relacionam-se com acesso e utilização de recursos energéticos, em particular os não renováveis, que, como evidenciam resultados relativos a 1973 e 2009, globalmente e em diferentes regiões do mundo, designadamente na Europa.

No processo de implementação do Desenvolvimento Sustentável a Educação é, de facto, a principal ferramenta que se dispõe para atingir o paradigma do Desenvolvimento Sustentável. A UNESCO ao instituir a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2015) revela preocupações com o desenvolvimento e pretende, deste modo, melhorar a qualidade do ensino, facilitar a troca de experiências entre os diversos atores envolvidos e fazer com que haja uma maior atenção pública relativa a este assunto. A aparente falta de articulação de estratégias de proteção ambiental com políticas educativas, formais e não formais, traduzem-se em alguns resultados do Eurobarómetro *Attitudes of European citizens towards the environment* (EC, 2005). A confiança que os europeus inquiridos depositam em fontes de informação sobre “Professores na Escola ou Universidade” aparece num longínquo 10º lugar (8%). Porém, no mesmo inquérito (EC, 2005), num conjunto das alternativas selecionadas (entre as 8 oferecidas) como solução indicada para resolver mais eficazmente problemas ambientais, “aumentar a consciência ambiental geral” surge em 3º lugar (44%).

Pedrosa & Loureiro (2008) alertam que as orientações curriculares devem sugerir a abordagem de problemas energéticos, contudo não apresentam propostas para articular a temática da energia com utilizações de energia e consumos domésticos, com as alterações climáticas e com hábitos e comportamentos quotidianos. As mesmas autoras referem que, ainda, não se identificaram propostas ou incentivos para se abordarem estas problemáticas numa perspetiva de sustentabilidade ecológica e de educação para exercícios de cidadania que reclamem mudanças comportamentais necessárias. Nesse sentido Pedrosa & Loureiro (2008) questionam como fazê-lo.

Tilbury (2011) recomenda que partir de questões relacionadas com sustentabilidade se promova ABRP para os alunos desenvolverem literacia em

sustentabilidade, perspetivando soluções e ações alternativas, planeando-as, implementando-as, refletindo sobre elas e avaliando-as.

No dia 1 de Agosto de 2000 o Conselho Científico da IEA – International Ergonomics Association, aprovou por unanimidade a definição internacional de Ergonomia. Segundo a IEA, a Ergonomia é a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre os seres humanos e os outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica a teoria, princípios, dados e métodos para conceber com vista a otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas. A Ergonomia centra a sua ação no binómio Homem-Sistema que está presente em diversos “cenários” de atuação como ambientes industriais, de serviços ou comerciais, hospitais, escolas, transportes, sistemas informatizados, entre outros. O campo de atuação da Ergonomia é vasto agindo em qualquer situação de trabalho ou lazer, desde o stress físico nas articulações, músculos, nervos, tendões, ossos,...; aos processos mentais como a perceção, memória, raciocínio e respostas motoras até aos atores ambientais que possam afetar a audição, visão, conforto e principalmente a saúde, entre outros (APERGO, 2007). A Ergonomia também atua na definição de tarefas de modo a que sejam eficientes e tenham em conta as necessidades humanas, tais como, pausas para descanso e turnos de trabalho sensíveis, bem como outros fatores, tais como recompensas intrínsecas do trabalho em si e conceção de ambientes de trabalho, incluindo a iluminação e a temperatura ambiente, de modo a satisfazer as necessidades dos utilizadores e das tarefas executadas (Castillo & Villena, 2005). Com o desenvolvimento de pesquisas em torno da Ergonomia surgiu a necessidade de avaliar o efeito do “clima” no posto de trabalho e no operador humano (Krüger *et al.*, 2001). As primeiras investigações que se debruçaram no estudo desta relação surgiram no século XIX e tinham como finalidade incrementar os níveis de produtividade industrial (Markov, 2002). Na década de 50 do século XX, a ASHVE (American Society for Heating and Ventilation Engineers) promove a primeira sistematização de pesquisas empíricas e analíticas sobre ambiente e conforto térmico.

A obra *Thermal Comfort* de Fanger (1972) veio confirmar a importância do estudo do conforto térmico e enfatizar o carácter multi e interdisciplinar desta área de

estudo. No prefácio da obra de Fanger, são citadas as diversas disciplinas envolvidas no estudo do conforto térmico: transferência de energia sob a forma de calor, transferência de massa, fisiologia, ergonomia, biometeorologia, arquitetura e engenharia têxtil.

O estudo do conforto térmico tem uma forte importância económica. O controlo das variáveis meteorológicas permite a optimização do ambiente térmico e consequentemente um incremento nos níveis intelectual e produtivo. Várias pesquisas realizadas em laboratório e em campo têm sido desenvolvidas de forma a demonstrar a relação entre o conforto térmico e o desempenho do trabalhador/estudante. Embora os resultados destas atividades experimentais não tenham conduzido a conclusões definitivas, mostraram claramente a tendência do desconforto, proporcionado por ambientes quentes ou frios, reduzir o desempenho intelectual ou produtivo.

No entanto, é necessário enfatizar o carácter social do estudo desta temática. O conforto térmico não deverá ser analisado tendo como “pano” de fundo uma perspectiva economicista. O conforto térmico é antes de mais um problema de saúde pública e deverá ser analisado desta forma. Daí ser considerado um problema social, económico e político.

3.5. Ambiente Térmico e a Produtividade (quer laboral quer intelectual)

O Homem é um sistema termodinâmico aberto que produz calor interagindo com o meio envolvente para manter a sua temperatura interna dentro de um certo intervalo – ser homeotérmico. É também um ser racional que busca a satisfação das suas necessidades e expectativas. A associação dessas duas ideias permite concluir que as condições ambientais que proporcionam o conforto térmico são também condições que favorecem a obtenção de uma maior produtividade (Ruas, 2002).

O estudo da relação entre o ambiente térmico e a produtividade é complexo pois ambos os conceitos dependem de muitos fatores, entre eles parâmetros individuais, não tendo por este motivo o mesmo efeito para todas as pessoas. Estudos realizados por Lorsch & Abdou (1984), que tinham como objetivo determinar a relação quantitativa entre a produtividade e o ambiente térmico, demonstraram que

o controlo dos parâmetros meteorológicos pode ser efetuado de forma a otimizar os níveis de produtividade.

A influência pessoal e humana, na avaliação da satisfação com o meio ambiente e posterior relação com o seu nível de produtividade, depende de vários fatores não mensuráveis como o seu estado psicológico, expectativas e sua postura social no local de trabalho (Silva, 2001). Por este motivo, há discrepâncias entre as experiências de campo e os resultados dos testes feitos em ambientes térmicos controlados, como os efetuados em manequins computadorizados, podendo o peso da variável psicológica ser uma das explicações possíveis.

3.6. Ambiente Térmico e a Saúde

Em zonas de desconforto existe stress térmico devido às condições ambientais desfavoráveis. Por exemplo temperaturas altas podem suscitar risco de acidentes e provocar danos à saúde (Grandjean, 1998).

No entanto, alguns estudos evidenciam a necessidade da estimulação térmica para o estabelecimento de um estilo de vida saudável a longo prazo. Apontam como estratégia de melhoria dos índices de produtividade o aquecimento ou arrefecimento do ambiente de trabalho. Todavia, a estimulação térmica não reúne consenso na comunidade científica (Stoops, 2004).

3.7. Ambiente Térmico e o Ensino

Atualmente, quando se fala do desenvolvimento cognitivo e dos processos de ensino e aprendizagem devem-se considerar aspetos importantes relacionados com a motivação, os estímulos do meio (ambiente envolvente da pessoa), as relações sociais e a educação recebida, entre outros (Coll, Palacios & Marchesi, 1995). Separando o fenómeno da educação como algo de natureza essencialmente social e destacando-se as práticas educativas encontradas na educação formal pode-se perceber uma preocupação constante com elementos, novos e antigos, que interferem direta e indiretamente nesse fenómeno. Um desses fatores diz respeito ao ambiente de ensino, à sua organização e às variáveis que podem influenciar positiva e negativamente a aprendizagem.

O surgimento de novos ambientes de ensino e a inclusão quase que obrigatória da informática na escola, traz um novo fator que diretamente pode interferir no desempenho, na motivação e na aprendizagem dos alunos, o conforto ambiental (Lula & Silva, 2002). O conforto ambiental está, principalmente, ligado a nove variáveis que representam uma parte importante do bem-estar dos indivíduos e da satisfação dos alunos que necessitam de ambientes escolares saudáveis. Essas variáveis são o ruído, iluminação, temperatura, humidade relativa, pureza do ar, velocidade do ar, radiação, atividade física e tipo de ventilação (Lula & Silva, 2002). Santos, Coutinho & Araújo (2002) referem que é fácil intuir que um ambiente de ensino se deva adequar ao conforto dos alunos, para que estes possam manter um certo equilíbrio, quer físico quer psíquico, sem necessidade do esforço de adaptação.

É sabido que a preocupação com o desempenho térmico nas escolas públicas tem tido pouca importância, sendo pormenorizada ou até mesmo desprezada. Pois, a maioria das edificações escolares apresenta partidos arquitetónicos e sistemas construtivos mais ou menos padronizados, moldados da mesma forma em todo o país, sendo o mesmo projeto construído, muitas vezes, em todo o país, sem ter em conta a área e o clima.

Todos estes fatores aliados conferem à maioria das edificações escolares públicas um espaço que não satisfaz as necessidades básicas de conforto. Certamente estas condições interferem negativamente na motivação e concentração dos alunos. Desta forma, é necessário que numa arquitetura escolar se tenha em conta as necessidades de conforto térmico, de forma a proporcionar um ambiente agradável e que favoreça o ensino e aprendizagem (Nogueira & Nogueira, 2003). O conforto térmico é definido como *“um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”*. Assim, entende-se que a sensação térmica é relativa de indivíduo para indivíduo e depende, também, do metabolismo de cada um (ISO 7730, 2005).

O desconforto térmico é, geralmente, uma das maiores reclamações de entre outros fatores que compõem o conforto ambiental. Frota & Schiffer (1995) descrevem que os primeiros trabalhos desenvolvidos em 1916, pela Comissão Americana de Ventilação, confirmaram que para trabalhos físicos o aumento da

temperatura de 20°C para 24°C diminui o rendimento em 15% e para uma temperatura ambiente de 30°C e uma humidade relativa do ar de cerca de 80%, o rendimento cai 28%.

Posto o descrito pode-se constatar que uma grande maioria dos autores defende que o conforto térmico influencia o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, afetando o rendimento dos mesmos.

Wyon (2010) relacionou o conforto térmico com o ensino e aprendizagem de alunos e apresentou dados registados em sala de aula de duas escolas na Dinamarca, envolvendo cerca de 300 alunos, que mostram uma diminuição dos resultados de avaliação de 3,5% dos alunos por cada °C de aumento de temperatura interior da sala de aula.

Rebelo, Santos, Batista & Diogo (2008) mostraram que o ambiente térmico em salas de aula é um dos fatores que condiciona o processo de aprendizagem em qualquer dos graus de ensino. Os autores mostraram a forte influência da radiação solar ao longo do dia nas condições de conforto nas salas de aula.

Nós partilhamos da convicção que o ambiente térmico influencia a aprendizagem dos alunos, no entanto este trabalho é inovador, pois não se limita apenas a considerar a temperatura interior da sala de aula, mas considera como relevantes os parâmetros termohigrómetros que influenciam o bem-estar dos alunos. Nestas circunstâncias neste trabalho são usados índices térmicos e um índice de sensação térmica, assim como uma escala de sensação térmica real sentida por cada aluno.



Capítulo 4 – Metodologia



4.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se descrever e justificar a metodologia adotada para o desenvolvimento do estudo realizado. Importa referir que para Maxwell (1996), na metodologia há a ter em conta quatro componentes: a relação que estabelecemos entre a investigação e aqueles que estudamos; a implementação, incluindo a tomada de decisão sobre tempos e indivíduos; a recolha de dados e respetivos instrumentos; e a análise de dados, isto é, o que fazemos para lhes dar sentido.

Assim sendo, após identificar o problema sujeito ao estudo e definidos os principais objetivos da investigação, fez-se a opção da metodologia a utilizar ao longo do estudo. Neste capítulo serão trabalhados os seguintes aspetos:

- Tipo de estudo realizado;
- Investigação adotada;
- *Design* Experimental da investigação;
- Participantes do estudo;
- Métodos e instrumentos de recolha de dados;
- Métodos de análise de dados.

4.2. Tipo de estudo realizado

A investigação em didática tem como um dos seus principais objetivos estudar a natureza do processo de ensino e aprendizagem em contexto real, ou seja, em sala de aula. Atendendo às características singulares das variáveis em jogo nesse tipo de estudo, é fácil de perceber a complexidade inerente aos mesmos e a respetiva subjetividade.

Moreira (1999) refere que em relação à sala de aula, é impossível esquecer que *esta é um micromundo, uma microcultura com certos vínculos e determinada organização social. Este autor salienta que o que se passa na aula é influenciado pelo que ocorre a outros níveis de organização social e cultural. Tudo isto indica que o ensino se desenvolve num determinado contexto que a investigação em educação não pode ignorar e que em rigor, é parte inseparável do fenómeno de interesse dessa investigação.*

É importante referir que em educação, a relação entre quem investiga e quem, ou o quê, é investigado é uma relação suscetível a interações de causa e efeito,

distinta da relação estabelecida entre um investigador em ciências experimentais e os objetos sujeitos ao estudo. Esta interdependência entre investigador e investigado é sobrevalorizada se a investigação for do tipo investigação-ação, na qual o investigador é agente do processo a investigar.

Ponte (2004) caracteriza o estudo de caso como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa ou uma entidade social. Pois, visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade próprias.

Hammersley, Gomm & Foster (2004) consideram que toda a investigação é estudo de caso, uma vez que existem sempre algumas unidades, ou conjuntos de unidades em relação às quais os dados são recolhidos e/ou analisados. No entanto, estudo de caso, usualmente, refere-se a investigações que tratam poucos casos, na maior parte das vezes, apenas um, mas com uma considerável profundidade.

Mas, Ponte (2004) refere, ainda, que num estudo de caso não faz sentido formular conclusões sob a forma de proposições gerais. Mas, poderá haver, isso sim, a formulação de hipóteses de trabalho que poderão ser testadas em novas investigações.

Atendendo ao descrito escolher uma metodologia de investigação é uma tarefa bastante difícil e cuja decisão final terá sempre um carácter pessoal e suscetível a críticas.

É de salientar que a metodologia de investigação pode ser de carácter qualitativo ou quantitativo.

Pérez (1994) salienta que quando se pretender explicar, controlar e prever os fenómenos educativos, parte de uma realidade dada e de certo modo estática que pode fragmentar-se em partes para o seu estudo, estamos no âmbito da metodologia de investigação quantitativa. Os métodos utilizados implicam controlo de variáveis, seleção aleatória de sujeitos da investigação, verificação ou rejeição das hipóteses após rigorosa recolha de dados, sujeitos a análise estatística. O objetivo deste tipo de investigação é a generalização de resultados, o estabelecimento de relações causa - efeito, a previsão de fenómenos e o teste de teorias.

Vale (2000) salienta que o investigador tem vários métodos para recolher dados, mas são as observações, as entrevistas e os documentos (artefactos) as três formas privilegiadas de investigação qualitativa.

Se, por outro lado, a metodologia utilizada consistir em descrever detalhadamente situações e/ou relatar o que os participantes exprimem durante o processo em estudo, estamos perante uma metodologia de investigação qualitativa (Carmo & Ferreira, 1998). Nesta última, os investigadores interessam-se mais pelo processo de investigação do que pelos resultados ou produtos que dela decorrem. A questão da objetividade do investigador, na análise dos dados recolhidos, constitui o principal problema neste tipo de metodologia.

De acordo com o problema a estudar Pérez (1994) salienta que poder-se-á optar por uma metodologia mista, o que implica a utilização de métodos quer quantitativos quer qualitativos de recolha de dados. Pode obter-se uma visão mais abrangente da realidade e por tal, mais fiável, menos sujeita a dúvidas, mas nem por isso mais fácil de executar.

Pois, quando se utilizam simultaneamente métodos de recolha de dados quantitativos e qualitativos o plano de investigação pode tornar-se mais sólido, porque, de acordo com Pérez (1994) pode-se recorrer ao método da Triangulação. Este método pode incluir a triangulação de dados, de investigadores, de teorias e mesmo de metodologias como se mostra na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Tipologia de Triangulação (adaptado de Ruivo, 2003)

		Utilização de...
Triangulação	Dados	diferentes fontes de dados.
	Investigadores	vários investigadores ou avaliadores.
	Teorias	várias perspetivas para interpretar um mesmo conjunto de dados.
	Metodológica	diferentes métodos para estudar um problema.

Importa referir que um dos tipos de estudo de investigação que recorre, geralmente, a uma pluralidade de métodos de recolha de dados é o da investigação-ação.

Tendo em conta os pressupostos apresentados consideramos que a investigação-ação será adotada e consideramos também relevante na presente investigação o recurso a um estudo do tipo *quasi-experimental*.

4.2.1. Investigação-Ação

Elliott (1990) refere que a investigação-ação está relacionada com aspetos práticos do dia-a-dia dos alunos experimentados na escola pelos professores. É, então, uma metodologia que permite a ligação efetiva entre a investigação e a sua aplicação em termos práticos no processo educativo, permitindo uma reflexão sistémica sobre *o que se faz e porque se faz*.

Assim sendo, a prática reflexiva é uma forma de interpretar a investigação-ação que permite aos profissionais de ensino e/ou investigadores atuarem sobre os seus próprios métodos de ensino de acordo com os resultados que obtiveram nas suas investigações. Assim, esta metodologia produz efeitos no Ensino das Ciências na medida em que o professor altera a conceção das suas capacidades e do papel que desempenha. Também, aumenta a autoconfiança, a autovalorização e a tomada de consciência dos problemas da sala de aula, assim como alarga as suas perspetivas em relação ao processo ensino e aprendizagem (Lourenço *et al.*, 2004). Medeiro *et al.* (2004) referem que a investigação-ação é considerada como uma metodologia de investigação ativa, ligada à melhoria da qualidade da educação e da inovação educativa. A investigação-ação permite, então,

- criar conhecimento teórico a partir de uma reflexão sobre a prática;
- transformar a realidade partindo da reflexão sobre a ação;
- potenciar o desenvolvimento profissional.

Pardal & Lopes (2011) consideram, ainda, que a investigação-ação é uma estratégia de recolha e análise de dados sobre um fenómeno específico, normalmente crítico, com o objetivo de formalização e promoção de mudança na realidade estudada. Estes autores defendem que a investigação-ação deve apresentar os seguintes traços essenciais: estratégia de reflexão sobre um problema específico, investigação aplicada, investigação para a mudança, investigação com consequências visíveis.

Assim sendo, a investigação em geral caracteriza-se por utilizar os conceitos, as teorias, a linguagem, as técnicas e os instrumentos com a finalidade de se dar resposta aos problemas e interrogações que se levantam nos mais diversos âmbitos de trabalho.

De uma forma geral podemos afirmar que a investigação-ação é uma metodologia de investigação orientada para a melhoria da prática nos diversos campos da ação (Elliott, 1990). Por conseguinte, o duplo objetivo básico e essencial é, por um lado obter melhores resultados naquilo que se faz e, por outro, facilitar o aperfeiçoamento das pessoas e dos grupos com que se trabalha.

Esta metodologia orienta-se à melhoria das práticas mediante a mudança e a aprendizagem a partir das consequências dessas mudanças. Permite, ainda, a participação de todos os implicados. Desenvolve-se numa espiral de ciclos de planificação, ação, observação e reflexão. É, portanto, um processo sistemático de aprendizagem orientado para a praxis, exigindo que esta seja submetida à prova, permitindo dar uma justificação a partir do trabalho, mediante uma argumentação desenvolvida, comprovada e cientificamente examinada (Elliott, 1990).

Pérez (1994) acrescenta que encontramos-nos perante um tipo de investigação qualitativo quando o processo é aberto e continuado de reflexão crítica sobre a ação. O grande objetivo desta metodologia, é pois, a reflexão sobre a ação a partir da mesma.

Benavente *et al.* (1990) referem que a investigação-ação pelas características que reúne e “*a imprecisão dos seus instrumentos e limites*”, tanto pode ser encarada com uma “*grande exigência, rigor e dificuldade, como pode ser um caminho de facilidades, de superficialidades e de ilusões*”.

Chagas (2005) refere que a investigação-ação quando é usada como uma modalidade de investigação qualitativa, não é entendida pelos tradicionalistas como “*verdadeira*” investigação, uma vez que está ao serviço de uma causa, a de “*promover mudanças sociais*” e porque é “*um tipo de investigação aplicada no qual o investigador envolve-se ativamente*”.

Importa salientar que a investigação-ação deve estar definida por um plano de investigação e um plano de ação, tudo isto suportado por um conjunto de métodos e regras. São as chamadas fases neste processo metodológico.

Pérez (1994) salienta que se devem ter em conta quatro fases de estudo para se realizar um estudo do tipo investigação-ação. Assim sendo, as quatro fases são:

- Fase I – Identificar a situação problema, que inclui:
 - clarificação do tema, necessidades reais de mudança e melhoramento;
 - fundamentação precisa desde a reflexão;
 - formulação do problema de modo apropriado pela equipa de trabalho.
- Fase II – Construir o plano de intervenção, que inclui
 - pensar o problema em geral, nas hipóteses de ação, possibilidades, limitações objetivas (por exemplo materiais, temporais, de espaço), subjetivas (pessoais, expectativas, valores, em que se pode ou deve melhorar ou mudar);
 - decidir o que se deve fazer, quais as etapas, o que é necessário consultar, com que recursos (materiais e temporais) contamos, a que objetivos nos propomos (globais, estratégicos, a curto e a longo prazo);
 - planear tudo o que precisamos para resolver o problema: tarefas, responsabilidades, tempos, espaços, registos, informações.
- Fase III – Implementar o plano e “Observá-lo”, que inclui:
 - concretizar o plano com vista à resolução do problema;
 - observar, deliberar e controlar sistematicamente o desenvolvimento do plano à medida que se executa;
 - utilizar as técnicas e instrumentos de recolha de dados mais adequados;
 - organizar a recolha de todos os dados que apresentem interesse e estejam relacionados com o problema em estudo;
 - analisar os dados, utilizando protocolos e observação, análise de conteúdo de registos, tabelas de frequências, percentagens, representações gráficas, matrizes descritivas (...) a análise deve olhar para a ação total, holística e interactivamente atendendo a que um aspeto pode influenciar outro.
- Fase IV – Refletir sobre o plano
 - não basta descrever o que se vai obtendo, a descrição dificilmente leva a uma compreensão profunda do que sucede e porque sucede, é pois necessário refletir.

A investigação-ação quando comparada com as metodologias quantitativas, torna-se claro que sugere uma intervenção que pode ser benéfica quer para a organização quer para o investigador e para a comunidade.

O tipo de aprendizagem proporcionado pela investigação-ação permite a compreensão e a vivência de um problema sociocultural. O domínio ideal do método é caracterizado por um “conjunto social” em que o investigador é envolvido ativamente, havendo benefícios expectáveis quer para a organização, quer para o investigador; o conhecimento adquirido / obtido pode ser imediatamente aplicado; e a investigação é um processo que liga intimamente a teoria à prática.

Santos *et al.* (2004) apresentam as seguintes características deste tipo metodologia:

- desenvolve-se de forma cíclica ou em espiral, consistindo na definição do âmbito e planeamento, antes da ação, seguido de revisão, crítica e reflexão;
- facilita um misto de capacidade de resposta e de rigor nos requisitos da investigação e da ação;
- proporciona uma ampla participação geradora de responsabilidade e envolvimento;
- produz mudanças inesperadas e conduz a processos inovadores.

Há outros autores que destacam outras características da investigação-ação, tais como sendo um estudo:

- participativo e colaborativo, no sentido em que implica todos os intervenientes no processo. O investigador não é um agente externo que realiza investigação com pessoas, é um co-investigador com e para os interessados nos problemas práticos e na melhoria da realidade (Zuber-Skerritt, 1992);
- prático e interventivo, uma vez que não se limita ao campo teórico, a descrever uma realidade, intervém nessa mesma realidade. A ação tem de estar ligada à mudança, é sempre uma ação deliberada (Coutinho, 2005);
- cíclico, pois a investigação envolve uma espiral de ciclos, nas quais as descobertas iniciais geram possibilidades de mudança, que são então implementadas e avaliadas como introdução do ciclo seguinte, tem-se um permanente entrelaçar entre a teoria e a prática (Cortesão, 1998);

- crítico, uma vez que a comunidade crítica de participantes não procura apenas melhores práticas no seu trabalho, mas também, atuam como agentes de mudança, críticos e autocrítico das eventuais restrições (Zuber-Skerritt, 1992);
- auto avaliativo, porque as modificações são continuamente avaliados, numa perspetiva de adaptabilidade e de produção de novos conhecimentos.

A metodologia da investigação-ação alimenta uma relação simbiótica com a educação, que é a que mais se aproxima do meio educativo, sendo mesmo apresentada como uma metodologia do professor como investigador e que valoriza, principalmente, a prática, tornando-a, por isso, o seu elemento chave.

Watts (1985) refere que a investigação-ação é um processo em que os participantes analisam as suas práticas educativas de uma forma sistemática e aprofundada, usando técnicas de investigação. Já Cohen & Manion (1995) afirmam que a investigação-ação é a metodologia adequada sempre que há especificidade de situações e problemas para as quais são necessários conhecimentos específicos. Assim, pode-se definir investigação-ação, como uma ação em busca de saber, relacionando-se a realidade a conhecer com a mudança que nela se pretende operar.

A investigação-ação pode ser descrita como uma família de metodologias de investigação que incluem ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão) ao mesmo tempo, utilizando um processo cíclico ou espiral, que alterne entre a ação e a reflexão crítica (Dick, 1999).

A investigação – ação, em contexto educativo é, normalmente, utilizada em situações de prática pedagógica quando se prevê rutura com o que habitualmente está instituído. As principais finalidades são sempre a melhoria das práticas letivas e a melhor compreensão dessas práticas. É uma investigação que é passível de se adaptar às circunstâncias, permitindo ao investigador alterar o plano inicialmente previsto, se necessário. Pois, Latorre (2003) afirma que o desenvolvimento profissional se subordina a uma tríade de dimensões interligadas representativas de todo o processo reflexivo como se indica na Figura 4.1.

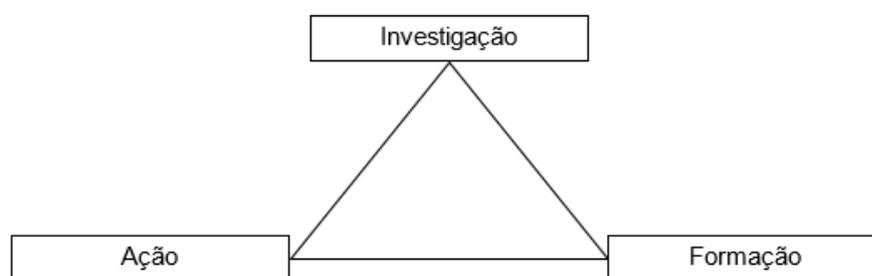


Figura 4.1. Triângulo de Lewin [1946, citado por Latorre (2003)].

O que melhor caracteriza e identifica a investigação-ação é o facto de se tratar de uma metodologia de pesquisa, essencialmente prática e aplicada, que se rege pela necessidade de resolver problemas reais. Com este tipo de investigação há uma ação que visa a transformação da realidade, pois há uma ação que visa a transformação da realidade, e, conseqüentemente, produzir conhecimentos das transformações resultantes da ação (Barbier, 1996).

Importa salientar que, atendendo às características descritas atrás, a investigação-ação, estudada desde os anos cinquenta do século XX, por autores como por exemplo Lewin, Stenhouse, Elliott, Ebutt e Kemmis, em contexto educativo, é utilizada em estudos que reúnem os seguintes aspetos: identificação de uma necessidade de mudança nas práticas letivas; preocupação temática (tema curricular); especificidade do problema de estudo; índole prática; carácter interventivo; investigador – próprio professor; carácter participativo e colaborativo; formato cíclico – planificação; ação; observação e reflexão; recolha de muita informação (com muito esforço); e geradores de teorias validadas pela própria prática.

Pode-se, ainda, considerar que a investigação-ação tem como objetivos: compreender, melhorar e reformar práticas e intervir em pequena escala no funcionamento de entidades reais e análise detalhada dos efeitos dessa intervenção (Cohen & Manion, 1995).

Assim sendo, fazer investigação-ação implica planear, atuar, observar e refletir do que aquilo que se faz no dia-a-dia, no sentido a induzir melhorias nas práticas e um melhor conhecimento das práticas acerca das suas teorias (Zuber-Skerrit, 1992). Coutinho (2005) refere que a investigação-ação trouxe à investigação em ciência os seguintes contributos: uma nova forma de investigar que dá maior relevo ao

social, pondo o investigador e os participantes no mesmo plano de intervenção; a combinação de métodos quantitativos e qualitativos, originando novas técnicas de recolha de dados; e a disseminação do conceito “prático reflexiva” na formação de professores, bem como noutras áreas profissionais.

Uma das muitas críticas colocadas a este tipo de metodologia prende-se com o facto de o professor ser o investigador, o que coloca dúvidas na apreciação dos resultados, como refere Silva (1996) *“Sendo o ator simultaneamente investigador, ou estando este diretamente implicado na produção da mudança, como encarar o rigor da produção de conhecimentos que são inevitavelmente marcados pela subjetividade?”*.

Então, segundo Elliott (1990), a conduta de estudos do tipo investigação-ação regem-se pelos seguintes princípios: o problema do risco deve ser compensado pela colaboração e negociação entre todos os intervenientes; a duplicidade de papéis assumidos justifica a utilização de métodos qualitativos, leva a que se procure garantir a confiança do investigador e a que se assegure a confidencialidade e o anonimato dos intervenientes; a falta de tempo leva a que se procure que as atividades de investigação sejam acessíveis e compatíveis com as atividades de ensino; a investigação tem que ser relevante para o professor e para os seus alunos, de modo a contribuir para a melhoria genuína da situação e levar à construção do conhecimento; a investigação deve ser alargada a outros contextos de atuação do professor, para que a mudança possa ter impacto e continuidade; a fim de contribuir para o alargamento do conhecimento educacional e produzir alterações em contextos mais alargados, é essencial divulgar os resultados da investigação.

Por fim, para uma investigação realizada segundo esta metodologia, tal como qualquer ato de investigação, é sempre necessário pensar nas formas de recolher a informação que a própria investigação vai proporcionando. Assim, existe um conjunto de técnicas e de instrumentos de recolha de dados que Latorre (2003) divide em três categorias:

- técnicas baseadas na observação, estas estão centradas na perspetiva do investigador, onde este observa diretamente e presencialmente o fenómeno em estudo;

- técnicas baseadas na conversação, estão centradas na perspetiva dos participantes e enquadram-se nos ambientes de diálogo e de interação;
- análise de documentos, centra-se, também, na perspetiva do investigador e implica uma pesquisa e leitura de documentos escritos que se constituem como uma boa fonte de informação.

4.3. Investigação adotada

No presente estudo, realizado em sala de aula, utilizou-se a metodologia de investigação-ação, de carácter empírico, recorrendo a uma metodologia mista, onde foram utilizados métodos quantitativos e métodos qualitativos de recolha de dados.

Neste estudo utilizou-se um questionário como instrumento, o qual pode, ainda, constituir um exemplo a utilizar no processo de ensino e aprendizagem, para avaliar o desenvolvimento de competências, em consonância com o preconizado no quadro das perspetivas curriculares, vigentes para a Disciplina de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do Ensino Básico (DEB, 2001a). Considerou-se para o presente estudo, desde o início, ser a metodologia de investigação-ação a mais adequada ao problema definido, tendo a professora investigadora assumido, também, o papel de professor. Assim, a professora investigadora esteve sempre a acumular a docência com a prática investigativa. As atividades desenvolvidas ao longo do estudo foram delineadas de acordo com o problema de investigação, os objetivos definidos e a metodologia adotada.

A investigação foi estruturada segundo várias as etapas, de acordo com as fases descritas anteriormente segundo Pérez (1994), da:

1. definição da temática;
2. planificação de estratégias e definição de atividades;
3. implementação do plano;
4. reflexão.

De seguida, descrevem-se as principais atividades desenvolvidas em cada uma das etapas referidas:

1. Definição da temática

Para definir com a objetividade possível, o problema a investigar, refletiu-se sobre o Ensino das Ciências Físicas e Naturais, a organização atual do currículo por competências e a necessidade de se investir no desenvolvimento de um ensino por competências e na sua avaliação. Com o problema de investigação definido, refletiu-se sobre o referencial teórico que sustenta a investigação.

2. Planificação de estratégias e definição de atividades

- 2.1. Seleção do ano de escolaridade (7^o e 8^o anos), da unidade didática (Energia e Mudança Global), nesta etapa organizaram-se os conteúdos programáticos a abordar.
- 2.2. Conceção de atividades, concordantes com os conteúdos programáticos previstos nas orientações curriculares para o 3^o ciclo do Ensino Básico em Ciências Físicas e Naturais relativos à sequência didática selecionada e integrando sugestões provenientes da investigação sobre o Ensino das Ciências, o desenvolvimento e a avaliação de competências.
- 2.3. Desenvolvimento de atividades adequadas ao nível etário dos alunos.
- 2.4. Desenvolvimento de recursos didáticos adequados às atividades e características do estudo.
- 2.5. Garantia das condições necessárias ao desenvolvimento das atividades dentro da sala de aula.
- 2.6. Conceção dos instrumentos de recolha de informação para avaliar a implementação das atividades (por exemplo, listas de verificação, questionários para recolha de opinião dos alunos).

3. Implementação do plano

- 3.1. Organização do tempo de intervenção – procurando cumprir o previsto na planificação anual da escola.
- 3.2. Implementação das atividades na sala de aula.
- 3.3. Observação sistemática do desenvolvimento do plano à medida da execução.
- 3.4. Utilização de técnicas e instrumentos de recolha de dados previstos.

3.5. Organização e primeira análise dos dados recolhidos.

4. Reflexão

4.1. Análise crítica dos dados.

4.2. Avaliação das práticas educativas, na perspetiva dos alunos e do professor envolvido.

Procedeu-se, ainda, à construção de um questionário destinado à avaliação de competências, no contexto das unidades didáticas trabalhadas, nomeadamente a unidade Mudança Global da temática Sustentabilidade na Terra. Este questionário foi aplicado a um conjunto de alunos, incluindo alguns dos que tinham participado no primeiro momento da investigação. Por fim, procedeu-se à análise dos resultados.

4.4. Design Experimental do Estudo

A Figura 4.2 é uma tentativa de mostrar e esclarecer de forma sucinta como se organizou o trabalho investigativo.

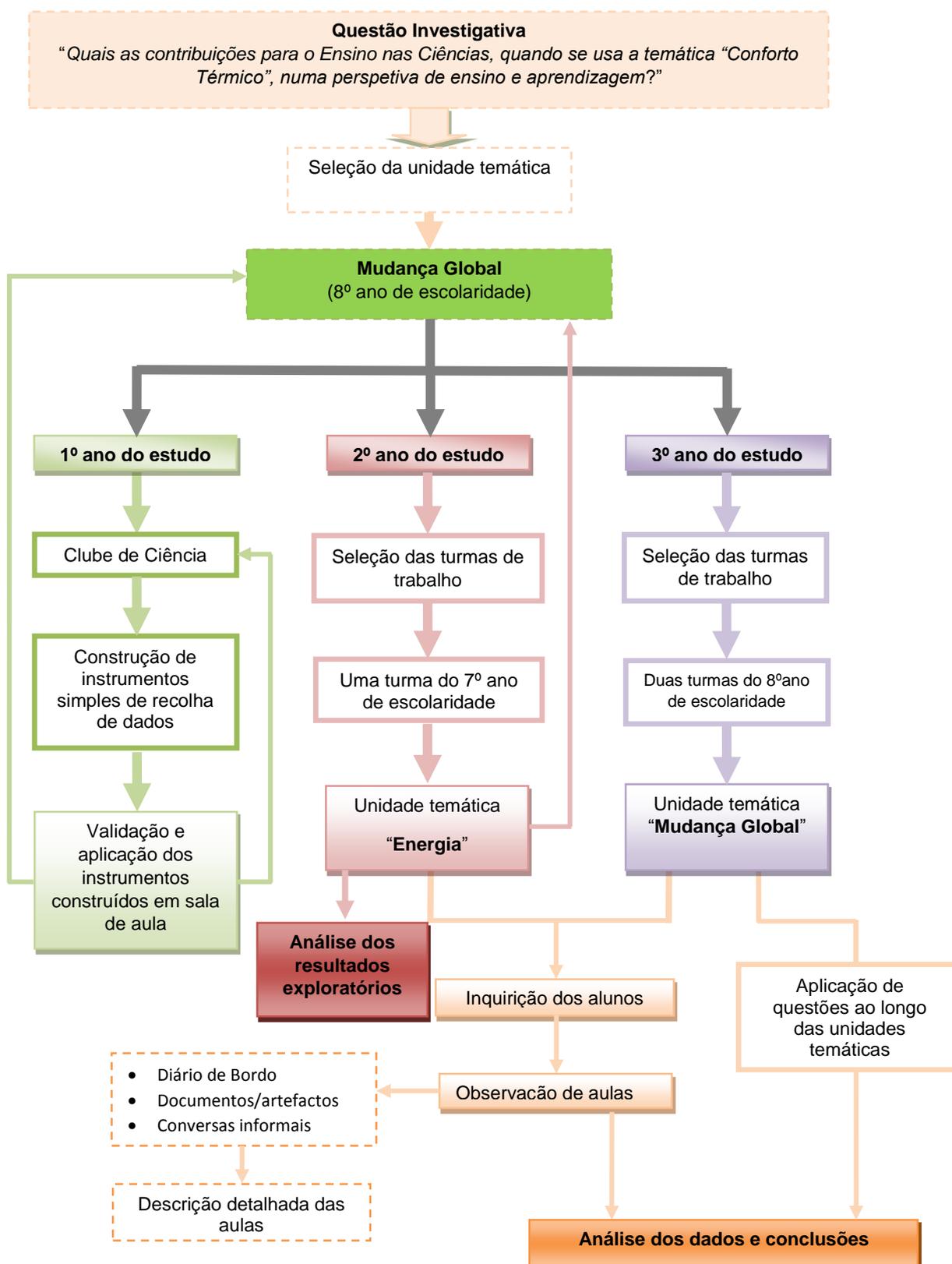


Figura 4.2. Design experimental da investigação.

O estudo investigativo envolveu três anos civis e foi realizado nas escolas onde a professora investigadora trabalhou, a saber Escola Básica do segundo e terceiro ciclos de São João da Madeira, Escola Básica do segundo e terceiro ciclos de Arouca e Escola Básica Comendador Ângelo Azevedo – São Roque. É importante salientar que as três escolas “selecionadas” encontram-se em meios socioeconómicos e geograficamente diferentes, o que permitiu fazer um estudo mais exaustivo e interessante, mesmo considerando que os elementos da amostra variavam em cada ano.

A professora investigadora lecionou, ao longo destes três anos, turmas do 7^o e 8^o anos de escolaridade.

Conforme já referido, procedeu-se, numa primeira fase, à escolha das unidades curriculares relacionadas com todo o trabalho investigativo. No entanto, esta fase foi bastante difícil, já que as turmas atribuídas à professora investigadora eram apenas turmas do sétimo ano de escolaridade, optando-se, por isso, trabalhar com os alunos do clube de ciência, onde estes alunos construíram instrumentos de registo simples (psicrómetros). Após a construção dos instrumentos, estes foram levados pela professora investigadora para a sala de aula, onde os alunos de uma turma do sétimo ano de escolaridade tiveram a oportunidade de efetuar alguns registos e avaliar as condições de conforto térmico da sala de aula. Importa salientar que este trabalho foi desenvolvido na temática “Energia”.

Após a validação dos instrumentos de registo construídos pelos alunos do clube de ciência em face de instrumentos digitais, a professora investigadora levou para as aulas do clube de ciência os dados registados em sala de aula e os alunos tiveram a oportunidade de fazer uma análise dos dados, lançando-os no diagrama da Organização Mundial de Saúde (W.M.O.).

No segundo ano de estudo, tendo em conta que a professora investigadora mudou de escola, houve novamente a necessidade de analisar qual a temática mais apropriada para o desenvolvimento do trabalho investigativo, mas apesar dos esforços existiu novamente o mesmo problema do primeiro ano de estudo, pois foram atribuídas à professora investigadora apenas turmas do sétimo ano de escolaridade. Assim sendo, selecionou-se a temática “Energia” para fazer o desenvolvimento do trabalho investigativo. Os alunos foram sujeitos a um

questionário (Anexo 1), onde se pretendeu, essencialmente, conhecer as opiniões de cada um sobre a investigação em estudo e com o objetivo de se verificar em que medida existe ou não consonância entre o que se observou e a ideia que os diversos intervenientes têm do que se implementou. Os alunos, também, tiveram a oportunidade de perceberem como se pode avaliar as condições de conforto térmico da sala de aula e realizaram diversos estudos de avaliação das condições de conforto da sala de aula.

Neste ano do estudo tivemos, ainda, oportunidade de realizar uma palestra sobre a temática “Mudança Global e a Saúde Pública”, na EB 2,3 de Arouca, que foi integrada nas comemorações do Programa Eco-Escolas. Importa salientar que nesta palestra tivemos a oportunidade de trabalhar, junto com a comunidade escolar, a temática conforto térmico.

No terceiro ano do estudo, tendo em conta que a professora investigadora voltou a mudar de escola, houve, então a necessidade de se analisar qual a temática a usar tendo em conta as turmas atribuídas à professora investigador. Tendo em conta que a professora investigadora ficou a lecionar turmas do oitavo ano de escolaridade a temática selecionada foi a “Mudança Global”, temática esta que tinha sido selecionada no início do trabalho investigativo.

Foram selecionadas duas turmas do oitavo ano de escolaridade, onde os alunos ao longo de todo o ano letivo, nas aulas, foram sujeitos, na parte final da aula e sempre que oportuno, a questões simples de sala de aula. Nestas questões foram avaliadas competências e condições de conforto térmico, pois nas questões de sala de aula os alunos tinham que selecionar, numa escala de cores, a sua situação de conforto térmico. Para além destas questões, os alunos na temática “Mudança Global” tiveram a oportunidade de avaliar as condições de conforto térmico da sala de aula (Laboratório de Física e Química), usando o registo de parâmetros termohigrométricos, nomeadamente a temperatura do ar e a temperatura do termómetro húmido lidos num instrumento de medida, o psicrómetro e através de tabela a humidade relativa do ar (Anexo 2).

Os documentos ou artefactos recolhidos e considerados de interesse para o estudo estão em anexo.

É de realçar que houve a necessidade de se proceder a conversas informais que tiveram como objetivo clarificar algum aspeto relacionado com as observações em sala de aula durante a investigação.

4.5. Participantes no estudo

O estudo desenvolveu-se em três escolas do Ensino Básico do segundo e terceiro ciclos da região de Aveiro, uma em São João da Madeira (2009/2010), outra em Arouca (2010/2011) e outra em São Roque, Oliveira de Azeméis, (2011/2012).

Na Escola Básica de São João da Madeira existiam cinco turmas do sétimo ano de escolaridade, das quais quatro estavam atribuídas à professora investigadora. É de salientar que para este estudo foi selecionada apenas uma turma. A turma selecionada foi escolhida devido a possuir alunos que frequentavam o Clube de Ciências.

Na Escola Básica de Arouca existiam quatro turmas do sétimo ano de escolaridade, das quais três estavam atribuídas à professora investigadora. No entanto, o estudo foi realizado apenas numa das turmas, porque era uma turma reduzida, devido a ser uma turma onde estavam inseridos três alunos com necessidades educativas especiais (NEE), o que possibilitava a implementação do estudo, já que havia mais flexibilidade do currículo, pois para além de serem trabalhadas as competências a desenvolver no sétimo ano, foi, ainda possível, desenvolver algumas das competências da temática “Mudança Global”, lecionada apenas no oitavo ano de escolaridade. Importa salientar que as competências desenvolvidas da temática “Mudança Global”, foram integradas na temática “Energia”.

Na Escola Básica Ângelo Azevedo – São Roque, existiam quatro turmas do oitavo ano de escolaridade das quais duas estavam atribuídas à professora investigadora, por isso o estudo foi implementado em ambas as turmas.

É de salientar que as turmas envolvidas no estudo tinham em média vinte alunos. Uma questão pertinente que pode e deve ser colocada refere-se à razão pela qual foram envolvidas no estudo três escolas diferentes?

A resposta é simples e imediata, pois é justificada através do vínculo da professora investigadora ser professora contratada. Nesta situação é obrigada a concorrer todos os anos letivos, provocando, por isso, como aconteceu, uma mudança de

escola. Este fato foi uma limitação ao desenvolvimento do estudo, uma vez que se tiveram de criar estratégias extra para não condicionar o estudo, uma vez que todos os anos a professora investigadora teve de trabalhar sempre com alunos/turmas diferentes. No entanto, foi um objetivo da professora investigadora ultrapassar as limitações que iam surgindo durante a sua investigação.

Considera-se oportuno apresentar cada uma das escolas e turmas que foram intervenientes no estudo.

Ano letivo 2009/2010 – EB2,3 de São João da Madeira

A turma selecionada para o estudo pela professora investigadora é constituída por vinte alunos, dos quais treze são do sexo feminino e sete são do sexo masculino. Existem dois alunos que possuem Necessidades Educativas Especiais (NEE), um deles beneficia de adaptações curriculares e o outro aluno beneficia de currículo escolar próprio, este último não frequenta a disciplina de Ciências Físico-Químicas. As idades dos alunos variam entre os onze e os catorze anos, tendo cinco alunos onze anos, oito doze anos, quatro treze anos e três catorze anos.

Todos os alunos da turma encontram-se dentro da escolaridade obrigatória.

No ano letivo anterior todos os alunos frequentaram a EB2,3 de S. João da Madeira, sendo oriundos de turmas do sexto ano de escolaridade.

A caracterização dos alunos da turma, em género e idade, está representada nos gráficos da Figura 4.3. Estes dados foram obtidos a partir das respostas dadas pelos alunos num questionário, igual para todos os alunos da escola, no regime diurno, e distribuído no início do ano pelos Diretores de Turma, ver Anexo 3.

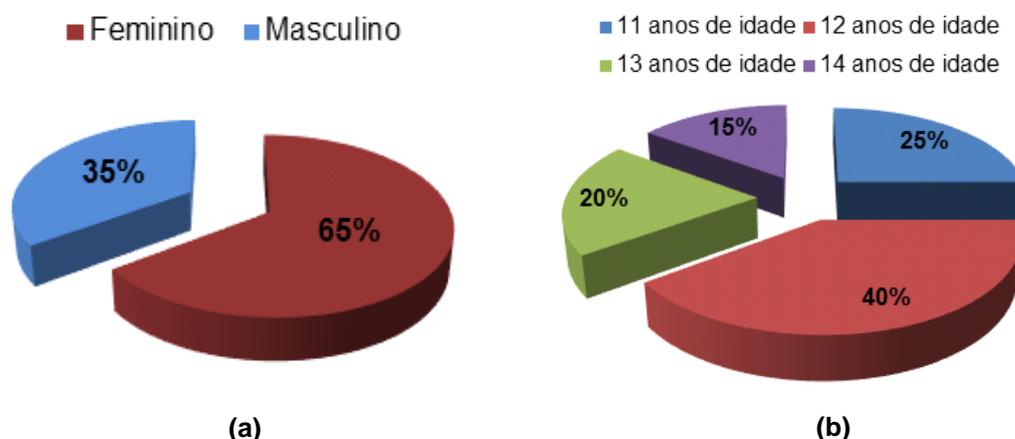


Figura 4.3. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e **(b)** Distribuição dos alunos quanto à idade.

Ano letivo 2010/2011 – EB2,3 de Arouca

A turma selecionada para o estudo pela professora investigadora é constituída por dezanove alunos, dos quais doze são do sexo feminino e sete são do sexo masculino. Existem três alunos que possuem NEE, dois dos alunos beneficiam de adequações curriculares e adequações no processo de avaliação, a algumas disciplinas. O outro aluno beneficia de currículo escolar próprio, este aluno não frequenta a disciplina de Ciências Físico-Químicas.

As idades dos alunos variam entre os doze e os quinze anos, tendo doze alunos doze anos, quatro treze anos, dois catorze anos e um quinze anos.

Todos os alunos da turma encontram-se dentro da escolaridade obrigatória. No ano letivo anterior todos os alunos frequentaram a EB2,3 de Arouca, sendo oriundos das turmas, do sexto ano de escolaridade e um dos alunos frequentou uma turma do sétimo ano de escolaridade.

A caracterização dos alunos da turma, em género, idade e repetência, está representada nos gráficos da Figuras 4.4 e 4.5, respetivamente. Estes dados foram obtidos a partir das respostas dadas pelos alunos num questionário, igual para todos os alunos da escola, no regime diurno, e distribuído no início do ano pelos Diretores de Turma, ver Anexo 4.

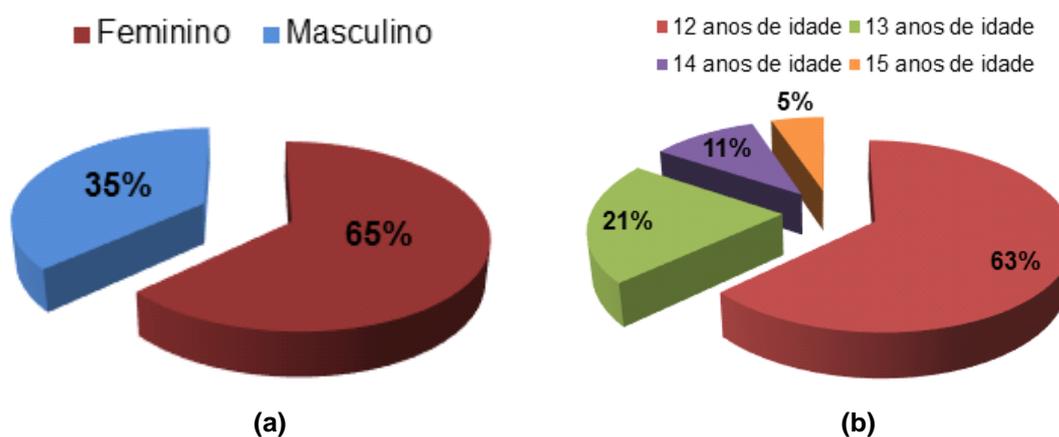


Figura 4.4. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e **(b)** Distribuição dos alunos quanto à idade.



Figura 4.5. Alunos repetentes na turma.

Ano letivo 2011/2012 – EB Comendador Ângelo Azevedo

Nesta escola foram atribuídas à professora investigadora duas turmas, que chamamos Turma A e Turma B.

A Turma A é constituída por dezassete alunos, dos quais oito são do sexo feminino e 9 são do sexo masculino. Existe um aluno que possui NEE que beneficia de adequações curriculares e adequações no processo de avaliação, a algumas disciplinas. As idades dos alunos variam entre os treze e os catorze anos, tendo 15 alunos treze anos e dois catorze anos.

Todos os alunos da turma encontram-se dentro da escolaridade obrigatória. No ano letivo anterior todos os alunos frequentaram a EB Comendador Ângelo Azevedo, sendo oriundos das turmas, do sétimo ano de escolaridade.

Esta caracterização dos alunos da turma, em género e idade, está representada nos gráficos da Figura 4.6. Estes dados foram obtidos a partir das respostas dadas pelos alunos num questionário, igual para todos os alunos da escola, no regime diurno, e distribuído no início do ano pelos Diretores de Turma, ver Anexo 4.

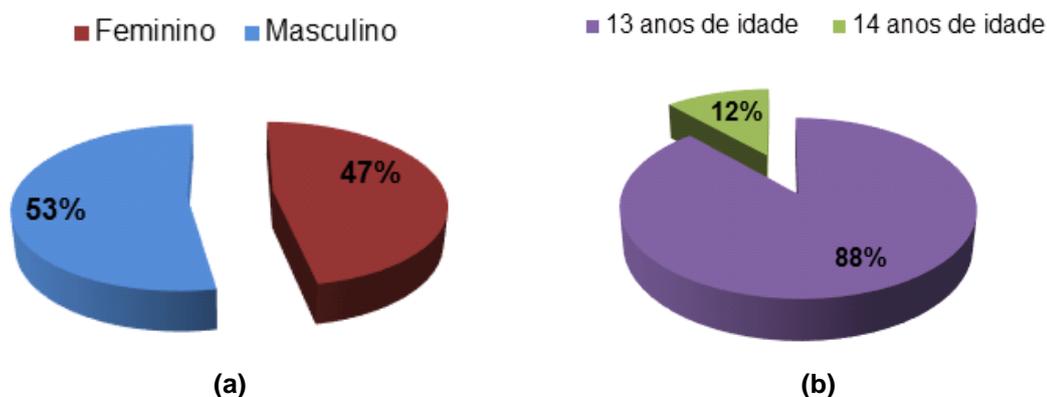


Figura 4.6. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e (b) Distribuição dos alunos quanto à idade.

A Turma B é constituída por vinte e quatro alunos, dos quais dez são do sexo feminino e 14 são do sexo masculino. A idade dos alunos é de treze anos.

Todos os alunos da turma encontram-se dentro da escolaridade obrigatória. No ano letivo anterior todos os discentes frequentaram a EB Comendador Ângelo Azevedo, sendo oriundos de turmas, do sétimo ano de escolaridade.

A caracterização dos alunos da turma em género e idade está representada nos gráficos da Figura 4.7. Estes dados foram obtidos a partir das respostas dadas pelos alunos num questionário, igual para todos os alunos da escola, no regime diurno, e distribuído no início do ano pelos Diretores de Turma, ver Anexo 4.

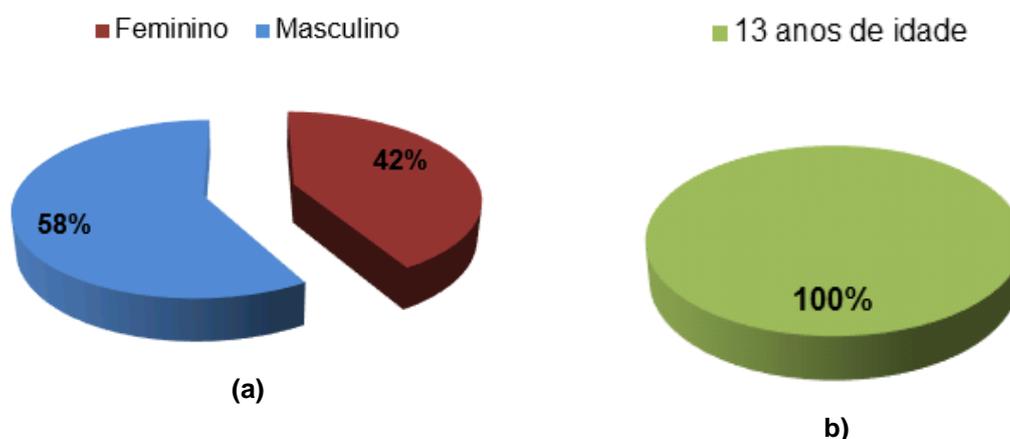


Figura 4.7. (a) Distribuição dos alunos quanto ao género e (b) Distribuição dos alunos quanto à idade.

4.6. Métodos e instrumentos de recolha

Após a caracterização da metodologia de investigação adotada e dos participantes do estudo, apresenta-se o tipo de instrumentos utilizados na recolha de dados.

É de salientar que se procurou diversificar os instrumentos de recolha de dados, assegurando validade e fiabilidade, diminuindo o mais possível as fontes de erro. Quando os dados são recolhidos apenas a partir de uma única fonte, seja ela questionário ou entrevista ou qualquer outra forma, isoladamente, poderá ser mais fácil existir erro acumulado.

Na Tabela 4.2 apresentam-se, de uma forma sucinta, os instrumentos utilizados na investigação para recolha de dados, bem como a frequência da sua utilização.

Tabela 4. 2. Principais instrumentos utilizados durante o estudo para recolha de dados.

Instrumento	Frequência de utilização
Grelhas de observação	Todas as aulas.
Fichas de trabalho/Questões-aula	Sempre que foram apresentadas atividades aos alunos.
Atividades Experimentais	Sempre que foram apresentadas atividades aos alunos.
Documentos de reflexão dos alunos	Sempre que foram apresentadas atividades aos alunos.
Questionário	No início da investigação do segundo ano do estudo e do terceiro ano do estudo.

De seguida, faz-se uma breve descrição de cada um dos instrumentos utilizados.

4.6.1. Grelhas de Observação

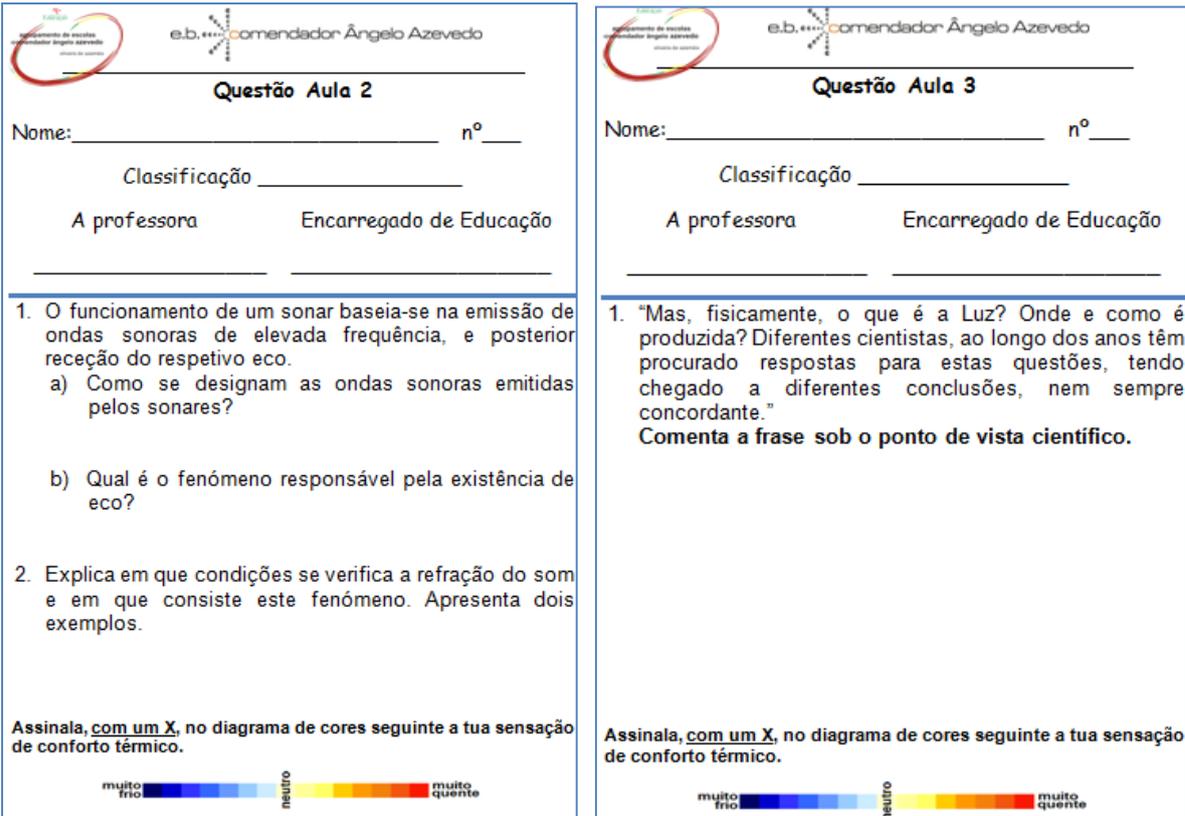
A observação direta, como técnica realizada na sala de aula, sem meios intermediários, possibilita que o professor registre o aparecimento ou a mudança de comportamentos, importantes para o estudo e a forma como essas mudanças implicam alterações nas aprendizagens dos alunos. Os instrumentos utilizados para registar os resultados são as grelhas de observação direta. Importa salientar que a professora investigadora elaborou essas grelhas de observação direta que se encontram no Anexo 5.

4.6.2. Fichas de trabalho/Questões-aula

A realização frequente, em sala de aula, de atividades em suporte escrito, vulgarmente designadas por fichas de trabalho, constitui, muitas vezes, a base da organização dos saberes dos alunos. As fichas de trabalho podem ser utilizadas para consolidar aprendizagens, sintetizar conteúdos, entre outros.

Ao longo da implementação em sala de aula, da investigação, foram propostas aos alunos diferentes atividades, com a utilização de fichas de trabalho/questões-aula, algumas das quais foram elaboradas pela professora investigadora, como se mostra na Figura 4.8. Estas questões-aula tiveram como objetivo avaliar os conteúdos lecionados na aula, por isso eram aplicadas sempre que a professora

considerava mais conveniente. Os alunos não tinham conhecimento prévio da sua realização. E, para além de avaliar conteúdos, as questões-aula possuíam uma escala de cores onde os alunos selecionavam a cor correspondente à sua sensação de conforto térmico que sentiam aquando da realização da atividade. Outras atividades, revestiram a forma de fichas de trabalho, mas foi utilizado o caderno de atividades do aluno, caderno de fichas do manual adotado¹.



Questão Aula 2

Nome: _____ nº _____

Classificação _____

A professora Encarregado de Educação

1. O funcionamento de um sonar baseia-se na emissão de ondas sonoras de elevada frequência, e posterior receção do respetivo eco.

a) Como se designam as ondas sonoras emitidas pelos sonares?

b) Qual é o fenómeno responsável pela existência de eco?

2. Explica em que condições se verifica a refração do som e em que consiste este fenómeno. Apresenta dois exemplos.

Assinala, com um X, no diagrama de cores seguinte a tua sensação de conforto térmico.

multo frio  neutro  multo quente

Questão Aula 3

Nome: _____ nº _____

Classificação _____

A professora Encarregado de Educação

1. "Mas, fisicamente, o que é a Luz? Onde e como é produzida? Diferentes cientistas, ao longo dos anos têm procurado respostas para estas questões, tendo chegado a diferentes conclusões, nem sempre concordante."

Comenta a frase sob o ponto de vista científico.

Assinala, com um X, no diagrama de cores seguinte a tua sensação de conforto térmico.

multo frio  neutro  multo quente

Figura 4.8. Exemplo de duas questões-aula, implementadas no oitavo ano de escolaridade.

4.6.3. Atividades Experimentais

O processo de Revisão Curricular do Ensino Secundário que o Ministério da Educação e Ciência iniciou em Portugal em 1997, tendo como preocupação central a qualidade do ensino e da aprendizagem, deu particular ênfase ao ensino experimental, anunciando, em Julho de 1998, e uma das medidas referentes ao Ensino Básico e Secundário salienta ser essencial a reorganização curricular, favorecendo a integração das dimensões teóricas e práticas e dando a devida

¹ Silva, A. J.; Simões, C.; Resende, F.; Ribeiro, M. (2010). (CFQ)₈. Areal Editores.

relevância ao ensino de natureza experimental. Assim sendo, atendendo que a disciplina de Ciências Físico-Químicas ser de cariz experimental, ao longo do estudo os alunos realizaram atividades experimentais (Anexo 2, Anexo 6 e Anexo 7), tornando-os também eles “investigadores”. Importa salientar que os alunos entregaram sempre um relatório da atividade experimental e nesse mesmo relatório fizeram uma reflexão sobre a atividade desenvolvida.

4.6.4. Documentos de reflexão dos alunos

A implementação de uma estratégia de lecionação de uma unidade didática, com características diferentes, torna importante recolher a opinião dos alunos, sujeitos à situação. Em todas as atividades desenvolvidas pelos alunos obtiveram-se opiniões relativamente a aspetos mais positivos e mais negativos das aulas/atividades, para além disso os alunos também refletiram acerca do que aprenderam nas aulas/atividades e a professora investigadora teve a necessidade de responder a algumas questões levantadas pelos alunos ao longo da realização das atividades.

É de salientar que todos os documentos fornecidos aos alunos solicitavam, na parte final, que os alunos refletissem sobre a atividade desenvolvida na aula.

4.6.5. Questionário

Foi elaborado um questionário (ver Anexo 1) para ser aplicado no início da unidade em estudo, com o objetivo de aprofundar e complementar os resultados obtidos no estudo de sala de aula. Na sua conceção procurou-se ter em atenção as regras definidas para a elaboração de questionários, em particular, que este fosse suficientemente explícito, que fosse garantida a confidencialidade e que os inquiridos fossem informados da utilidade do seu preenchimento.

Salienta-se que o questionário é um instrumento de avaliação de competências capaz de fornecer informações relativamente ao efeito do ensino ministrado aos alunos, nomeadamente os envolvidos no estudo principal. Este questionário, na forma de instrumento pode, ainda, constituir um exemplo a utilizar no processo de ensino e aprendizagem para avaliar o desenvolvimento de competências, de

acordo com o preconizado no quadro das perspetivas curriculares vigentes para a disciplina de Ciências Físico-Químicas para o 3º ciclo do ensino básico.

O instrumento utilizado tem como finalidade avaliar o grau de desenvolvimento de competências dos alunos, tais como as de análise e discussão de evidências e organização e apresentação da informação.

O questionário foi previamente validado por um especialista em Didática da Física e discutido com um grupo de professores de Física e Química da escola onde a professora investigadora se encontraram a trabalhar. O questionário foi introduzido na plataforma MIME, com a referência 0196400001 e foi validado pela DGIDC e pelo GEPE, que consideraram não existir qualquer entrave para realização do estudo em contextos escolares das escolas públicas portuguesas (ver Anexo 8 – Pedido para a realização do Inquérito em Contexto Escolar).

O instrumento de avaliação foi aplicado pela própria professora investigadora, nas aulas de Ciências Físico-Químicas.

O questionário é constituído por duas partes, I e II, a parte I refere-se à identificação do inquirido. Na identificação é solicitada informação relativa ao ano de escolaridade frequentado, idade, ano, turma.

A parte II é referente à recolha de informações ao nível de competências e é constituída por questões abertas e fechadas (Anexo 1).

As respostas obtidas, para além de se poder avaliar o desenvolvimento das competências desenvolvidas ao longo do estudo, permite enriquecer os resultados do estudo realizado em sala de aula, através da avaliação de competências de alunos sujeitos ao estudo.

A recolha de dados serviu no presente estudo para, no percurso investigativo, descrever o processo, questioná-lo, construir novos conhecimentos e produzir informações com consequências práticas.

4.6.6. Métodos de análise de dados

Os métodos de análise dos dados apresentados foram os julgados mais adequados a cada um dos instrumentos usados e atendendo aos objetivos definidos da investigação e ao tipo de informação obtida.

A análise de conteúdo esteve presente em muitas das situações, tendo-se recorrido, a análises do tipo quantitativa - quando se avalia a frequência com que aparecem algumas dimensões e a análise qualitativa - quando se pretende apenas verificar a presença ou ausência de determinadas dimensões. A análise estatística aparece sempre que é necessário quantificar amostras, tendo especial relevância na análise dos dados de questionários.

4.6.7. Análise das informações – registos das aulas

Na análise das informações resultantes do trabalho de sala de aula desenvolvido pelos alunos procedeu-se à análise da frequência de participação oral e à análise de conteúdo dos documentos produzidos pelos alunos na sala de aula (fichas de trabalho, documentos de reflexão dos alunos). Foi feita tanto uma análise qualitativa como uma análise quantitativa.

4.6.8. Análise das informações – Fichas de Trabalho/Questões aula/Atividades experimentais

A professora investigadora avaliou quer as fichas de trabalho quer as questões-aula usando os critérios definidos pelo grupo disciplinar a que a professora investigadora pertence, após a avaliação dos mesmos atendendo à classificação quantitativa, atribui-se as menções Não Satisfaz (0% a 49%), Satisfaz (50% a 64%), Bom (65% a 79%), Muito Bom (80% a 89%) e Excelente (90 a 100%). Estas classificações foram definidas pela escola no início do ano letivo em Conselho Pedagógico.

4.6.9. Análise das informações – questionário

Na análise do questionário utilizou-se a análise de conteúdo, ficando a análise estatística limitada a algumas informações importantes.

Nas questões de opinião e resposta aberta fez-se a análise de conteúdo com a indicação da categoria de respostas, número e respetiva percentagem. No método de análise de conteúdo aplicou-se a metodologia de construção de categorias de resposta, sempre que foram identificadas ideias partilhadas por mais do que um aluno. Nesta análise é importante atender a que:

- as ideias dos alunos são apresentadas nas suas expressões;
- os alunos são sinceros e participaram voluntariamente;
- tudo o que é dito é relevante, a não ser que esteja descontextualizado;
- não se classificaram respostas nas quais os alunos não responderam à questão colocada ou não transmite de forma isenta de dúvidas a sua ideias.

Para analisar o conteúdo das respostas abertas obtidas na parte II do questionário (Anexo 1), por opção, organizaram-se categorias de acordo com o apresentado na Tabela 4.3.

Tabela 4. 3. Categorias das respostas abertas do questionário.

Categoria	Descrição
A	Resposta cientificamente correta
B	Resposta cientificamente incompleta
C	Resposta cientificamente incorreta
D	Não responde

A categoria A, “resposta cientificamente correta”, inclui todas as respostas que mostram de rigor científico. Relativamente à categoria B, “resposta cientificamente incompleta”, incluirá todas as respostas cuja argumentação seja incompleta.

A categoria C, pretende abranger todas as respostas que não tenham sido incluídas nas duas primeiras categorias, ou seja, todas as respostas cientificamente incorretas e a categoria “não responde” incluirá as respostas que se afastam completamente da questão colocada ou simplesmente os alunos não apresentam qualquer resposta.





Capítulo 5 – Resultados e análise das atividades desenvolvidas



5.1. Introdução

Conforme já referido no capítulo 4 o estudo foi desenvolvido durante três anos letivos nas diferentes turmas atribuídas à professora investigadora.

Neste capítulo vamos descrever as atividades que foram desenvolvidas em cada turma por ano, nunca esquecendo dos objetivos traçados, lembrando: articular as condições atmosféricas com o conforto térmico; analisar a influência do conforto térmico registado no interior de uma sala de aula e a aprendizagem; avaliar o conforto térmico numa sala de aula usando instrumentos meteorológicos simples, que podem ser construídos pelos alunos; avaliar quais os índices térmicos que devem ser usados para avaliar o conforto térmico; analisar os materiais usados na construção de edifícios escolares que condicionam o conforto térmico numa perspectiva de balanço energético; e sugerir atividades experimentais que podem desenvolver competências na temática Conforto Térmico; bem como trabalhar a questão de investigação: “**Quais as contribuições para o ensino nas ciências, quando se usa a temática “Conforto Térmico”, numa perspectiva de ensino e aprendizagem?**”.

5.2. Primeiro Ano do Estudo

No primeiro ano do estudo, tal como foi referido na metodologia, nomeadamente, no *design* investigativo (Figura 4.2.), começou-se por trabalhar com os alunos do Clube de Ciência, onde numa fase inicial houve a necessidade de apresentar aos alunos a Atmosfera, como sendo um fascinante laboratório de ensino, pois nela podem ser observados um rol de processos físicos lecionados ao longo de diversos anos de escolaridade. Neste laboratório de ensino, gratuito e acessível a todos, podem ser feitos diversos estudos simples capazes de responder a diferentes questões relacionadas com o conforto térmico. Uma questão colocada aos alunos do clube foi a seguinte “*Haverá alguma influência do conforto térmico registado no interior de uma sala de aula e o ensino e aprendizagem?*”.

A resposta a esta questão gerou um debate de ideias e de reflexões como era pretendido. Uma questão pertinente colocada por um dos alunos pertencentes ao Clube de Ciência foi a seguinte: “*(...) como é que podemos avaliar as condições de conforto térmico numa sala de aula?*”.

Assim, os alunos iniciaram a busca de respostas às questões levantadas, durante o pequeno debate. Chegou-se à conclusão que era necessário ter equipamento simples de medida. A professora investigadora introduziu a possibilidade de construção de equipamento simples de registo de dados, ou seja, psicrómetros. Após um planeamento de construção usando materiais de fácil acesso e reciclados passou-se para a construção como se mostra na Figura 5.1.



Figura 5.1. Fases de construção dos psicrómetros pelos alunos do Clube de Ciência.

A Figura 5.2 mostra a fase final da construção dos psicrómetros. Os alunos foram para o Laboratório de Física e Química, onde finalizaram a montagem dos psicrómetros, colocando o termómetro de bolbo seco e o termómetro de bolbo húmido, nas posições corretas.



Figura 5.2. Fase final da construção dos psicrómetros.

Após a construção dos psicrómetros os alunos colocaram um dos psicrómetros construídos num local de fácil acesso do Laboratório de Física e Química, para

proceder ao registo de dados, que eram lançados numa tabela (Anexo 9) construída para análise posterior. A Figura 5.3 mostra um psicrómetro construído.



Figura 5.3. Psicrómetro construído pelos alunos do Clube de Ciência.

Assim, alguns alunos da turma do sétimo ano de escolaridade selecionada para o estudo, procedeu ao registo de dados, numa tabela de valores construída para o efeito (Anexo 9 – Parte I), em que os valores da temperatura do ar e da temperatura do termómetro húmido eram registados. Os valores registados permitiram avaliar as condições de conforto térmico previstas do Laboratório de Física e Química. Durante as observações, como se indica na Figura 5.4, foram registadas informações acerca do bem-estar e das estratégias adotadas para a melhoria do ambiente circundante como por exemplo aquecimento e arrefecimento. Os dados foram registados de uma hora e trinta minutos em uma hora e trinta minutos pelos alunos e sempre supervisionados pela professora investigadora.



Figura 5.4. Registo de dados.

Na recolha de dados foi usada, também, uma escala térmica de cores, como se mostra na Figura 5.5. Em cada momento de observação os alunos, individualmente, indicaram através de marcação (de uma cruz) a sensação térmica que estavam a sentir.



Figura 5.5. Escala térmica de cores.

Para além do registo de dados os alunos foram sujeitos a um questionário (Anexo 9 – Parte II) para avaliar as sensações/postura, dentro de uma sala de aula, quando a temperatura registada é baixa ou alta. As respostas permitiram construir diferentes gráficos e retirar considerações muito interessantes que são apresentadas e descritas neste trabalho.

Por exemplo, quando a temperatura é baixa, como se mostra na Figura 5.6, 67% dos alunos referiram que as suas posturas, dentro da sala de aula, são alteradas.

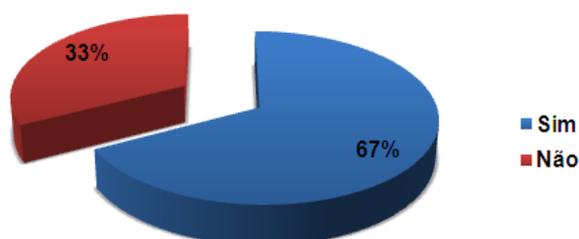


Figura 5.6. Alteração da postura dos alunos dentro da sala de aula quando a temperatura é baixa.

Conforme se pode observar na Figura 5.7, dos 67% de alunos, uma grande maioria ou seja, 64% dos alunos salientaram que quando tal facto acontece sentem pouca vontade de trabalhar, 17% mostram sentir algum cansaço, 14% ficam mais agitados e 5% referem outra situação. Nesta situação é pedida a causa, e a maioria destes referiram que a sua concentração é afetada.

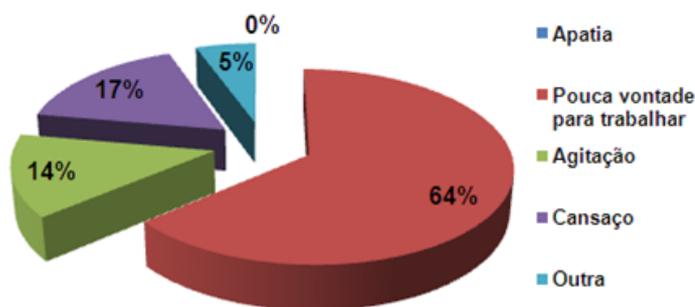


Figura 5.7. Diferença de postura dos alunos dentro da sala de aula quando as temperaturas estão baixas.

Na Figura 5.8 mostra-se o resultado obtido para a situação dos alunos serem expostos a uma temperatura alta. Agora, 71% dos alunos referiram que quando a temperatura é alta no interior da sala de aula a sua postura é afetada.

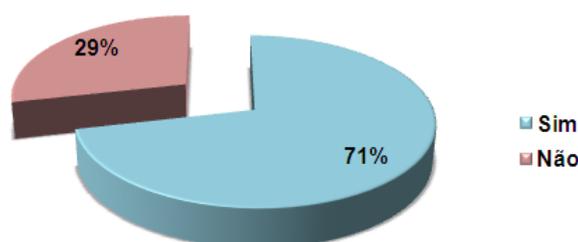


Figura 5.8. Alteração da postura dos alunos dentro da sala de aula quando a temperatura é alta.

Nesta situação e relativamente aos 71% de alunos que responderam haver influência da temperatura alta na sua postura, é possível obter os seguintes resultados. Os resultados sugerem, como indica a Figura 5.9, que 33% de alunos, de uma maneira geral, apresentam pouca vontade de trabalhar, 30% sentem cansaço, 28% estão numa situação de agitação e 9% apresentam apatia. Os resultados mostram que há partilha de respostas para pouca vontade para trabalhar, agitação e cansaço.

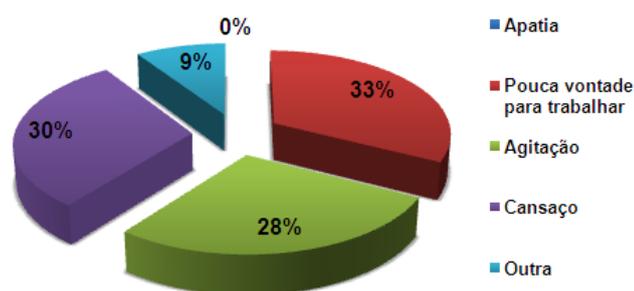


Figura 5.9. Diferença de postura dos alunos dentro da sala de aula quando a temperatura é alta.

Relativamente à questão acerca da zona do corpo onde se regista desconforto térmico as respostas mostraram que os alunos orientam a sua resposta para as partes do corpo que não se encontram protegidas com vestuário. A Figura 5.10 mostra os resultados obtidos.

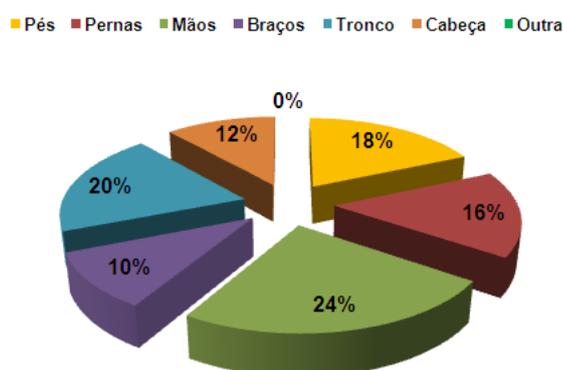


Figura 5.10. Zonas do corpo humano onde se notam mais desconforto térmico.

Conforme mostram os resultados indicados na Figura 5.10, 24% dos alunos referiram as mãos e 18% os pés. São respostas esperadas. Relativamente aos 20% de alunos que responderam tronco há uma explicação facultada à professora investigadora. Estes alunos que assinalaram *Tronco*, fizeram uma distinção entre temperatura alta e baixa. Referiram que a situação de *Tronco* apenas surge para uma temperatura alta, uma vez que quando se regista uma temperatura baixa essa parte do corpo, normalmente, está muito bem protegida com vestuário adequado. No seguimento desta afirmação 78% dos alunos responderam que não se

encontram em desconforto térmico em relação ao seu vestuário, enquanto 22% consideram estar perante desconforto térmico em relação ao seu vestuário.

A Figura 5.11 indica os resultados acerca das estratégias usadas pelos alunos quando se regista uma temperatura baixa. Quando a temperatura se encontra baixa, cerca de 43% de alunos informaram que raramente retiram alguma peça do vestuário e esta situação é justificada com a expressão “temos frio dentro da sala de aula”. Alguns alunos, cerca de 31% responderam que às vezes retiram uma peça de vestuário e 16% nunca retiram nenhuma peça de vestuário.

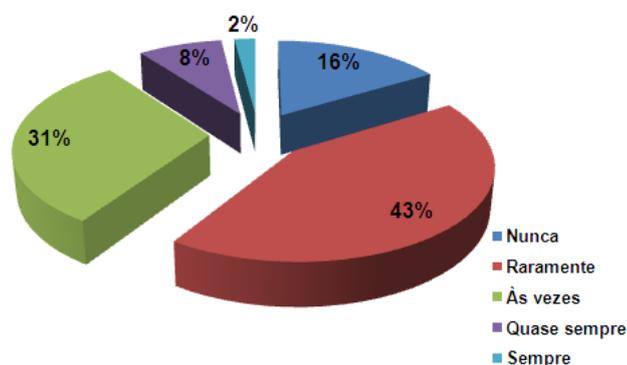


Figura 5.11. Retirar peças de vestuário, dentro da sala de aula, quando a temperatura é baixa.

A Figura 5.12 mostra as principais estratégias que os alunos adotam na sala de aula quando se verificam situações de desconforto térmico com uma temperatura alta. Da análise do gráfico da Figura 5.12 verifica-se que as estratégias mais referidas foram vestir roupa fresca (35%), vestir pouca roupa (27%), abrir as janelas da sala de aula (19%), abrir a porta da sala de aula (8%), e abrir as janelas e a porta da sala de aula (7%).

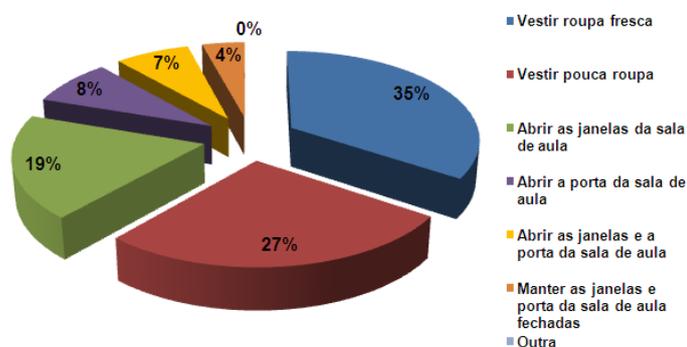


Figura 5.12. Estratégia a adotar para melhorar o conforto térmico quando se verifica uma temperatura alta.

Importa salientar que grande parte dos alunos inquiridos salientou o facto de não terem selecionado a opção abrir a porta da sala de aula (8%), uma vez que a arquitetura da escola onde foram recolhidos os dados para este trabalho não ser a mais adequada para se adotar a porta como estratégia. Adicionalmente, os alunos referiram que o barulho das salas de aula circundantes iria perturbar o bom funcionamento das aulas. No entanto, salientaram que esta, também, poderia ser uma boa estratégia.

Por fim, é importante sublinhar que os alunos mostraram ter alguma dificuldade em perceber em que condições surgem situações de desconforto térmico influenciadas pela temperatura, como se mostra na Figura 5.13.

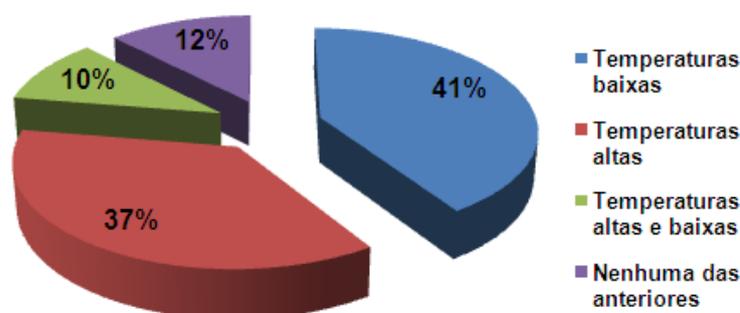


Figura 5.13. Condições que proporcionam desconforto térmico.

A observação do gráfico da Figura 5.13 mostra que 41% dos alunos atribuíram desconforto térmico a uma temperatura baixa, 37% a uma temperatura alta e 10% às duas. Este resultado é muito interessante, pois há estudos que mostram que a sensação térmica do género masculino não é a mesma para o género feminino. Apenas 12% dos alunos consideraram que não há relação entre a temperatura (baixa ou alta) e o conforto térmico.

Para avaliar as condições de conforto em futuras aplicações, a professora investigadora teve a necessidade de estudar conceitos físicos de forma a perceber como é que se trabalha do ponto de vista científico o balanço térmico do corpo humano. A seguir descreve-se alguma teoria considerada relevante para este trabalho.

A equação de balanço térmico foi estabelecida pela primeira vez por Franger (1972). Os resultados obtidos resultaram de um trabalho de investigação realizado

em câmaras climatizadas, onde os alunos dinamarqueses e americanos foram sujeitos a diferentes combinações de variáveis meteorológicas. A equação de Balanço térmico (Lamberts, 2002) é dada por

$$(M - W) = Q_{SK} + Q_{RES} = (C + R + E_{SK}) + (C_{RES} + E_{RES}) \quad (5.1)$$

onde M representa o metabolismo, W o trabalho externo, Q_{SK} as perdas totais de energia sob a forma de calor da pele, Q_{RES} as perdas totais de energia pela respiração, C a transferência de energia sob a forma de calor por convecção na pele, R a transferência de energia sob a forma de calor por radiação na pele, E_{SK} a perda de energia sob a forma de calor por evaporação na pele, C_{RES} a transferência de energia sob a forma de calor por convecção através da respiração e E_{RES} a transferência de energia sob a forma de calor por evaporação na respiração. A expressão (5.1) pode ser simplificada, obtendo-se

$$(M - W) - (E_{SK}) - (C_{RES} + E_{RES}) = (C + R) \quad (5.2)$$

O segundo membro da expressão (5.2) pode ser determinado através da igualdade

$$K_{CL} = (C + R) \quad (5.3)$$

em que K_{CL} representa a transferência de energia sob a forma de calor da pele até à superfície externa do vestuário.

Com base na norma ISO 7730 (2005) é possível determinar o voto médio PMV através do balanço das expressões (5.1) à (5.3). Estes cálculos estão fora do objetivo deste trabalho pelo que se recorreu ao índice *EsConTer* desenvolvido por Talaia & Simões (2009) e determinado pelo expressão,

$$EsConTer = -3,75 + 0,103 (T + T_w) \quad (5.4)$$

em que T representa a temperatura do ar (°C) e T_w a temperatura do termómetro húmido (°C).

EsConTer determina um valor da escala sétima de sensação térmica e é de fácil cálculo matemático como a expressão (5.4) mostra em face do cálculo complexo do PMV. Sendo o valor de *EsConTer* incluído na gama de -3 (ambiente térmico

muito frio) a +3 (ambiente térmico muito quente) facilmente é interpretado o ambiente em termos de conforto térmico.

Quando se pretende avaliar que a percentagem de insatisfeitos que se prevê para um ambiente térmico, o índice PPD que determina a percentagem de insatisfeitos de acordo com a norma ISO 7730 (2005) pode usar o valor de *EsConTer* no lugar de PMV, como se indica

$$PPD = 100 - 95e^{-(0,03353 EsConTer^4 + 0,2179 EsConTer^2)} \quad (5.5)$$

A Figura 5.14 mostra um exemplo que permite esclarecer situações de conforto e desconforto térmico, quando se aplica a norma ISO 7730 (2005). De notar que no nosso caso o PMV será o *EsConTer*.

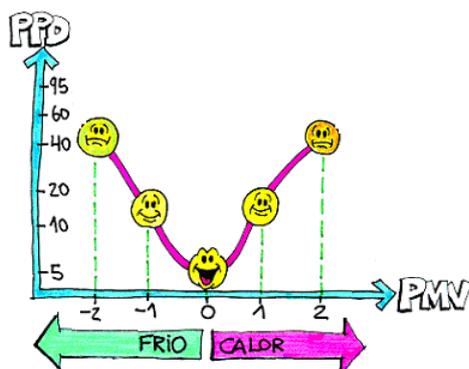


Figura 5.14. Modelo e situação de sensação de “frio” e sensação de “calor” (ISO 7730, 2005).

A observação da Figura 5.14 mostra pela imagem e cor do rosto do “boneco” a sensação térmica que ocorre de um ambiente frio a um ambiente quente.

Na Figura 5.15 indica-se um exemplo de situações com conforto térmico e desconforto térmico (Talaia & Silva, 2010a). A linha de cor “azul” segue o modelo da norma ISO 7730 e os pontos ocios com cor “azul-bebé” são situações registadas. Os dados que estão incluídos na zona pintada a cor “verde” encontram-se em conforto térmico. As restantes situações necessitam de estratégias de intervenção. Os valores próximos do valor (-2) indicam situação de sensação de frio e os valores próximos do valor (+2) indicam situação de sensação de quente.

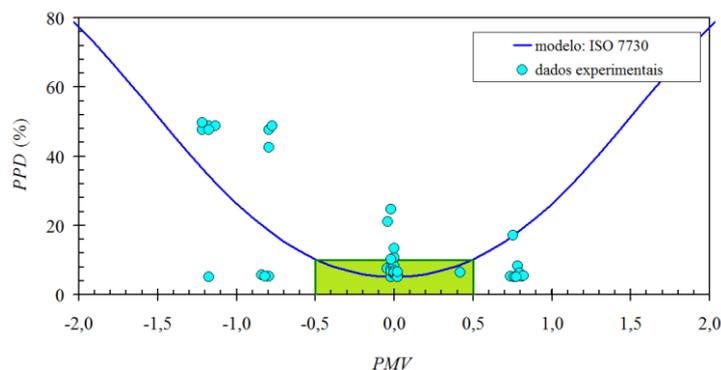


Figura 5.15. Sensações térmicas registadas, um exemplo.

As conclusões a partir da observação da Figura 5.15 são confirmadas quando se usa o diagrama da W.M.O. (1987), como se mostra na Figura 5.16. De notar que este diagrama de apenas duas entradas, temperatura do ar e humidade relativa do ar, indica estratégias de prevenção. As situações localizadas num ar demasiado húmido sugerem aquecimento e desumidificação (em simultâneo), as situações localizadas na zona a necessitar de aquecimento sugerem um aumento da temperatura (pode ser mantida a temperatura do ponto de orvalho). As restantes situações estão localizadas na zona de conforto térmico (Talaia & Silva, 2010b; Talaia & Silva, 2011a; Talaia & Silva, 2011b).

Este diagrama foi facilmente usado pelos alunos depois da professora investigadora ter orientado a sua aplicação. O estado de conforto/desconforto térmico é visualizado pela localização no diagrama da interseção da temperatura do ar e da humidade relativa do ar.

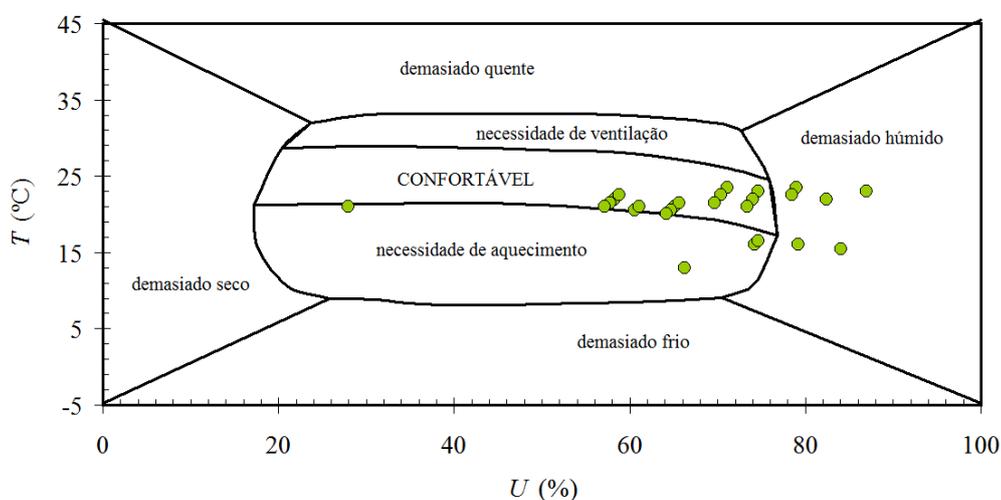


Figura 5.16. Situações de conforto / desconforto (adaptado da W.M.O, 1987).

Em jeito de conclusão, a investigação preliminar, ou seja, o primeiro ano de estudo permitiu concluir que de uma maneira simples é possível avaliar as condições térmicas de uma sala de aula e que as condições termohigrométricas interiores “*indoor*” de uma sala de aula são condicionadas pelas condições termohigrométricas exteriores “*outdoor*”. O ciclo diurno da radiação solar é, também, um fator determinante na avaliação de ambiente térmico interior.

Simultaneamente, os resultados obtidos permitiram conhecer as sensações térmicas percebidas pelos alunos numa sala de aula, através de um questionário aplicado aos alunos. Os resultados foram muito interessantes e foram valorizados em termos de ensino e aprendizagem.

A aplicação da norma ISO, do índice *EsConTer* e do diagrama adaptado da W.M.O. mostraram coerência de resultados. Assim, parece-nos interessante valorizar em termos de ensino e aprendizagem o diagrama da W.M.O por ser de fácil aplicação e por sugerir estratégias de intervenção. Os alunos desenvolveram competências e construíram o seu conhecimento científico com a aplicação dos dados registados no diagrama da W.M.O. (1987).

O índice *EsConTer* revelou ser um bom preditor da sensação térmica de um ambiente térmico. Nestes termos deve ser valorizado em próximos estudos.

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite estudos desta natureza são importantes (IPCC, 2001; IPCC, 2007), de modo a ser avaliado o conforto térmico como uma implicação no processo de ensino e aprendizagem de alunos.

5.2. Segundo Ano do Estudo

No segundo ano de estudo foi escolhida uma turma de sétimo ano de escolaridade para continuar a aplicar alguns dos exemplos desenvolvidos no primeiro ano de estudo.

5.2.1. Aplicação e análise de questionários

Conforme o *designer* experimental, no segundo ano de estudo, selecionou-se a turma do 7ºano, para aplicar o questionário que se apresenta no Anexo 1.

O questionário de investigação está relacionado com as condições de conforto térmico e teve como principal objetivo recolher informações acerca das ideias prévias que os alunos têm sobre as condições de conforto térmico e saber se os alunos conhecem que parâmetros meteorológicos podem afetar o conforto térmico. Os questionários aplicados estão divididos em duas partes distintas, onde na primeira parte é feita a recolha dos dados pessoais dos alunos inquiridos. Na segunda parte do questionário é feita a recolha de informações relacionadas com parâmetros meteorológicos e conforto térmico. Esta parte do questionário é constituída por alguns itens relacionados com a aprendizagem feita no âmbito das experiências educativas realizadas em anos letivos anteriores e também itens relacionados com as situações de conforto térmico vivenciadas pelos alunos inquiridos em sala de aula. É de salientar que esta segunda parte é constituída por itens de seleção, nomeadamente de escolha múltipla e itens de resposta aberta. De seguida é feita a análise detalhada das respostas dadas pelos alunos sujeitos ao estudo.

Relativamente à primeira parte dos questionários, dados pessoais, a média de idades dos alunos é de doze anos, onde 65% dos alunos são do sexo feminino e 35% do sexo masculino. A Figura 5.17 mostra a escolaridade e a profissão dos pais.

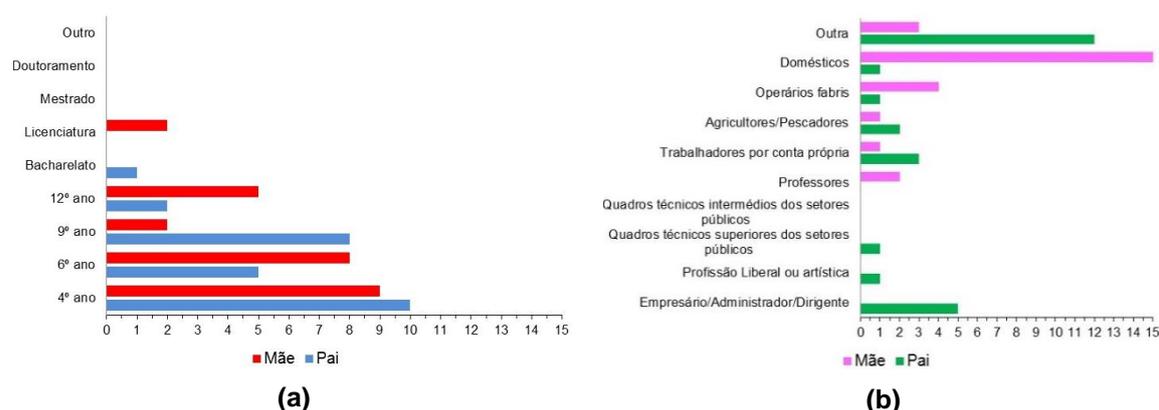


Figura 5. 17. (a) Nível de escolaridade e (b) Situação profissional dos pais.

Da análise da Figura 5.17 pode-se constatar que o nível de escolaridade dos pais dos alunos inquiridos é relativamente baixa, pois a maioria dos pais têm um nível

de escolaridade entre o 4º e 9º ano de escolaridade. Relativamente à profissão dos pais podemos verificar que existe um grande número de mães que se encontram numa situação de doméstica. Para além disso, os alunos quando selecionaram a opção *Outros* referiram que os seus pais encontram-se numa situação de *Desempregado*, situação essa que se agrava mais no pai.

Em relação à segunda parte do questionário, recolha de informação acerca das condições de conforto térmico numa sala de aula, na primeira questão colocada, “*Quando as temperaturas estão baixas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?*”, cerca de 81% responderam que a sua postura dentro da sala de aula é afetada quando as temperaturas se encontram baixas, como mostra a Figura 5.18 (lado esquerdo).

Dos alunos que responderam que a sua postura dentro da sala de aula é afetada quando as temperaturas se encontram baixas, conforme mostra o lado direito da Figura 5.18, 68% salientou que ficam apáticos, 11% referiu que tem pouca vontade de trabalhar e 11% agitados, enquanto 7% referem que sentem cansaço e 3% selecionaram a opção outra, onde referiram que ficam mais desconcentrados.

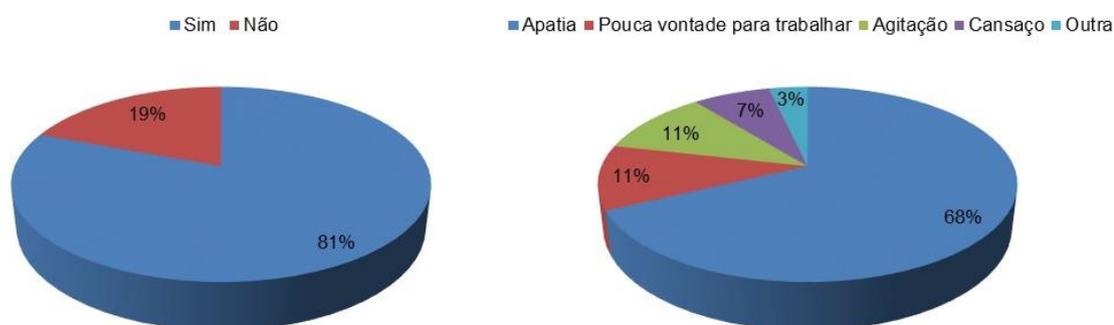


Figura 5.18. Questão 1 do questionário de investigação, “*Quando as temperaturas estão baixas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?*” (lado esquerdo) e Situação de desconforto demonstradas quando as temperaturas se encontram baixas (lado direito).

A segunda questão do questionário teve a ver com: “*Quando as temperaturas estão altas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?*”. A Figura 5.19, no lado esquerdo, mostra que 81% dos alunos referem que a sua postura em sala de aula é alterada devido às altas temperaturas sentidas. Os alunos que

referiram afirmativamente à questão, conforme mostra o lado direito da Figura 5.19, 28% dos alunos salientam que se sentem agitados, 28% referem que se sentem cansados, 22% têm pouca vontade de trabalhar, 16% sentem-se apáticos e 6% referem que ficam mais desconcentrados.

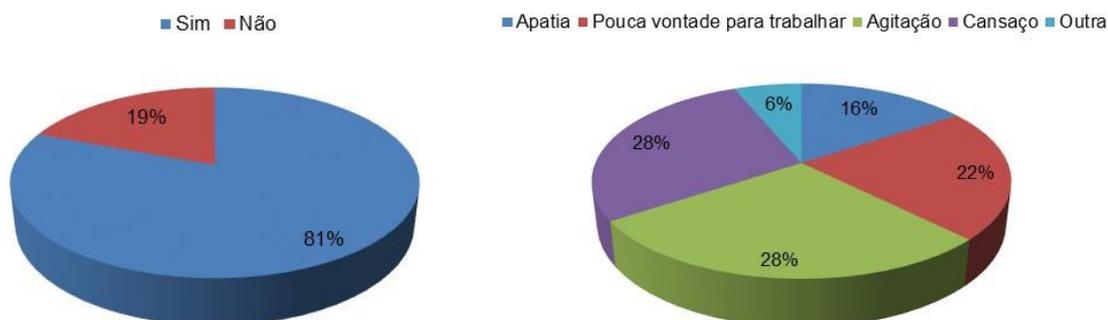


Figura 5.19. Questão 2 do questionário de investigação, “Quando as temperaturas estão altas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?” (lado esquerdo). Situação de desconforto demonstradas quando as temperaturas se encontram altas (lado direito).

Na questão 3, “Para ti as situações de desconforto térmico estão presentes em qual(ais) situação (ões) a seguir apresentada(s).”, cerca de 54% referem a situação com temperaturas altas, 27% situação com temperaturas baixas, 15% situação com temperaturas altas e baixas, tal como mostra a Figura 5.20.

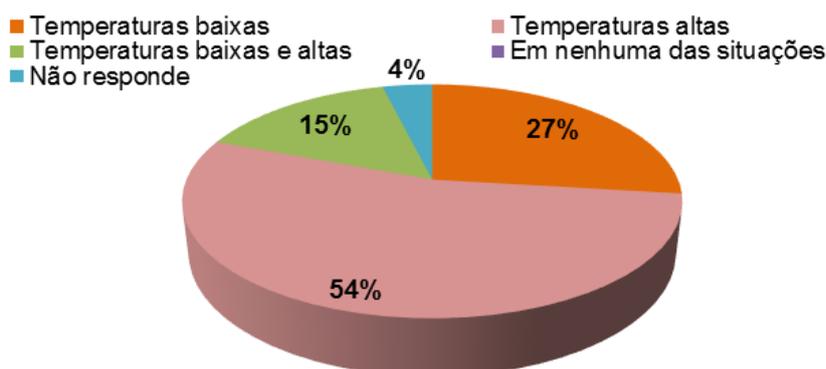


Figura 5.20. Situação de desconforto térmico quando se registam temperaturas baixas, altas ou baixas e altas.

Na questão 4 os alunos seleccionaram as regiões do seu corpo que ficam desconfortáveis quando sentem desconforto térmico, ou seja, “Sempre que te encontras em situação de desconforto térmico, qual(ais) a(s) região(ões) do teu

corpo que notas mais desconforto?". Assim, os resultados obtidos mostram que de uma maneira geral as respostas indicam que quase todo o corpo encontra-se em desconforto térmico, visto que as percentagens de cada uma das opções são muito próximas, no entanto registou-se uma maior percentagem na zona dos pés, pernas e mãos, tal como mostra a Figura 5.21.

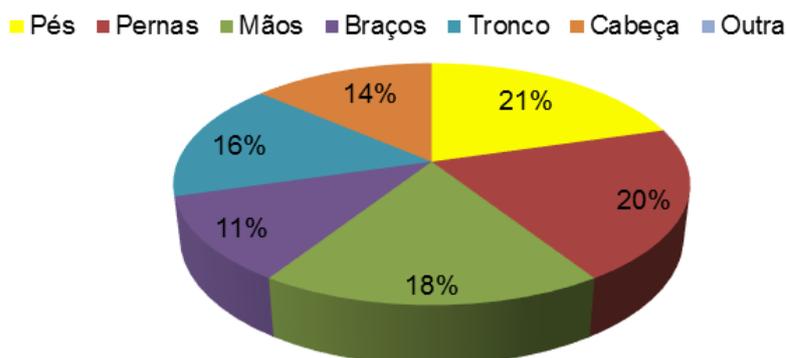


Figura 5.21. Zonas do corpo humano onde se verifica maior desconforto térmico.

A questão 5 do questionário questiona os alunos se eles quando se encontram em desconforto térmico sentem, também, desconforto em relação ao seu vestuário.

A Figura 5.22, no seu lado esquerdo, mostra que apenas 23% dos alunos referem que quando se encontram em situação de desconforto térmico, também o sentem em relação ao seu vestuário.

Dos alunos que responderam que sentem desconforto em relação ao seu vestuário a Figura 5.22, no seu lado direito, mostra as peças de vestuário que os alunos retiram para ficarem mais confortáveis.

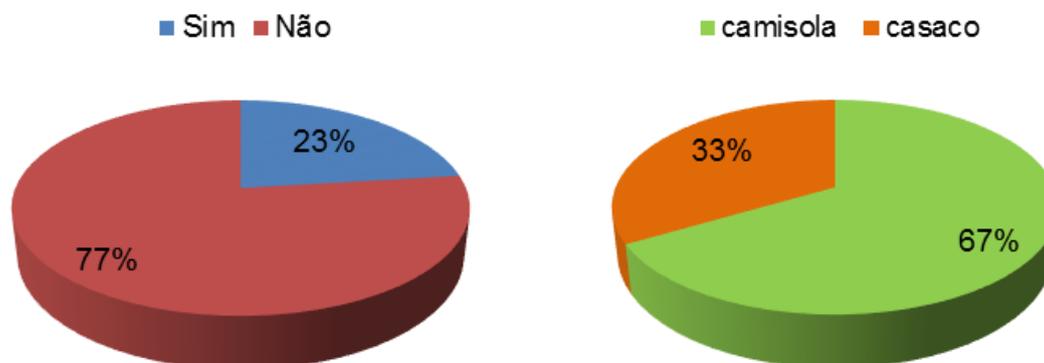


Figura 5.22. Desconforto térmico dos alunos em relação ao seu vestuário (lado esquerdo). Vestuário retirado pelos alunos em situação de desconforto térmico (lado direito).

Da observação da Figura 5.22 constata-se que os alunos apenas retiram camisola ou casaco. Os alunos referiram que retiram o casaco para escreverem mais facilmente. A retirada da camisola é em condições de temperaturas altas.

Na questão 6 os alunos tiveram a oportunidade de diferenciar a questão anterior, ou seja, especificar se retiram alguma peça do vestuário quando se registam temperaturas baixas. Na Figura 5.23 é apresentada a percentagem de respostas dadas pelos alunos.

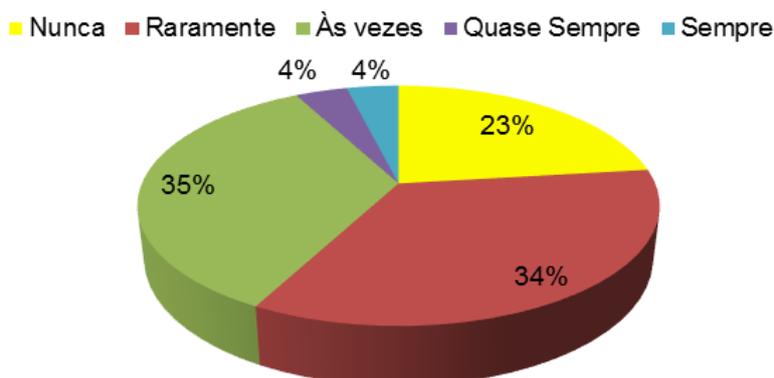


Figura 5.23. Retirar peças do vestuário na sala de aula quando se registam temperaturas baixas.

Os resultados obtidos mostram que 23% dos alunos responderam que nunca retiram peças do vestuário quando se registam temperaturas baixas. Assim sendo, estes alunos tiveram que explicar por que é que não o faziam. O tratamento estatístico a esta parte da questão foi feito atribuindo a conotação A (resposta cientificamente correta), B (resposta cientificamente incompleta), C (resposta cientificamente incorreta) e D (não responde), ver capítulo 4. Metodologia (4.6.9. Análise das informações – questionário). Na Figura 5.24 é apresentado o tratamento estatístico da referida questão.

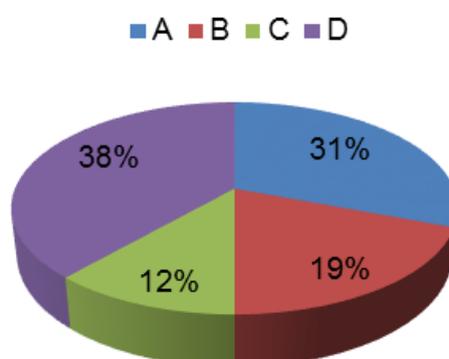


Figura 5.24. Tratamento estatístico das respostas dadas pelos alunos que responderam “nunca” na questão 6.

A observação da Figura 5.24 mostra que quando se pede para os alunos explicarem a sua resposta, estes têm muita dificuldade em responder. Há 38% dos alunos que não respondem (D).

Na Tabela 5.1. são apresentados alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos.

Tabela 5.1. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 6, alínea a) do questionário de investigação.

Categoria	Exemplos de Respostas
A	<i>“Porque me encontro numa situação de desconforto térmico de baixas temperaturas, logo não fico confortável se retirar alguma das peças do meu vestuário.”</i>
B	<i>“Porque tenho “frio”, logo não retiro qualquer peça do meu vestuário”.</i>
C	<i>“Porque está frio”</i>

Os alunos que responderam à questão 6 do questionário “Às vezes, Quase sempre ou Sempre”, foi proposto, numa alínea b, que identificassem qual ou quais as peças retiradas.

Os resultados obtidos mostram que retiravam o casaco, tendo referido que o faziam para facilitar a escrita no caderno diário.

Na questão 7 foi solicitado que “Quando as temperaturas se encontram altas, seleciona a (s) estratégia(s) que adotas para melhorar o teu conforto térmico.”.

A Figura 5.25 apresenta o conjunto de respostas selecionadas pelos alunos.



Figura 5.25. Estratégias adotadas para melhorar o conforto térmico quando se registam temperaturas altas.

Da análise da Figura 5.25 podem-se verificar que as estratégias adotadas e mais usadas pelos alunos para melhorar o conforto térmico, quando se verificam temperaturas, são “Vestir roupa fresca”, “Abrir janelas da sala de aula” e “Vestir pouca roupa”. Então, pode-se verificar que 39% selecionou a opção “Vestir roupa fresca”, 25% referem a estratégia “Abrir as janelas da sala de aula”, 17% salientam que a melhor estratégia é “Vestir pouca roupa”, 7% referem que se deviria “Abrir as portas da sala de aula”, 7% salienta que se deveriam “Abrir as janelas e a porta da sala de aula” e 5% selecionam a opção “Manter as janelas e a porta da sala de aula fechadas”.

É importante salientar que a estratégia “Abrir as portas da sala de aula”, não foi muito selecionada uma vez que os alunos salientaram que essa estratégia não era boa atendendo à arquitetura da escola, pois iria ficar muito barulho, uma vez que se iria ouvir algumas aulas que se encontravam a decorrer nas salas contíguas.

Na Figura 5.26 mostram-se os resultados obtidos para a questão 8, ou seja, “Sempre que te encontras em desconforto térmico, todos os teus colegas da turma também se encontram nessa mesma situação?”. Da análise estatística da questão referida, pode-se concluir que as situações de desconforto térmico dependem de indivíduo para indivíduo, no entanto existem patamares de temperaturas e humidade relativa para as situações de conforto térmico, tal como se refere no capítulo 3 – Revisão da Literatura, na secção 3.7.

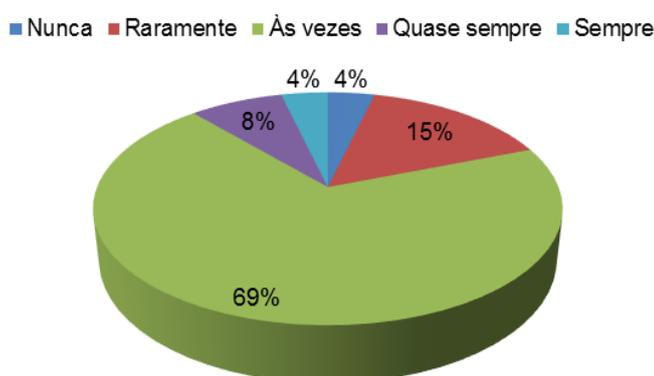


Figura 5.26. Situação de desconforto térmico dos colegas da turma quando um aluno se encontra em situação de desconforto térmico.

A observação da Figura 5.26 mostra que um aluno quando se encontra em desconforto térmico os seus colegas nem sempre se encontram em desconforto

térmico, dado que 69% dos alunos selecionam a opção “Às vezes”, enquanto 15% selecionam a opção “Raramente”, 8% “Quase sempre”, 4% “Sempre e 4% “Nunca”. Na questão 9 é avaliada se os alunos conhecem os fatores que condicionam o ar húmido que a sala de aula contém e que fatores afetam o estado de conforto térmico.

A Figura 5.27 evidencia grande dificuldade nas respostas que os alunos registaram. Esta situação era esperada, pois estamos a trabalhar com alunos do 7º ano de escolaridade. Estes ainda não desenvolveram competências para diferenciar conceitos de temperatura/calor/frio. Os conceitos “Calor” e “Frio” são trabalhados na disciplina de Geografia e só no oitavo ano de escolaridade são trabalhados na disciplina de Ciências Físico-Químicas, na unidade “Mudança Global”. No entanto, também são trabalhados no sétimo ano de escolaridade na unidade “Energia”, mas quando foi passado o questionário de investigação essa unidade ainda não tinha sido lecionada.

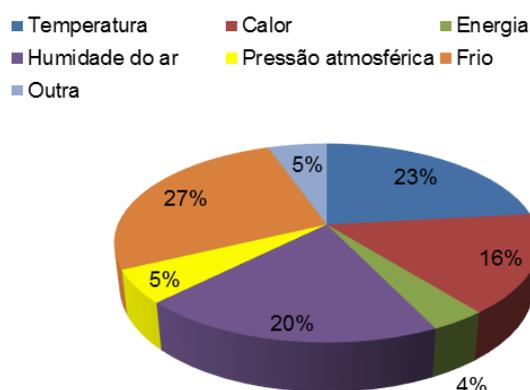


Figura 5.27. Fatores que condicionam o ar húmido que a sala de aula contém e que influenciam o conforto térmico dos alunos.

Apesar do referido anteriormente há 20% de alunos que selecionam a opção temperatura e 23% a humidade do ar. Este resultado é muito importante, pois mostra que 20% dos alunos têm rigor científico nas suas respostas, dado que a temperatura do ar influencia, em ambientes fechados, a humidade relativa do ar. Na questão 10 os alunos são levados, através de uma resposta aberta, a apresentar estratégias a adotar dentro da sala de aula para que não haja desconforto térmico.

Os resultados obtidos mostrados na Figura 5.28 indicam que 46% dos alunos apresentam uma resposta do ponto de vista científico correto, 35% registam respostas incompletas, do ponto de vista científico, 11% dos alunos registam respostas cientificamente incorretas, enquanto 8% dos alunos não respondem.

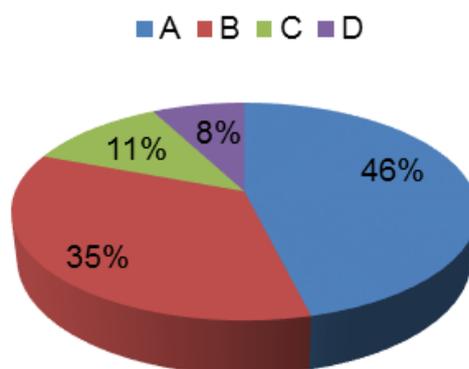


Figura 5.28. Estratégias a adotar dentro de uma sala de aula para que não haja desconforto térmico, fundamentando a resposta.

A Tabela 5.2 apresenta alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos.

Tabela 5.2. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 10 do questionário de investigação.

Categoria	Exemplos de Respostas
A	<i>“Existem várias estratégias a adotar quando as temperaturas estão baixas ou altas. Assim, quando se verificam temperaturas baixas pode-se ligar o aquecimento central da sala de aula e manter a porta e as janelas fechadas. Quando as temperaturas estão altas pode-se abrir as janelas, a porta ou então abrir a porta e as janelas para haver circulação do ar”.</i>
B	<i>“As estratégias a adotar dentro de uma sala de aula podem ser: ligar os aquecedores, abrir a porta da sala de aula, abrir as janelas da sala de aula,...”.</i>
C	<i>“Ar condicionado...”</i>

A questão 11 de resposta aberta, pede que os alunos respondam: *“Atualmente verifica-se que existem perdas de energia sob a forma de calor que ocorrem continuamente, numa escola sem medidas de isolamento térmico. Sugere três medidas que permitam reduzir as perdas de energia sob a forma de calor.”.*

Na Figura 5.29 são mostrados os resultados obtidos. A observação do gráfico da Figura 5.29 indica que 35% dos alunos apresentam uma resposta do ponto de vista

científico correta e que 31% dos alunos não responde. Pode-se concluir que os alunos, relativamente a esta questão, têm algumas dificuldades em apresentar uma resposta.

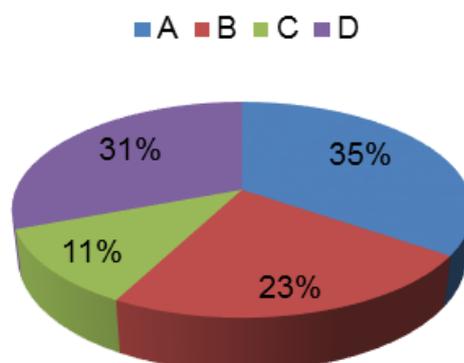


Figura 5.29. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 11 do questionário de investigação.

A Tabela 5.3 apresenta exemplos de respostas dadas pelos alunos na questão 11.

Tabela 5.3. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 11 do questionário de investigação.

Categoria	Exemplos de Respostas
A	<i>“Fazer isolamento das janelas e portas, colocar vidro duplo nas janelas e outra medida que se pode adotar é revestir as paredes com um material bom isolador, por exemplo esferovite ou cortiça”.</i>
B	<i>“As janelas e a porta da sala de aula têm de estar bem fechadas porque deixam passar o ar quente.”</i>
C	<i>“Ventilação da sala de aula.”</i>

Na questão 12 os alunos tinham um pequeno texto e a seguir medidas de intervenção para impedir transferências de energia: *“Na tua escola, há transferências de energia sob a forma de calor para o exterior, ou seja, para a atmosfera através das janelas, do telhado, do chão, das paredes, e até das frinchas. Para impedir transferências de energia sob a forma de calor indica materiais a utilizar: nas janelas, no telhado, nas paredes, no soalho, nas frinchas.”*. A Figura 5.30 mostra os resultados obtidos. Registou-se uma grande dificuldade dos alunos responderem a este tipo de questão, pois nota-se que ainda não compreendem a diferença entre materiais bons e maus condutores de calor usados na construção

civil. Pois, 35% das respostas estão cientificamente corretas, 19% cientificamente incompletas, 15% cientificamente incorretas e 31% das respostas dos alunos não respondem.

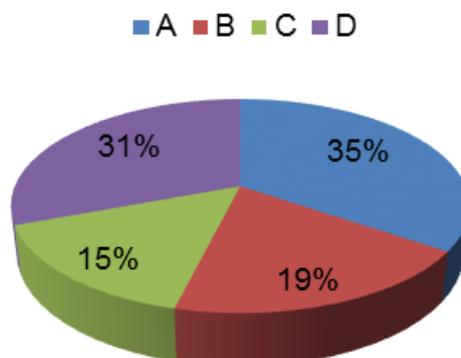


Figura 5.30. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 12 do questionário de investigação.

A seguir é apresentada a Tabela 5.4, onde são apresentados alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos na questão 12.

Tabela 5.4. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 12 do questionário de investigação.

Categoria	Exemplos de Respostas
A	<i>“Janelas: vidro duplo e caixilharia em madeira; Telhado: telha, colocando entre o teto e a telha placas de material bom isolador (ex: cortiça); Nas paredes: isolá-las com material bom isolador, por exemplo esferovite; Soalho: usar madeira; Frinchas: tapá-las com um material bom isolador”.</i>
B	<i>“Janelas: material bom isolador; Telhado: telha; Parede: revesti-las com um material que não deixe passar o calor; Soalho: tijoleira; Frinchas: tapá-las com cimento.”</i>
C	<i>“Janelas: fechar bem; Telhado: como a escola tem; Paredes: silicone; Soalho: não sei; Frinchas: colocar massa.”</i>

Por último, é colocada a questão 13. Propõe-se que os alunos digam se acham que há influência da temperatura na humidade relativa do ar. A Figura 5.31 mostra que cerca de 62% dos alunos consideram que há influência da temperatura na humidade relativa do ar, 23% dos alunos julgam que não há influência. 15% de alunos não responde, o que parece mostrar que há alunos que ainda não sabem o que é a humidade relativa do ar e o que a pode influenciar. Estes alunos informaram a professora investigadora, aquando do preenchimento do questionário, que não

entendem o conceito de humidade relativa do ar, apesar de o já terem abordado na disciplina de Geografia.

A questão 13 pedia, ainda, que os alunos justificassem a sua resposta. Os resultados obtidos são apresentados no lado direito da Figura 5.31.

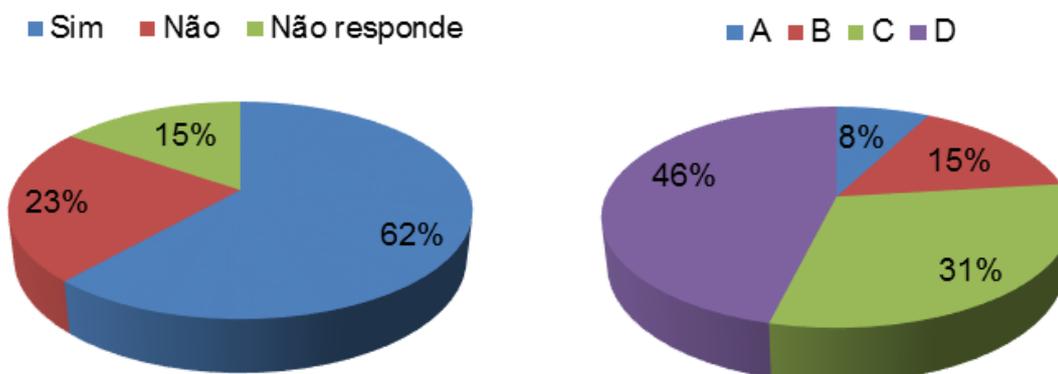


Figura 5.31. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 12 do questionário de investigação, lado esquerdo. Classificação das respostas dadas pelos alunos na questão 13, alínea a), do questionário de investigação, lado direito.

Analisando as percentagens indicadas no lado direito da Figura 5.31, podemos concluir que quando se fala em parâmetros meteorológicos, nomeadamente, temperatura e humidade relativa, os alunos têm muita dificuldade em os explicar, por isso 46% dos alunos inquiridos não apresentaram qualquer resposta. Apenas 8% apresenta uma resposta cientificamente correta, já 15% apresenta uma resposta com algum rigor científico, mas incompleta.

A Tabela 5.5 apresenta alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos.

Tabela 5.5. Exemplo de respostas dadas pelos alunos na questão 13, alínea a), do questionário de investigação.

Categoria	Exemplos de Respostas
A	“A humidade é a quantidade de vapor de água que existe no ar, o vapor de água existente no ar deve-se à evaporação da água existente nos mares, rios, lagos, etc. A água evapora-se devido à temperatura do ar”.
B	“Porque se as temperaturas estiverem elevadas a água no estado líquido transforma-se em vapor de água, através do processo de evaporação”.
C	“É do calor.” “Pois quanto maior a temperatura, maior a humidade relativa do ar”

Após a análise das respostas dadas pelos alunos no questionário de investigação e para que os alunos no sétimo ano de escolaridade percebessem quais os parâmetros meteorológicos que influenciam o conforto térmico da sala de aula, realizaram-se algumas atividades na sala de aula, aquando da abordagem da temática energia, nomeadamente quando se abordam os conceitos de calor, materiais bons e maus condutores de calor.

No entanto, ao longo de todo o ano letivo a professora investigadora registou em vários períodos de tempo valores da temperatura do ar e de humidade relativa do ar, que no final da temática “Energia” apresentou à turma onde foi implementado o estudo investigativo. Esta recolha de dados permitiu mostrar aos alunos, aquando da abordagem da temática Energia, quais os parâmetros termohigrométricos e como estes influenciam o bem-estar dos alunos no interior de uma sala de aula.

Importa salientar, que a professora investigadora com este trabalho teve como principal objetivo mostrar aos alunos que de uma forma simples e usando um instrumento simples de recolha de dados que se pode fazer, é possível fazer um pequeno trabalho de investigação onde eles próprios podem avaliar as condições de conforto térmico da sala de aula.

5.2.2. Atividades realizadas em de Sala de Aula

Nesta secção será apresentado um conjunto de atividades Prático-Laboratoriais onde os alunos tiveram a oportunidade de implementar os conceitos apreendidos durante as aulas na temática Terra em Transformação, unidade Energia, relacionados com a eficiência energética e condições de conforto térmico. Importa salientar que atendendo ao programa, atualmente em vigor, com este conjunto de atividades pretende-se que os alunos sejam capazes de elaborar justificações sobre a importância de questões energéticas para a sustentabilidade do Planeta no que respeita a fontes de energia, eficiência energética e conforto térmico.

É de notar que as Atividades Laboratoriais propostas foram elaboradas pela professora investigadora tendo por base os conteúdos programáticos a desenvolver na temática Energia e as respostas dadas pelos alunos no questionário, analisado na secção 5.2.1, que os alunos previamente responderam.

No entanto, inicialmente a professora investigadora teve a necessidade de fazer uma contextualização do trabalho a desenvolver pelos alunos, visto que a principal preocupação foi tentar desenvolver competências nos alunos relacionadas com os parâmetros termohigrométricos, apesar de essas competências à partida já terem sido adquiridas pelos alunos na disciplina de Geografia, mas o que se verificou da análise dos questionários da secção 5.2.1, essas competências na maioria dos alunos ainda não tinham sido adquiridas.

Por isso, a professora investigadora para preparar a turma, usou uma base de dados da estação meteorológica da Universidade de Aveiro (Talaia & Silva, 2011c), para mostrar como a temperatura e a humidade relativa do ar estão interligados e para isso apresentou aos alunos o gráfico da Figura 5.32. Da análise do gráfico os alunos tiveram a oportunidade de observar a dinâmica das duas variáveis em cada estação do ano.

A apresentação à turma da Figura 5.32 teve como principal objetivo mostrar que quando a temperatura do ar aumenta há uma diminuição da humidade relativa do ar. Neste ponto os alunos perceberam como é que a temperatura e a humidade relativa do ar estão interligados.

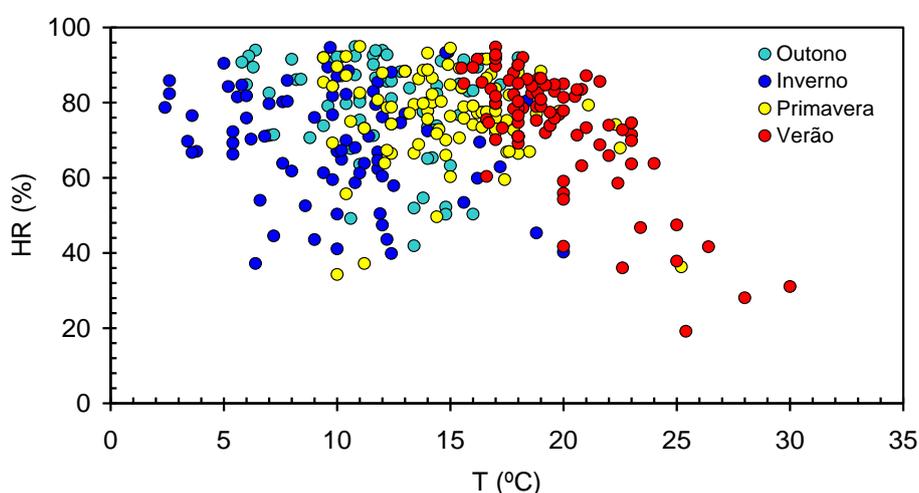


Figura 5.32. Relação entre a temperatura e a humidade relativa do ar ao longo do ano 2010.

Após a análise do gráfico da Figura 5.32 e algum debate sobre o gráfico um dos alunos colocou à professora investigadora a seguinte questão: “(...) *em laboratório podemos recolher dados e construir o mesmo gráfico e obtemos as mesmas conclusões?*”. Esta questão foi bastante pertinente, uma vez que, a professora

investigadora com a ajuda do instrumento de medida já construído, o psicrómetro, explicou aos alunos o funcionamento do mesmo e como podiam facilmente fazer uma recolha de dados e obter um gráfico semelhante. Nesta fase, a professora investigadora informou a turma que a humidade relativa do ar poderia ser obtida usando a temperatura do ar e a temperatura do termómetro húmido. Os dados recolhidos pelo psicrómetro seriam colocados numa tabela (disponível nos livros escolares) e facilmente seria conhecida a humidade relativa do ar. Foi feita uma exemplificação usando o quadro interativo.

Importa salientar que durante esta apresentação a professora, de forma a exemplificar, solicitou a ajuda de um aluno para medir no psicrómetro a temperatura do ar, bem como a temperatura do termómetro do bolbo húmido, e recorrendo a uma tabela pediu que determinasse a humidade relativa do ar. Aqui os alunos ficaram esclarecidos e perceberam como é fácil avaliar a humidade relativa do ar. Após o debate sobre a temperatura e a humidade relativa do ar, um aluno colocou a seguinte pergunta: “(...) nós falamos na temperatura e na humidade relativa do ar, mas a professora disse que hoje íamos falar sobre o conforto térmico, é a partir da temperatura e da humidade que chegamos à análise do conforto térmico das nossas casas?”.

De forma a responder à questão colocada pelo aluno e prosseguindo com o objetivo da aula, ou seja, desenvolver competências ao nível de como se avalia as condições de conforto térmico de uma sala ou de uma casa e de como minimizar as “perdas” de energia numa casa, a professora investigadora teve a necessidade de explicar à turma que a sensação térmica de cada individuo muda ao longo do tempo e para se avaliar a sensação térmica pode-se usar uma escala de conforto térmico (*EsConTer*), referindo que esta escala varia entre -3 (ambiente térmico muito frio) e +3 (ambiente térmico muito quente) e cada aluno, tendo em atenção às condições de conforto térmico seleciona a zona a que se encontra. A professora investigadora desenhou no quadro da sala de aula de forma a explicar como funciona (Figura 5.33).

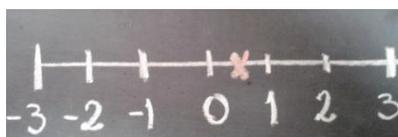


Figura 5.33. Escala *EsConTer* representada em sala de aula.

Após a explicação, no quadro da sala de aula da escala sétima de sensação térmica (índice *EsConTer*, desenvolvido por Talaia & Simões, 2009), a professora investigadora referiu à turma que antes do início do segundo período preparou uns gráficos para discuti-los com eles sobre esta escala, explicando que as leituras dos dados foram feitas usando uma escala de cores e depois convertida para a escala do índice *EsConTer*, como mostra a Figura 5.34.

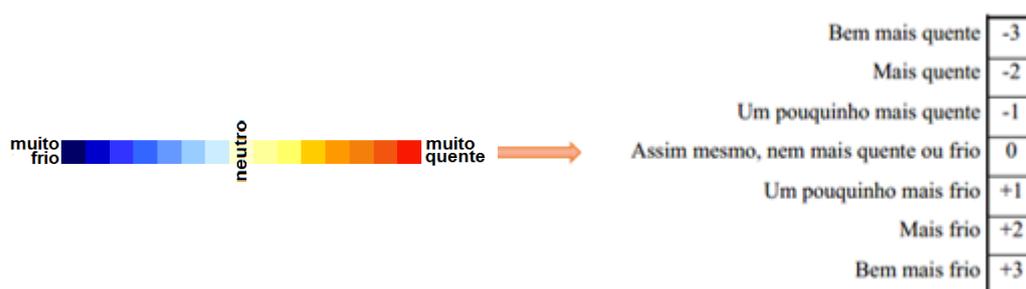


Figura 5.34. Escala de cores e escala do índice *EsConTer* representada em sala de aula.

Após esta explicação de recolha de dados, a professora investigadora apresentou à turma o gráfico da Figura 5.35, que mostra como varia o índice *EsConTer* durante 10 dias considerados frios (*Inverno*). Na figura são indicadas duas linhas horizontais (+0,5 e -0,5) para se compreender que casos são considerados de ambiente térmico confortável. Os pontos circulares indicam os valores de sensação térmica previstos pelo *EsConTer*.

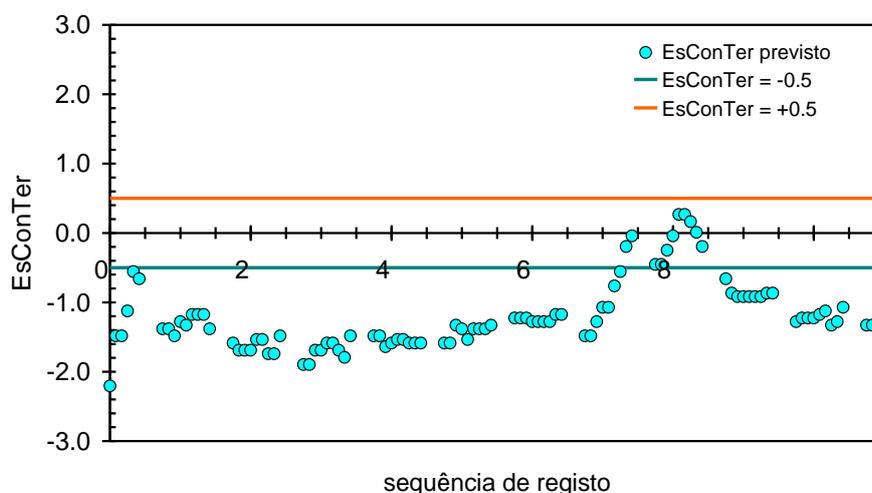


Figura 5.35. Índice *EsConTer* ao longo de 10 dias considerados frios (*Inverno*).

De seguida, introduziram-se estes dados no diagrama da W.M.O., de forma a mostrar que basta a intersecção da temperatura e humidade relativa para se conhecer a sensação térmica e conhecer estratégias de intervenção, Figura 5.36.

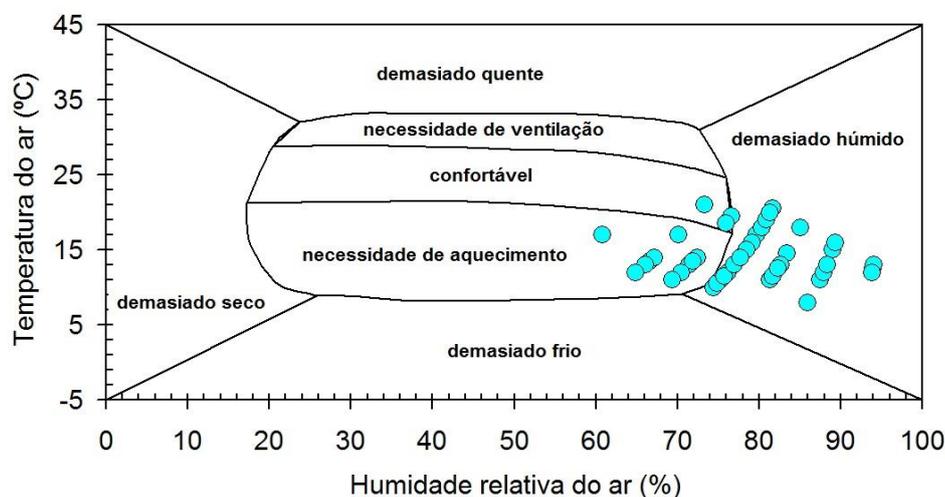


Figura 5.36. Temperatura em função da humidade relativa do ar no diagrama da W.M.O., durante os 10 dias considerados frios (*Inverno*).

A observação do gráfico da Figura 5.36 mostra que a maioria dos casos estudados se encontram em ambiente térmico desconfortável. Estes resultados estão em concordância com as conclusões tiradas quando se usa o *EsConTer*.

Posteriormente, a professora investigadora apresentou à turma os mesmos gráficos, no entanto, usando dados recolhidos durante alguns dias considerados quentes (Verão), com o objetivo dos alunos poderem interpretar as diferenças entre os dois períodos distintos.

A Figura 5.37 mostra como varia o índice *EsConTer* durante 4 dias considerados quentes (Verão).

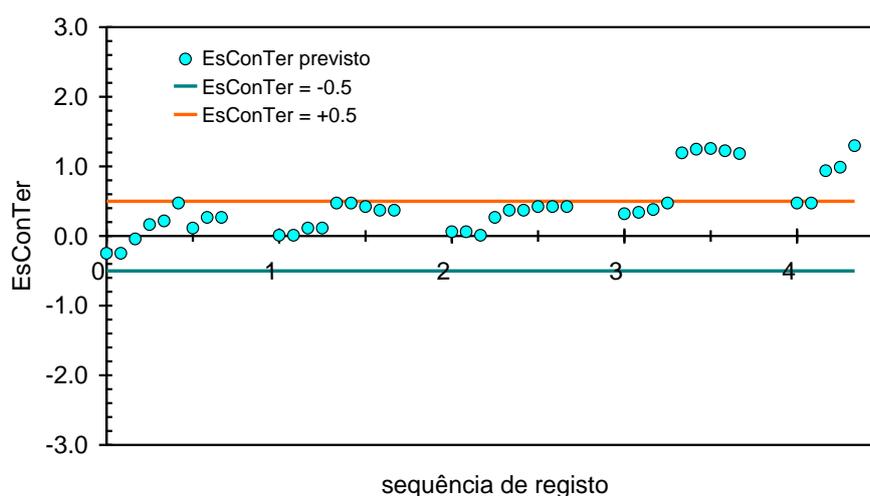


Figura 5.37. Índice *EsConTer* ao longo de 4 dias considerados quentes (*Verão*).

De seguida, na Figura 5.38 apresenta-se o diagrama da W.M.O., de forma a mostrar que basta a intersecção da temperatura e humidade relativa para se conhecer a sensação térmica e conhecer estratégias de intervenção para os dias considerados quentes (*Verão*).

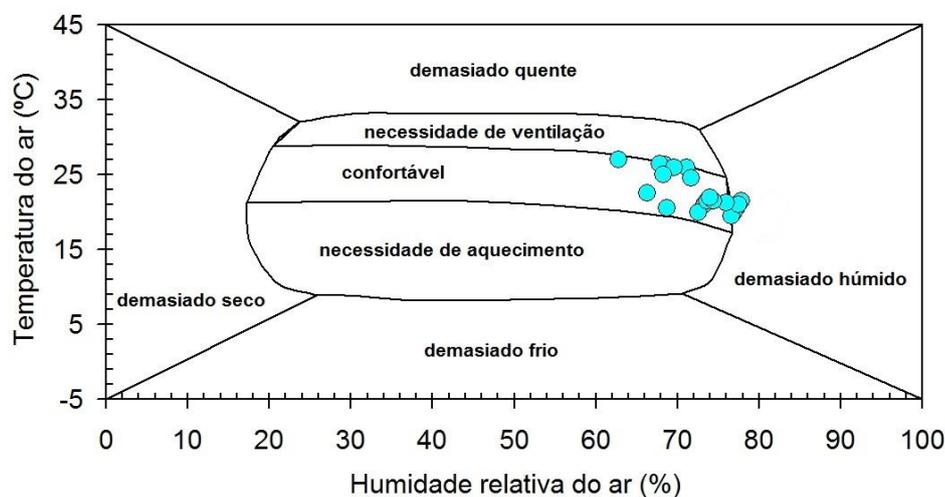


Figura 5.38. Temperatura em função da humidade relativa do ar no diagrama da W.M.O., durante os 4 dias considerados quentes (*Verão*).

Após a análise dos gráficos, a professora investigadora informou a turma que em sala de aula os resultados seriam idênticos. Nesta fase, os alunos mostraram bastante interesse pelo estudo referindo, ainda, que se em Geografia tivessem trabalhado da mesma forma teriam percebido melhor os conteúdos abordados.

Por fim, a professora informou a turma que nas próximas aulas os alunos iriam para o laboratório trabalhar sobre a temática, informando que inicialmente iriam realizar uma atividade onde teriam de escolher materiais para construir uma casa termicamente confortável, usando os conceitos de materiais bons e maus condutores de calor e condutividade trabalhados em aulas anteriores. E, de seguida, iram realizar uma segunda atividade onde avaliaram as condições de conforto térmico da sala de aula.

Importa salientar que esta aula foi extremamente importante, pois permitiu ajudar os alunos a perceberem melhor os conceitos de temperatura e humidade relativa do ar e ajudou a professora investigadora a delinear/construir as atividades de laboratório para os alunos realizarem em sala de aula, sendo este um dos principais objetivos do segundo ano de estudo. Pois, pretendíamos construir um conjunto de aulas e atividades para serem os alunos a determinar as condições de conforto térmico de uma sala de aula.

A seguir apresentamos as atividades laboratoriais realizadas pelos alunos neste ano de estudo, onde deixamos alguns exemplos de respostas dadas por eles e algumas conclusões sobre as atividades propostas.

Aula 1. Construção de uma casa termicamente confortável

Nesta atividade pretende-se que os alunos sejam capazes de descreverem medidas práticas eficazes e justifiquem a sua adoção na construção de casas ecológicas, com preocupações ao nível da eficiência energética, nomeadamente redução das transferências de energia sob a forma de calor por condução entre o interior e o exterior de um espaço (Anexo 6).

A Figura 5.39 mostra um exemplo de respostas dadas por um grupo de alunos nesta atividade.

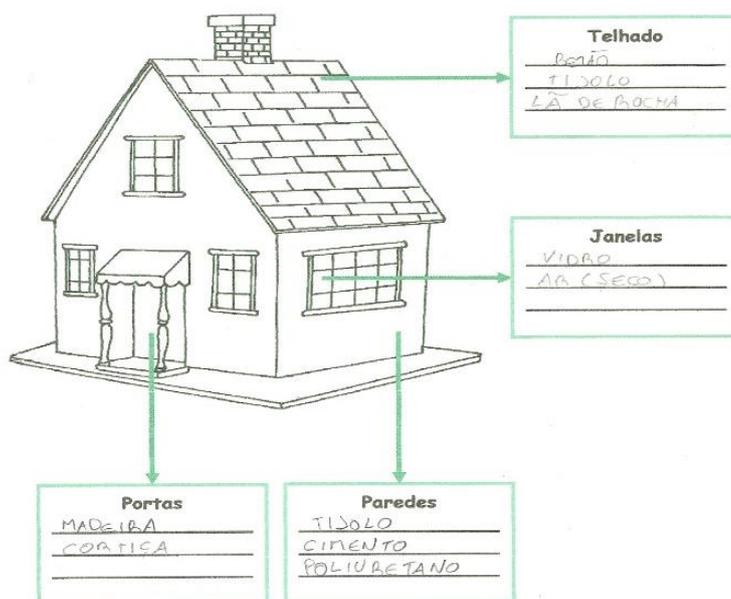


Figura 1. Projecto de construção de uma habitação.

Fundamenta as tuas opções (podes juntar diversos materiais para te permitir um melhor isolamento térmico).

Para a construção da casa tive em conta também o aspeto estético, assim sendo escolhi de escintilam materiais com melhor condutividade térmica não foi possível os rebecionas.

Para as portas rebeinei madeira as janelas de alumínio e juntei-lhe ainda cortina para melhorar o isolamento.

Nas paredes utilizei os materiais comuns tijolo e cimento, mas acrescentei poliuretano que tem uma excelente reguntoneia térmica. Para as janelas utilizei vidro duplo que evita ter ar e ar fresco.

No telhado os materiais comuns betão e tijolo mas desta vez juntei-lhe de rocha para um melhor isolamento.

Figura 5.39. Exemplo de resposta apresentada por um grupo de alunos.

Da análise das respostas pode-se verificar que os alunos, já nesta faixa etária, têm a noção de como se poderá de forma eficiente construir uma casa de forma a garantir minimamente o conforto térmico. Após a realização e debate desta atividade alguns alunos colocaram a seguinte questão: “Como podemos avaliar o conforto térmico das nossas casas?”.

Esta questão foi importante, pois permitiu apresentar à turma as atividades que se seguem.

Aula 2. Avaliação das Condições de Conforto do Laboratório de Física e Química

Para avaliação das condições térmicas do Laboratório de Física e Química, da Escola EB2,3 de Arouca, foram construídos, usando materiais de laboratório, na sala de aula e pelos alunos da turma escolhida para o desenvolvimento do estudo, psicrómetros, ver Anexo 7 – plano da atividade. Cada instrumento de medida construído é constituído, por um termómetro de bolbo seco e um termómetro de bolbo húmido. A Figura 5.40 mostra construção do equipamento realizada pelos alunos.



Figura 5.40. Construção de instrumentos de medida de dados meteorológicos, psicrómetros.

Após a construção dos psicrómetros e depois de serem testados os alunos, por turno, de seguida, juntaram-se em grupos de 3 elementos e começaram a registar os valores de 15 em 15 minutos, salienta-se que os alunos do primeiro turno registaram valores entre as 8h 30min e as 9h 45 min, ao passo que os elementos do segundo turno registaram valores entre as 10h 15min e as 11h 30min (Anexo 2).

A Figura 5.41 mostra as tabelas onde cada grupo registou os valores observados, no lado esquerdo (a) apresenta-se uma tabela de um grupo do primeiro turno e do lado direito (b) uma tabela de um grupo do segundo turno.

Salienta-se, ainda, que os alunos para obterem os valores da humidade relativa do ar tiveram a necessidade de recorrer à Tabela 5.6, nesta tabela, a título de exemplo, apresenta-se a recolha de dados realizada por um dos grupos da turma.

Hora	T °(C)	T _w (°C)	H (%)	Sensação Térmica	Hora	T °(C)	T _w (°C)	H (%)	Sensação Térmica
8h30	24	19,5	63%		10h30	23	18	59%	
9h00	23	18	59%		10h45	24	18	50%	
9h15	23,5	18,5	60%		11h00	24	18,5	53%	
9h30	24	18,8	60%		11h15	25	18,5	42%	
9h45	24	18	50%		11h30	24	18	50%	

(a)

(b)

Figura 5.41. Registo de dados, (a) primeiro turno e (b) segundo turno.

Tabela 5. 6. Temperatura do ar em função da variação de temperatura – Humidade relativa.

	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
5	100	97	94	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	28	25
6	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50	47	44	42	39	36	33	31	28
7	100	97	94	91	88	85	83	80	77	74	71	68	66	63	60	57	55	52	49	47	44	41	39	36	34	31
8	100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	72	70	67	64	62	59	57	54	51	49	46	44	41	39	36	34
9	100	97	95	92	89	87	84	81	79	76	73	71	68	66	63	61	58	56	53	51	48	46	44	41	39	36
10	100	97	95	92	90	87	84	82	79	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	53	50	48	46	43	41	39
11	100	97	95	92	90	87	85	83	80	78	75	73	71	68	66	64	61	59	57	54	52	50	48	45	43	41
12	100	98	95	93	90	88	86	83	81	79	76	74	72	69	67	65	63	60	58	56	54	52	50	47	45	43
13	100	98	95	93	91	88	86	84	81	79	77	75	73	70	68	66	64	62	60	58	55	53	51	49	47	45
14	100	98	95	93	91	89	86	84	82	80	78	76	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47
15	100	98	96	93	91	89	87	85	83	81	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	53	51	49
16	100	98	96	94	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	62	60	58	56	54	52	50
17	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	65	63	61	59	57	55	54	52
18	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	77	75	73	71	69	67	66	64	62	60	59	57	55	53
19	100	98	96	94	92	90	88	86	85	83	81	79	77	75	74	72	70	68	67	65	63	61	60	58	56	55
20	100	98	96	94	92	91	89	87	85	83	81	80	78	76	74	73	71	69	67	66	64	62	61	59	57	56
21	100	98	96	94	93	91	89	87	85	84	82	80	78	77	75	73	72	70	68	67	65	63	62	60	59	57
22	100	98	96	95	93	91	89	87	86	84	82	81	79	77	76	74	72	71	69	67	66	64	63	61	60	58
23	100	98	96	95	93	91	89	88	86	84	83	81	79	78	76	75	73	71	70	68	67	65	64	62	61	59
24	100	98	97	95	93	91	90	88	86	85	83	82	80	78	77	75	74	72	71	69	68	66	65	63	62	60
25	100	98	97	95	93	92	90	88	87	85	84	82	80	79	77	76	74	73	71	70	68	67	65	64	63	61
26	100	98	97	95	93	92	90	89	87	85	84	82	81	79	78	76	75	73	72	70	69	68	66	65	63	62
27	100	98	97	95	94	92	90	89	87	86	84	83	81	80	78	77	75	74	72	71	70	68	67	66	64	63
28	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	80	79	77	76	74	73	72	70	69	68	66	65	64
29	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	81	79	78	76	75	74	72	71	70	68	67	66	64
30	100	98	97	95	94	92	91	89	88	87	85	84	82	81	80	78	77	75	74	73	71	70	69	68	66	65
31	100	98	97	96	94	93	91	90	88	87	85	84	83	81	80	79	77	76	75	73	72	71	69	68	67	66
32	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	84	83	82	80	79	78	76	75	74	73	71	70	69	68	66
33	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85	83	82	81	79	78	77	76	74	73	72	71	69	68	67
34	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	82	81	80	78	77	76	75	73	72	71	70	69	67
35	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	83	81	80	79	78	76	75	74	73	72	70	69	68
36	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	85	84	83	82	80	79	78	77	76	74	73	72	71	70	69
37	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	86	84	83	82	81	79	78	77	76	75	74	72	71	70	69
38	100	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	83	82	81	80	79	77	76	75	74	73	72	71	70
39	100	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	84	82	81	80	79	78	77	75	74	73	72	71	70
40	100	99	97	96	95	94	92	91	90	89	87	86	85	84	83	82	80	79	78	77	76	75	74	73	71	70

Na recolha de dados foi, também, usada uma escala de cores, como está presente na Figura 5.41, pois em cada momento de observação os alunos indicaram através de marcação de uma “cruz” a sensação térmica que estavam a sentir. A cor “azul” (mais escura) indicava uma situação de sensação de frio intenso e a cor “vermelha” (mais escura) indicava uma situação de sensação de calor intenso. O tipo de vestuário usado foi também valorizado. Este registo permitiu que os alunos aquando da análise dos dados experimentais tivessem a oportunidade de

confrontarem os dados recolhidos com a sensação térmica que estavam a sentir no momento de cada registo.

Após a recolha de dados e seu tratamento, os 15 minutos que restaram da aula (as aulas e foi feito o estudo têm a duração de 90 minutos) foram analisados, em grande grupo, os resultados obtidos por cada um dos grupos e discutiram-se estratégias de intervenção para melhorar o conforto da sala de aula (através de ventilação, aquecimento, e ou outras vias).

Os alunos após terem recolhido os resultados, representaram-nos no diagrama de Conforto Térmico, tal como se mostra na Figura 5.42.

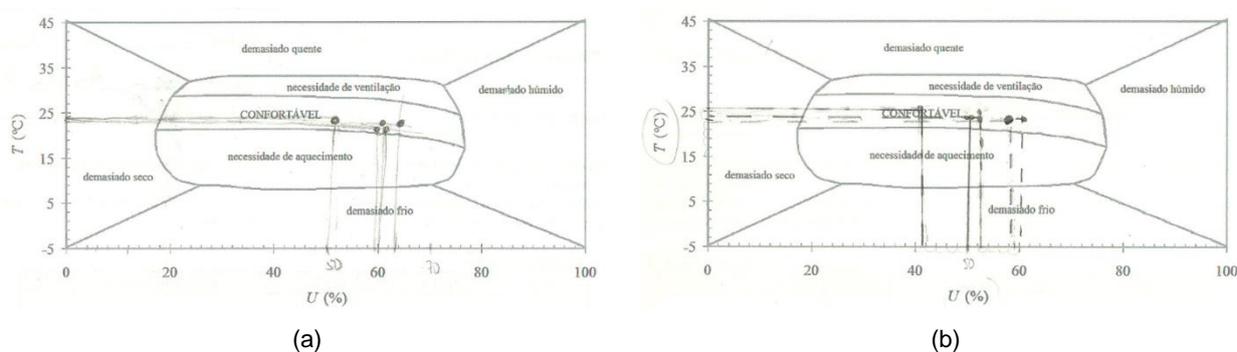


Figura 5. 42. Representação dos resultados experimentais no Diagrama de Conforto da W.M.O., (a) primeiro turno e (b) segundo turno.

Os resultados obtidos em cada um dos diagramas indicados na Figura 5.42 mostram que a evolução da temperatura ao longo do dia altera as condições de conforto, devido ao ciclo solar diurno. Este resultado foi comparado com o valor da escala de cores da escala térmica. Os valores obtidos mostraram concordância.

A atividade de avaliação do conforto térmico de uma sala de aula permitiu que os alunos se tornassem por algumas horas uns verdadeiros “cientistas”, uma vez que tiveram a oportunidade de confrontar a teoria com a experimentação. Pois, tal como eles por diversas vezes referiram “os resultados experimentais coincidem com a teoria”, ou até mesmo “os resultados experimentais coincidem mesmo com a nossa situação de conforto na sala de aula” (Silva & Talaia, 2012a).

Importa, ainda, referir que nesta turma existiam alunos que ao longo de todo o ano letivo mostraram-se bastante tímidos quando eram solicitados a intervir nas aulas quer teóricas quer experimentais. Mas ao longo desta aula esses alunos questionaram, por diversas vezes, a professora investigadora de livre e espontânea

vontade, e refere-se que foram intervenções bastante pertinentes, já que quiseram sempre perceber como é que com os resultados experimentais conseguiam avaliar a sua situação de conforto térmico dentro da sala de aula.

A Figura 5.43 mostra a entrega dos alunos ao longo da realização de toda a atividade experimental, onde todos os elementos de cada grupo quiseram perceber tudo aquilo que estavam a trabalhar e queriam participar em todos os registos e observações.



Figura 5.43. Trabalho desenvolvido pelos alunos durante a realização da atividade experimental.

No final da atividade os alunos de cada grupo responderam a um questionário referente à avaliação da atividade que desenvolveram ao longo da aula. As respostas permitiram construir o gráfico da Figura 5.44 e retirar considerações muito interessantes acerca da atividade realizada ao longo de toda a aula.

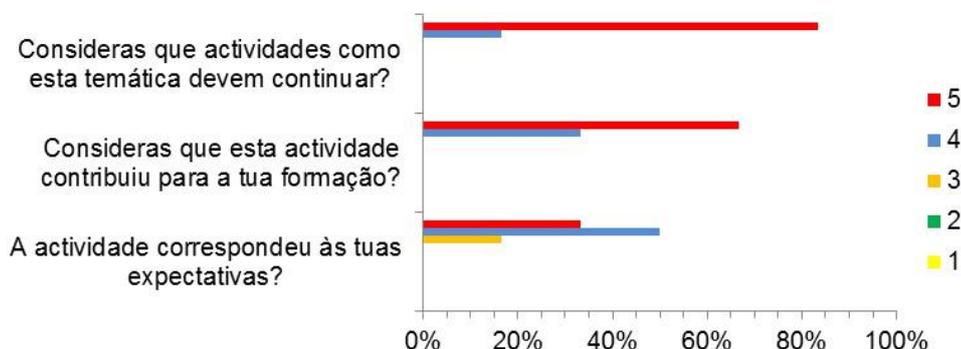


Figura 5. 44. Avaliação Global da Atividade – Avaliação das Condições de Conforto Térmico do Laboratório de Físico-Química.

Da análise do gráfico apresentado na Figura 5.44 pode-se constatar que atividades deste tipo são bastante interessantes e motivadoras para os alunos. Em relação aos 17% de alunos que consideraram que a atividade foi satisfatória (pontuação 3) no que diz respeito se esta atividade correspondeu às suas expectativas, esses alunos salientaram que a classificaram desta forma, uma vez que achavam, ainda mais interessante e educativo fazer a avaliação do conforto da sala de aula durante um dia inteiro, isto para perceberem ainda melhor como é que as condições atmosféricas, ao longo de um dia inteiro, influenciam as condições de conforto térmico de uma sala de aula, nomeadamente no Laboratório de Físico-Química. Por fim, a investigação permitiu concluir, como é esperado, que as condições atmosféricas interiores “indoor” de uma sala de aula são condicionadas pelas condições atmosféricas exteriores “outdoor”.

Os resultados obtidos permitiram conhecer as sensações de conforto e desconforto ao longo do período de análise para uma sala de aula, Laboratório de Físico-Química, onde foram discutidas estratégias para melhorar o ambiente.

Foi consenso geral que o diagrama da World Meteorological Organization (W.M.O.) é simples de utilização e com indicações objetivas acerca da melhoria do ambiente e que a escala de cores é muito útil para se conhecer a sensação térmica sentida. Deste estudo surge uma questão bastante pertinente e colocado por vários alunos **“Onde se situa o patamar de tolerância, em termos de conforto térmico, para um melhor ensino e aprendizagem?”**. Esta questão será desenvolvida no terceiro ano de estudo.

Em jeito de conclusão, pretende-se mostrar/ajudar os professores de Física e Química, uma forma eficaz e motivante de lecionar o tema “Mudança Global”, aliando sempre a teoria à parte prático-laboratorial, ou até mesmo de campo mencionada nas Orientações Curriculares cedidas pelo Ministério da Educação (DEB, 2001b).

Pretende-se ainda que este estudo possa ser mais um exemplo a ter em conta pelos professores do 3º Ciclo, nomeadamente pelos professores de Ciências Físico-Químicas, que tenham o propósito de focalizar o tema “Mudança Global” numa base interdisciplinar em que a diversificação de estratégia engloba a visualização de vídeos, elaboração de críticas e comentários, trabalho experimental

e debates entre outros, tendo sempre como ponto de partida uma abordagem CTSA e a perspectiva de Ensino Por Pesquisa (EPP).

Nesta experiência educativa os alunos desenvolvem atitudes inerentes ao trabalho em Ciência, nomeadamente a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho, respeitando e questionando os resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efetuado, a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, a reformulação do seu trabalho, o desenvolvimento do sentido estético, de modo a apreciar a beleza dos objetos e dos fenómenos físico – naturais, respeitando a ética e a sensibilidade para trabalhar em Ciência, avaliando o seu impacto na sociedade e no ambiente.

Espera-se desenvolver competências de literacia científica e de cidadania, de modo a contribuir para a formação de futuros cidadãos ativos e conscientes defensores da Sustentabilidade da Terra.

5.2.3. Palestra na EB 2,3 de Arouca

Neste ano de estudo tivemos, ainda, a oportunidade de realizar uma palestra sobre a temática Mudança Global e Saúde Pública para a comunidade escolar da EB 2,3 de Arouca. Importa salientar que esta palestra foi integrada nas comemorações do Programa Eco-Escolas realizadas na escola EB 2,3 de Arouca.

5.2.3.1 Enquadramento da palestra

A atmosfera é fascinante e o seu estudo continua a suscitar interesse por parte de muitos investigadores e, também, a curiosidade de muitos cidadãos.

Os profissionais de ensino, nomeadamente os professores do Ensino Básico da disciplina de Ciências Físico-Químicas, têm a grande responsabilidade de iniciar a formação dos seus alunos em meteorologia, aquando da abordagem da unidade temática “Mudança Global”, no oitavo ano de escolaridade.

No entanto, é sabido que muitos professores sentem grandes dificuldades na lecionação da temática anteriormente referida, pelo motivo de não terem tido uma formação inicial adequada. Por isso, muitas vezes esta temática é lecionada em articulação com a disciplina de geografia, ou até mesmo não é lecionada.

É de salientar, ainda, que alguns professores levam os seus alunos a visitarem estações meteorológicas clássicas, mas na realidade as competências adquiridas

nestas visitas são questionáveis; ou até mesmo, algumas escolas instalam estações meteorológicas automáticas que apenas servem para registar dados meteorológicos.

Assim sendo, a atmosfera é o melhor laboratório de ensino, é gratuito e, por isso, está disponível a todos aqueles que queiram fazer experiências simples. Neste laboratório encontramos todos os fenómenos físicos que envolvem o estudo da ótica, da cinemática, da dinâmica, da energia, da eletricidade e tantos outros.

Com o intuito de sensibilizar os alunos e comunidade escolar para o estudo desta temática foi realizada uma palestra, no dia 8 de Junho, na EB 2,3 de Arouca, onde a professora investigadora se encontrava a lecionar nesse ano letivo.

Nesta palestra estudou-se o ar húmido que nos rodeia e como afeta o conforto térmico e a saúde pública. Os participantes tiveram a oportunidade de se colocarem no lugar de um observador meteorológico, fazendo observações instrumentais e sensoriais.

Os participantes usaram um equipamento simples, construído por alunos de uma turma da escola. O equipamento poderá ser construído facilmente em qualquer escola, para se poder interpretar fisicamente o que condiciona o ar húmido.

5.2.3.2. Caracterização dos participantes

O grupo participante na palestra foi escolhido pelos professores responsáveis pelo Clube Célula Ecológica. Assim sendo, foram escolhidos várias turmas de anos de escolaridade diferentes, estiveram presentes quatro turmas, uma turma do 6º ano de escolaridade, uma turma do sétimo ano de escolaridade, uma turma do oitavo ano de escolaridade e uma turma do nono ano de escolaridade. No entanto, estiveram, também, presentes alguns alunos de outras turmas da escola que pediram para participar atendendo que era um tema que lhes chamava à atenção. Para além dos alunos estiveram presentes todos os professores de Ciências Físico-Químicas, Ciências Naturais, Geografia, professores de outras disciplinas da escola, Funcionários e Encarregados de Educação (Figura 5.45).



Figura 5.45. Amostra do grupo participante na palestra.

5.2.3.3. Definição do modelo de trabalho na palestra

A palestra foi dinamizada pelo professor Doutor Mário Talaia e pela professora investigadora. A palestra foi dividida em duas partes distintas, onde os dinamizadores da palestra fizeram uma contextualização da temática. Esta fase foi bastante interessante, uma vez que os alunos de uma maneira geral estiveram bastante atentos, fazendo intervenções pertinentes e sempre na busca de respostas às suas inquietações, tal como se mostra na Figura 5.46.



Figura 5.46. Primeira parte da palestra.

Após o enquadramento da temática bem como da resposta a algumas inquietações/preocupações dos alunos sobre os fatores que afetam a saúde pública e o bem-estar do ser humano passou-se à segunda parte, em que os alunos tiveram a oportunidade de serem eles próprios a testar tudo o que foi apresentado na primeira parte da palestra. Os alunos manusearam instrumentos de medida simples, psicrómetros e tiveram a oportunidade a escala de cores e de usar o

diagrama de conforto térmico da Organização Mundial de Saúde (W.M.O.), tal como se mostra na Figura 5.47.



Figura 5.47. Fase de trabalhos do grupo participante.

Os participantes tiveram a oportunidade de reconhecer quais os parâmetros meteorológicos que afetam o bem-estar, nomeadamente o conforto térmico. Importa salientar que houve uma grande entrega e motivação por todos os participantes, quer alunos quer professores, pois todos os presentes mostraram bastante entusiasmo em aprender algo de novo e, principalmente, os alunos quando tiveram a oportunidade de serem eles próprios a tirarem conclusões acerca dos dados recolhidos por eles próprios.

5.2.3.4. Avaliação da palestra

No final da palestra todos os participantes fizeram uma avaliação da palestra, respondendo a um pequeno inquérito, ver Anexo 10.

Na Figura 5.48 e 5.49 apresentam-se os resultados obtidos em face das respostas apresentadas, no inquérito de avaliação da palestra, pelos participantes. Importa salientar que se considerou uma escala de satisfação de 1 (mau) a 5 (Muito Bom).

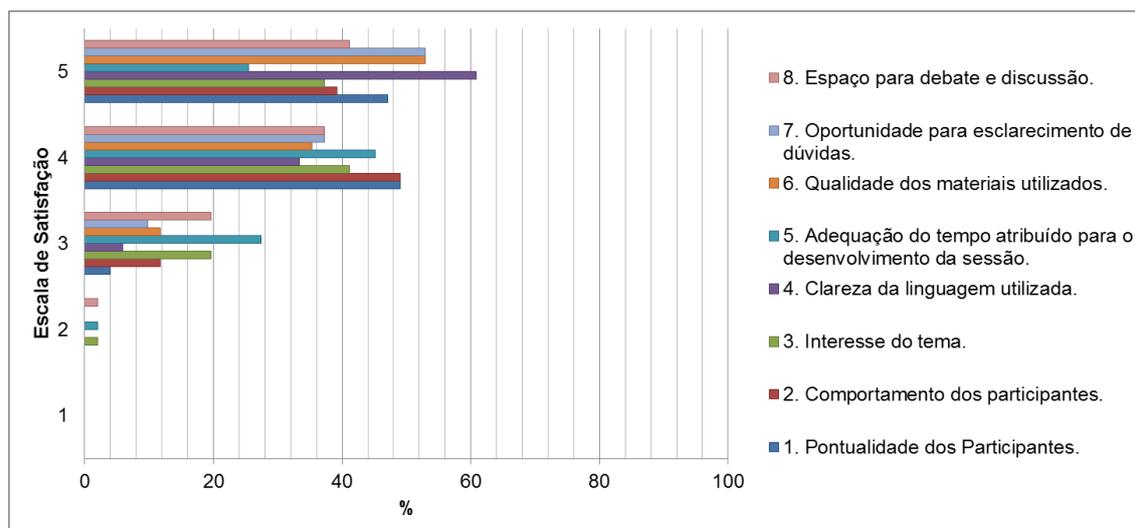


Figura 5. 48. Avaliação da Sessão.

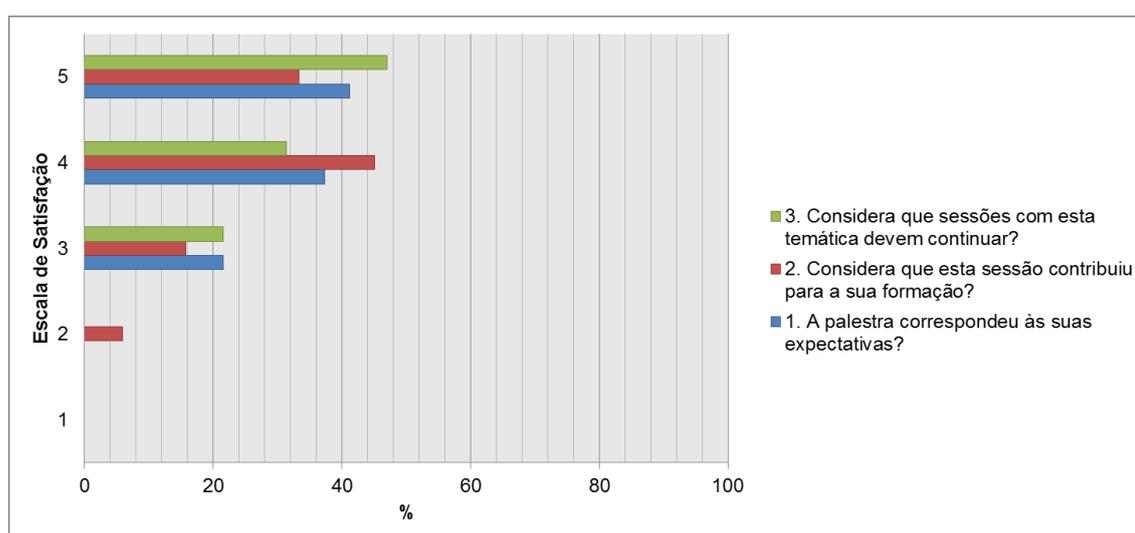


Figura 5. 49. Avaliação da Global Sessão.

Após a análise dos resultados pode-se constatar o sucesso da palestra, pois os participantes no geral apresentaram uma classificação de Bom e Muito Bom sobre os temas tratados durante a palestra.

Importa ainda salientar que no final da Palestra houve elogios acerca do seu funcionamento e na forma como esta foi conduzida. Assim sendo, os resultados foram animadores e encorajam no sentido de suscitar novas oportunidades.

5.3. Terceiro Ano do Estudo

No terceiro ano de estudo foram escolhidas duas turmas (turma A e turma B) do oitavo ano de escolaridade para serem estudadas as condições de conforto térmico de uma sala de aula e como estas afetam o processo de ensino e aprendizagem. Importa salientar que este estudo foi realizado ao longo de todo o ano letivo, onde se dividiu o estudo em duas fases distintas, a primeira fase referente ao período considerado “frio” e a outra fase ao período considerado “quente”. É, ainda, importante referir que a turma A foi estudada em dois grupos distintos (turno 1 e 2), assim como a turma B (turno 1 e 2), uma vez que a professora investigadora lecionou a disciplina de Ciências Físico-Químicas, ao longo do ano letivo, com as turmas divididas por turnos, devido ao desdobramento com a disciplina de Ciências Naturais.

A professora investigadora fez um estudo preliminar acerca da evolução das avaliações dos alunos ao longo do primeiro período de forma a ter noção de como poderia avaliar a aprendizagem dos alunos em função do ambiente térmico da sala de aula.

5.3.1. Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico de uma sala de aula

Atualmente, a preocupação do homem em relação ao seu bem-estar e conforto está diretamente relacionado com a evolução da humanidade, uma vez que, quanto mais evoluído se torna o ser humano, mais exigente fica em relação ao seu conforto e bem-estar.

As atividades socioeconómica são influenciadas pelas condições atmosféricas, onde as mudanças repentinas das condições do estado do tempo podem prejudicar diversos setores produtivos, através da influência direta das variáveis meteorológicas. No entanto, um dos impactos mais importantes são os que estão diretamente relacionados com a saúde das pessoas, estejam elas em atividade laboral ou não.

É importante salientar que o ser humano é um ser vivente racional de sangue quente que, para sobreviver, necessita de manter a temperatura interna do corpo (cérebro, coração e órgãos do abdómen) dentro de limites muito estreitos, a uma temperatura constante de cerca de 37°C, obrigando a uma procura constante de

equilíbrio térmico entre o ser humano e o meio envolvente que tem influência nessa temperatura interna, podendo um pequeno desvio em relação a este valor indiciar a morte. Quando existe a percepção psicológica desse equilíbrio, pode-se falar de conforto térmico, que é definido pela ISO 7730 (2005) como “*um estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente que envolve uma pessoa (nem “quente” nem “frio”)*”.

Assim sendo, o organismo humano pode ser comparado a uma "máquina térmica", a qual gera calor quando executa algum trabalho. O calor gerado pelo organismo deve ser dissipado em igual proporção ao ambiente, para que não se eleve nem diminua a temperatura interna do corpo. Como o homem é homotérmico, isto é, deve manter sua temperatura corporal praticamente constante, esses desequilíbrios ocasionados entre a geração e a dissipação do calor pelo organismo podem ocasionar sensações desconfortáveis, ou mesmo patologias em casos mais extremos (stress térmico).

Segundo Fanger (1972), o conforto térmico envolve variáveis físicas ou ambientais e, também, variáveis subjetivas ou pessoais. Não é possível que um grupo de pessoas sujeitas ao mesmo ambiente, ao mesmo tempo, esteja todo ele satisfeito com as condições térmicas do mesmo, devido às características individuais das pessoas. As variáveis físicas de influência para a obtenção do conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura média radiante, humidade relativa do ar e velocidade relativa do ar. As variáveis pessoais envolvidas nas análises, são: atividade desempenhada pela pessoa (indicativa da quantidade de calor produzida pelo organismo, e apresentada sob a forma de taxa metabólica) e o vestuário usado pela pessoa (indicativa da resistência térmica oferecida às trocas de calor entre o corpo e o ambiente, e apresentada sob a forma de isolamento térmico das roupas). Howell & Stramiler (1981) referem que além das variáveis acima indicadas existem variáveis psicológicas a serem levadas em consideração nos estudos de conforto térmico, tão ou mais significativas do que as padronizadas, que são: temperatura percebida pela pessoa, sentimento próprio de se sentir mais aquecida ou mais refrescada do que outras pessoas, tolerância percebida ou tolerabilidade, ajustamento ou adaptação. Adicionalmente os autores indicam outras quatro

variáveis psicológicas, nomeadamente, decréscimo de “*performance*”, decréscimo de conforto, decréscimo de energia física e decréscimo de afeto.

Devido às próprias ambiguidades inseridas na definição clássica de conforto térmico, utiliza-se, com frequência o aspeto mais físico (relacionado com a temperatura do corpo) nos estudos de conforto, onde surge a noção de neutralidade térmica, a qual é definida pelo próprio Fanger “*a situação onde uma pessoa não sinte nem “frio”, nem “calor” no seu ambiente*”. A análise dessas definições realmente confere uma certa diferenciação, ficando um pouco mais clara a distinção entre os aspetos físicos e psicológicos do próprio conceito. Isso significa dizer que uma pessoa possa não estar a sentir nem frio nem calor com o seu ambiente, porém não se encontrar em conforto térmico, de acordo com sua condição mental. A neutralidade térmica representa um balanço térmico entre o homem e o ambiente, e segundo o próprio autor, embora ela seja necessária, não é suficiente para se verificar o conforto térmico. Segundo Tanabe (1988), o conceito de neutralidade térmica poderia ser ampliado para “o estado da mente que expressa satisfação com o nível de temperatura do corpo como um todo”.

Como já referido, Wyon (2010) relacionou o conforto térmico com o ensino e aprendizagem de alunos e apresentou dados registados em salas de aula de duas escolas na Dinamarca, envolvendo cerca de 300 alunos. Os resultados obtidos mostraram uma diminuição da avaliação de 3,5% dos alunos por cada °C de aumento de temperatura interior da sala de aula. O autor mostrou, ainda, que os resultados confirmam a dimensão dos efeitos do ambiente térmico no desempenho, ou seja para +10°C verifica-se uma diminuição de cerca de 35% no trabalho escolar.

Conforme já dito, nós partilhamos da convicção que o ambiente térmico influencia a aprendizagem de alunos não apenas através da temperatura do ar, mas através da temperatura do ar e da humidade relativa do ar (Silva & Talaia, 2010a, Silva & Talaia, 2010b).

Neste trabalho analisaram-se as avaliações de um grupo de alunos em função da sensação térmica apresentada pelos alunos e pela sensação térmica prevista na sala de aula durante a prova escrita de pequenas questões problema, como se mostra na Figura 5.50.



e.b. comendador Ângelo Azevedo

Questão Aula 2

Nome: _____ nº _____

Classificação _____

A professora _____ Encarregado de Educação _____

1. O funcionamento de um sonar baseia-se na emissão de ondas sonoras de elevada frequência, e posterior receção do respetivo eco.

a) Como se designam as ondas sonoras emitidas pelos sonares?

b) Qual é o fenómeno responsável pela existência de eco?

2. Explica em que condições se verifica a refração do som e em que consiste este fenómeno. Apresenta dois exemplos.

Assinala, com um X, no diagrama de cores seguinte a tua sensação de conforto térmico.



Figura 5. 50. Exemplo de uma questão aula aplicada ao grupo de alunos em estudo.

O período analisado foi dividido em duas partes, a primeira parte foi de 21 de Novembro de 2012 a 31 de Janeiro de 2013 e a segunda parte foi de 14 de Maio a 5 de Junho de 2013.

Os parâmetros meteorológicos, temperatura do ar e humidade relativa do ar, foram registados usando instrumentos simples e construídos por um grupo de alunos (Anexo 11 – Tabela de Registo).

Para se determinar a sensação térmica dos alunos foi usada uma escala de cores, onde os alunos aquando da realização das questões problema na parte final selecionavam a zona de conforto/desconforto que se encontravam no momento. Após a correção das questões elaboradas por cada aluno foram anotadas as sensações térmicas apresentadas pelos alunos que posteriormente foi convertida para a escala segundo a ISO 7730 (2005), como se mostra na Figura 5.51.



Figura 5. 51. Escala se sensação térmica.

Após a recolha dos dados, a professora investigadora usando o programa SPSS, analisou-os e foram, ainda, determinados dois índices de conforto térmico, o índice de calor (*IC*) e índice de temperatura e humidade (*ITH*). Foi também usado o índice de sensação térmica (*EsConTer*), para prever a sensação térmica no interior da sala de aula.

O *IC*, derivado do índice humidex, foi desenvolvido por Winterling em 1978 e posteriormente adaptado com base nos trabalhos de Steadman (1979). Este índice foi elaborado a partir de medidas subjetivas de quanto calor se sente para determinados valores de temperatura e humidade relativa do ar, em situações que as temperaturas são elevadas, com o indivíduo à sombra e em condições de vento fraco. Este índice foi testados por Silva Júnior (2011), tendo mesmo apresentado uma boa correlação com a perceção térmica dos indivíduos entrevistados. Os níveis de alerta e suas consequências à saúde humana estão ilustrados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7. Níveis de alerta e consequências à saúde humana. Adaptado de National Weather Service Esther Forecast Office, NOAA.

Índice Calor (IC)	Nível Alerta	Síndrome de Calor (Sintomas)
54°C ou mais	Perigo Extremo	Insolação ou ação e risco de Acidente Vascular Cerebral (AVC) iminente.
41,1°C a 54°C	Perigo	Cãibras, insolação e provável esgotamento. Possibilidade de dano cerebral (AVC) para exposições prolongadas e atividade física.
32,1°C a 32°C	Cautela Extrema	Possibilidade de cãibras «, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade física.
27,1°C a 32°C	Cautela	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física.
Menor que 27°C	Não há alerta	Não há problemas.

Para a determinação do índice de temperatura e humidade (*ITH*), modificado por Nieuwolt (1977) e que usa a temperatura do ar e a humidade relativa do ar, calculou-se a partir da expressão (5.6),

$$ITH = 0,7T + T \left(\frac{U}{500} \right) \quad (5.6)$$

em que T (°C) representa a temperatura do ar e U (%) a humidade relativa do ar (Silva & Talaia, 2010c).

Os valores de *ITH* foram interpretados, em termos de sensação térmica, através da adaptação efetuada por Talaia *et al.* (2013), tal como se mostra na Tabela 5.8.

Tabela 5.8. Sensação térmica com base no *ITH* (adaptado por Talaia *et al.* (2013).

<i>ITH</i>	Sensação térmica
$ITH < 8$	zona demasiado fria
$8 \leq ITH < 21$	zona com necessidade aquecimento
$21 \leq ITH < 24$	CONFORTO
$24 \leq ITH < 26$	zona com necessidade ventilação
$ITH \geq 26$	zona demasiado quente

O índice *EsConTer* já foi introduzido na secção 5.2.

5.3.1. Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico de uma sala de aula, ambiente considerado “frio” (*Inverno*)

A Figura 5.52 mostra a relação entre a temperatura e a humidade relativa do ar no interior da sala de aula para o primeiro período de observação, *Inverno*.

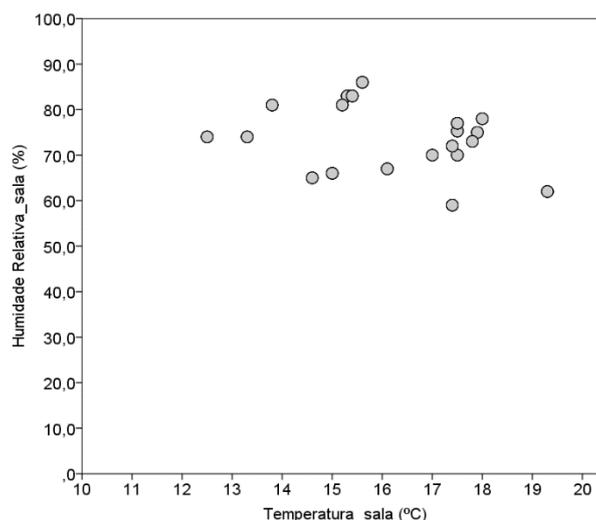


Figura 5. 52. Humidade relativa em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, *Inverno*.

Da análise do gráfico da Figura 5.52 pode-se mostrar que, tal como é esperado pela teoria, quando a temperatura do ar aumenta regista-se uma diminuição da humidade relativa do ar.

A Figura 5.53 mostra como o índice *ITH* (índice de temperatura e humidade) é influenciado pela temperatura da sala, bem como a sensação térmica prevista. Na prática é sabido que a temperatura influencia a humidade relativa do ar, se a temperatura aumenta é esperada uma diminuição da humidade relativa do ar, e vice-versa. A observação dos gráficos mostra, de forma inequívoca, que a

sensação térmica prevista para os alunos acompanha o valor esperado para o índice *ITH*. Pode-se afirmar que o índice *EsConTer* (sensação térmica) é um bom indicador da sensação térmica prevista para um ambiente. Regista uma excelente correlação entre os valores do índice térmico *ITH* e a sensação térmica registada (*EsConTer*).

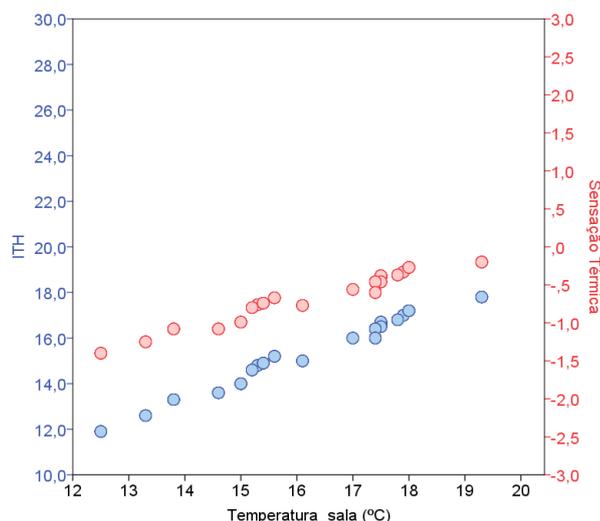


Figura 5. 53. *ITH* e Sensação Térmica em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, *Inverno*.

Após a análise dos diferentes parâmetros meteorológicos, bem como dos índices de calor, estudou-se como é que a avaliação dos alunos é condicionada pelas condições ambientais. Dividiu-se a turma A em turno 1 e turno 2, bem como a turma B, em turno 1 e turno 2, uma vez que cada grupo de alunos trabalhou em ambientes termicamente diferentes. As turmas foram divididas devido ao desdobramento entre as disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais, tal como já foi referido anteriormente.

A Figura 5.54 apresenta os resultados da avaliação dos alunos da turma A, turno 1 em função das sensações térmicas indicadas pelos alunos no momento das avaliações. O grupo de alunos, do turno, é designado por A_i (ou B_i , se for a turma B), com i a indicar o número do aluno. Na ordenada (esquerda) da Figura 5.54 é indicada a avaliação, $Avaliação_j$, com j a indicar a sequência de avaliações realizadas e representadas com colunas.

Na ordenada (direita) é identificada a sensação térmica real do aluno, indicada pelo aluno na altura da realização da questão numa escala térmica de cor, e representada pela linha quebrada.

A linha horizontal indica, de acordo com a temperatura e a humidade relativa do ar registada no interior da sala de aula e no momento da Avaliação_j, a sensação térmica prevista quando se usa o índice de sensação térmica *EsConTer*.

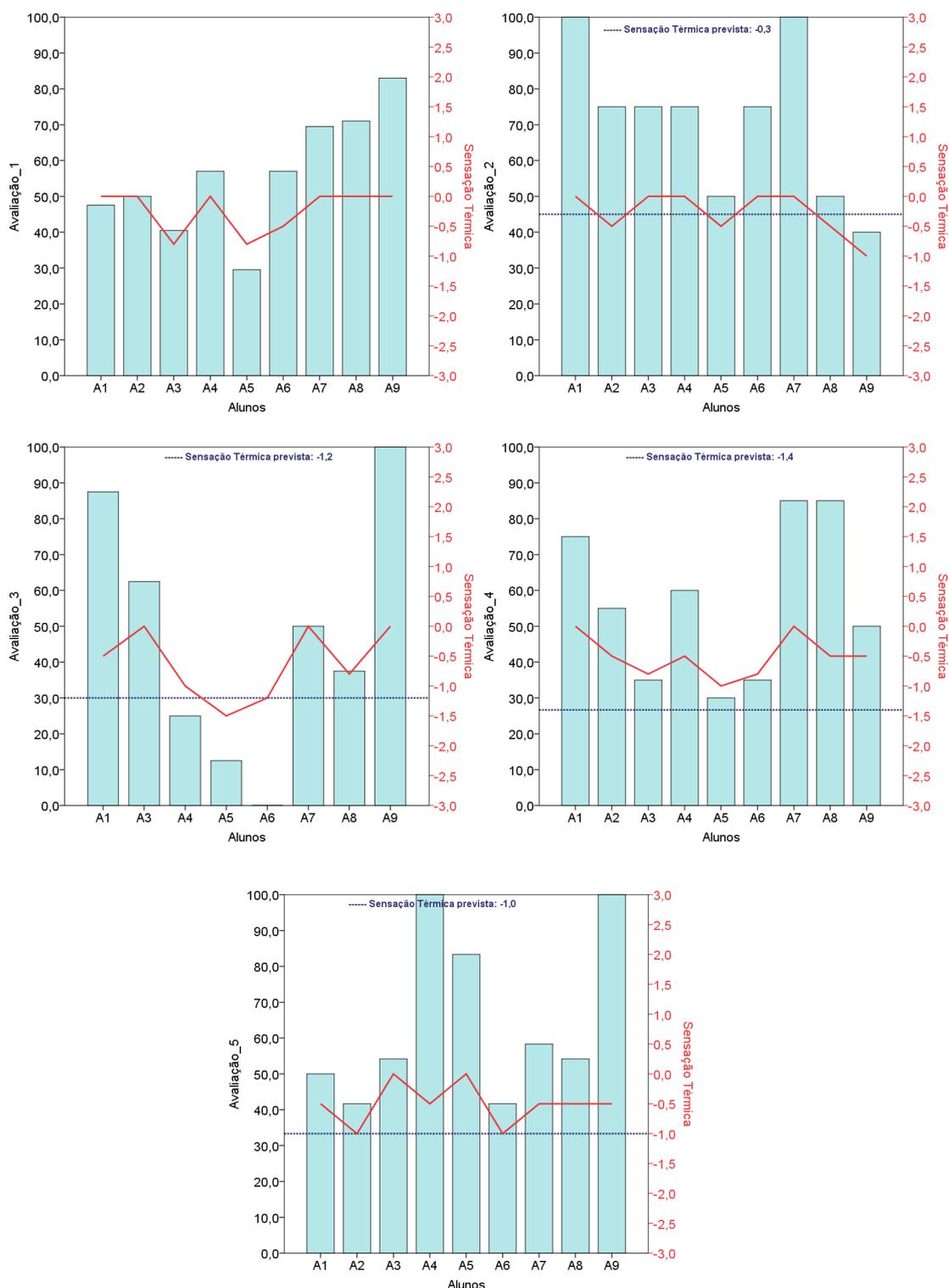


Figura 5.54. Sensação térmica versus avaliação da turma A, turno 1, Inverno.

A Figura 5.55 apresenta os resultados da avaliação dos alunos da turma A, turno 2 em função das sensações térmicas indicadas pelos alunos no momento das avaliações.

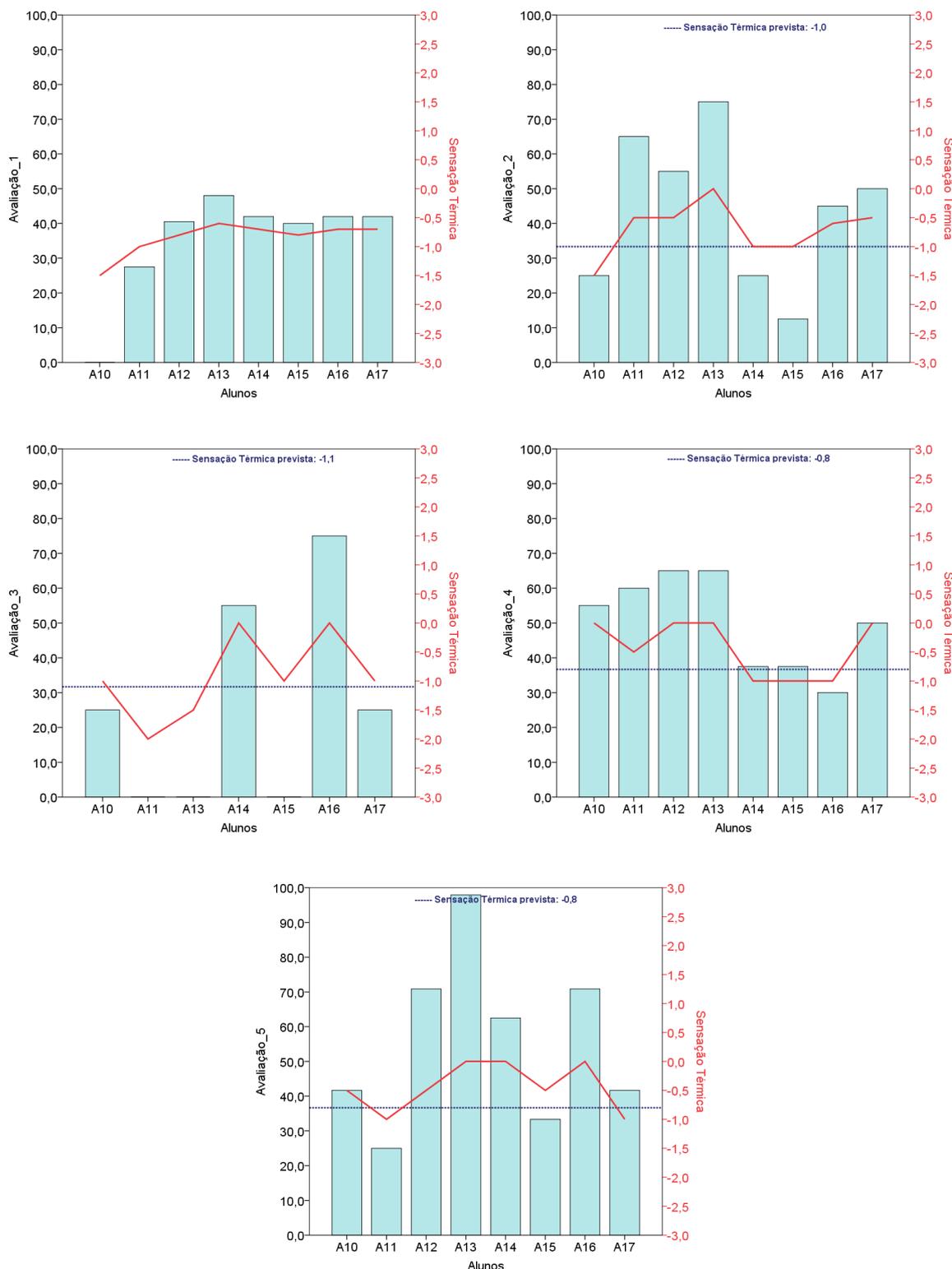


Figura 5.55. Sensação térmica versus avaliação da turma A, turno 2, Inverno.

A observação dos gráficos da Figura 5.54 e da Figura 5.55 mostra que os alunos têm percepções diferentes de sensação térmica, como seria esperado.

Os valores da sensação térmica real ou sentida pelos alunos está em concordância com a sensação térmica prevista quando se usa o índice de sensação térmica *EsConTer*. A roupa dos alunos parece determinar as diferenças de valor registadas, importa salientar que aquando das observações procedeu-se à recolha desta informação usando uma tabela de registo (Anexo 12).

Quando os valores da sensação térmica sentida pelos alunos é inferior ao valor -0,5 da escala sétima os resultados da avaliação têm uma tendência negativa, ou seja, inferiores a 50% da avaliação (ou 100%), se a sensação térmica dos alunos se situa na gama de conforto térmico, -0,5 a +0,5, os resultados são positivos.

Pode-se concluir, para a turma A, turno 1 e turno 2, que a sensação térmica do aluno influencia o resultado da sua avaliação e a construção do seu conhecimento. A Figura 5.56 apresenta o conjunto de gráficos dos resultados da avaliação dos alunos da turma B, turno 1, em função das sensações térmicas indicadas pelos alunos no momento das avaliações.

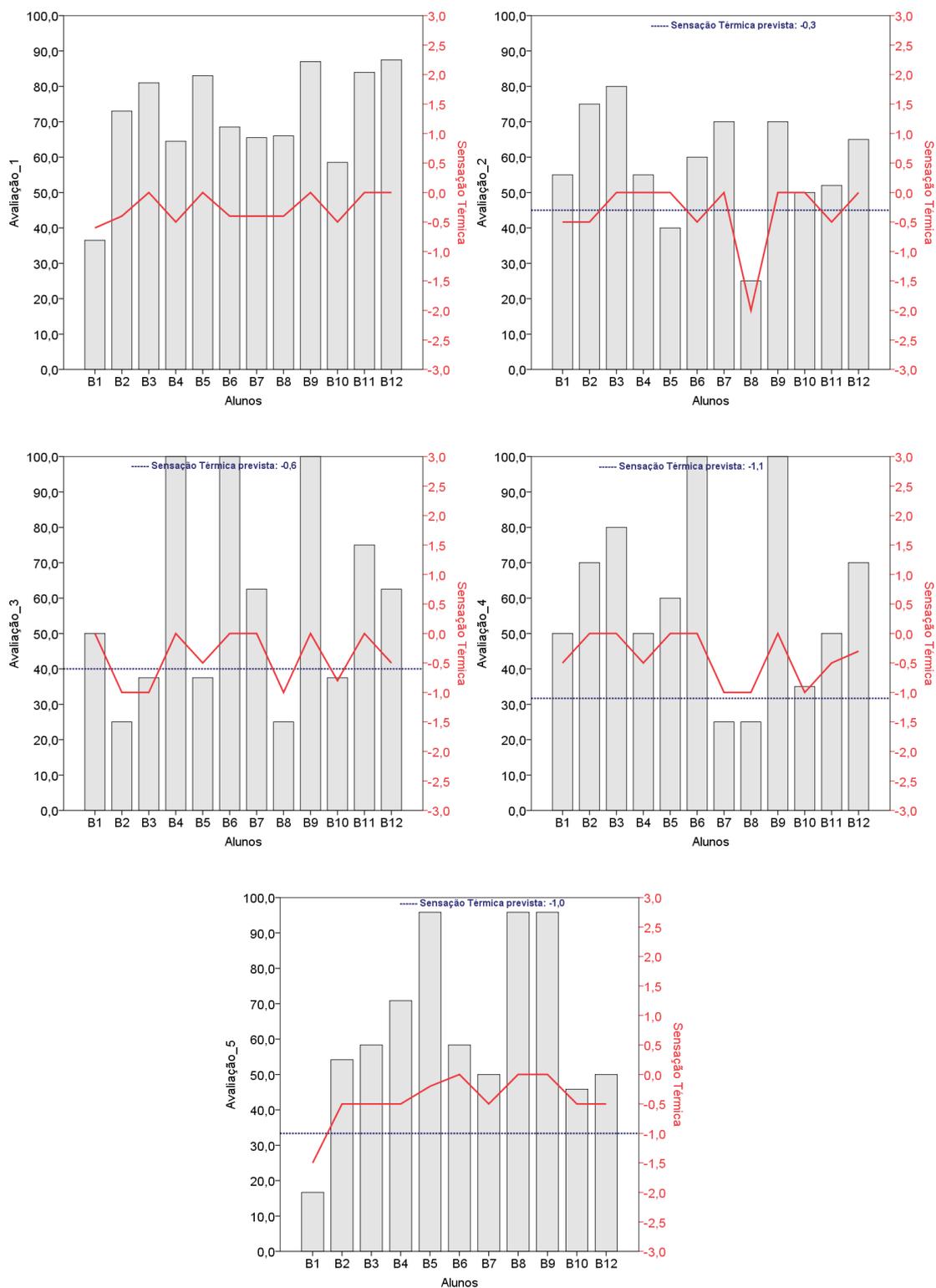


Figura 5.56. Sensação térmica versus avaliação da turma B, turno 1, Inverno.

A Figura 5.57 mostra o conjunto de gráficos referentes aos resultados da avaliação dos alunos da turma B, turno 2, em função das sensações térmicas indicadas pelos alunos no momento das avaliações.

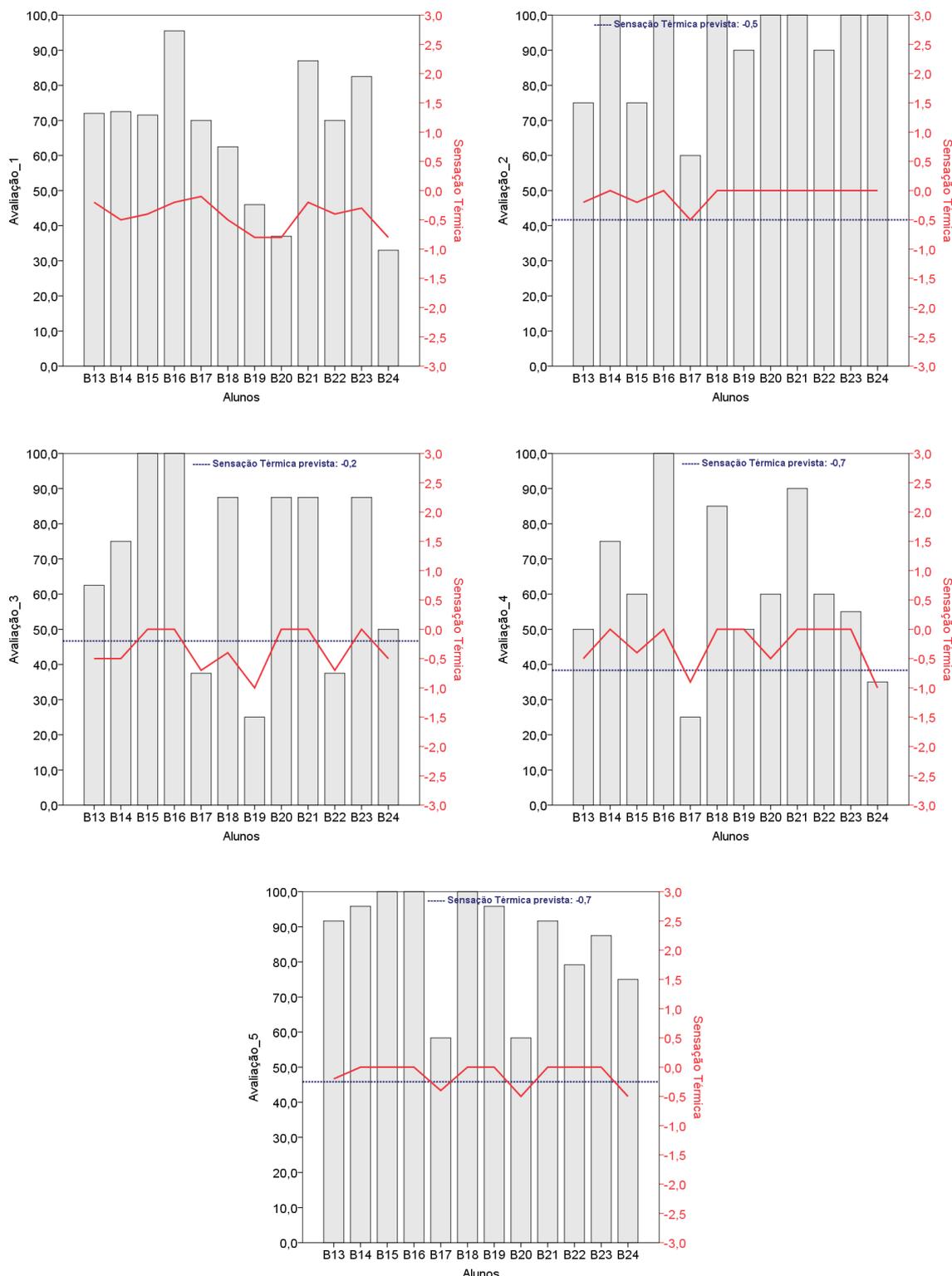


Figura 5.57. Sensação térmica versus avaliação da turma B, turno 2, Inverno.

As considerações que se registam pela análise e observação dos gráficos das Figuras 5.56 e 5.57 são semelhantes às retiradas das Figuras 5.54 e 5.55.

No geral é bom salientar, que sendo estas as avaliações realizadas durante o *Inverno*, a sensação térmica prevista pelo índice *EsConTer* é no geral inferior à sensação térmica sentida pelos alunos. Esta situação está correta se tivermos em atenção que durante o *Inverno* os alunos usam vestimenta adequada para a sua proteção da sensação do “frio”. Como é indicada pela linha quebrada nos gráficos, o valor da sensação térmica sentida pelos alunos é no geral superior à sensação prevista e indicada pela linha horizontal. A roupa permite ao aluno estar mais próximo da zona de conforto térmico e esta situação equivale a um resultado, no geral, mais positivo.

Podemos concluir que a observação dos gráficos mostra que a avaliação registada pelos alunos é condicionada pelo ambiente térmico, ou seja, neste caso é influenciada pela sensação térmica sentida pelos alunos (Silva & Talaia, 2012b). Na prática, como seria esperado, quando a sensação térmica se situa entre o valor de -0.5 e +0.5 os resultados são positivos. Nestes termos, os resultados obtidos pelos alunos mostram que o ambiente térmico de uma sala de aula condiciona o ensino e aprendizagem.

Os gráficos da Figura 5.58 mostram, para cada aluno em particular, turma A e turno 1, a evolução de seus resultados quando o ambiente térmico é alterado.

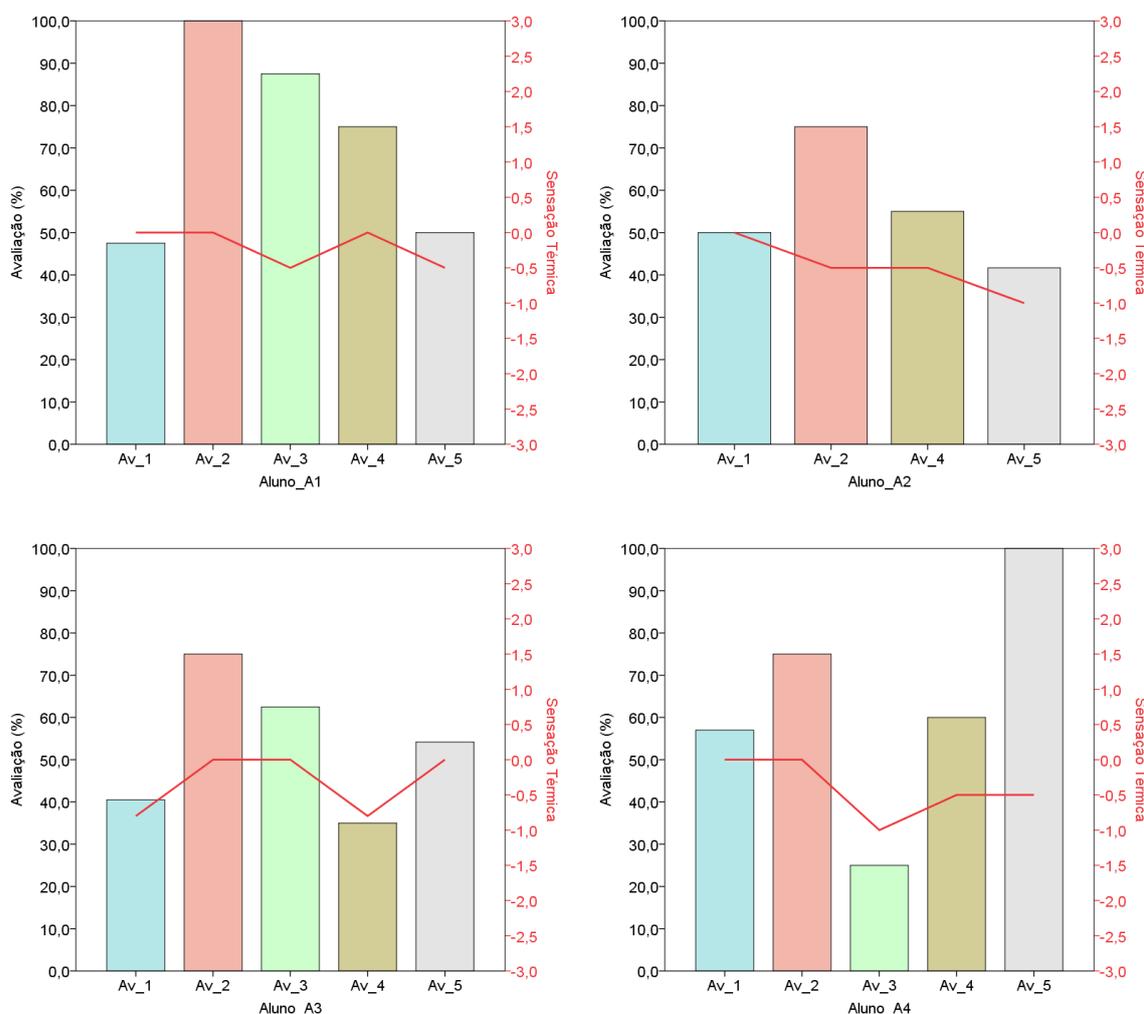
Da Figura 5.58 à Figura 5.61, turma A e B, turno 1 e turno 2, são mostrados os resultados para os alunos, em termos de Avaliação_j.

Na observação dos gráficos e para cada Avaliação_j, os resultados obtidos pelos alunos mostram que são influenciados pela sensação térmica sentida. Na prática, como seria esperado, quando a sensação térmica se situa na gama de conforto térmico, os resultados são positivos. Quando a sensação térmica sentida pelos alunos suscita um ambiente ligeiramente “frio” (-1,0) a “frio” (-2,0) os resultados, no geral, são negativos, ou seja, inferiores a 50% (out 100%).

Os valores da sensação térmica sentida pelos alunos estão em concordância com os valores da sensação térmica previstos pelo índice *EsConTer*.

Uma análise cuidada na observação indica que a vestimenta do aluno ou sua proteção à sensação de “frio” é determinante nos resultados obtidos.

Quando se avalia para o valor previsto da sensação térmica o número de alunos insatisfeitos através do índice PPD, os resultados mostram que para a turma A, turno 1, a situação com menos insatisfeitos é na Avaliação_2 com 6,9% e com mais insatisfeitos na Avaliação_4 com 46,5%. Para a turma A, turno 2, a situação com menos insatisfeitos é na Avaliação_4 e Avaliação_5 com 18,5% e com mais insatisfeitos é na Avaliação_3 com 30,5%. Para a turma B, turno 1, a situação com menos insatisfeitos é na Avaliação_2 com 6,9% e com mãos insatisfeitos é na Avaliação_4 com 30,5%. Para a turma B, turno 2, a situação com mais insatisfeitos é na Avaliação_3 com 5,8% e com mais insatisfeitos é na Avaliação_4 e Avaliação_5 com 15,3%. Estes resultados estão em concordância com os resultados obtidos pelos alunos.



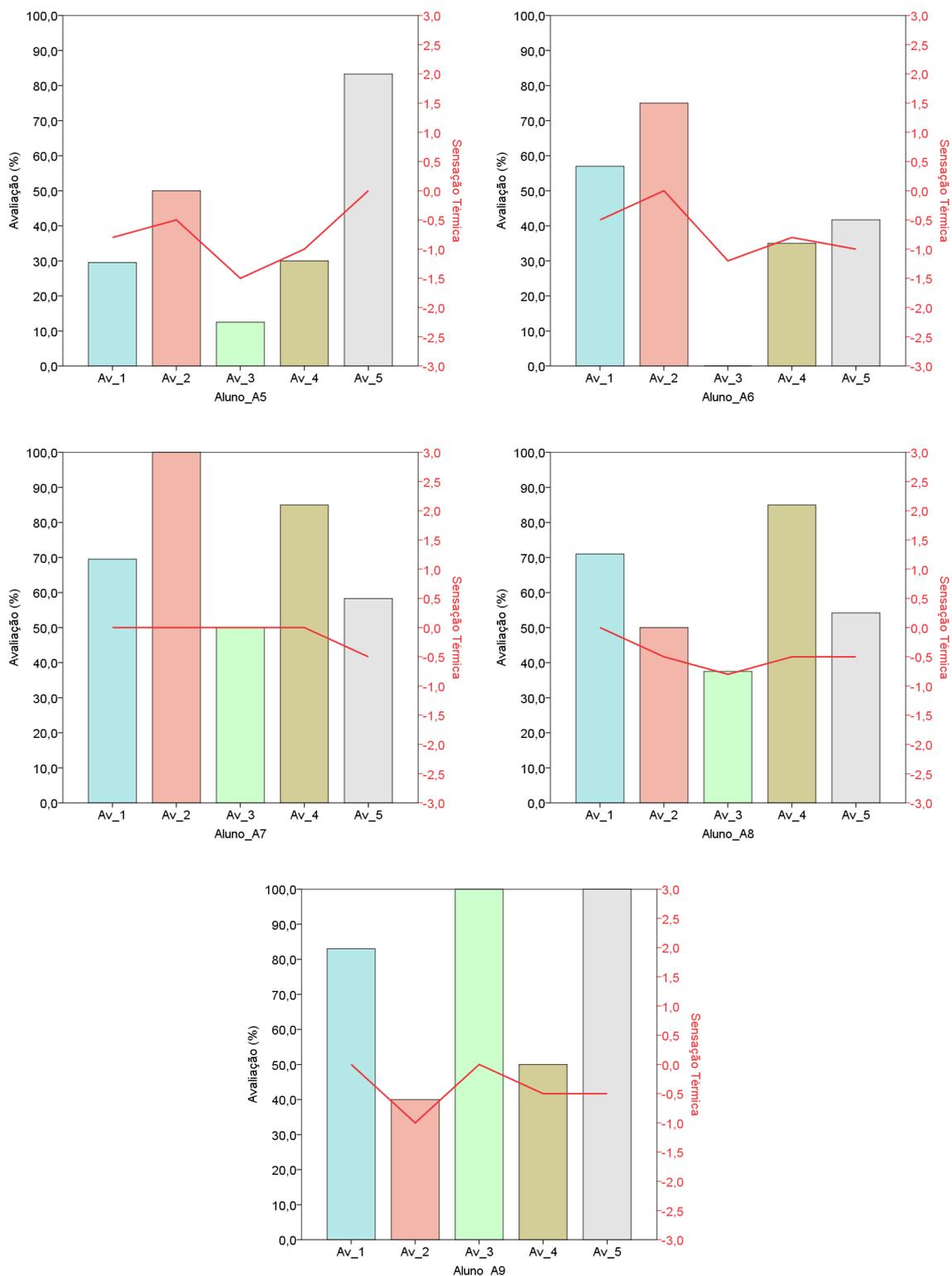
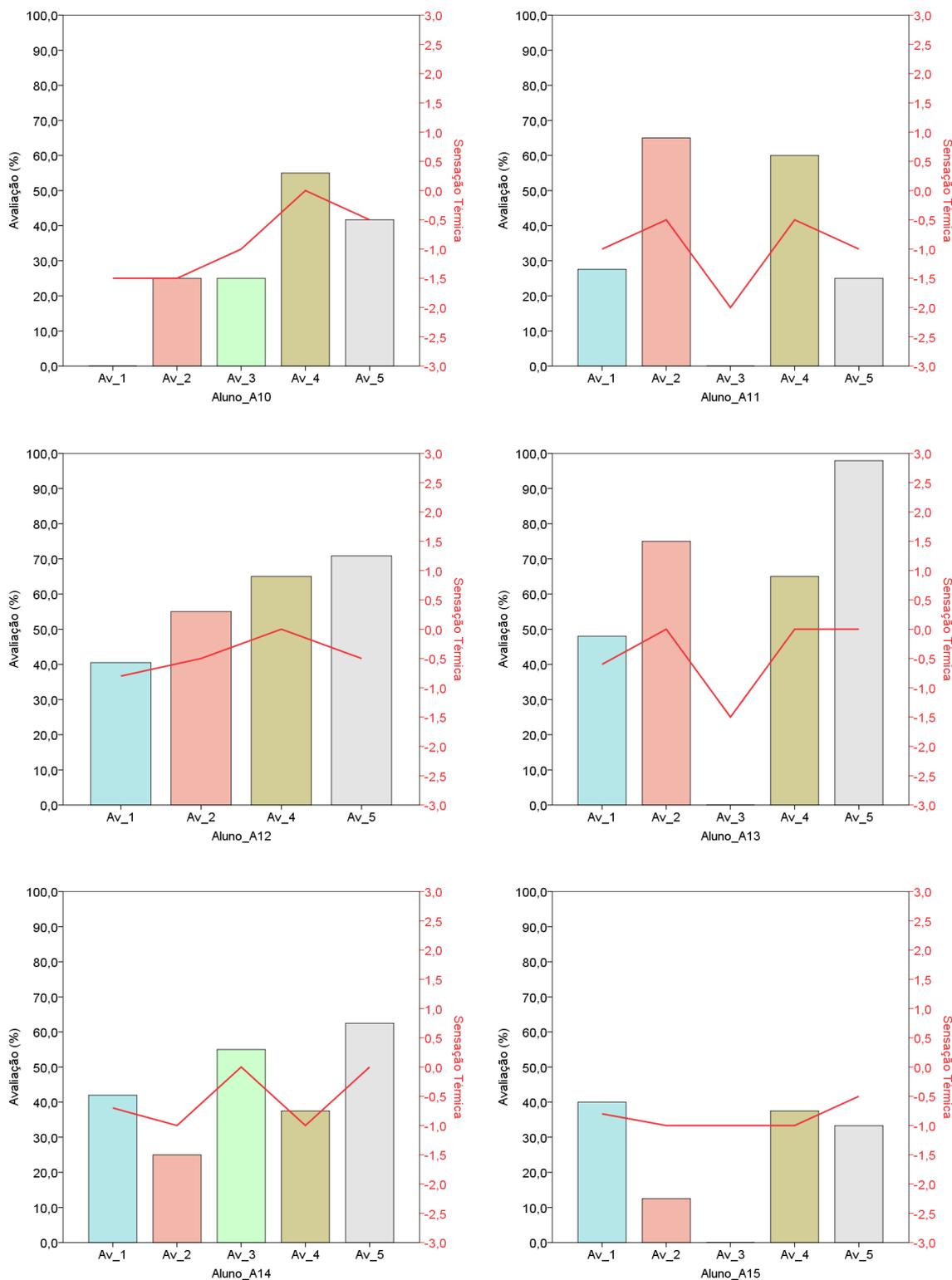


Figura 5. 58. Sensação térmica versus avaliação de cada aluno, da turma A, turno 1, Inverno.

A Figura 5.59 mostra os gráficos nos quais se apresenta, para cada aluno em particular, a evolução de seus resultados, turma A e turno 2, quando o ambiente térmico é alterado.



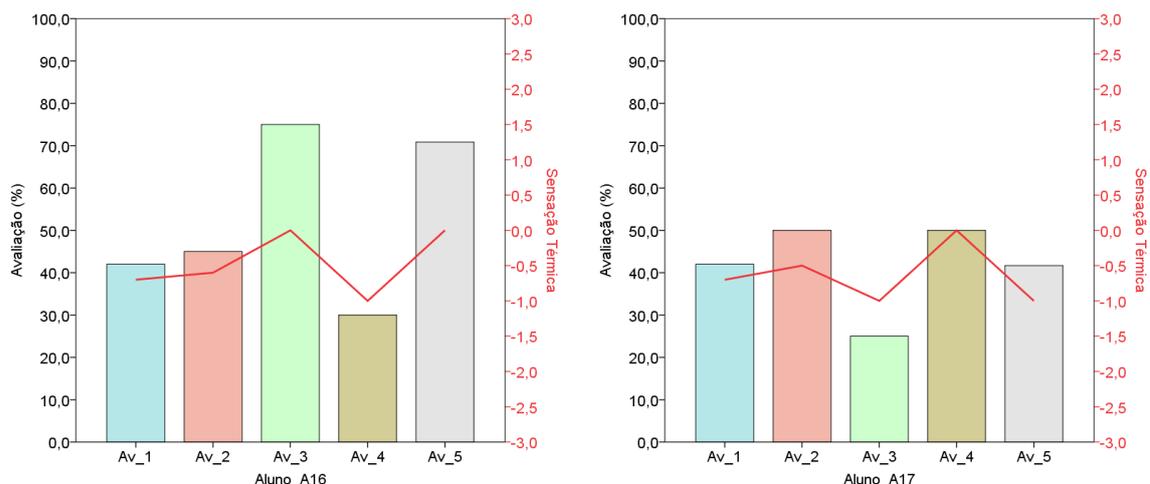
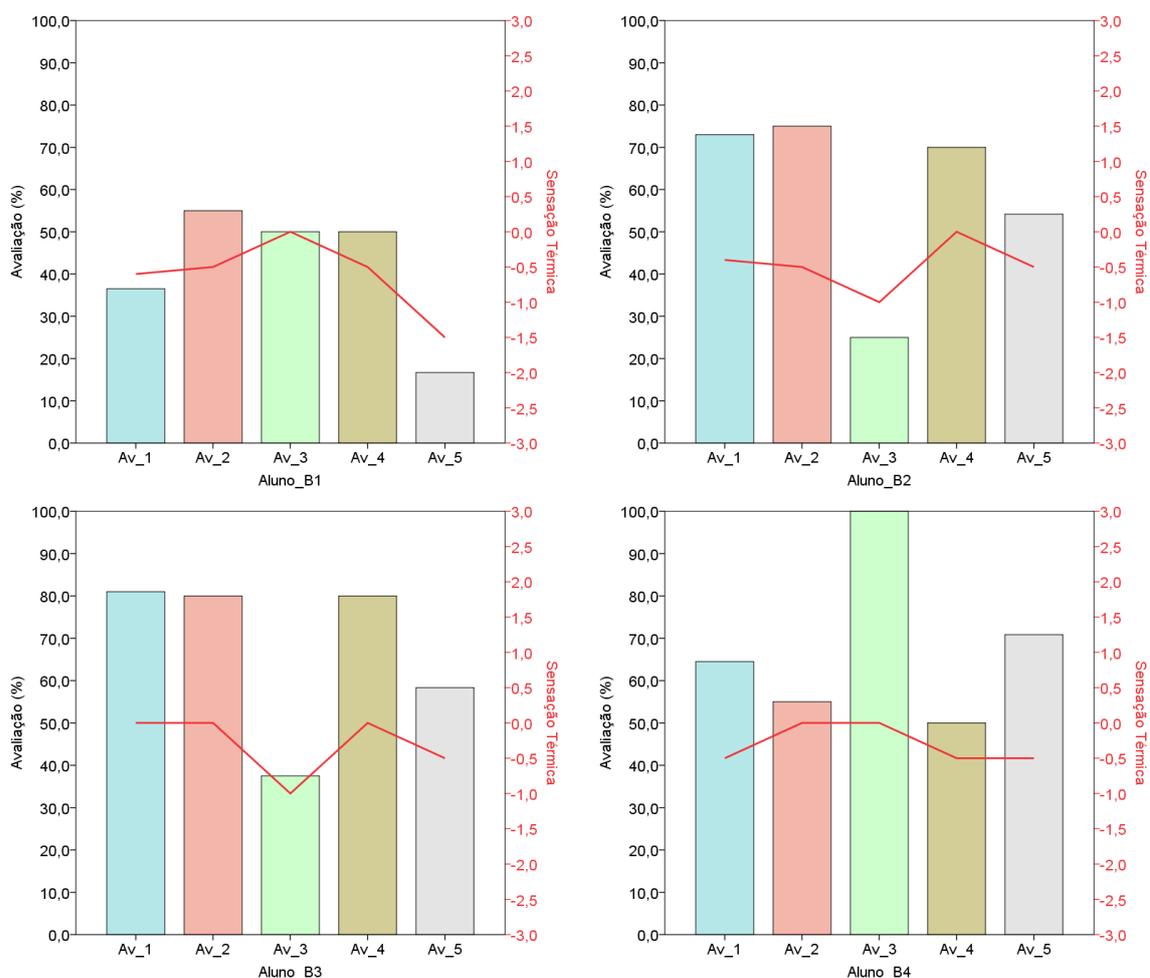
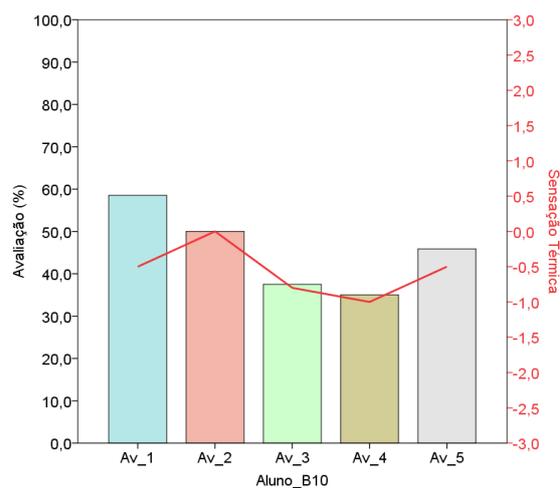
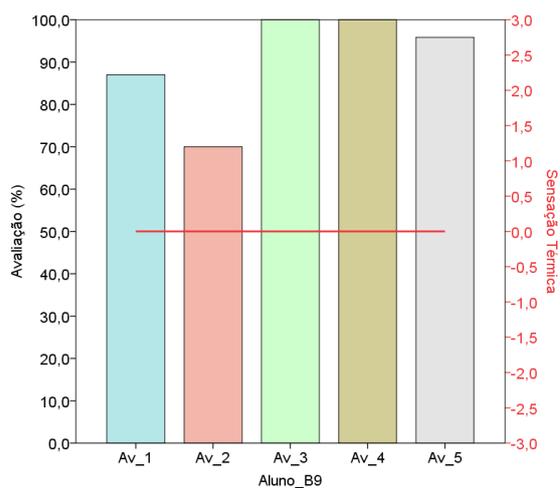
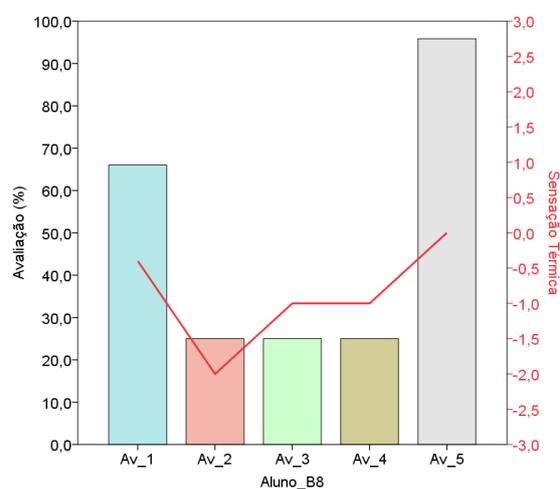
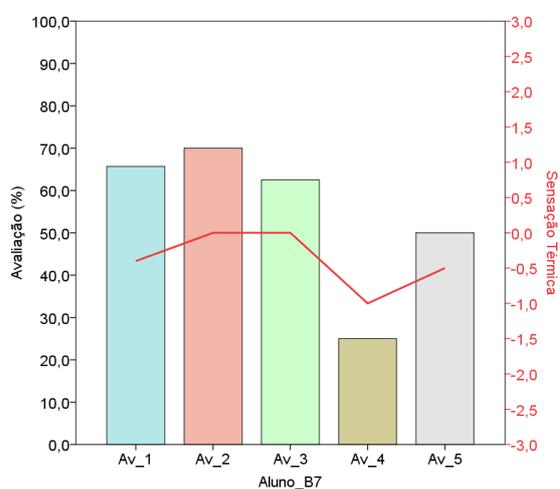
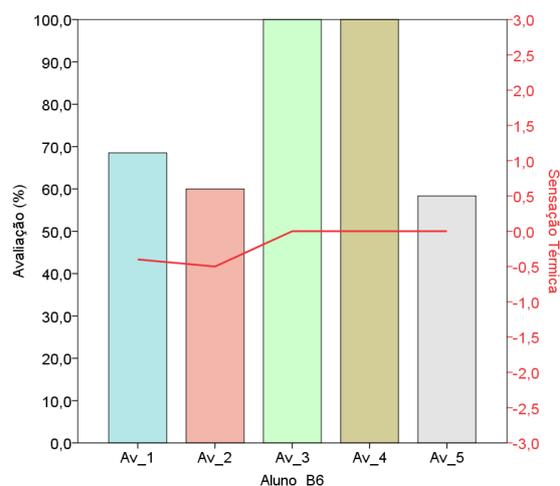
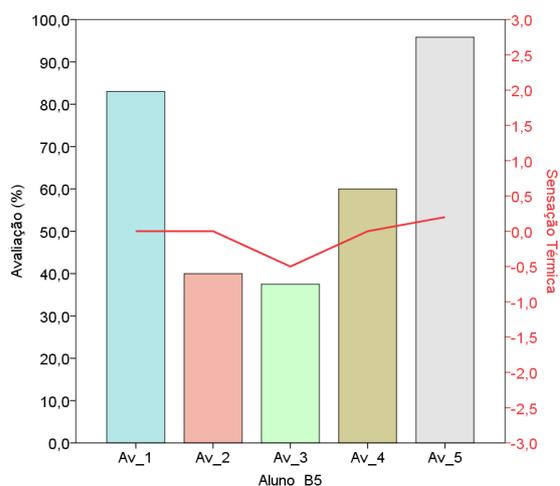


Figura 5.59. Sensação térmica versus avaliação de cada aluno, da turma A, turno 2, *Inverno*.

Na Figura 5.60 apresentam-se os gráficos nos quais se mostra, para cada aluno em particular, a evolução de seus resultados, turma B e turno 1, quando o ambiente térmico é alterado.





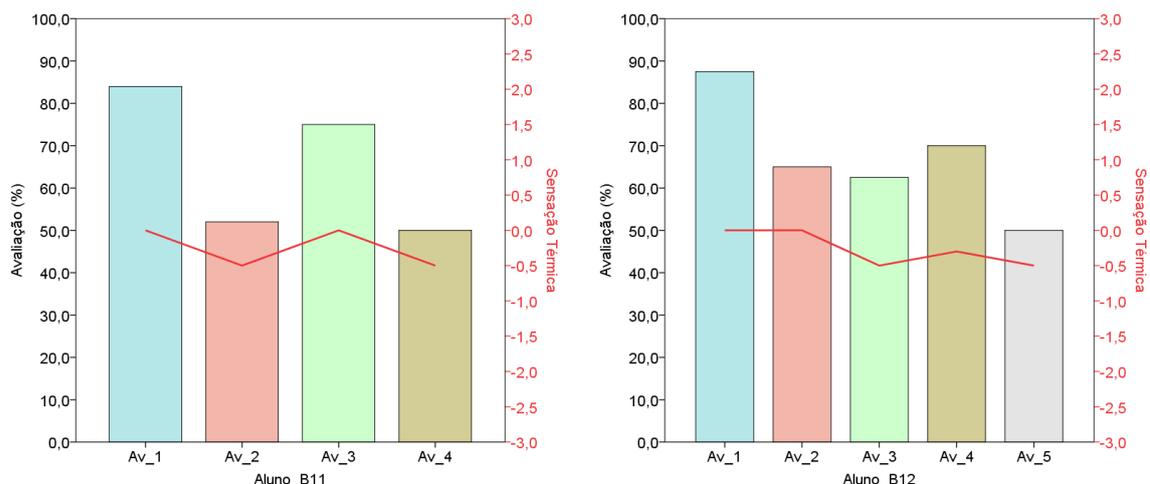
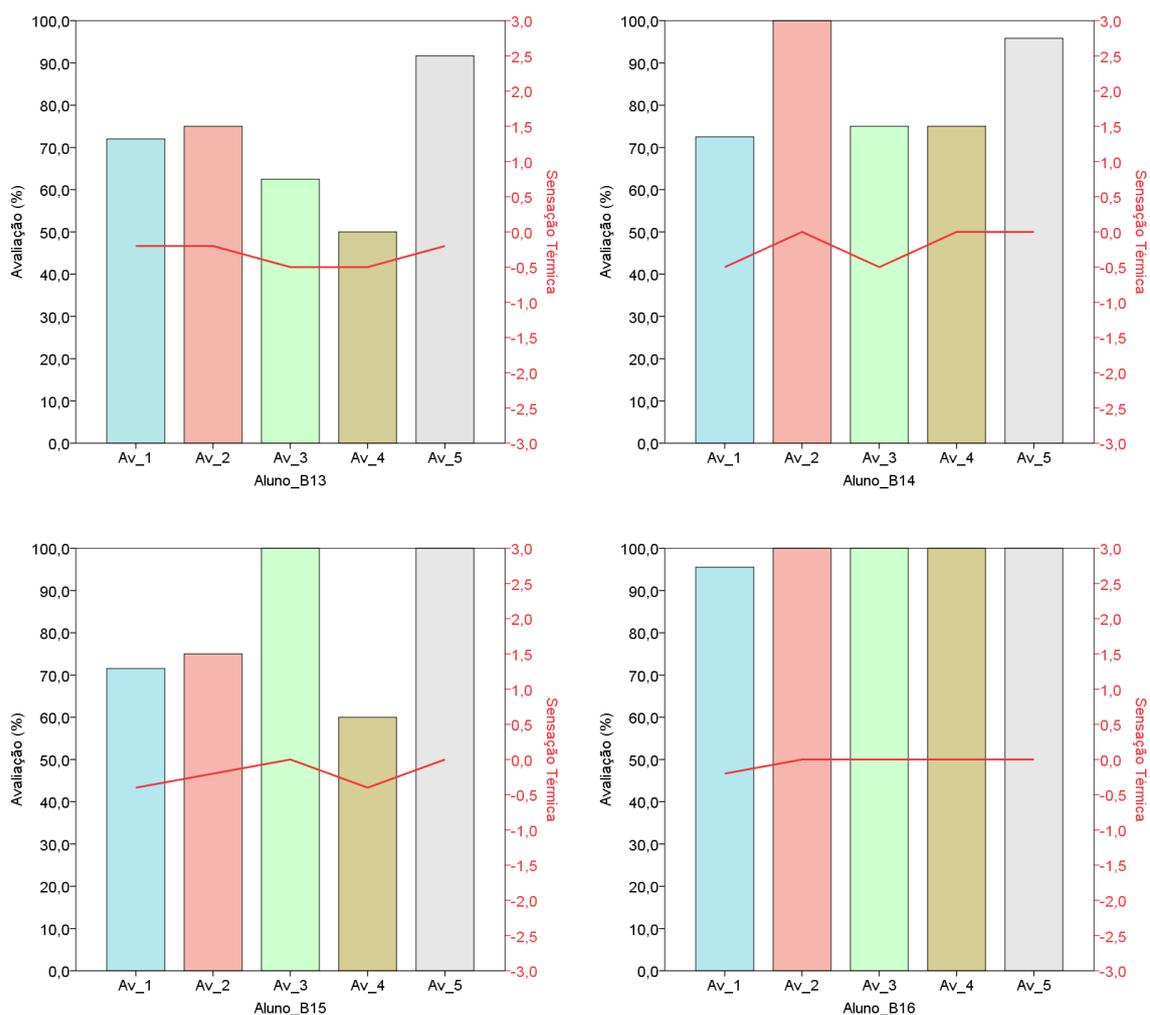
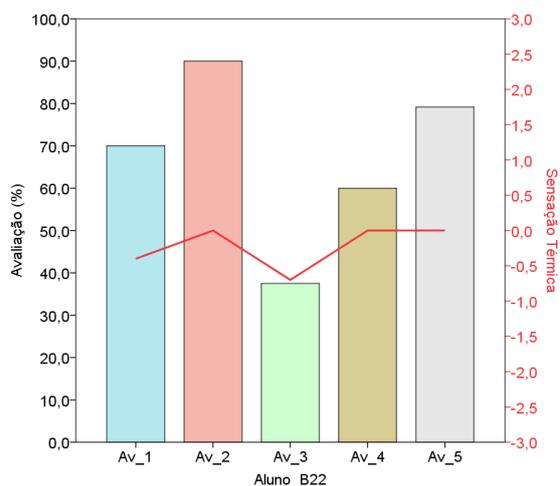
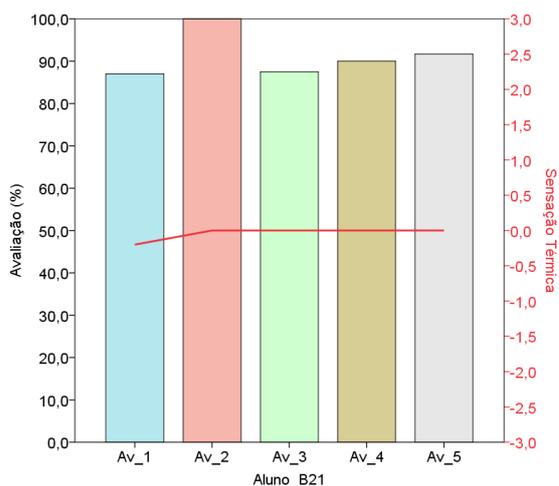
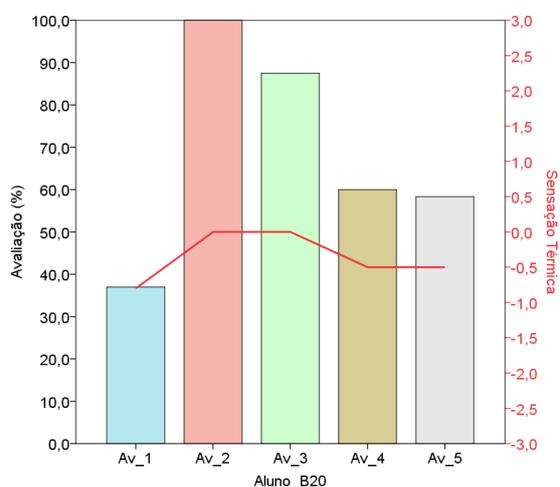
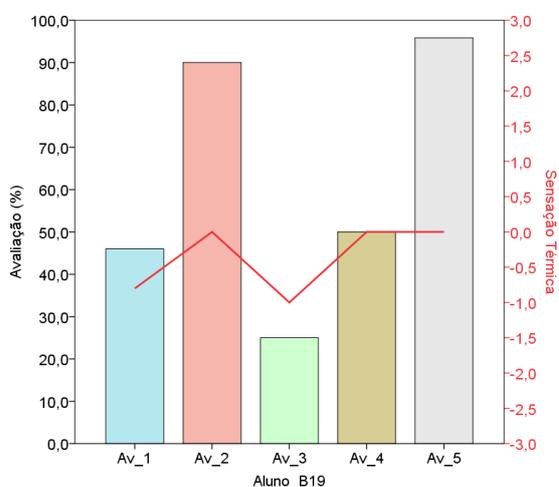
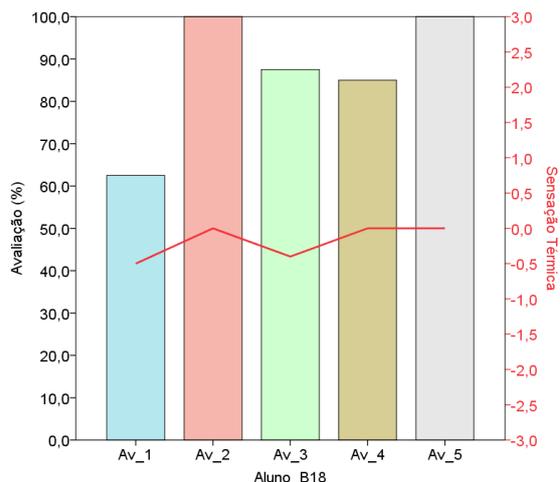
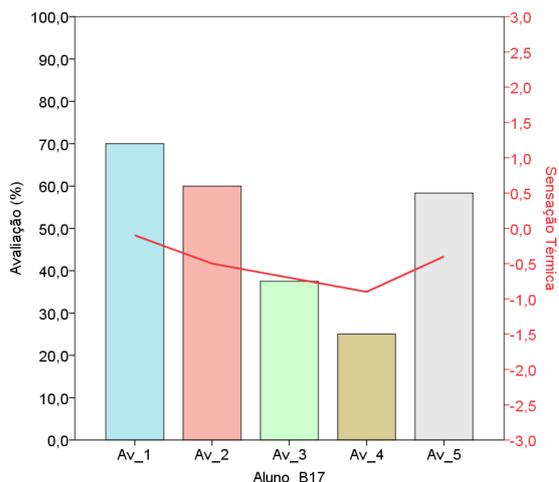


Figura 5. 60. Sensação térmica *versus* avaliação de cada aluno, da turma B, turno 1, *Inverno*.

Na Figura 5.61 apresentam-se os resultados da turma B e turno 2, para cada aluno, a evolução dos seus resultados quando o ambiente é alterado.





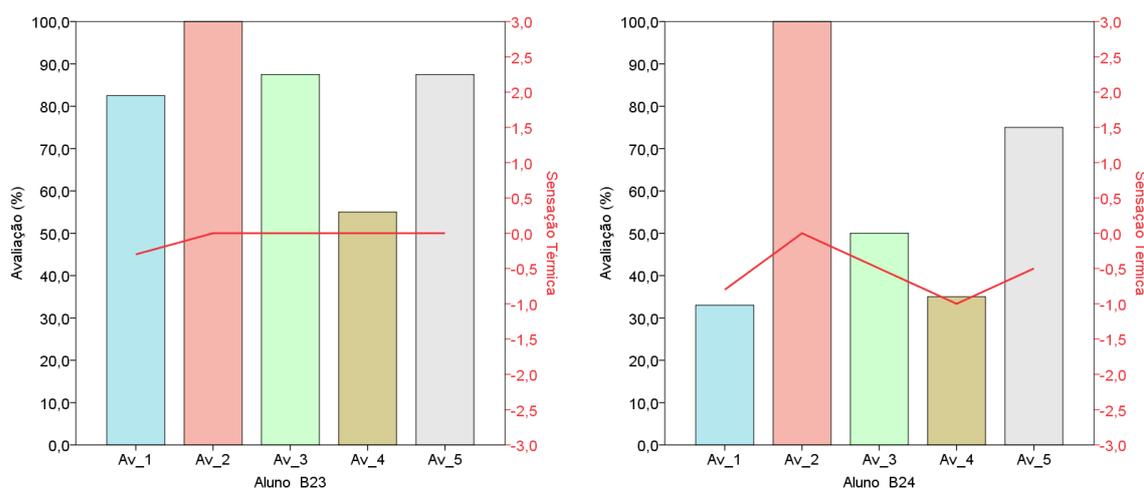


Figura 5.61. Sensação térmica *versus* avaliação de cada aluno, da turma B, turno 2, *Inverno*.

Em termos de conclusão, a observação das Figuras 5.58 à 5.61 mostra que os resultados das avaliações para todos os alunos onde foi implementado o estudo depende do ambiente térmico.

A análise mostra, ainda, que quando a sensação térmica se situa entre o valor -0.5 e +0.5 os resultados são positivos. Quando o ambiente tem características de ligeiramente “frio”, os resultados tendem a ser negativos. Pode-se constatar, ainda, que quando a sensação térmica atinge valores muito baixos com tendência a “frio” os resultados obtidos pelos alunos são, no geral, bastante negativos. A insatisfação dos alunos prevista está em concordância com os resultados obtidos.

Após a análise dos gráficos das Figuras 5.58 à 5.61 analisaram-se como é que as avaliações dos alunos variaram ao longo do estudo fazendo a respetiva comparação com a avaliação prévia antes de aplicar esta estratégia.

Na Figura 5.62 apresentam-se esses dados com os respetivos desvios, para a turma A, turno 1 (lado esquerdo).

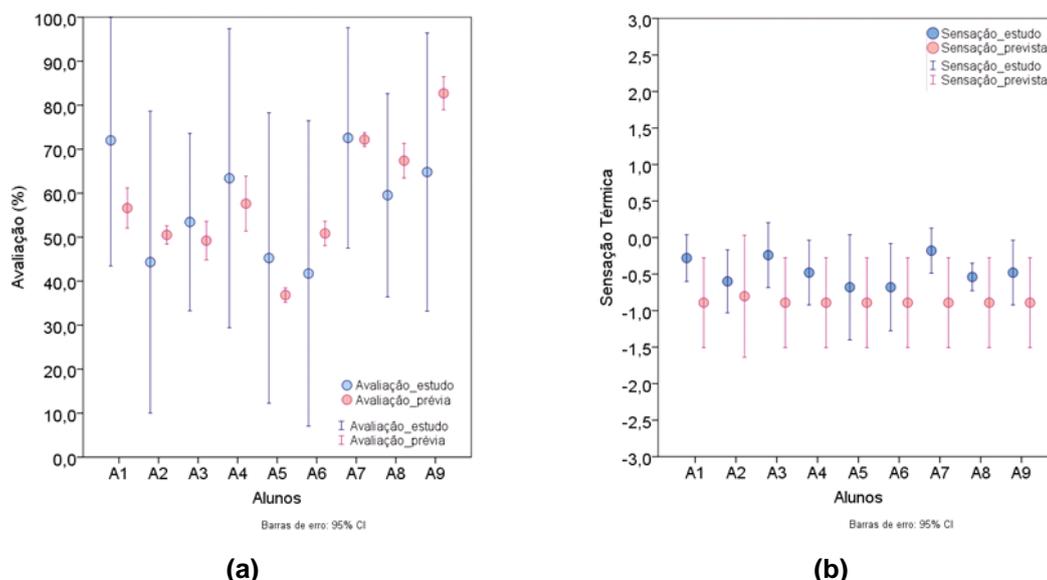


Figura 5. 62. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 1, *Inverno*. **(b)** Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 1, *Inverno*.

Importa referir que para se perceber como é que as avaliações são condicionadas pelo ambiente térmico envolvente dos alunos, também é importante fazer o mesmo tratamento estatístico para a sensação térmica apresentada pelos alunos, como se mostra na Figura 5.62 (lado direito).

A observação da Figura 5.62 mostra de forma inequívoca que, como seria esperado, a avaliação prévia apresenta um desvio absoluto em relação ao valor esperado, muito inferior ao que se registou durante a realização do estudo.

No lado esquerdo da Figura 5.62, mostram-se os resultados para cada aluno do turno 1 da turma A, em termos de avaliação. É importante salientar que os dados prévios estão incluídos na gama de valores registada pelos alunos durante o estudo, e que, no geral, o valor médio registado da avaliação está em concordância com o valor prévio.

No lado direito da Figura 5.62, mostram-se os resultados da sensação térmica sentida pelos alunos em face da sensação térmica prevista pelo índice *EsConTer*. A observação dos resultados mostra inequivocamente que o índice *EsConTer* é um excelente preditor da sensação térmica sentida pelos alunos. No geral, a sensação térmica média sentida pelos alunos está incluída na gama de valores prevista.

As mesmas considerações são retiradas quando se observam os gráficos da Figura 5.63, para a turma A e turno 2. Nestas circunstâncias, os resultados obtidos

mostram a influência do ambiente térmico na sensação térmica sentida pelos alunos que condiciona o resultado da sua avaliação.

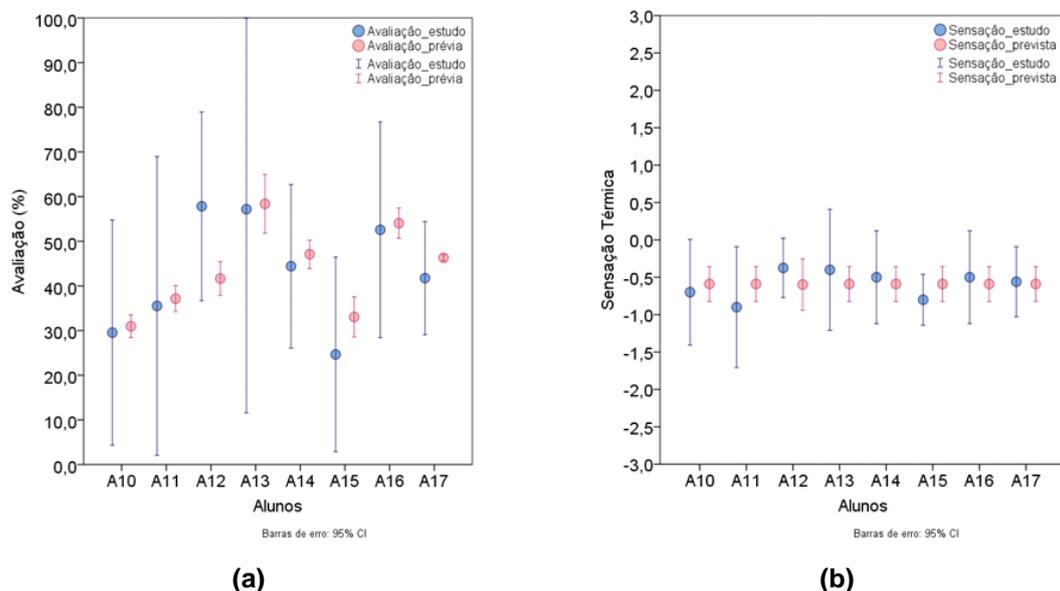


Figura 5. 63. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 2, *Inverno*. **(b)** Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 2, *Inverno*.

Para a turma B foi realizada a mesma análise. Os resultados obtidos estão em concordância com as considerações já apresentadas para a turma A, o que revela a consistência da estratégia aplicada.

Na Figura 5.64, no seu lado esquerdo, para a turma B e turno 1, os resultados mostram que para cada aluno, os resultados obtidos durante o estudo estão em concordância com os resultados previstos dos alunos. Aqui também, como era esperado, os resultados prévios apresentam um desvio absoluto muito inferior ao desvio absoluto registado durante o estudo. Na Figura 5.64 no seu lado direito, os resultados obtidos durante o estudo, da sensação térmica sentida pelos alunos e sensação térmica prevista pelo índice *EsconTer* estão em concordância.

As mesmas conclusões são retiradas da observação da Figura 5.65, para a turma B e turno 2.

Como conclusão final, pode-se confirmar a robustez que a metodologia adotada regista para interpretar a influência de um ambiente térmico na avaliação e sensação térmica de um aluno, condicionando a sua aprendizagem.

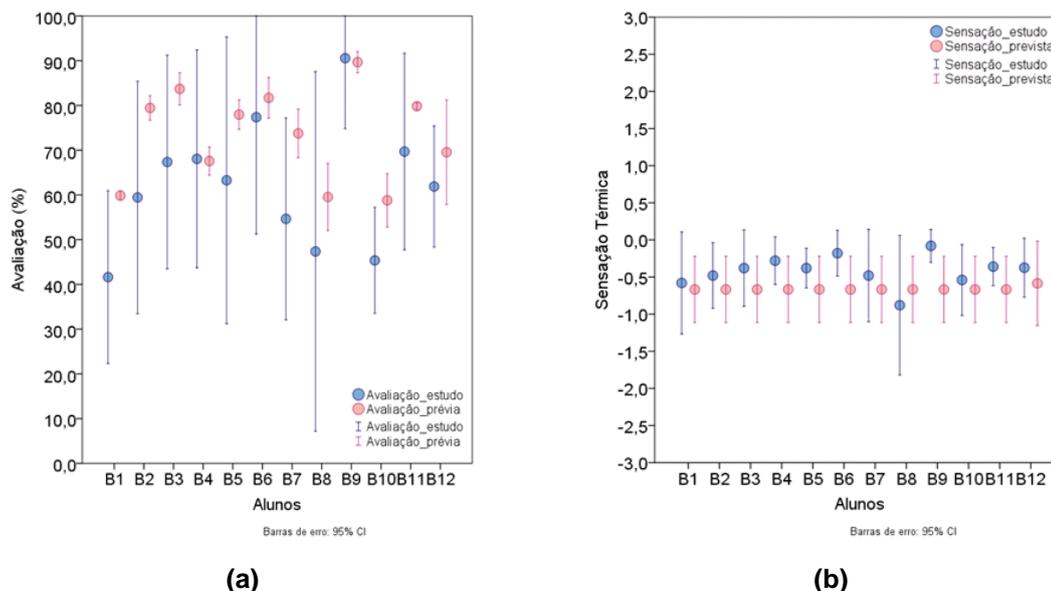


Figura 5.64. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma B, turno 1, *Inverno*. (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma B, turno 1, *Inverno*.

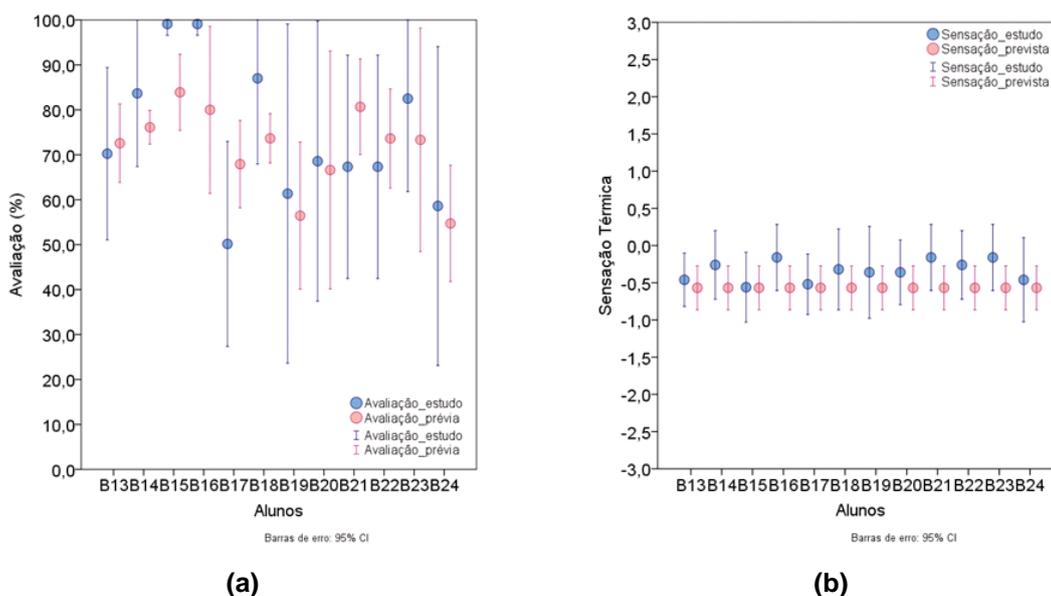


Figura 5.65. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma B, turno 2, *Inverno*. (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma B, turno 2, *Inverno*.

Mais uma vez e em jeito de conclusão, pode-se afirmar que o resultado da avaliação dos alunos é fortemente condicionada pela sensação térmica sentida pelos alunos para ambientes considerados frios (*Inverno*). Conclui-se, ainda, que o processo de ensino e aprendizagem é afetado pelas condições térmicas do ambiente da sala de

aula. É importante salientar que nas avaliações realizadas os conteúdos avaliados foram lecionados na aula que se realizou a avaliação, o que reforça que caso os alunos não se encontrem em conforto térmico há influência na construção do conhecimento.

5.3.2. Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico de uma sala de aula, ambiente considerado quente (Verão)

A Figura 5.66 mostra a relação entre a temperatura e a humidade relativa do ar no interior da sala de aula para o segundo período de observação (Verão).

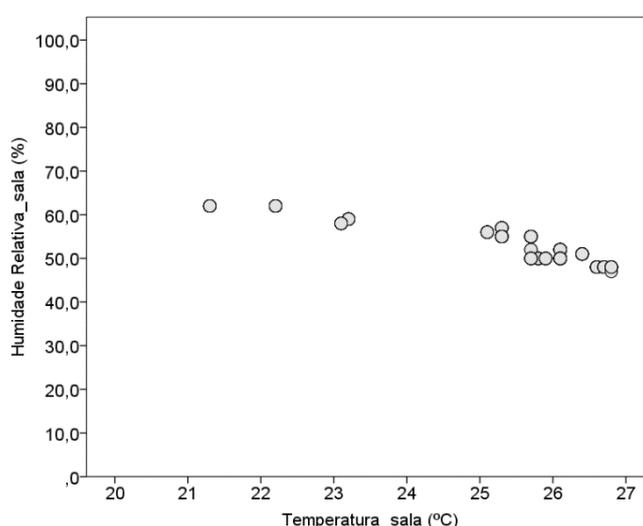


Figura 5.66. Humidade relativa em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, *Verão*.

Da análise do gráfico da Figuras 5.66 pode-se mostrar que, tal como é esperado pela teoria, quando a temperatura do ar aumenta regista-se uma diminuição da humidade relativa do ar, isto também já se tinha comprovado no estudo para o ambiente considerado “frio”.

A Figura 5.67 mostra como o índice *ITH* (índice de temperatura e humidade) é influenciado pela temperatura da sala, bem como a sensação térmica prevista pelo índice *EsConTer*. Na prática é sabido que a temperatura influencia a humidade relativa do ar, se a temperatura aumenta é esperada uma diminuição da humidade relativa do ar, e vice-versa, tal como já foi anteriormente referido. A observação do gráfico mostra, de forma inequívoca, que a sensação térmica prevista acompanha

o valor esperado para o índice *ITH*. Pode-se afirmar que o índice *EsConTer* é um bom indicador da sensação térmica, pois apresenta uma excelente correlação entre os valores *ITH* e *EsConTer* (sensação térmica).

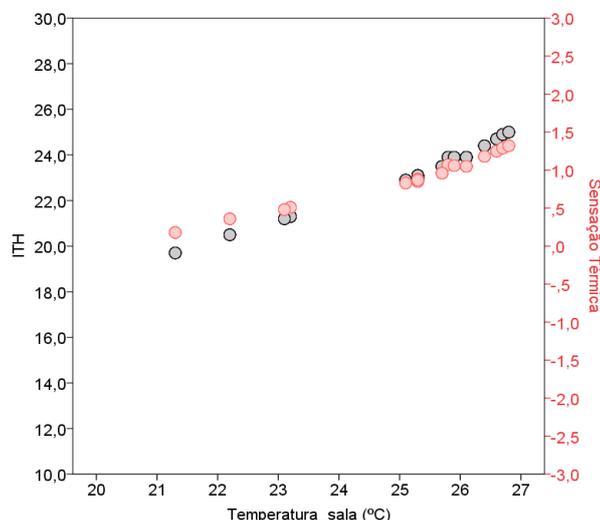


Figura 5.67. *ITH* e Sensação Térmica em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, *Verão*.

A Figura 5.68 mostra como a temperatura do ar condiciona o índice de calor, *IC*, ou seja, à medida que a temperatura aumenta regista-se o aumento de desconforto. Segundo Nobrega & Lemos (2011), a humidade relativa do ar não é considerada como parâmetro importante para determinar *IC*. O seu cálculo deve ser considerado quando o valor da temperatura for superior a 20°C.

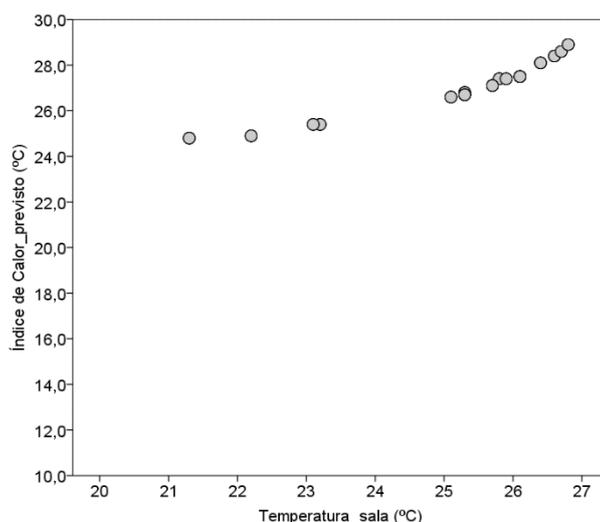


Figura 5.68. Índice de Calor (*IC*) em função da Temperatura do ar, *Verão*.

Da análise do gráfico da Figura 5.68 pode-se concluir que o *IC* aumenta com o aumento da temperatura, tal como a teoria prevê.

Na Figura 5.69 está indicado o índice *ITH* e o índice *IC* em função da temperatura do ar. Da análise da figura pode-se concluir que tanto o *ITH*, bem como o *IC* aumentam à medida que a temperatura do ar aumenta. O coeficiente de correlação entre estes dois índices é próximo da unidade, o que revela a sua excelente concordância.

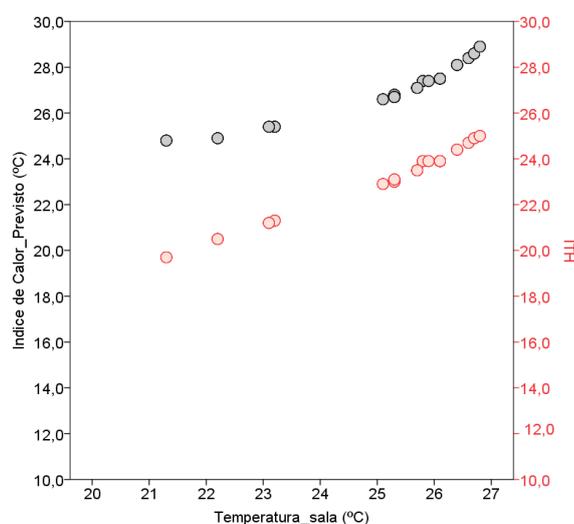


Figura 5.69. Índice de Calor e *ITH* em função da temperatura do ar no interior da sala de aula, Verão.

Após a construção e análise dos gráficos anteriores, investigou-se como a avaliação dos alunos é condicionada pelas condições térmicas do ambiente, nomeadamente para dias considerados quentes.

A Figura 5.70 mostra um conjunto de gráficos que apresentam os resultados da avaliação dos diferentes alunos em estudo em função da sensação térmica sentida, para o Verão.

A observação dos gráficos da Figura 5.70 mostra, para ambiente “quente”, valores para a sensação térmica prevista entre +0,2 a +1,0, ou seja, de ambiente confortável a ambiente ligeiramente quente. As sensações térmicas sentidas pelos alunos estão em concordância com os valores previstos.

Os resultados mostram que quando o ambiente térmico regista valores de sensação térmica sentidas acima de +0,5, os resultados dos alunos decrescem.

Para ambiente de ligeiramente “quente” (+1,0) a “quente” (+2,0) os resultados, no geral, são inferiores a 50% (out 100%).

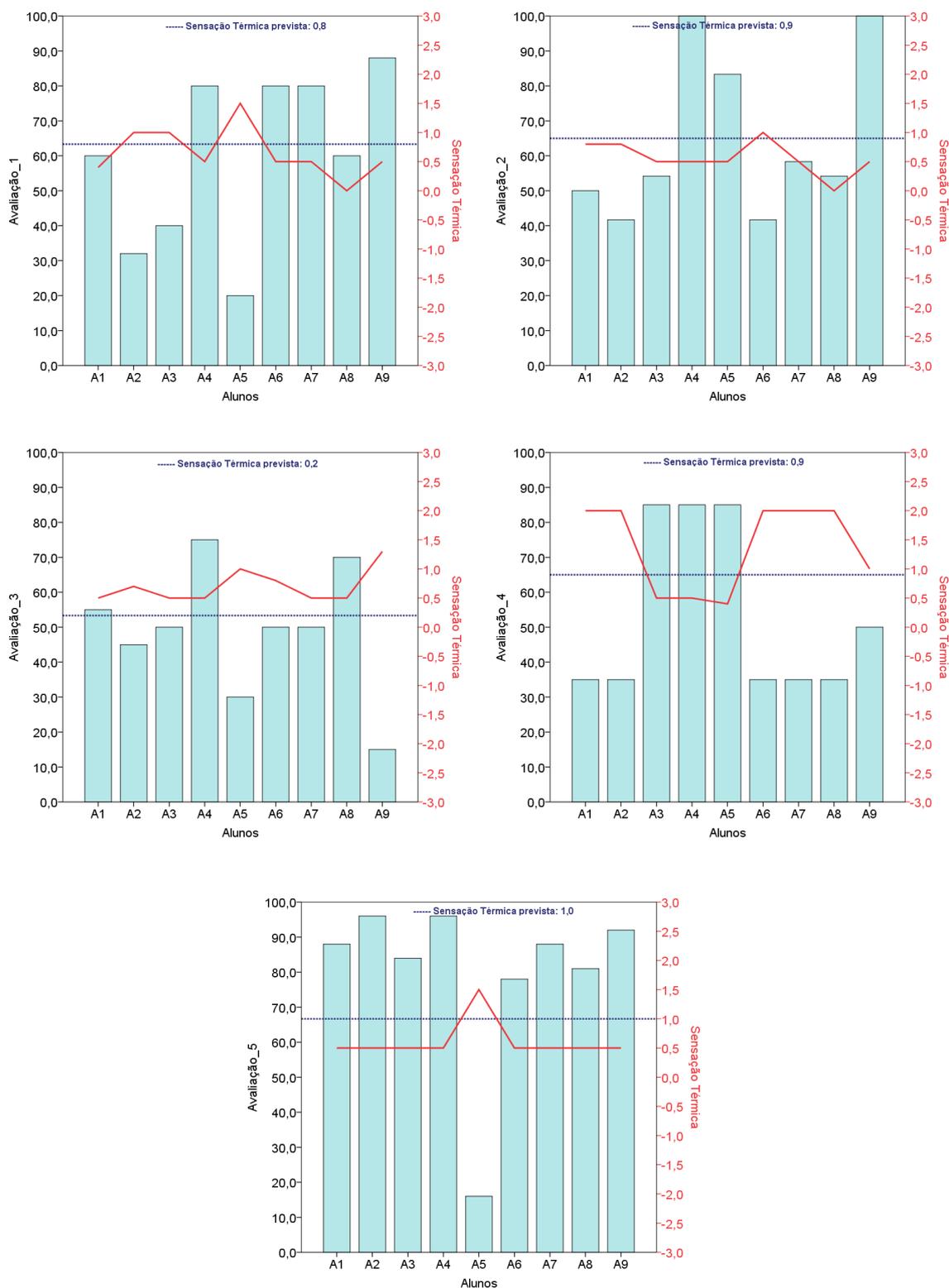


Figura 5.70. Sensação térmica versus avaliação da turma A, turno 1, Verão.

Na Figura 5.71 é apresentado o conjunto de gráficos que mostram os resultados da avaliação dos alunos da turma A, turno 2, em função da sensação térmica sentida, para o Verão (Talaia & Silva, 2011a). As conclusões são as mesmas da análise realizada e obtida da Figura 5.70.

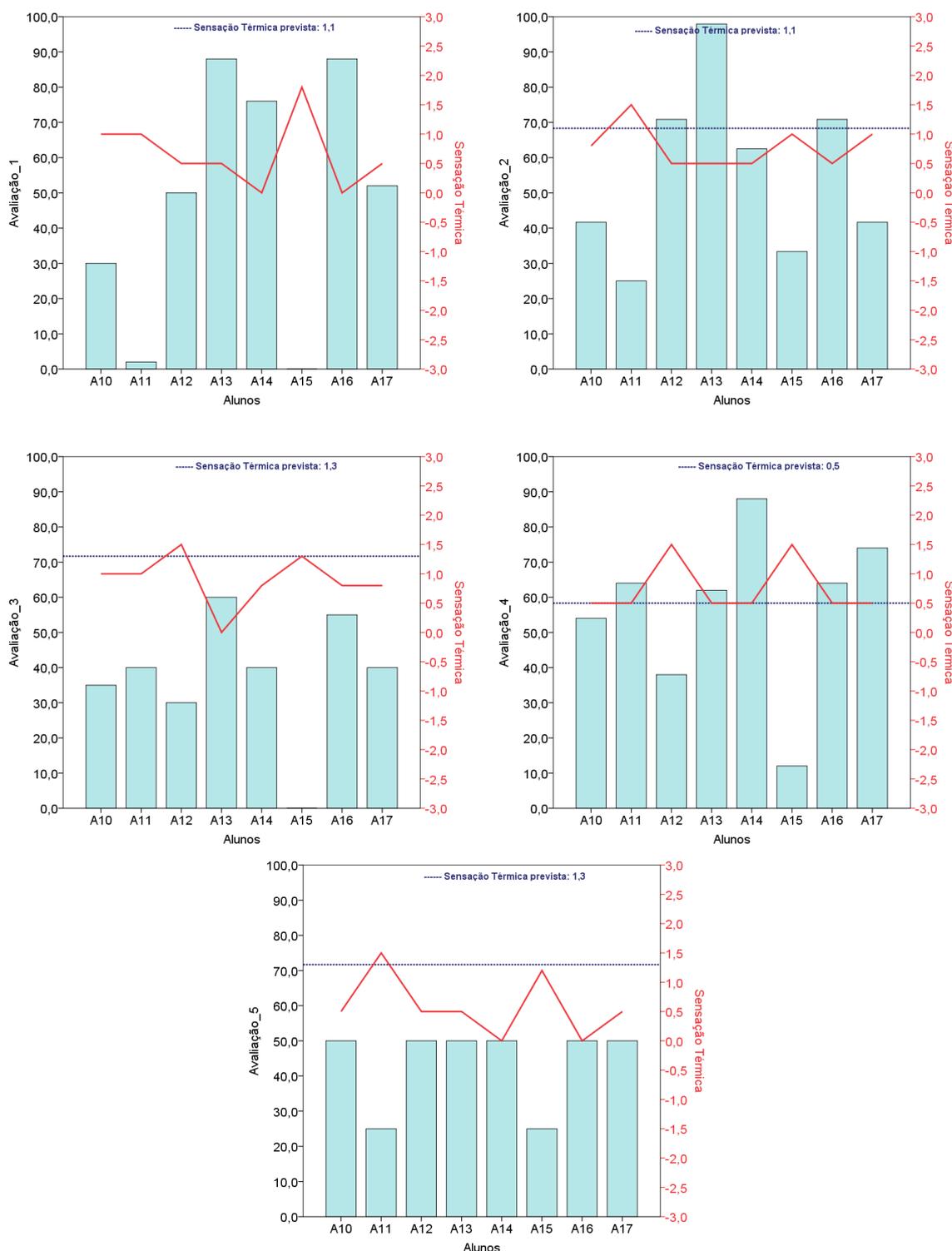


Figura 5.71. Sensação térmica versus avaliação da turma A, turno 2, Verão.

Na Figura 5.72 mostram-se os resultados da avaliação dos alunos da turma B, turno 1, em função da sensação térmica sentida, para o Verão. Conclusões idênticas podem ser retiradas. Mais uma vez, é confirmado que o ambiente térmico tem influência na aprendizagem do aluno e na construção do conhecimento.

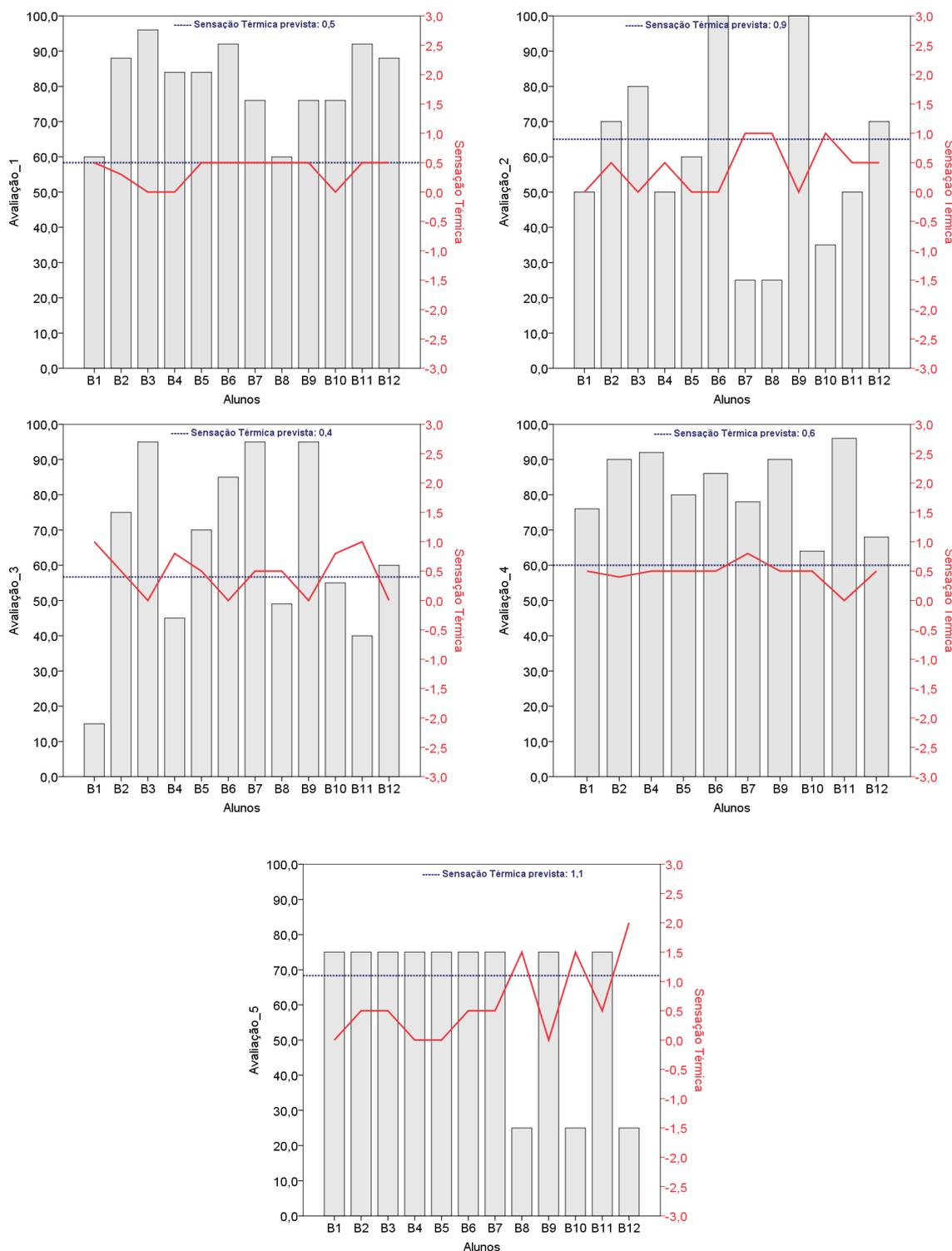


Figura 5.72. Sensação térmica versus avaliação da turma B, turno 1, Verão.

Para valores de sensação térmica sentidas superiores a +0,5, os resultados da avaliação são inferiores a 50% (out 100%).

A Figura 5.73 mostra os gráficos dos resultados da avaliação dos alunos da turma B, turno 2, em função da sensação térmica sentida, para o Verão.

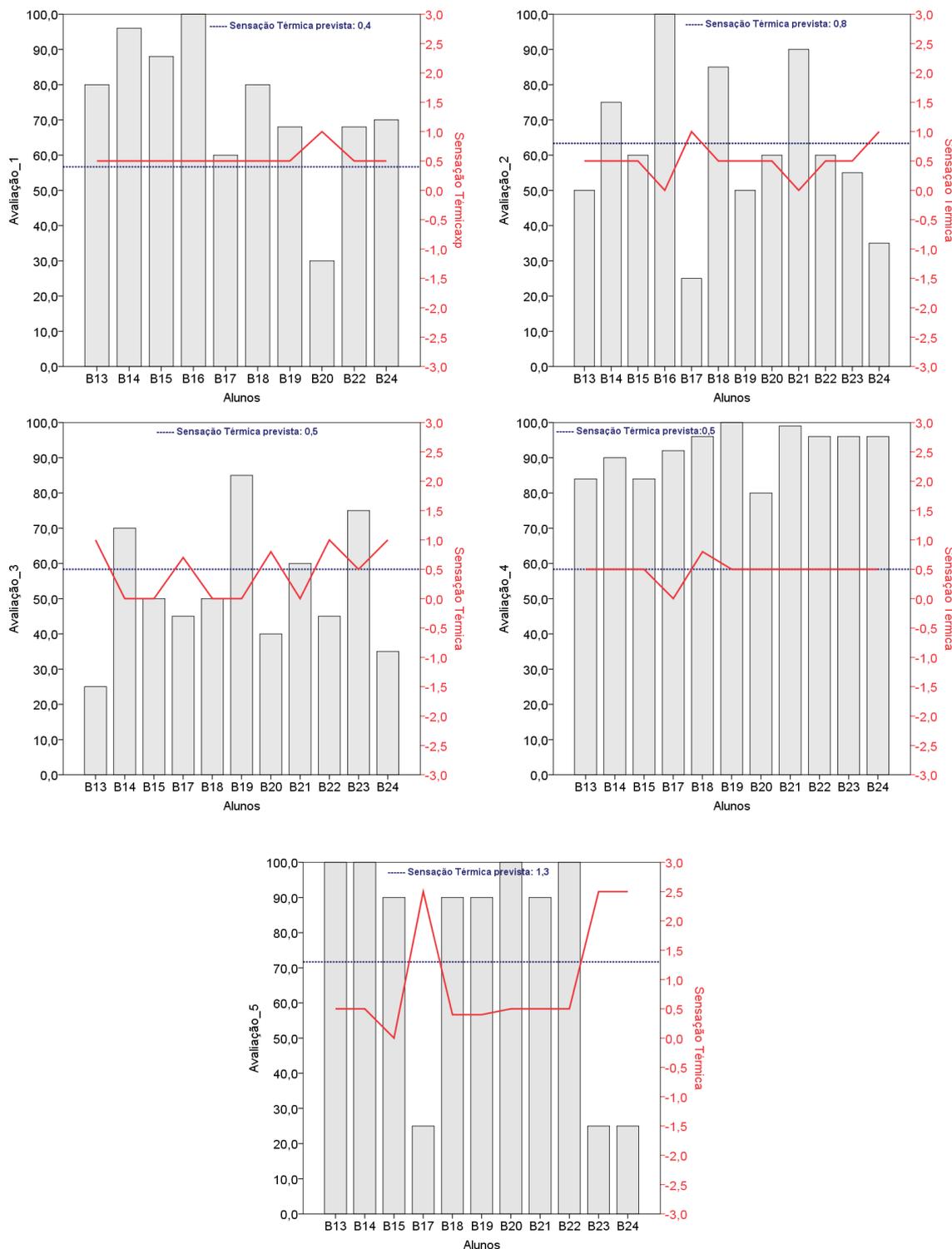


Figura 5.73. Sensação térmica versus avaliação da turma B, turno 2, Verão.

Para o *Verão*, a observação dos gráficos das Figuras 5.74 à 5.77, da turma A e B, turno 1 e turno 2, mostra os resultados para os alunos segundo cada Avaliação_ j realizada, em que j identifica a ordem da avaliação.

Na observação dos gráficos e para cada Avaliação_ j , os resultados obtidos pelos alunos mostram, inequivocamente, que a sensação térmica influencia os resultados da avaliação. Quando a sensação térmica sentida pelos alunos se localiza na zona de conforto, entra -0,5 e +0,5, os resultados tendem a ser positivos, no geral pelo menos 50% (out 100%).

Quando a sensação térmica sentida pelos alunos é superior a +0,5, os resultados da avaliação são afetados de forma inversa, ou seja, diminuem, em geral, abaixo de 50%.

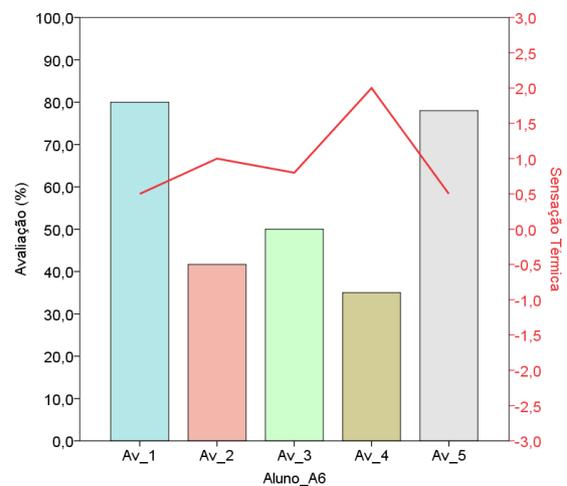
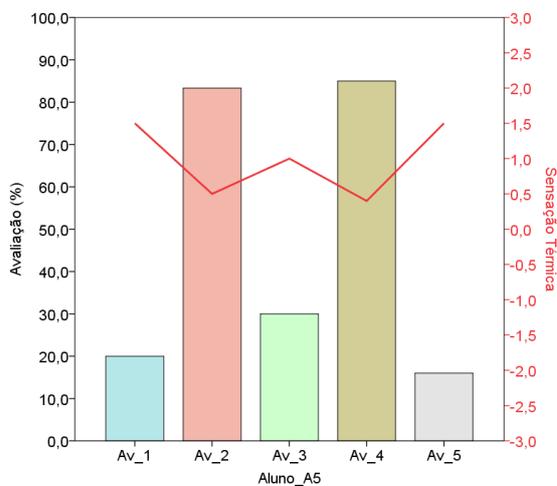
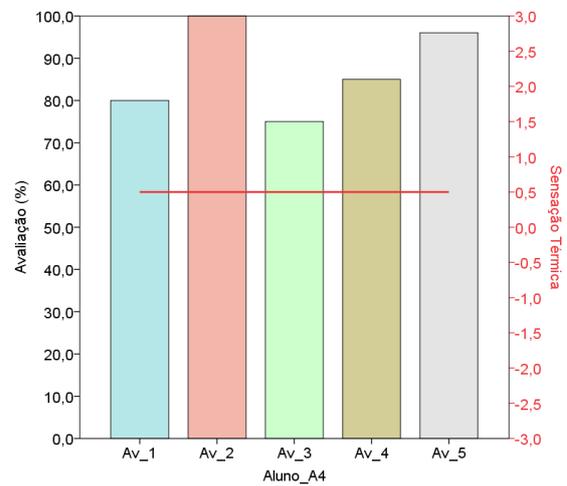
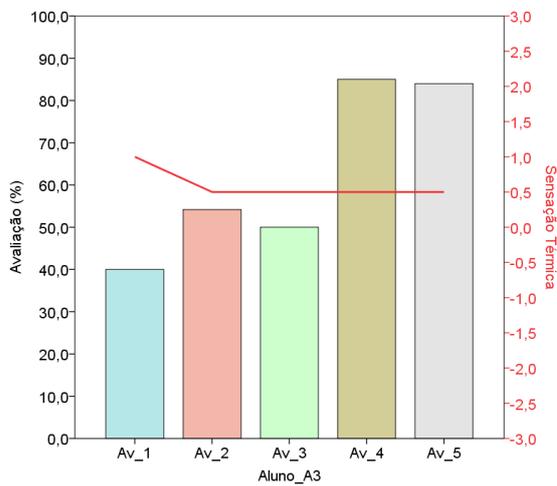
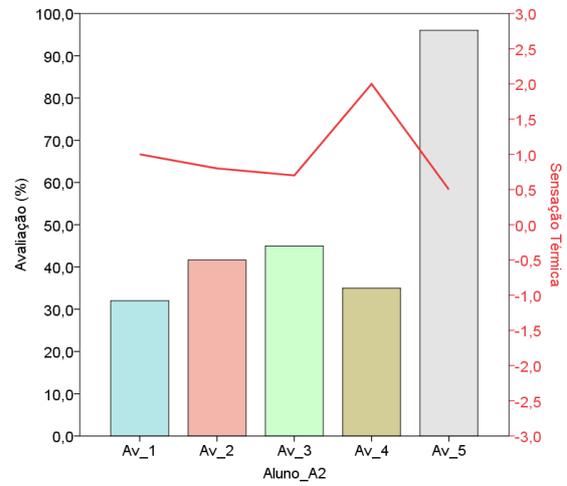
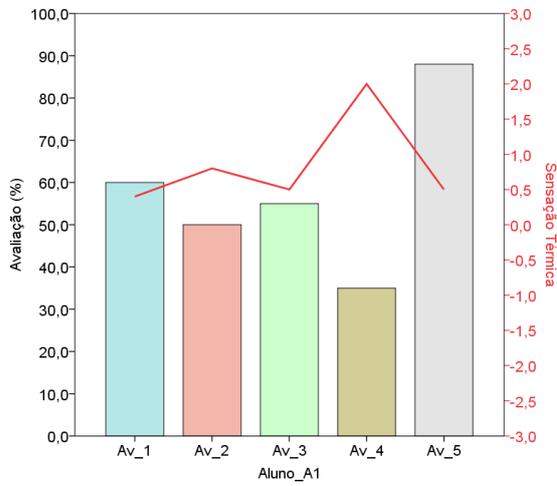
Os valores da sensação térmica sentida pelos alunos está em concordância com os valores da sensação térmica prevista pelo índice *EsConTer*.

Tal como na análise do período de *Inverno*, a vestimenta influencia a sensação térmica sentida pelos alunos.

A insatisfação dos alunos foi medida através da aplicação do índice PPD. Os resultados obtidos mostram que para a turma A, turno 1, a situação com menos insatisfação se verificou na Avaliação_3 com 5,8% e com mais insatisfeitos na Avaliação_5 com 26%. Para a turma A, turno 2, a situação com menos insatisfeitos foi registada na Avaliação_4 com 10,2% e com mais insatisfeitos na Avaliação_3 e Avaliação_5 com 40,8%. Para a turma B, turno 1, a situação com menos insatisfeitos foi registada na Avaliação_3 com 8,3% e com mais insatisfeitos na Avaliação_5 com 30,5%. Para a turma B, turno 2, a situação com menos insatisfeitos foi registada na Avaliação_1 com 8,3% e com mais insatisfeitos na Avaliação_5 com 40,3%.

Podemos concluir que os resultados obtidos confirmam, mais uma vez, a eficácia do método usado para avaliar a influência do ambiente térmico no conforto térmico do aluno e na sua aprendizagem.

A Figura 5.74 mostra o conjunto de gráficos onde se apresentam a evolução das avaliações dos alunos quando o ambiente térmico é alterado, para os dias considerados “quentes”, *Verão*, da turma A, turno 1.



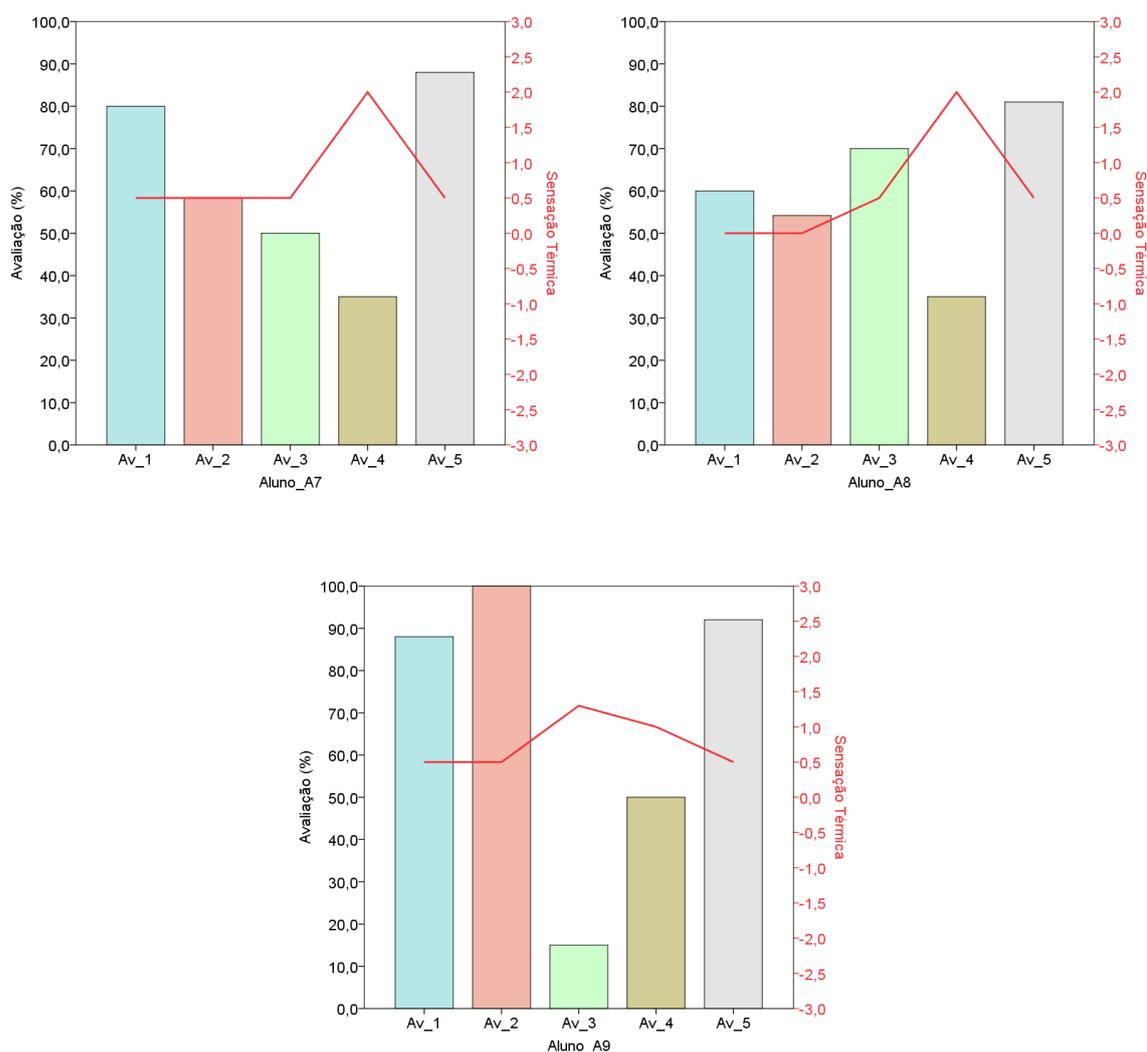
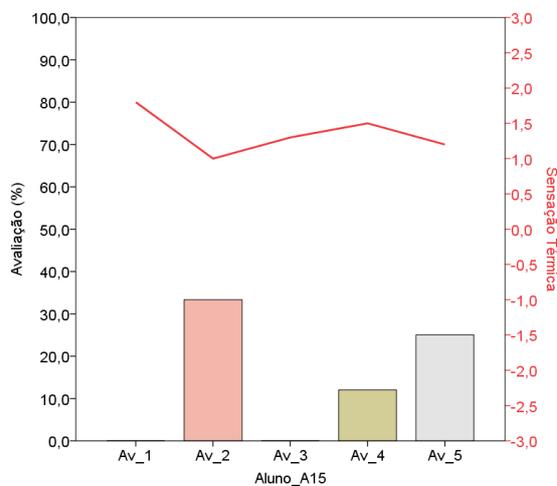
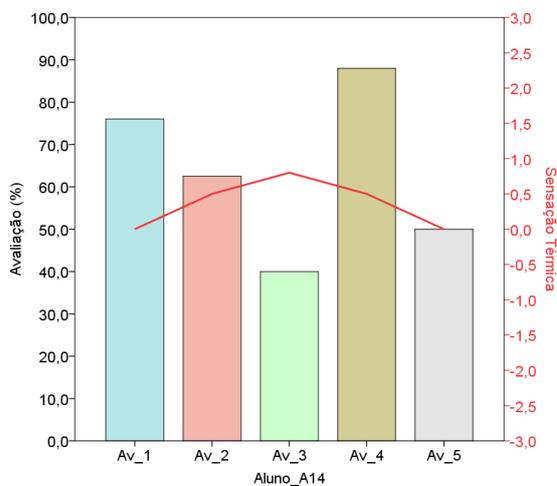
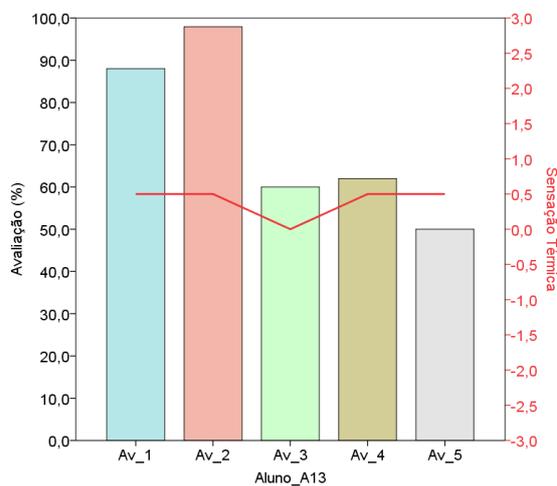
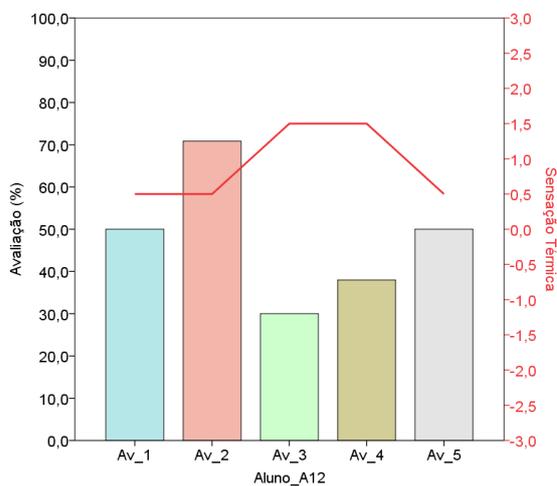
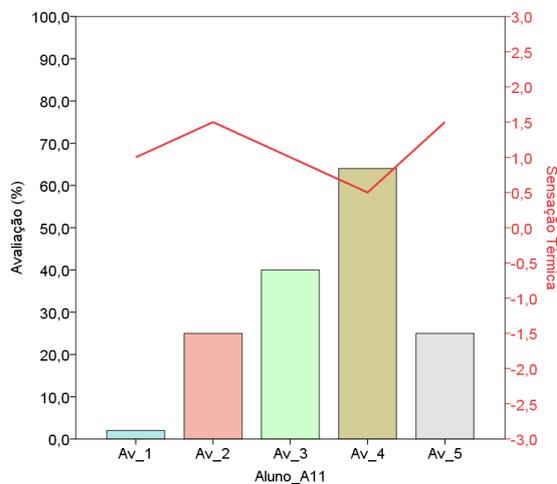
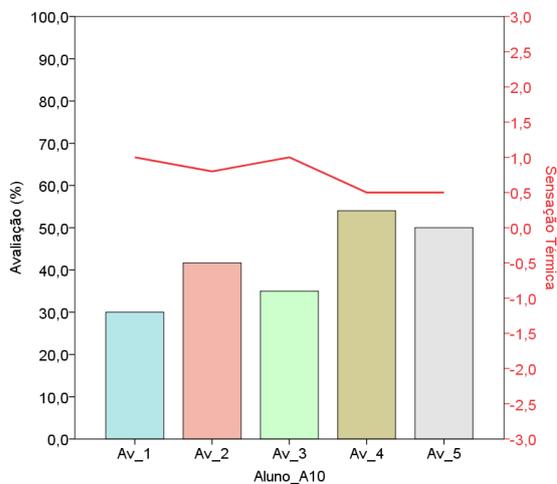


Figura 5.74. Sensação térmica *versus* avaliação de cada aluno, da turma A, turno 1, *Verão*.

Os gráficos da Figura 5.75 mostram a evolução das avaliações dos alunos quando o ambiente térmico é alterado, para os dias considerados “quentes”, *Verão*, da turma A, turno 2.



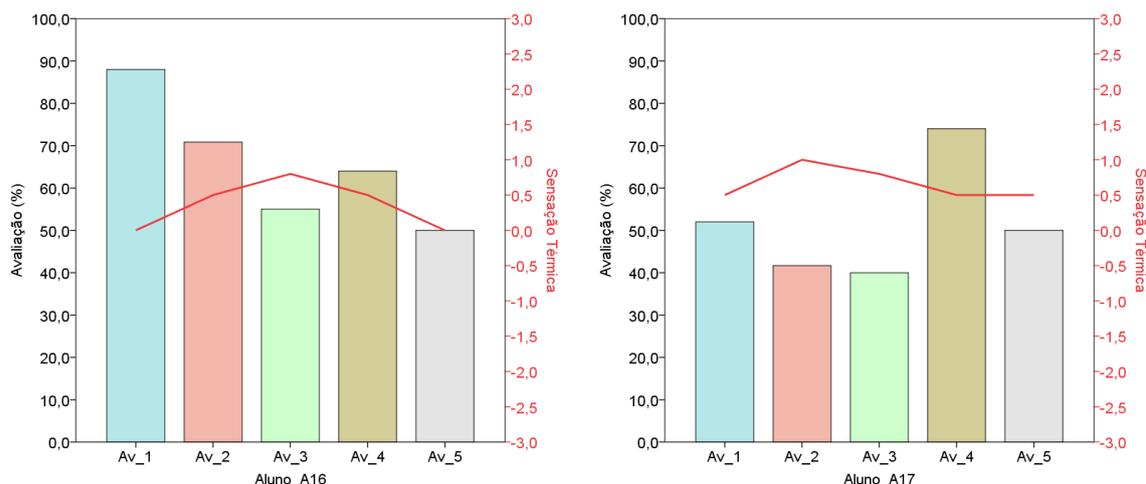
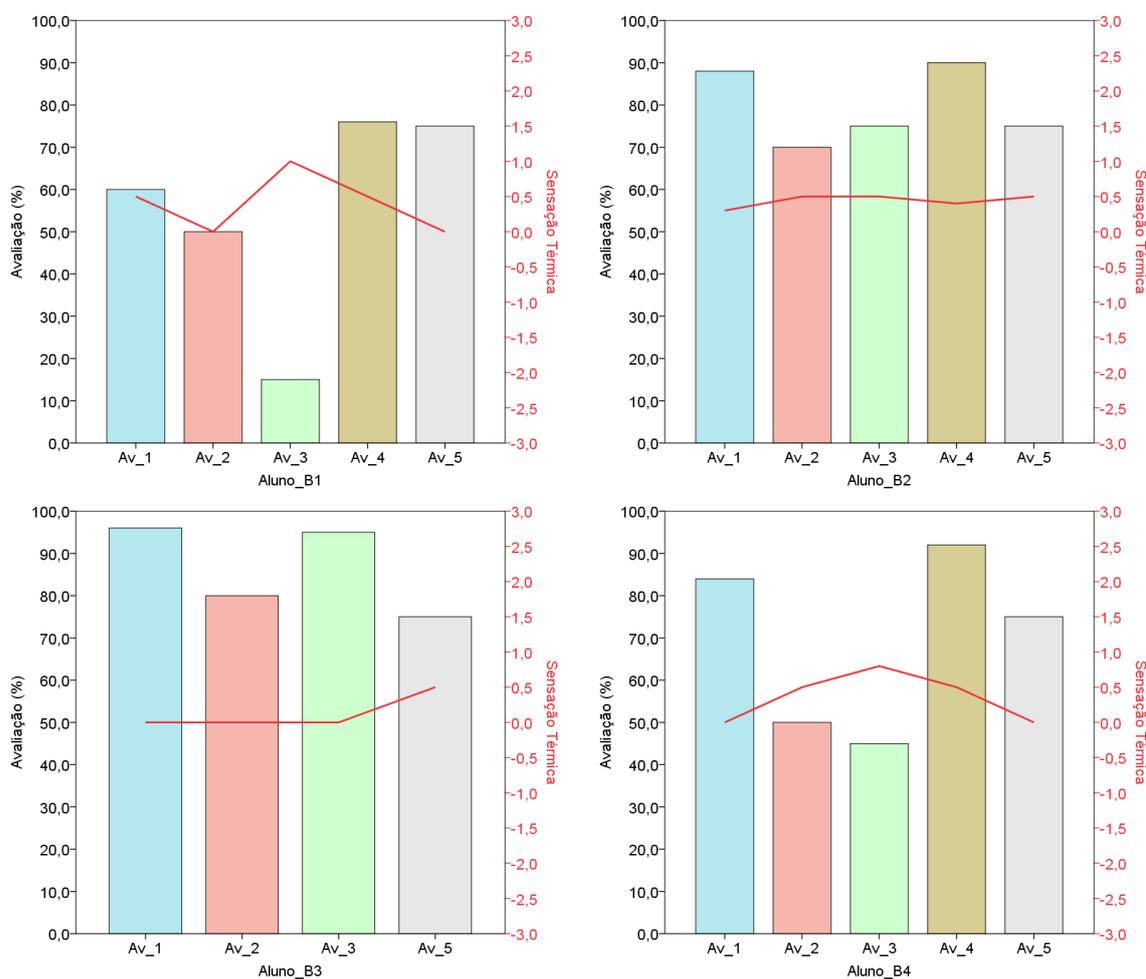
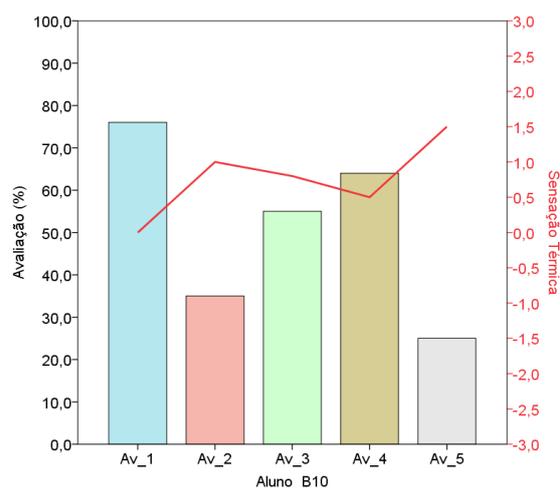
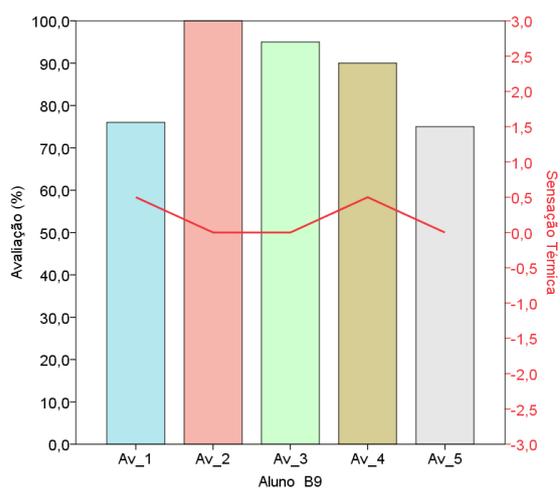
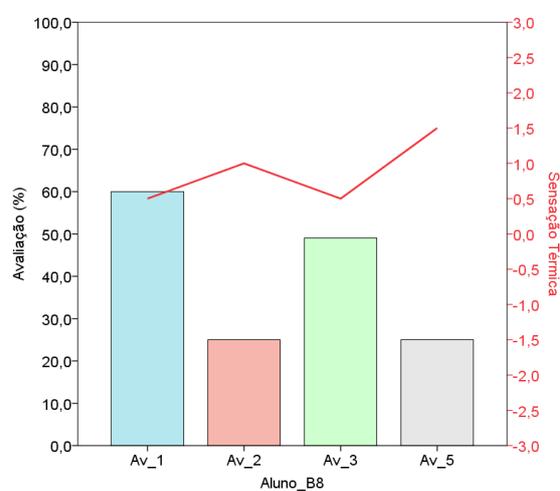
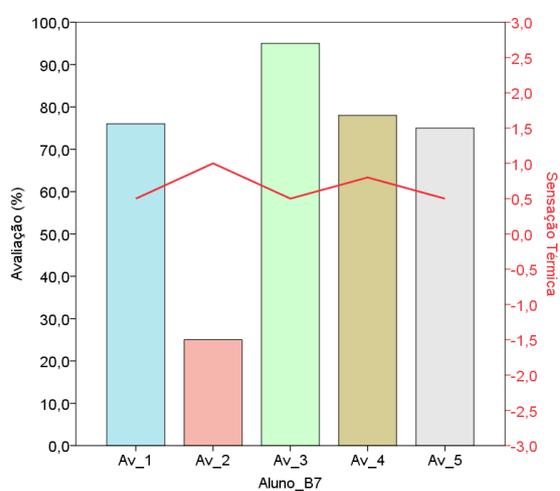
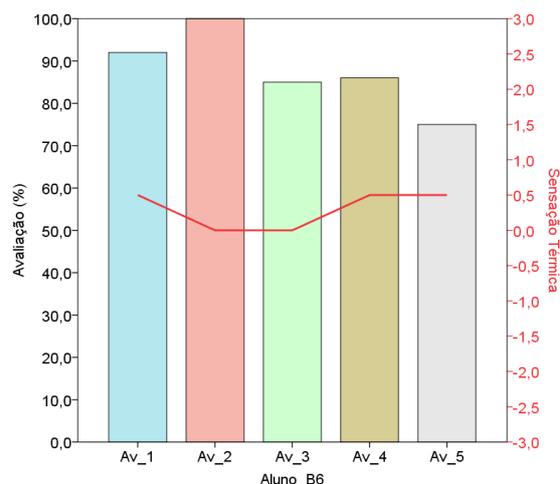
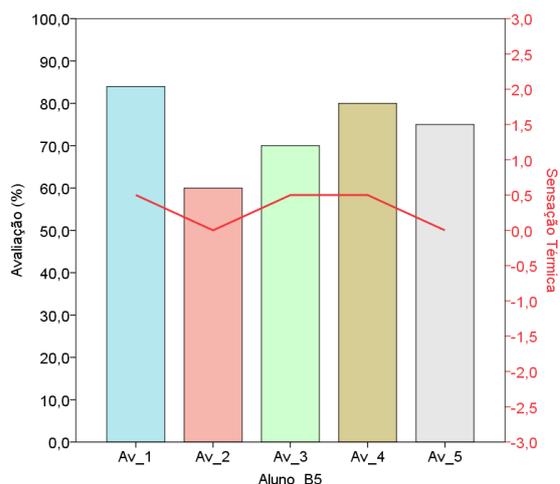


Figura 5.75. Sensação térmica versus avaliação de cada aluno, da turma A, turno 2, Verão.

A Figura 5.76 apresenta o conjunto de gráficos que mostram a evolução das avaliações dos alunos quando o ambiente térmico é alterado, para os dias considerados quentes, Verão, da turma B, turno 1.





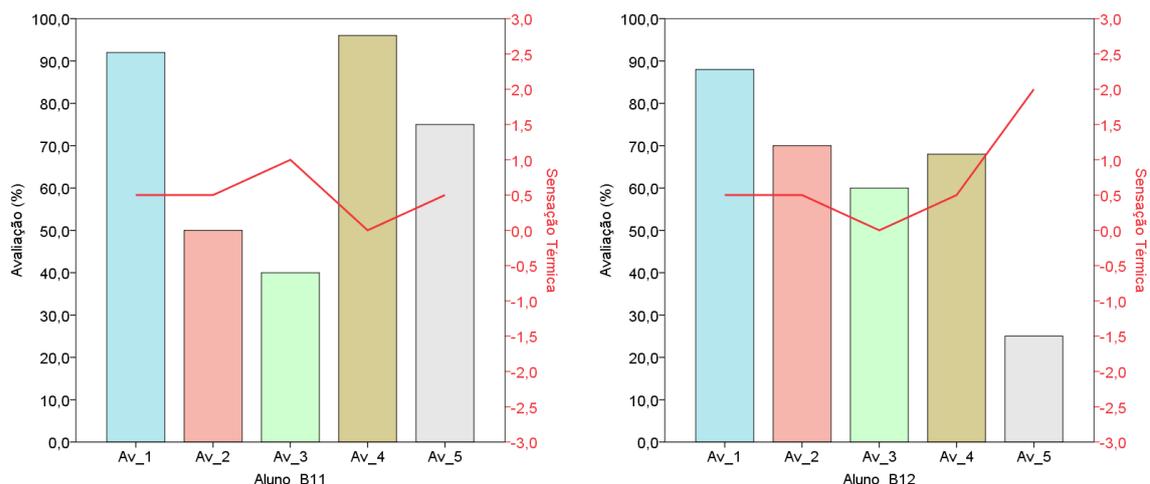
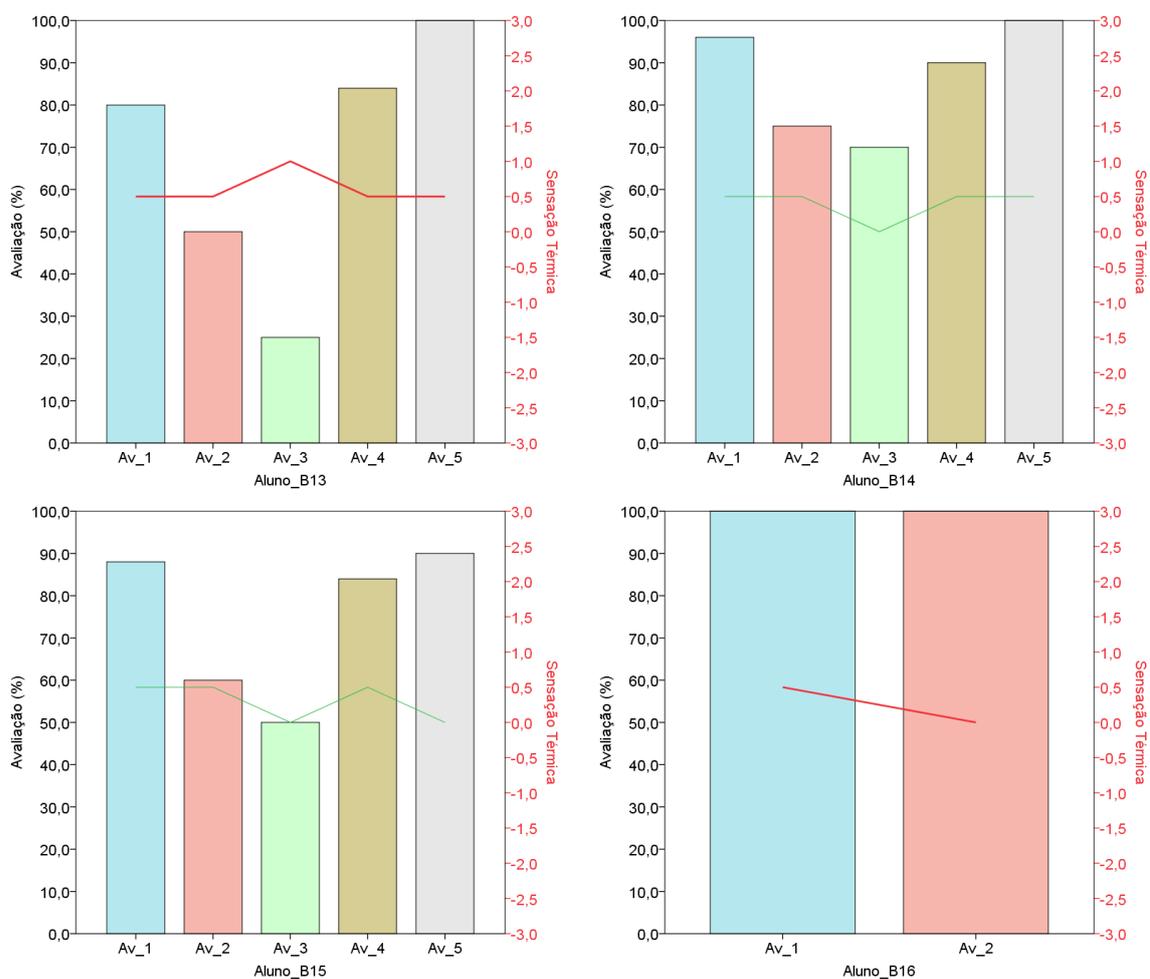
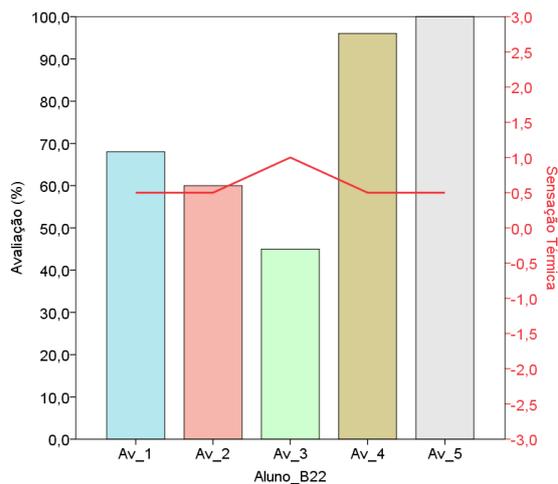
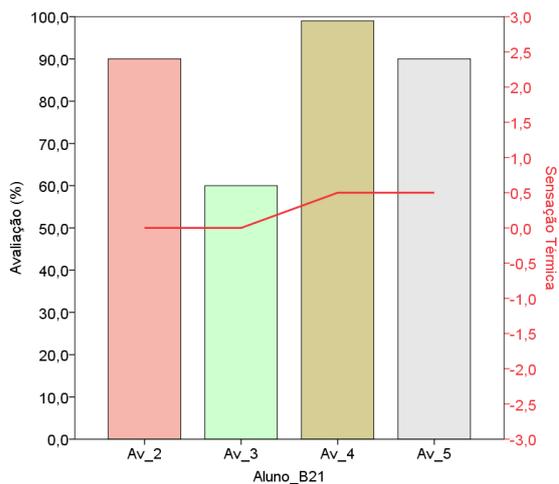
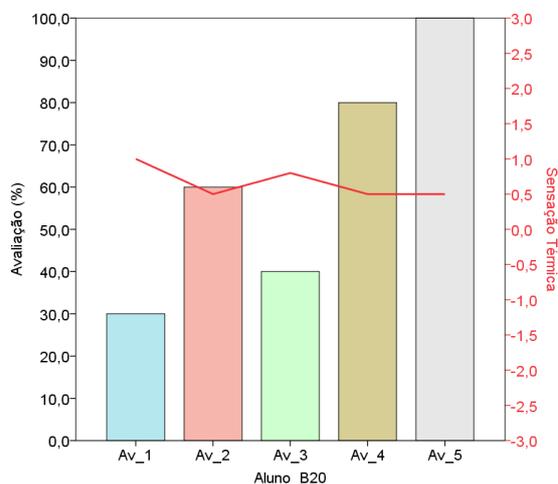
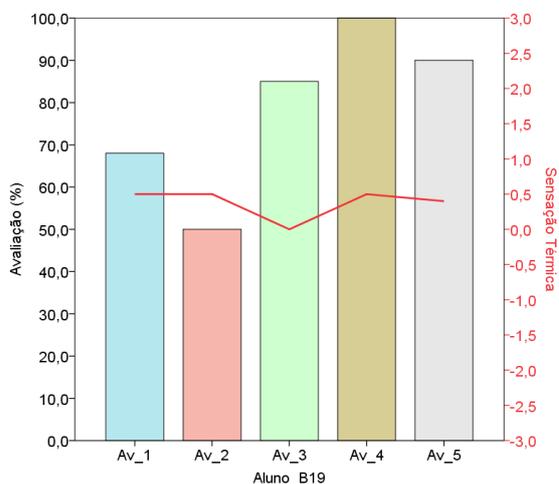
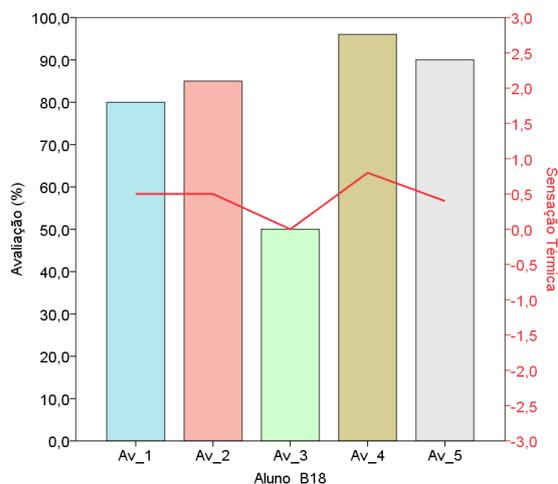
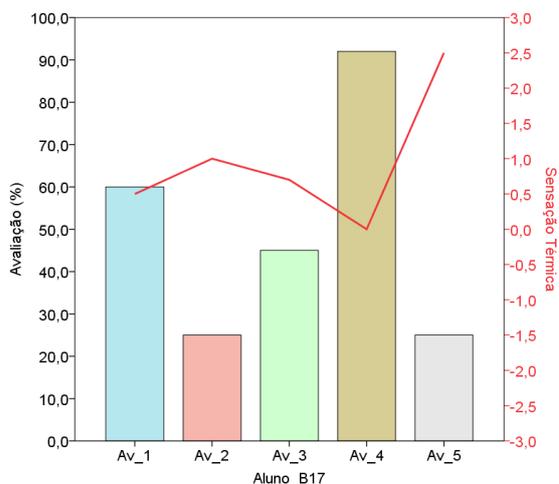


Figura 5.76. Sensação térmica *versus* avaliação de cada aluno, da turma B, turno 1, Verão.

Na Figura 5.77 apresenta-se o conjunto de gráficos que mostram a evolução das avaliações dos alunos quando o ambiente térmico é alterado, para os dias considerados quentes, Verão, da turma B, turno 2.





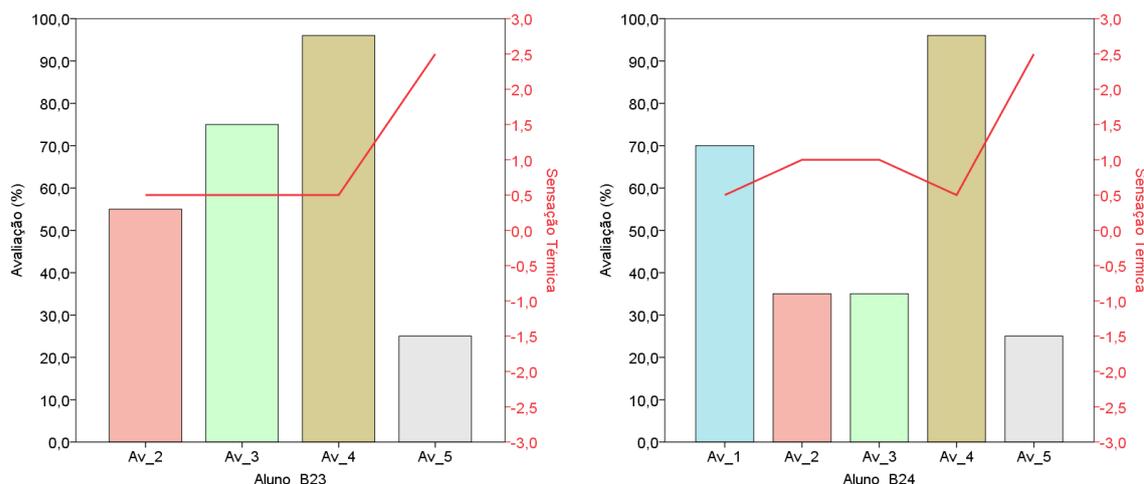


Figura 5.77. Sensação térmica *versus* avaliação de cada aluno, da turma B, turno 2, *Verão*.

Como conclusão pode-se afirmar que a observação das Figuras 5.74 à 5.77 mostra que quando a sensação térmica sentida pelos alunos é superior a +0.5 os resultados tendem a ser negativos. Quando o ambiente tem características de ligeiramente “quente”(+1,0) a “quente” (+2,0), os resultados são muito negativos. É importante referir que a análise do aluno B16 apresenta apenas duas colunas, uma vez que este foi transferido para outra escola no mês de Maio, pelo que não foi possível completar o estudo para este aluno.

Com base nos pressupostos apresentados e com base nos resultados obtidos é possível afirmar que a avaliação é fortemente condicionada pela sensação térmica sentida pelos alunos, quer para ambientes considerados “frios” (*Inverno*) quer para ambientes considerados “quentes” (*Verão*) (Talaia & Silva, 2011b).

Assim, pode-se concluir que o processo de ensino e aprendizagem é afetado pelas condições térmicas do ambiente que rodeia os alunos. É importante salientar que nas avaliações realizadas os conteúdos avaliados foram lecionados na aula que se realizou a avaliação, o que reforça que, na maioria dos casos, os alunos não se encontravam em conforto térmico para a aquisição de conhecimentos.

Após a análise apresentada, analisaram-se, tal como no *Inverno*, de que modo as avaliações variaram ao longo do estudo fazendo a respetiva comparação com a avaliação prévia. Na Figura 5.78 apresentam-se esses dados com os respetivos desvios absolutos, para a turma A, turno 1.

A observação da Figura 5.78 mostra de forma inequívoca que, como seria esperado, a avaliação prévia apresenta, como já foi referido no caso do *Inverno*, um desvio absoluto em relação ao valor médio muito inferior ao registado durante a realização do estudo.

No lado esquerdo da Figura 5.78 mostram-se os resultados para cada aluno da turma A e turno 1, em termos de avaliação. Há uma concordância de valores, entre os valores prévios e os valores do estudo, com a excepção do aluno A4. Durante o estudo este aluno registou uma excelente avaliação em termos médios, quando comparada com a avaliação prévia. Na prática, o aluno registou uma sensação térmica de +0,5, valor limite para se ter conforto térmico.

No lado direito da Figura 5.78, mostram-se os resultados da sensação térmica sentida pelos alunos em face da sensação térmica prevista pelo índice *EsConTer*. A observação dos resultados mostra inequivocamente que o *EsConTer* é um excelente preditor da sensação térmica sentida pelos alunos e que deve ser valorizado em estudos futuros.

Conclusões idênticas são retiradas quando se observa e analisa a Figura 5.79.

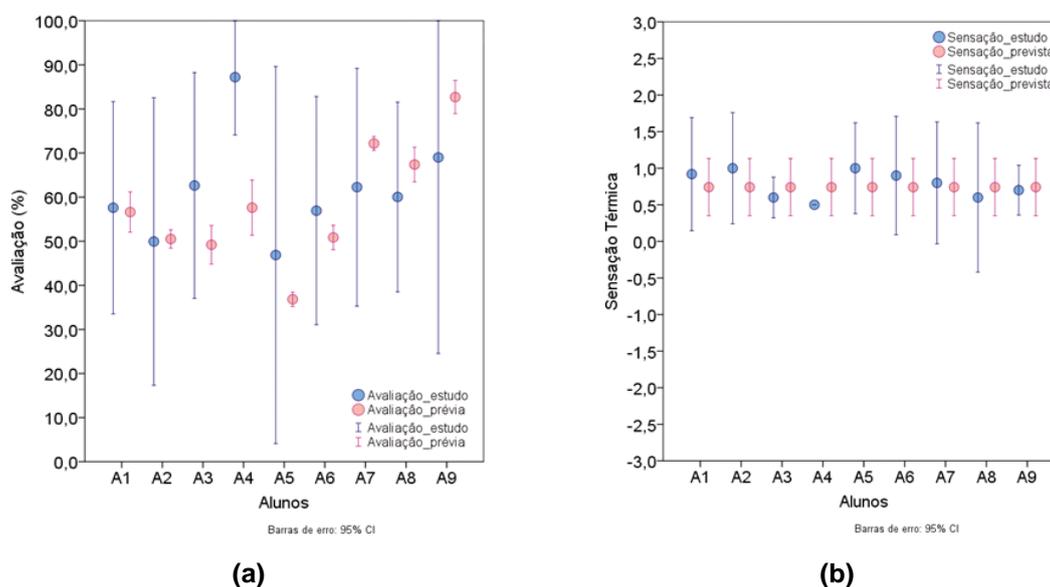


Figura 5. 78. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 2, *Verão*. **(b)** Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 1, *Verão*.

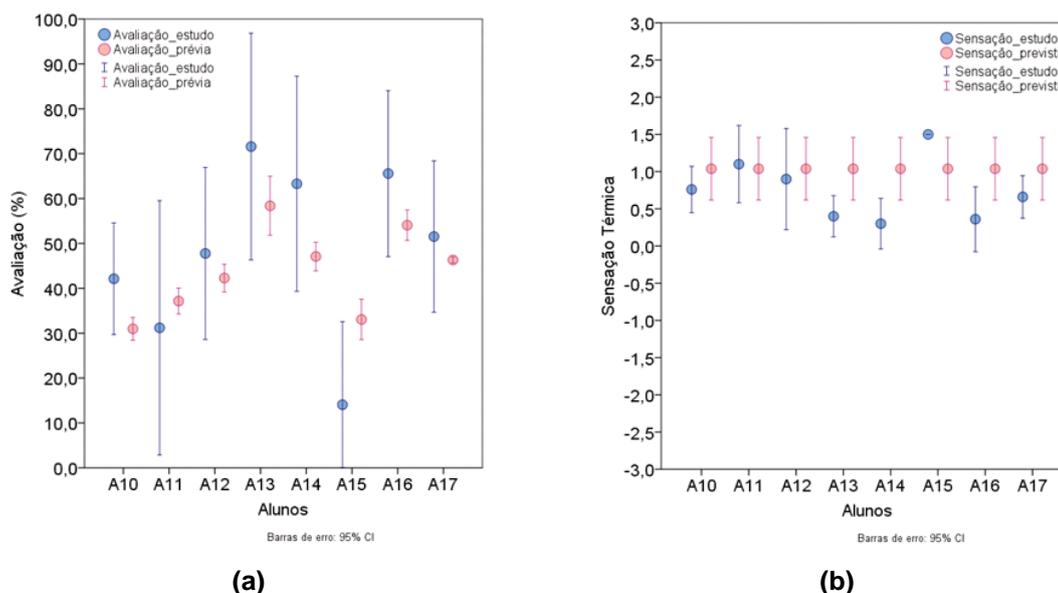


Figura 5.79. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respetivos desvios da turma A, turno 2, *Verão*. **(b)** Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respetivos desvios da turma A, turno 2, *Verão*.

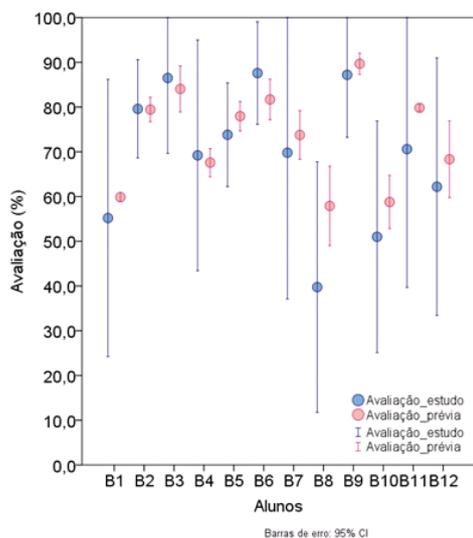
Para a turma B foi realizada a mesma análise. Os resultados obtidos estão em concordância com as considerações retiradas da análise da turma A, como seria esperado.

Na Figura 5.80, no seu lado esquerdo, para a turma B e turno 1, os resultados obtidos mostram que para cada aluno, os resultados obtidos durante o estudo estão, no geral, em concordância com os resultados prévios dos alunos.

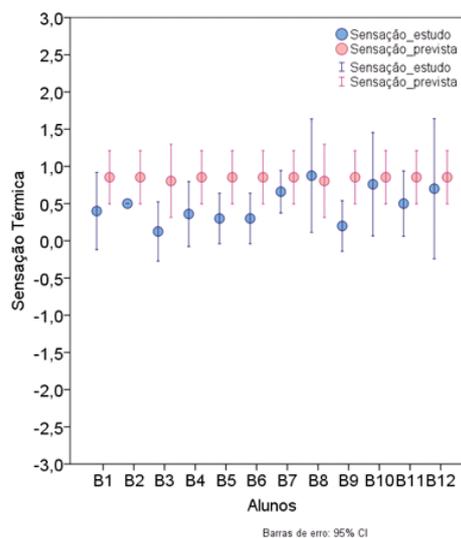
No lado direito da Figura 5.80, para a turma B e turno 1, os resultados obtidos durante o estudo, da sensação térmica sentida pelos alunos e a sensação térmica prevista pelo índice *EsConTer* estão em concordância.

As mesmas considerações podem ser retiradas da observação e análise da Figura 5.81 para a turma B, turno 2.

Mais uma vez como conclusão, pode-se confirmar a robustez que a metodologia adotada regista, mostrando que o ambiente térmico condiciona a aprendizagem dos alunos e os seus resultados.

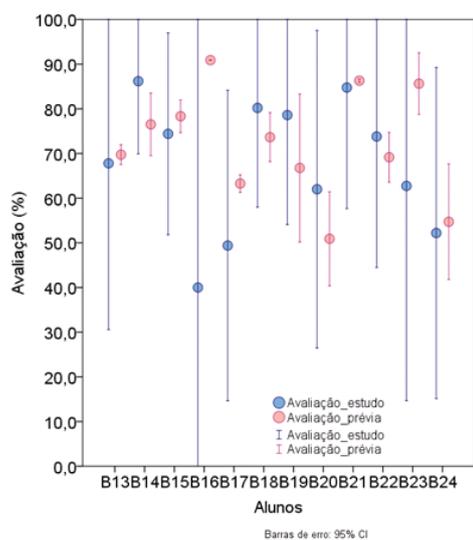


(a)

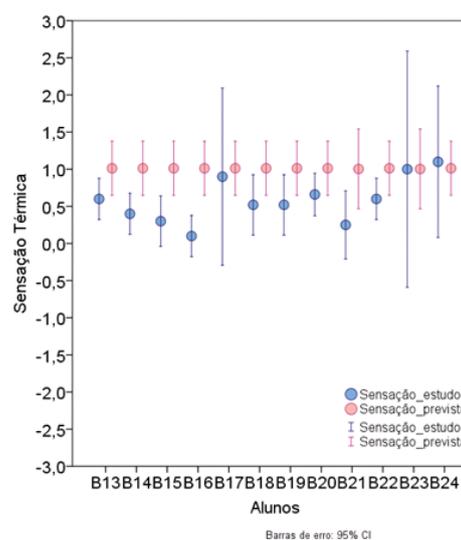


(b)

Figura 5.80. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respectivos desvios da turma B, turno 1, Verão. (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respectivos desvios da turma B, turno 1, Verão.



(a)



(b)

Figura 5.81. (a) Avaliação estudo e avaliação prévia com os respectivos desvios da turma B, turno 2, Verão. (b) Sensação térmica apresentada pelos alunos e sensação térmica prevista com os respectivos desvios da turma B, turno 2, Verão.

Por último, pode-se afirmar que os resultados obtidos permitiram conhecer as sensações de conforto e desconforto dos alunos e de que forma estas condicionam a aprendizagem.

Conclui-se, também, que as condições térmicas de uma sala de aula pode condicionar o ensino e aprendizagem. A professora investigadora durante os dias

que foi aplicado o estudo teve a sensação térmica muito próxima da sensação térmica média dos alunos, o que pode afirmar que o ambiente térmico pode influenciar o ensino.

A análise dos resultados mostra, inequivocamente, que este método é uma ferramenta importante para avaliar como situações de desconforto térmico podem condicionar o processo de aprendizagem de alunos.

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite, estudos desta natureza são importantes de modo a ser avaliado como o ambiente térmico influencia o processo de ensino e de aprendizagem.



Capítulo 6- Considerações Finais e Perspetivas Futuras



6.1. Considerações Finais e contributos específicos do estudo

A realização deste estudo motivou-nos a continuar a trabalhar o laboratório aberto e acessível a todos nós, a Atmosfera.

O estudo apresentado pretendeu motivar os alunos para o estudo da Física e da Química, bem como potenciar as suas aprendizagens. Por outro lado, este estudo também teve como objetivo contribuir para o desenvolvimento de conhecimento didático sobre o tema, promovendo sempre que possível a utilização de estratégias de aprendizagem ativas e de um elemento integrador, numa perspetiva de investigação-ação.

É importante referir que a temática “Mudança Global” foi escolhida para este estudo pela professora investigadora com o objetivo de aperfeiçoar os seus conhecimentos ao nível da Atmosfera, em particular acerca dos parâmetros meteorológicos e como estes podem ser aplicados no ensino da Física e Química. E, principalmente, com o objetivo de responder à questão de investigação que delineou todo o “caminho” deste estudo, ou seja, ***“Quais as contribuições para o Ensino nas Ciências, quando se usa a temática “Conforto Térmico”, numa perspetiva de ensino e aprendizagem?”***

A resposta à questão central formulada passa pelos seguintes objetivos:

- articular as condições atmosféricas com o conforto térmico;
- avaliar o conforto térmico numa sala de aula usando instrumentos meteorológicos simples, que podem ser construídos pelos alunos;
- avaliar quais os índices térmicos que devem ser usados para avaliar o conforto térmico;
- analisar os materiais usados na construção de edifícios escolares que condicionam o conforto térmico numa perspetiva de balanço energético;
- sugerir atividades experimentais que podem desenvolver competências na temática Conforto Térmico;
- analisar a influência do conforto térmico registado no interior de uma sala de aula e a aprendizagem.

De forma a encontrar a resposta à questão de investigação, que delineou todo o nosso estudo, podemos considerar, que no primeiro ano de estudo considerou-se importante motivar alunos do Clube de Ciência para a temática. Foram construídos

instrumentos de medida simples e interpretaram-se os dados registados (temperatura do ar e temperatura do termómetro húmido). Com base nestes registos e com o auxílio de uma tabela registaram-se as humidades relativas do ar. Com os dados registados em tabela a professora investigadora fez, com os alunos, a aplicação da norma ISO 7730, do índice *EsConTer* e do diagrama da W.M.O, de modo a suscitar o interesse para a definição de um ambiente térmico. Os primeiros resultados mostraram ser animadores e a entrega que os alunos mostraram deram ânimo para o êxito do estudo. Nesta fase os resultados obtidos mostraram uma concordância de resultados obtidos e a mesma interpretação física. Consideramos nessa altura que estava aberto o caminho para uma contribuição do ambiente térmico como condicionante no processo ensino e aprendizagem.

O segundo ano de estudo foi iniciado fazendo uma contextualização e resumo dos resultados obtidos no primeiro ano de estudo. A escola era diferente assim como os alunos.

No início do ano aplicou-se, previamente, um questionário sobre a temática conforto térmico, o que permitiu concluir que os alunos ao nível do Ensino Básico, nomeadamente no 7º ano de escolaridade, ainda não tinham uma compreensão, como era esperado, relativa aos parâmetros meteorológicos que influenciam o conforto térmico de uma sala de aula, apesar de os terem estudado e trabalhado na disciplina de Geografia. Nestas circunstâncias, pareceu-nos importante que os parâmetros meteorológicos fossem trabalhados numa perspetiva CTSA, como por exemplo usando a temática conforto térmico, na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Depois da construção e aplicação de atividades laboratoriais, conseguiu-se mostrar que as condições atmosféricas “*indoor*” de uma sala de aula são condicionadas pelas condições atmosféricas exteriores “*outdoor*”. Assim sendo, com a realização destas atividades pretendeu-se mostrar e, principalmente, ajudar os professores de Física e Química, e até mesmo professores da disciplina de Geografia, uma forma eficaz e motivante de lecionar o tema “Mudança Global”, nomeadamente no estudo de parâmetros meteorológicos, aliando sempre a teoria à prática. Uma palestra envolvendo uma grande parte da comunidade académica da escola foi realizada

com uma participação invulgar. A temática chamou muitos alunos e até professores de outras áreas, quando se usa a problemática “Conforto Térmico”.

Após todo o trabalho desenvolvido no primeiro ano e segundo ano do estudo, no terceiro ano de estudo finalmente a professora investigadora teve o privilégio de trabalhar com alunos do 8º ano de escolaridade e usar a temática “Mudança Global”.

Aos alunos foram apresentadas, como informação, algumas atividades desenvolvidas em anos anteriores. Contextualizaram-se alguns objetivos a atingir e os alunos mostraram-se recetivos e bastante entusiásticos com a abordagem “*será que um ambiente térmico de uma sala de aula pode condicionar o bem-estar e a aprendizagem dos alunos?*”.

Ao longo deste terceiro ano de estudo foi possível mostrar que usando instrumentos simples e diversas atividades, a análise de resultados permitiu perceber, de uma forma simples e acessível a todos, como o conforto térmico de um ambiente térmico influencia o processo de aprendizagem.

No geral, os alunos com a professora investigadora puderam afirmar que a avaliação de conhecimentos adquiridos pelos alunos é condicionada pela sensação térmica sentida para ambientes considerados de “*frios*” e ambientes considerados de “*quentes*”.

Concluiu-se, assim, que o processo de aprendizagem é afetado pelas condições termohigrométricas do ambiente que rodeia os alunos. É importante salientar, que a análise de resultados mostrou que quando os valores da sensação térmica sentida pelos alunos é inferior a -0,5, ou superior a +0,5 da escala sétima de cores, os resultados obtidos da avaliação de conhecimentos tendem a ser negativos, ou seja, inferiores a 50% (out 100%). No entanto, quando a sensação térmica sentida pelos alunos se localiza na zona, considerada de conforto térmico ou seja entre os valores da escala térmica de -0,5 e +0,5, os resultados são, no geral, positivos, o que confirma que os resultados das avaliações de conhecimentos para os alunos envolvidos no estudo depende do ambiente térmico. Foi possível ainda constatar que quando a sensação térmica sentida pelos alunos regista valores baixos com tendência a “*frio*” (-2) ou altos com tendência a “*quente*” (+2) os resultados obtidos pelos alunos são, no geral, bastante negativos.

Ao avaliar-se o grau de insatisfação previsto para cada ambiente térmico quando se usou o índice *EsConTer*, os resultados obtidos mostraram concordância com a sensação térmica sentida pelos alunos e registada na escala de sensação térmica de cores.

A professora investigadora em cada ambiente térmico estudado fez um registo do tipo de vestimenta de cada aluno. Em termos gerais pode-se afirmar que a roupa usada é determinante no bem-estar do aluno. No entanto, a avaliação da influência da resistência térmica do vestuário no processo de aprendizagem não foi diretamente considerada neste estudo. Uma das razões deve-se ao carácter inovador da metodologia e ferramentas usadas neste trabalho para determinar a sensação térmica prevista num ambiente térmico, quando se usa a temperatura e a humidade relativa do ar. Podemos afirmar, de forma inequívoca, que um ambiente térmico de uma sala pode ser previsto através da aplicação do índice de **Escala de Conforto Térmico**, *EsConTer*, e que a sensação térmica sentida pelos alunos através da indicação na escala térmica de cores.

Em jeito de conclusão, podemos afirmar que as considerações retiradas do trabalho desenvolvido permitem confirmar que os métodos usados são inovadores e que é possível determinar a influência do ambiente térmico na construção do conhecimento dos alunos.

Julgamos ter evidências suficientes para afirmar que a abordagem didática utilizada, durante a realização do estudo, na disciplina de Ciências Físico-Químicas promoveu nos alunos o gosto pela disciplina. Esta conclusão é muito importante, porque é aceite que a disciplina de Ciências Físico-Químicas apresenta dificuldades de aprendizagem para os alunos, e que estes sentem alguma desmotivação por ser considerada, de uma maneira geral, uma das disciplinas mais “difíceis” dos currículos nacionais. Esta situação é, a cada ano letivo, confirmada pelos resultados nacionais registarem, em média, valores negativos.

Os resultados obtidos pelo estudo desenvolvido indicam que:

- os alunos sentiram interesse e motivação pela disciplina, conseguiram compreender a sua importância para o seu futuro e para o seu dia-a-dia, pois conseguiram ver a aplicação dos diversos conteúdos abordados na disciplina em diversas situações do seu quotidiano.

- a integração da componente prática foi uma mais valia, uma vez que os alunos se sentiram verdadeiros “investigadores”, suscitando assim um maior envolvimento e motivação nos alunos.
- a utilização de questões problema para a introdução dos conteúdos foi uma estratégia que os alunos consideraram uma mais-valia, uma vez que associados a essas questões existiram discussões e debates que promoveram a participação de todos os alunos, tornando as aulas mais interativas e mais motivantes. Importa salientar que ao longo dos diversos debates surgiram ainda mais questões que foram muito úteis, pois os alunos aquando da realização das atividades práticas tentaram sempre ir em busca das respostas às suas inquietações e ajudaram a que a professora investigadora implementasse, ainda mais, atividades para que os alunos conseguissem por eles próprios encontrar as respostas e percebessem o que estavam a trabalhar.
- as aulas foram importantes para a aprendizagem dos conteúdos da disciplina e contribuíram para desmistificar a ideia de que a disciplina de Física e Química é “difícil”, pois os alunos perceberam que os conteúdos abordados podem de uma forma simples e eficaz serem aplicados a situações do seu dia-a-dia.

Assim, considerando os pressupostos anteriores, podemos afirmar que as estratégias implementadas foram, de uma forma geral, promotoras de motivação, de participação dos alunos nas aulas e nas suas aprendizagens.

Estamos convictos de que toda a metodologia adotada é uma forte contribuição para o ensino nas Ciências, nomeadamente, na Física e Química, usando uma temática Conforto Térmico e que o método usado é uma ferramenta importante para avaliar como situações de desconforto térmico podem condicionar o processo de aprendizagem dos alunos.

Pensamos que este trabalho é bastante interessante para os profissionais de ensino, nomeadamente para os professores de Física e Química e de Geografia, uma vez que mostra como a partir de dados como a temperatura do ar e da humidade relativa do ar se podem fazer fascinantes estudos e envolver ativamente os alunos. Nos trabalhos desenvolvidos houve sempre o cuidado de criar

metodologias dinâmicas e motivadoras, aliadas sempre à perspetiva CTSA, com vista ao melhoramento das aulas e, também, deixar uma contribuição para os colegas, profissionais de ensino, que eventualmente analisarem este documento.

6.2. Limitações do estudo

Durante a realização deste trabalho tivemos, sempre, o cuidado e a preocupação de aplicar os estudos num contexto real e em sala de aula. Devido ao facto de a professora investigadora ser professora contratada, a principal limitação do estudo foi que a professora nunca teve uma escola fixa nem as mesmas turmas, e por esse motivo houve necessidade de em todos os anos do estudo fazer sempre uma nova recontextualização e definir novas estratégias, mantendo sempre o caminho delineado inicialmente.

Uma outra limitação do estudo foi que inicialmente definimos que o trabalho desenvolvido seria implementado em turmas do oitavo ano, na temática “Mudança Global”. No entanto, isto nem sempre foi possível, uma vez que, nem sempre foram atribuídas turmas à professora investigadora do oitavo ano. E, por isso, houve a necessidade de se adaptar o trabalho ao nível de ensino que a professora investigadora tinha à sua frente. Importa salientar que esta limitação inicial, mais tarde consideramos ter sido uma mais-valia, uma vez que se constatou que trabalhos como estes podem ser aplicados em qualquer nível de ensino atendendo ao vasto currículo da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

6.3. Perspetivas Futuras para o ensino da Física e Química

Para além dos contributos do estudo anteriormente apresentados na secção 6.1., procuraremos sistematizar um conjunto de orientações que podem contribuir para o ensino da disciplina de Ciências Físico-Químicas, usando a temática conforto térmico, e que possa contribuir para o sucesso das aprendizagens da Física e Química. Para além disso, consideramos oportuno estender este trabalho para o ensino secundário nomeadamente ao nível da disciplina de Física e Química (por exemplo, ao nível do 10^o ano de escolaridade).

Importa salientar que o recurso a estratégias promotoras de aprendizagem ativa requer que os professores não sejam apenas transmissores de informação, mas

sim que sejam capazes de envolver e orientar os alunos no seu processo de aprendizagem; sejam capazes de estimular e motivar os alunos, recorrendo a estratégias diversificadas; apoiem e orientem os alunos ao longo da realização dos trabalhos, nomeadamente nos trabalhos prático-laboratoriais, fornecendo feedback para que estes possam melhorar o seu desempenho; promover debates, recorrendo a questões problema sobre os conteúdos a serem lecionados. Para que isso seja possível, segundo Morelatti (2002), deve-se: trabalhar a auto-estima dos alunos e criar-lhes confiança nas suas capacidades e potencialidades; ter a noção de que a resolução de problemas é importante para a elaboração do saber, constituindo um momento privilegiado em que os alunos (re)constroem os seus conhecimentos, interagindo com os outros alunos e com o professor; ter a consciência que só existe aprendizagem quando os alunos compreendem que existe um problema para resolver e se propõem a resolvê-lo; não dar respostas, deve-se incentivar os alunos a procurarem soluções para os problemas; e por, fim, incentivar e apoiar o trabalho desenvolvido quer individualmente, quer em grupo, pelos alunos.

Assim, cientes que as orientações e trabalhos apresentados ao longo deste trabalho são exigentes para os professores, consideramos importante e necessário:

- Promover a formação pedagógica dos professores, nomeadamente no que se refere à temática conforto térmico, através de Palestras e Oficinas Pedagógicas;
- Incentivar o trabalho colaborativo entre professores, principalmente na abordagem da temática conforto térmico;
- Elaborar estudos comparativos entre espaços de escolas, na mesma região e em regiões diferentes;
- Envolver alunos em atividades experimentais que promovam o saber da temática energia, usando ambientes térmicos.

Atendendo ao descritos é nosso objetivo, num futuro próximo, realizar diversas Palestras e Oficinas Pedagógicas em Escolas para Professores, de forma a podermos transmitir toda a experiência vivenciada com a realização deste estudo, de forma a motivar os professores de Física e Química a abordar esta temática de forma motivadora, ajudando-os a introduzir a temática conforto e desconforto ao

nível do sétimo ano de escolaridade no domínio “Energia” e ao nível do décimo ano na temática “A energia no aquecimento e no arrefecimento de Sistemas”.

É também oportuno, realizar Palestras para comunidades académicas e orientadas para alunos.

Adicionalmente é um objetivo editar um livro a expor esta problemática e apresentar materiais úteis para os professores de Física e Química poderem usar esta temática em sala de aula (guia orientador de construção de instrumentos de medida de baixo custo), tendo em conta as Orientações Curriculares da disciplina e atendendo às metas curriculares.

Na revisão realizada em 2012 pelo Ministério da Educação, na estrutura curricular da disciplina de Ciências Físico-Química, a temática “Mudança Global” deixou de ser lecionada (MEC, 2013). Nestas circunstâncias e tendo por base a revisão da estrutura curricular na disciplina de Ciências Físico-Químicas, consideramos necessário fazer um novo enquadramento deste estudo no currículo da disciplina. Segundo MEC (2012) a Revisão da Estrutura Curricular remeteu para a aprovação de “*objetivos claros, rigorosos, mensuráveis e avaliáveis, através da elaboração de novas metas curriculares e de uma revisão e possível reformulação de programas*”. É importante salientar que isto veio concretizar-se, na Física e na Química em particular, através da homologação das Metas Curriculares, em Abril de 2013 (MEC, 2013).

As Metas Curriculares têm como base os elementos essenciais das Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico (DEB, 2001b), destacando-se alguns aspetos essenciais à sua implementação, tais como: estabelecem o que os alunos devem alcançar, descritores de carácter experimental obrigatórios, raciocínio e comunicação considerados em todos os descritores, os conteúdos deverão ser integrados numa perspetiva CTS, os professores poderão ir além do indicado, e a sequência apresentada pode ser alterada (MEC, 2013).

Segundo o Despacho nº15971/2012, de 14 de Dezembro, as Metas Curriculares pretendem identificar a aprendizagem a realizar pelos alunos, realçando o que dos programas deverá ser prioritário no ensino. Assim sendo, as mesmas Metas Curriculares permitem identificar os desempenhos que traduzem os conhecimentos a adquirir e as capacidades que se querem ver desenvolvidas, identificar o

referencial para avaliação interna e externa, orientar a ação do professor na planificação do seu ensino e na produção de materiais didáticos, e facilitar o processo de autoavaliação dos alunos.

Importa salientar que as Metas Curriculares visam os resultados a atingir pelo aluno, mas não definem nem restringem as opções metodológicas por parte do professor.

Como já foi referido anteriormente, as metas têm por base os elementos essenciais das Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico: Ciências Físicas e Naturais (DEB, 2001b), por isso os objetivos gerais pormenorizados por descritores, estão organizados por ano de escolaridade, e por domínios e subdomínios temáticos, de acordo com a seguinte estrutura: Domínio, Subdomínio, Objetivo Geral e, finalmente, Descritores. Os descritores estão redigidos de forma objetiva e avaliável. Tendo a disciplina de Ciências Físico-Químicas uma base experimental, é importante salientar a obrigatoriedade dos descritores com conteúdos de carácter experimental.

Considerando que a temática “Mudança Global” foi, inicialmente, usada para enquadrar este estudo no ensino da Física e da Química, e que agora foi retirada do currículo da disciplina de Ciências Físico-Químicas, por ser considerada matéria lecionada na disciplina de Geografia, a experiência letiva da professora investigadora permite afirmar que as atividades experimentais consideradas no estudo podem ser realizadas com o mesmo êxito na temática Energia. Não é nenhuma novidade pois já neste estudo foram envolvidas turmas do 7º ano de escolaridade, quando a professora investigadora não tinha atribuídas turmas do 8º ano de escolaridade.

Em face das considerações indicadas e após uma análise cuidada do documento das Metas Curriculares, pode-se concluir que este trabalho pode ser perfeitamente enquadrado no Domínio: Terra em Transformação, no Subdomínio: Energia; conforme está escrito na Meta Final 5: “*O aluno elabora justificações sobre a importância de questões energéticas para a sustentabilidade do Planeta no que respeita a fontes de energia e eficiência energética*”; e nas Metas intermédias até ao 7º ano: “*O aluno identifica e caracteriza processos de transferência de calor (condução e convecção) e por radiação, em situações do dia-a-dia e/ou contexto*

laboratorial” e “O aluno descreve medidas práticas eficazes e justifica a sua adoção na construção de casa ecológicas, com preocupações ao nível energético (aproveitamento da luz solar para iluminação natural e aquecimento passivo, redução das transferências de energia térmica entre o interior e o exterior por condução” (MEC, 2013).

Por último, numa problemática energética que afeta a humanidade, os políticos através de alguns indicadores apresentados neste estudo, poderão considerar que os resultados obtidos pelos alunos são influenciados pelo ambiente térmico de cada sala de aula e que a solução de melhorar resultados é, também, criar condições de conforto térmico nas salas de aula das escolas.

Partilhamos da opinião que os resultados nacionais obtidos pelos alunos por si só são redutores em análise comparativa de melhor ou pior escola em termos de ranking. Consideramos que uma escola confortável gera condições de bem-estar que condiciona o processo de aprendizagem ao longo do ano. Esta opinião é defendida pelos anos de experiência letiva da professora investigadora e pelos largos anos de experiência do orientador deste trabalho, enquanto professor e orientador/presidente de estágios e da prática pedagógica, que fez recordar que em muitas salas de aula, em diferentes lugares do país, o professor em dias considerados de “frios” tinha um aquecedor (elemento térmico emissor) e os alunos (aqueles que tinham roupa adequada) estavam presos a muita roupa e luvas, dificultando a sua atenção na construção do conhecimento. Disse que são as chamadas salas de aula desconfortáveis e que muitas vezes se falava da necessidade de levar mantas ou cobertores, para os professores que assistiam a aula (aula assistida).

Mais uma vez, podemos afirmar de forma inequívoca, que este documento mostrou a oportunidade e o carácter inovador da estratégia usada, contribuindo para o Ensino nas Ciências, quando a temática Conforto Térmico é considerada.



Bibliografia



A

Acevedo-Díaz, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 21-46.

Aikenhead, G., Orpwood, G., & Fensham, P. (2011). Scientific literacy for a knowledge society. In C. Linder et al. (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 28-44). New York: Routledge.

Allen, D. E., Donham, R. S., & Bernhardt, S. A. (2011). Problem-based learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 128, 21–29.

APERGO (2007). *Ergonomia*. Retrieved access 20 de Maio de 2012, from <http://www.apergo.pt/index.php>.

Ash, D., Lombana, J., & Alcala, L. (2012). Changing Practices, Changing Identities as Museum Educators From Didactic Telling to Scaffolding in the ZPD. In: Davidsson E., Jakobsson A. (Eds), *Understanding Interactions at Science Centers and Museums* (pp. 23-44). Boston: Sense Publishers.

ASHRAE (2001), *Handbook of Fundamentals - Physiological Principles for Comfort and Health*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Chapter 8, Atlanta, 1-32.

B

Barbier, R. (1996). *La recherche-action*. Paris: Ed Económica.

Barrett, T., & Moore, S. (2011). An Introduction to Problem-Based Learning. In T. Barrett, & S. Moore, *New Approaches to Problem-Based Learning - Revitalising your practice in higher education* (1ª ed., pp. 3-17). New York (USA): Routledge - Taylor e Francis Group

Barrows, H., & Tamblyn, R. (1980). *Problem based learning: an approach to Medical Education*. Springer

Bastos, G. M. M. (1997). *O Ensino da Física centrado na Resolução de Problemas: Potencialidades de Implementação na Sala de Aula de Estratégias*

baseadas num Modelo Proposto pela Investigação em Didáctica – Um contributo para o Ensino/Aprendizagem da área temática “Produção, Distribuição e Utilização da Electricidade (8ºano). Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Aveiro.

Bell, B.F., & Pearson, J. (1992). Better learning. *International Journal of Science Education*, 4(3), 349-361.

Benavente, A., Costa, A. F., & Machado, F. L.(1990). Práticas de mudança e de investigação – Conhecimento e intervenção na escola primária. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 29, 55-80. Retrieved from http://www.ces.fe.uc.pt/publicacoes/rccs/029/ABenavente_at_al._pp.55-80.pdf.

Bodner, G.M. (1987). The role of algorithms in teaching problem solving. *Journal of Chemical education*, 64(6), 513-514.

Brincones, I (1999). *El uso de la estrategia de resolución de problemas por alumnos de educación secundaria. Aspectos Didácticos de Física y Química (Física)*. Universidade de Zaragoza: I C E.

Brito, L. D., Souza, M. L., & Freitas, D. (2008). Formação inicial de professores de ciências e Biologia: a visão da natureza do conhecimento Científico e a relação CTSA. *Interações*, 9, 129-148.

Bruner, J.(1997). *Atos de significação*. Porto Alegre: Artes Médicas.

C

Cachapuz, A. (2009). Questões e razões: Melhorar o ensino das ciências. *Noesis*, Julho/Setembro, 26-29.

Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Temas de investigação 26. Ministério da Educação e Ciência.

Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação. Guia para Autoaprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta

Castillo & Vilhena. (2005). *Confort térmico – Método de Fanger para su evaluación*. Retrieved access 20 de Maio de 2012, from http://www.ucm.es/info/seas/estres_lab/enciclo/indice_gral.htm

Chagas, I. (2005). *Caracterização da Investigação-acção*. Retrieved access 14 de Fevereiro de 2012, from <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/Anexo%20i.pdf>.

Cohen, L., & Manion, L. (1995). *Research Methods in Education*. Londres: Routledge

Collins, A. (1998). National Science Education Standards: A political document. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(7), 711-727.

Coll, C., Palacios, J., & Marchesi, A. (1995). *Desenvolvimento Psicológico e Educação*. Artmed: Porto Alegre

Cortesão, I. (1998). Da Necessidade de Vigilância Crítica à importância da Prática da Investigação-Acção. *Revista de Educação*, VII(I), 27-33

Coutinho, C. (2005). *Percursos de Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal – uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. Braga: I.E.P. – Universidade do Minho.

Cury, A. (2004). *Pais Brilhantes. Professores Fascinantes*. Biblioteca Pergaminho SA, Cascais.

Cury, A. (2007). *Inteligência Multifocal. Análise da construção dos pensamentos*. Biblioteca Pergaminho SA, Cascais.

D

DEB (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

DEB (2001b). *Orientações Curriculares Ciências Físicas e Naturais – 3º ciclo*. Ministério da Educação e Ciência. Retrieved access 8 de Agosto de 2014, from http://metasdeaprendizagem.dge.mec.pt/wp-content/uploads/2010/09/Curriculo_Nacional1CEB.pdf

DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Deslie, R. (2000). *Como realizar a aprendizagem baseada em problemas*. Edições ASA, S.A.

DGICES (Direção-Geral para a Investigação, Ciência, Economia e Sociedade) (2007). *Educação da Ciência Agora: Uma Pedagogia Renovada para o futuro da Europa*. Bruxelas: Unidade de Informação e Comunicação.

Dias, G. F. (2002). *Pegada ecológica e sustentabilidade humana*. São Paulo. Gaia.

Dick, B. (1999). *What is action research?* Retrieved access 14 de Janeiro de 2013, from <http://www.scu.edu.au/schools/gem/ar/whatisar.html>

Duch, B. (1996). Problem-based learning in physics: the power of students teaching. *Journal of College Science Teaching*, Março / Abril, 326-329.

Durant, W. (1996). *História da Filosofia*. Lisboa: Edições Livros do Brasil.

E

EC (European Commission) (2005). *Attitudes of European citizens towards the environment*. Special Eurobarometer 217/Wave 62.1-TNS Opinion and Social.

Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Ediciones. Morata Pablo Manzano.

F

Fanger, P (1972). *Thermal Comfort*. 2ª Edição, McGraw-Hill, New-York.

Faria, M.T.S. (1998). *A Resolução de Problemas e o Pensamento Crítico no ensino da Física e da Química*. Dissertação de Mestrado não publicada, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Flavell, J.H. (1987). *Speculations about the nature and development of metacognition*. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Frota, A. B., & Schiffer, S. R. (1995). *Manual de Conforto Térmico*. São Paulo: Nobel.

G

Galvão, C. (2001). *Orientações Curriculares – 3ºCiclo*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.

Garret, R.M. (1989). Problem solving and cognitive style. *Research in Science and Technological Education*, 7(1), 27-45.

Gil Perez, D., Furió, C. M., Valdés, P., Salinas, J., Torregrosa, J. M., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M., & Carvalho, A. M. P. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

Goldemberg, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*. Volume 21 (59), 7-20.

Grandjean, E. (1998). *Manual de Ergonomia – Adaptando o Trabalho ao Homem*. 4ª Edição (traduzida por Stein J.), Edição Artes Médicas, Porto Alegre, Brasil.

H

Hammersley, M., Gomm, R., & Foster, P. (2004). *Case Study Method*. SAGE, London.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.

Hodson, D. (1994). *Hacia un Enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. Curriculum Studies.

Hodson, D. (1998). *Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the School curriculum*. Curriculum Studies.

Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10 (3), 197-206.

Hodson, D. (2011). *Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism*. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers.

Hofstein, A., & Kempa, R.F. (1985). Motivating strategies in science education: attempt at an analysis. *European Journal of Science Education*, 7(3), 221-229.

Howell, W., & Stramiler, C.S. (1981). The Contribution of Psychological Variables to the Prediction of Thermal Comfort Judgments in Real World Settings. *ASHRAE Transactions*, 87(1), 609-621.

I

ISO 7730 (2005). *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

IPCC (2007). *Climate change 2007: the physical science basis summary for policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris: IPCC, Working Group I.

IPCC (2001). *Intergovernmental Panel on climate change Technical Summary*. A Report Accepted by Working Group I. Retrieved access 19 Novembro de 2013, from <http://www.ipcc.ch/pub/wg1TARtechsum.pdf>

K

Kaya, O., Yager, R., & Dogan, A. (2009). Changes in Attitudes Towards Science–Technology-Society of Pre-service Science Teachers. *Research in Science Education*, 39 (2), 257-279.

Kirkham, J. (1989). *Balanced science: Equilibrium between context, process, and content*. In J. Wellington(Ed.). *Skills and process in science education*. Londres: Routledge. Kirschner, P.

Klainin, P (1998). *Practical work and science education*. In Fensham, P. (Ed). *Development and dilemmas in science education*. Londres: Falmer Press.

Krüger, E., Dumke, E., & Michaloski, A. (2001). *Sensação de Conforto Térmico: respostas dos Moradores da Vila Tecnológica de Curitiba*. VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Anais do VI ENCAC, São Pedro – São.

L

Lamberts, R. (2002). *Conforto Térmico e Stress Térmico, LabEEE Laboratório de Eficiência Energética em Edificações*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Lambos, A. (2004). *Problem – Based Learning in Middle and High School Classrooms*. California: Corvin Press.

Latorre, A. (2003). *La Investigación-Accion*. Barcelo: Graó

Leach, J. (1999). Students understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of science Education*, 21(8), 789-806

Leite, L. (2001). *Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências*. In Caetano, H. e Santos. M (Org). *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: DES, 79-97.

Leite, L. (2006). Da complexidade das actividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. *Actas dos XIX Congresso de ENCIGA (CD-ROM)*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queiroz.

Leite, L., & Afonso, A. (2001). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. *Boletim das Ciências*, 48, 253-260.

Leite, L., Loureiro, I., & Oliveira, P. (2010). Putting PBL into practice: powers and limitations of different types of scenarios. In R. Nata (Ed) *Progress in Education*, 18, 139-157. Nova Iorque: Nova Science Publishers, Inc.

Lester & Schroeder (1989). *Developing Understanding in mathematics via problem solving*. In P. Trafton & A. Shulte (Eds). *New Directions for Elementary School Mathematics*. RESTON: NCTM.

Lock, R. (1998). A history of practical work in school science and assessment, 1860-1986. *School Science Review*, 70 (250), 115-119.

Lopes, J.B. (1994). *Resolução de problemas em Física e Química. Modelo para estratégias de ensino – aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.

Lopes, J.B. (2004). *Aprender a ensinar Física*. Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Lopes, J.B., & Costa, N. (1994). Modelo de Ensino Aprendizagem de Física Centrado na Resolução de Problemas: Conceitos - Chave, Princípios Estrutura Global. *Revista da Educação*, IV (1/2), 43-55.

Lorsch H., & Abdou, O. (1984). *The impact of the building indoor environment on occupant productivity*. ASHRAE Transactions, vol. 100.

Lourenço, J. M., Oliveira, M. S., & Monteiro, S. F. (2004). *Investigação-Ação: Princípios Gerais*. Retrieved access 19 Novembro de 2013, from <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/t1invaccaotexto.pdf>

Lula, C. C. M., & Silva, L. B. (2002). *O Conforto ambiental e a Motivação: Implicações no Desempenho de Alunos em Ambientes Climatizados*. ABERGO, Recife, ANAIS

M

Markov D. (2002). *Practical Evaluation of the Thermal Comfort parameters. Annual International Course: Ventilation and Indoor climate*. Sofia, Bulgária, P. Stankov (Ed), ISBN: 954-9782- 27-1, pp. 158-170.

Martin Diaz, M.J., & Kempa, R.F. (1991). Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 59-68.

Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative Research Design*. Califórnia. SAGE, USA.

MEC (Ministério da Educação e Ciência) (2012). *Revisão da Estrutura Curricular*. Ministério da Educação e Ciência. Retrieved access 19 Maio de 2014, from <http://bit.ly/H8Cr26>

MEC (Ministério da Educação e Ciência) (2013). *Metas Curriculares do 3º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas*. Ministério da Educação e Ciência. Retrieved access 19 Maio de 2014, from <http://bit.ly/H8Cr26>

Medeiro, A., Santos, M. T., & Ângelo I. (2004). *Investigação-Ação: Características Gerais*. Retrieved access 19 Junho de 2013, from URL:<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/t2textoinvestigacaoaccao.pdf>. 12/05/06

Moreira, M.A. (1999). Investigación en enseñanza: aspectos metodológicos. In Moreira, M.A., Sahelices, C., Villagrà, J., M (org). *I Escuela de Verano Sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, Burgos: Universidade de Burgos, 13 – 51.

Morelatti, M. R. M. (2002). A Abordagem Construcionista no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo Diferencial e Integral. Paper presented at the *VI Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*, Vigo Espanha.

Morgado, S., & Leite, L.(2012). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. In Domínguez Castiñeiras, J. (Eds.), *Atas do Congresso XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.511-518). Santiago de Compostela: Universidade Santiago de Compostela.

Morin, E. (1999). *Os Sete Saberes Para a Educação do Futuro*. Instituto Piaget Horizontes Pedagógicos.

N

Neto, A.J. (1995). *Contributos para uma nova didáctica da Resolução de Problemas – Um estudo de orientação metacognitiva em aulas de física do ensino secundário*. Tese de Doutoramento não publicada, Universidade de Évora.

Neto, A.J. (1998). *Resolução de problemas em Física. Conceitos, processos e novas abordagens*. Instituto de Inovação Educacional.

Nieuwolt, S. (1977). *Tropical climatology: na introduction to the climates of the low latitudes*. John Wiley, New York.

Nobrega, R.S., & Lemos, T.V.S. (2011). O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Recife. *Revista de Geografia (UFPE)*, 28(1), 93-109.

Nogueira, M.C.J.A., & Nogueira, J.S. (2003). Educação, meio ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam. *Revista Electrónica em Educação Ambiental*, 10, 104-108

P

Pardal, L., & Lopes, E.S. (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Areal Editores, Porto.

Patel, V.L., Evans, D.A., & Groen, G.J. (1989). *Biomedical knowledge and clinical reasoning*. In: *Cognitive Science in Medicine: Biomedical Modelling*. MIT Press, Cambridge MA.

Pedrinaci, E. (1992). Catastrofismo versus actualismo. Implicações didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 216-222.

Pedrosa, M.A., & Loureiro, C. (2008). *Desenvolvimento sustentável, energia e recursos energéticos em documentos oficiais para o ensino básico e manuais escolares de ciências*. Educación Enerxética, Enerxías Renovables e Cambio Climático. In Colección: Informes e Propostas n.º 20. Instituto de Ciencias da

Educación. Rodrigues, J.M. e Domínguez, M.A.F. (Eds.). Universidade de Santiago de Compostela, 177-186.

Pérez, S.G. (1994) *Investigación Qualitativa. Retos e Interrogantes. I Métodos*. Editorial La Muralla, Madrid.

Perrenoud, P. (1983). *Praticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas*. Publicações Dom Quixote, Lisboa.

Pizzini, E.L.; Shepardson, D. P., & Abel, S. K (1989). A rational for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science education*, 73(5), 523-534. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.

Ponte, J.P (2004). *O estudo de caso na investigação em Educação Matemática*. In Quadrante (1994 - Vol 3, nº 1). Lisboa; APM (pp. 3-18).

Pozo, J.I.(2002). *Aprendizes e mestres – a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: ARTMED.

Praia, J.F., & Marques, L. (1998). *O trabalho laboratorial (TL) em geociências: orientações didáticas*. Ministério da Educação e Ciência, Departamento do Ensino Secundário.

Project2061. (1989). Retrieved 27 de Junho de 2012, from http://www.project2061.org/default_flash.htm

R

Rajendran, N. (2002). Restructuring Teacher Education Programs to Teach Higher-Order Thinking Skills. In *Actas da internacional Teacher Education Conference 2002*. Kuala Lumpur – Malaysia. <http://nsrajendran.tripod.com/Papers/upsitec2002.pdf>.

Rebelo, A., Santos Baptista, J., & Diogo, M.T. (2008). Caracterização das Condições de Conforto Térmico na FEUP. Proceedings *CLME 2008/IICEM, 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia – 2º Congresso de Engenharia de Moçambique, Maputo*. Editores Gomes et al. Edições ENEGI. Artigo 11A009, 14 páginas.

Ribeiro, L.R. (2010). *Aprendizagem Baseada em Problemas - PBL: Uma experiência no ensino superior* (1ª ed.). São Paulo (Brasil): EdUFSCar - Editora da Universidade Federal de São Carlos.

Ruas, A.C. (2002). *Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil na área de concentração de Saneamento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Ruivo, M.G. (2003). *Práticas Lectivas e a Investigação em Didáctica da Física: O Ensino da Unidade "Transferência e Conservação de Energia num Circuito Eléctrico" (10º ano de escolaridade)*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física e Química. Aveiro: Universidade de Aveiro.

S

Sadler, T.D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In T.D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 1-9). Dordrecht: Springer.

Santos, E., Morais, C., & Paiva, J. (2004). Formação de Professores para a Integração das TIC no Ensino da Matemática – Um Estudo na Região Autónoma da Madeira. *6º Simpósio Internacional de Informática Educativa*, Cáceres.

Santos, F. D. (2008). Riscos de insustentabilidade. Quais os caminhos para um desenvolvimento sustentável?. Em Vieira et al. (Coords). *Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências – Em Vieira et al. (Coords). Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências – americano* (pp.14-20).

Santos, F. M., Coutinho, A. S., & Araújo, B. T. (2002). *Um estudo sobre a influência do forro de PVC no Conforto Térmico em Habitações Populares*. ABERGO, Recife, ANAIS

Schmidt, R. (1993). *Consciousness, learning and interlanguage pragmatics*. In G. Kasper and S. Blum-Kulka (Eds.), *Interlanguage pragmatics*. pp. 21-42. Oxford: Oxford University Press.

Silva Júnior, J.A. (2011). Estudo do Conforto Térmico e o Fenómeno da Ilha de Calor na Cidade de Belém. PA durante o ano 2010. In: *Simpósio Internacional de climatologia*, João Pessoa. ANAIS-IV SIC.

Silva, L.B. (2001). *Análise da relação entre a produtividade e conforto térmico: o caso dos digitadores do Centro de Processamento de dados e cobrança da Caixa Econômica Federal do Estado de Pernambuco*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Silva, M. I. (1996). Práticas educativas e construção de saberes. *Metodologias da investigação - acção*. Lisboa. Instituto de Inovação Educacional

Silva, M., & Talaia, M. (2010a). Ambiente Térmico em sala de aula. Influência no Processo Ensino e Aprendizagem. Proceedings of *XXXI Jornadas Científicas de la AME y el 11º Encuentro Hispano-Luso de Meteorología*, Sevilha, Espanha, 1-3 de Março.

Silva, M., & Talaia, M. (2010b). Conforto Térmico e o Processo de Ensino e Aprendizagem. Actas da *17ª Conferência Nacional de Física e 10º Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 295-296). Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1 a 3 de Setembro.

Silva, M., & Talaia, M. (2010c). Conforto de uma sala de aula: uma avaliação através de equipamento simples. *Boletín das Ciencias*, Ano 23, 71, pp.183-184.

Silva, M., & Talaia, M. (2012a). O conforto térmico e a aprendizagem em ambientes considerados frios. Estudo de caso. *XXXII Jornadas Científicas de la AME e 13º Encuentro Hispano-Luso de Meteorología*. Talaia_Marta.pdf (7 páginas). Madrid, Espanha. 28-30 de Maio

Silva, M., & Talaia, M. (2012b). Riscos Inerentes ao Aproveitamento Escolar numa Sala de Aulas com Condições Ambientais Consideradas de Frio. *VII Encontro Nacional de Riscos e I Fórum sobre Riscos e Segurança do ISCIA*. Aveiro, Instituto Superior de Ciências da Infor e da Adm, 19-20 de Abril.

Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. Londres. Croom Helm.

Souza, V. & Justi, R. (2011). Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações química. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13, (2). Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais Minas Gerais, 31-46.

Steadman, R. G. (1979). The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*, 18(7), 861-873.

Stoops, J. (2004). *A possible connection between thermal comfort and health*, (this paper is posted at the e Scholarship Repository - Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California). Retrieved 12 de Junho de 2013, from <http://repositories.cdlib.org/lbnl/LBNL-55134>.

T

Talaia, M. (2013). *Riscos no local de trabalho – ambiente térmico quente. Riscos naturais Antrópicos e Mistos*. In Departamento de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra (Ed.). Homenagem ao professor Fernando Rebelo, 555-567.

Talaia, M., & Silva, M. (2010a). Ambiente Térmico em sala de aula – influência no processo ensino e aprendizagem. In. Asociación Meteorológica Española (Ed.). Proceedings da XXXI Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española e XI Encuentro Hispano-Luso de Meteorología. CD-ROM “Meteorología y Energías Renovables”. Retrieved from http://www.ame-web.org/images/stories/Congresos/31-Sevilla-2010/5B_Talaia_ter.pdf.

Talaia, M., & Silva, M. (2010b). Relationships between the thermal comfort and education. In J. P. Meyer (Ed.), *HEFAT2010 Proceedings - 7th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics* (pp. 295-300). Antalya, Turquia, 19-21 de Julho.

Talaia, M., & Silva, M. (2011a). Conforto Térmico – Implicações no Processo de Ensino e Aprendizagem de Alunos. Proceedings 6º Congresso Luso-

Moçambicano de Engenharia e 3º Congresso de Engenharia de Moçambique (artigo CLME'2011_2803A, 13 páginas). Maputo, 29 de Agosto a 2 de Setembro.

Talaia, M., & Silva, M. (2011b). O Conforto Térmico no Interior de uma Sala de Aula – Avaliação de Estratégias de Intervenção. *Proceedings VI Congresso Cubano de Meteorologia* (artigo CLI-22, 12 páginas). Havana, Cuba: Hotel Tryp Habana Libre, 29 de Novembro a 2 de Dezembro.

Talaia, M., & Silva, M. (2011c). A Meteorologia e o Conforto Térmico. *Proceedings 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia e 3º Congresso de Engenharia de Moçambique* (artigo CLME'2011_2804A, 10 páginas). Maputo, 29 de Agosto a 2 de Setembro.

Talaia, M., & Silva, M. (2014a). Ambiente térmico de sala de aula pode condicionar o desenvolvimento de competências e avaliação de alunos. *III Congresso Internacional, I Simpósio Ibero-Americano e VIII Encontro Nacional de Riscos*. Departamento de Geografia, Universidade do Minho, 5-7 Novembro (no prelo).

Talaia, M., & Silva, M. (2014b). *Aprendizagem condicionada pelo ambiente térmico da sala de aula*. In AME AEMET Ed.). *Tiempo, Clima y Sociedad - Proceedings of XXXIII Jornadas Científicas da AME & 15º Encuentro Hispano-Luso de Meteorología* (4 páginas). Oviedo, Espanha: Auditorio-Palacio de Congresos "Príncipe Felipe de Oviedo, 7-9 de Abril. Retrieved 14 de Junho de 2014 from http://www.ame-web.org/index.php?option=com_content&view=article&id=228&catid=35&Itemid=97

Talaia, M., & Simões, H. (2009). *Alterações Climáticas e Bem-estar do Ser Humano*. Livro de resumos do 6º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG e 10º Encontro Luso-Espanhol de Meteorologia.

Talaia, M., Meles, B., & Teixeira, L. (2013). *Evaluation of the Thermal Comfort in Workplaces – a Study in the Metalworking Industry. Occupational Safety and Hygiene*. Editors Arezes et al. Taylor & Francis Group, London, 473-477.

Tanabe, S. (1988). *Thermal Comfort Requirements in Japan*. Waseda. Tese de Doutorado - Waseda University.

Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. Paris: UNESCO.

Torres, J., Preto, C., & Vasconcelos, C. (2013). Problem-based Learning environmental scenarios: an analysis of Science students and teachers questioning. *Journal Science of Education*, 14(2), 71-74.

Towle A. (1994). *Workshop on self – directed learning*. Lisboa, Faculdade de Ciências Médicas.

V

Valadares, J. (2007). *Didáctica da Física*. Trabalho para provas de agregação. Universidade Aberta.

Valadares, J. (2008). *O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: Investigação/ Acção/ Reflexão*. Universidade Aberta, Lisboa. Retrieved 12 de Maio de 2013 from [http://www.proformar.org/revista/edicao_13/ensino_exp_ciencias .pdf](http://www.proformar.org/revista/edicao_13/ensino_exp_ciencias.pdf)).

Vale, I. (2000) – *Didáctica da Matemática e Formação Inicial de Professores num Contexto de Resolução de Problemas e de Materiais Manipuláveis*. Aveiro. UA

Vasconcelos, C. (2012). Teaching Environmental Education through PBL: Evaluation of a Teaching Intervention. Program. *Research in Science Education*. 42, 2, 219–232.

Vigotsky, L. S. (1988). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone.

W

W.M.O. (1987). *World Climate Programme Applications, Climate and Human Health*. World Meteorological Organization. Oxford University Press.

Watts, H. (1985). When teachers are researchers, teaching improves. *Journal of Staff Development*, 6(2), 118-127.

Watts, M. (1991). *The Science of problem solving - A practical guide for science teachers*. Londres: Cassell.



Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge, 145-155.

Wertheimer, M. (1968). *Productive thinking*. Londres:Tavistock Publications.

Wyon, D. (2010). *Thermal and air quality effects on the performance of schoolwork by children*. Retrieved 13 de Junho de 2013, from http://web1.swegon.com/upload/AirAcademy/Seminars/Documentation_2010/Vilnius/David_Wyon.pdf

Z

Zuber-Skerritt, O. (1992). *Action Research in Higher Education: exemple and reflections*. London: Kogan Page.





Anexos



Anexo 1

QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO

A Atmosfera é um fascinante laboratório de ensino, pois nela podem-se verificar um rol de processos físicos lecionados ao longo de diversos anos de escolaridade. Assim, podem-se fazer diversos estudos simples que são capazes de responder a diferentes questões relacionadas com o conforto térmico, que inquietam uma população em geral e professores e alunos em particular. Neste estudo, no âmbito do Doutoramento em Didática e Formação – Desenvolvimento Curricular da Universidade de Aveiro, pretende-se saber em que medida o conforto térmico/Bem-Estar influencia o processo ensino e aprendizagem dos alunos dentro de uma sala de aula.

Este questionário destina-se a alunos e não serve para avaliação.

É anónimo e será usado apenas para fins de investigação.

Obrigada pela sua colaboração.

Marta Andreia Almeida Carvalho da Silva

Parte I. Dados Pessoais

- Idade: _____ (anos completos)
- Género: Masculino Feminino
- Escola que frequentas: _____
- Aluno do _____ Ano
- Nível de Escolaridade dos Pais. (Assinale com um X)

	Pai	Mãe
4º ano ou menos		
6º ano		
9º ano		
12º ano ou antigo curso complementar		
Bacharelato		
Licenciatura		
Mestrado		
Doutoramento		
Outro. Diga Qual: _____		

- Profissão atual dos Pais. (Assinale com um X)

	Pai	Mãe
Empresários, administradores e dirigentes (em instituições públicas e privadas)		
Profissões liberais e artísticas		
Quadros e técnicos superiores dos sectores público e privado		
Quadros e técnicos intermédios dos sectores público e privado		
Professores		
Trabalhadores por conta própria no comércio e atividades industriais		
Agricultores ou pescadores independentes		
Operários		
Domésticas		
Outro. Diga Qual: _____		

Parte II. Recolha de Informações

1. Quando as temperaturas estão baixas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?
(selecciona com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

Se respondeste sim, selecciona a(s) situação(ões) demonstrada(s).

Apatia	<input type="checkbox"/>
Pouca vontade para trabalhar	<input type="checkbox"/>
Agitação	<input type="checkbox"/>
Cansaço	<input type="checkbox"/>
Outra: Qual? _____	<input type="checkbox"/>

2. Quando as temperaturas estão altas sentes alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula?
(selecciona com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

Se respondeste sim, selecciona a(s) situação(ões) demonstrada(s).

Apatia	<input type="checkbox"/>
Pouca vontade para trabalhar	<input type="checkbox"/>
Agitação	<input type="checkbox"/>
Cansaço	<input type="checkbox"/>
Outra: Qual? _____	<input type="checkbox"/>

3. Para ti as situações de desconforto térmico estão presentes em qual(ais) situações a seguir apresentadas.
(selecciona com um X a opção mais conveniente)

Quando as temperaturas estão baixas	<input type="checkbox"/>
Quando as temperaturas estão altas	<input type="checkbox"/>
As duas opções anteriores	<input type="checkbox"/>
Nenhuma das opções anteriores	<input type="checkbox"/>

4. Sempre que te encontras em situação de desconforto térmico, qual(ais) a(s) regiões do teu corpo que notas mais desconforto? [selecciona com um X a(s) opção(ões) mais conveniente(s)]

Pés	<input type="checkbox"/>
Pernas	<input type="checkbox"/>
Mãos	<input type="checkbox"/>
Braços	<input type="checkbox"/>
Tronco	<input type="checkbox"/>
Cabeça	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>

5. Quando te encontras em desconforto térmico, este também se verifica em relação ao teu vestuário? (assinala com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

a) Em caso afirmativo, diz qual(ais) as peças do vestuário que causam esse desconforto térmico.

6. Quando as temperaturas estão baixas, quando vais para dentro da sala de aula, retiras alguma peça que trazes vestida? (assinale com um X a opção mais conveniente)

Nunca Raramente Às vezes Quase sempre Sempre

a) Se respondeste **Nunca**, explica porque o fazes.

b) Se respondeste **Às vezes**, **Quase sempre** e **Sempre**, indica qual(ais) as peças de roupa que retiras e explica porque fazes.

7. Quando as temperaturas se encontram altas, seleciona a(s) estratégia(s) que adotas para melhorar o teu conforto térmico. [assinala com um X a(s) opção(ões) mais conveniente(s)]

Vestir roupa fresca	<input type="checkbox"/>
Vestir pouca roupa	<input type="checkbox"/>
Abrir as janelas da sala de aula	<input type="checkbox"/>
Abrir a porta da sala de aula	<input type="checkbox"/>
Abrir as janelas e a porta da sala de aula	<input type="checkbox"/>
Manter as janelas e a porta da sala de aula fechadas	<input type="checkbox"/>
Outras	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>

8. Sempre que te encontras em desconforto térmico, todos os teus colegas da turma também se encontram nessa mesma situação? (assinala com um X a opção mais conveniente)

Nunca Raramente Às vezes Quase sempre Sempre

9. Par ti quais são os fatores que condicionam o ar húmido que a sala de aula contém e conseqüentemente o teu estado de desconforto térmico? [assinala com um X a(s) opção(ões) mais conveniente(s)]

Temperatura	<input type="checkbox"/>
Calor	<input type="checkbox"/>
Energia	<input type="checkbox"/>
Humidade do ar	<input type="checkbox"/>
Pressão Atmosférica	<input type="checkbox"/>
Frio	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>

10. Indica estratégias a adotar dentro de uma sala de aula para que não haja desconforto térmico. Fundamenta a tua resposta.

11. Atualmente verifica-se que existem perdas de energia sob a forma de calor que ocorrem, continuamente, numa escola sem medidas de isolamento térmico. Sugere três medidas que permitam reduzir as perdas de energia sob a forma de calor.

12. Na tua escola, há transferências de energia sob a forma de calor para o exterior, ou seja, para a atmosfera através das janelas, do telhado, do chão, das paredes e até das frinchas.

Para impedir transferências de energia sob a forma de calor indica materiais a utilizar:

a) nas janelas _____

b) no telhado _____



- c) nas paredes _____
- d) no soalho _____
- e) nas frinchas _____

13. Consideras que há influência da temperatura na humidade relativa do ar? (selecciona com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

a) Se respondeste **Sim** ou **Não**, justifica a tua resposta.



Anexo 2

 Ciências Físico-Químicas	<p style="text-align: center;">Avaliação das Condições de Conforto do Laboratório de Física e Química</p> <p>Nomes: _____ Nº: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____</p> <p>Avaliação: _____</p> <p>A Professora: _____</p>
--	--

As condições de conforto térmico no interior de uma sala de aula dependem da temperatura e da humidade relativa do ar.

Para avaliação destes dois parâmetros meteorológicos vais necessitar de dois termómetros e suportes de forma a construíres um psicrómetro (já construído na aula anterior).

Parte I. Registo de Dados

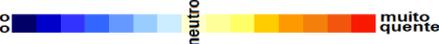
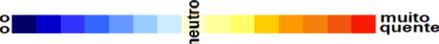
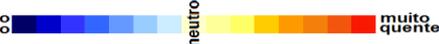
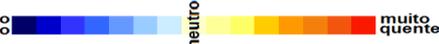
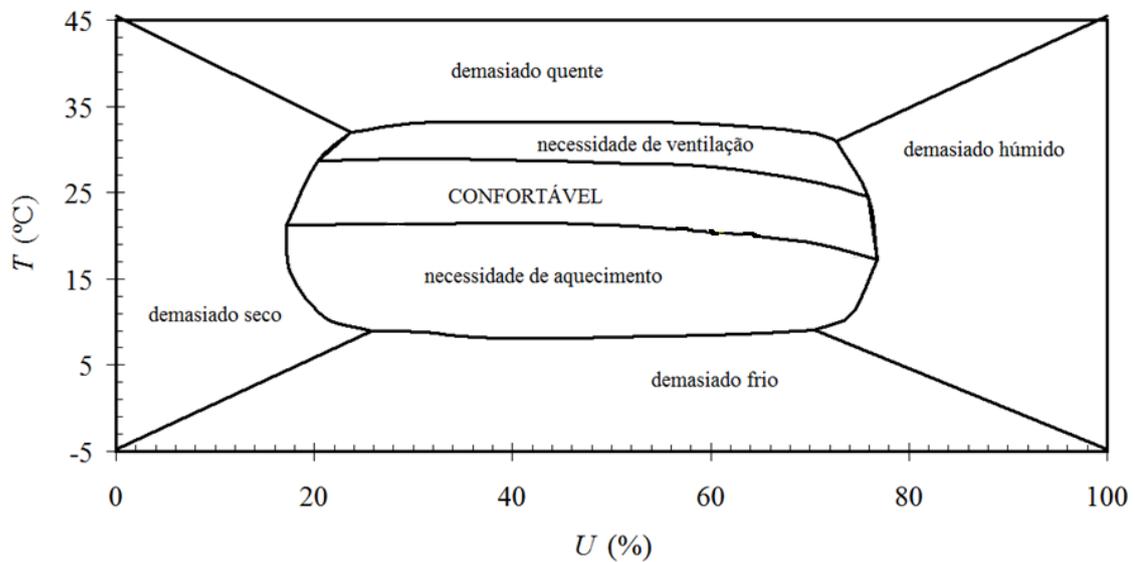
Hora	T °(C)	T _w (°C)	H (%)	Sensação Térmica
				muito frio  neutro  muito quente
				muito frio  neutro  muito quente
				muito frio  neutro  muito quente
				muito frio  neutro  muito quente
				muito frio  neutro  muito quente
				muito frio  neutro  muito quente

Tabela1. Temperatura do ar (T) em função da ΔT .

	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
5	100	97	94	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	28	25
6	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50	47	44	42	39	36	33	31	28
7	100	97	94	91	88	85	83	80	77	74	71	68	66	63	60	57	55	52	49	47	44	41	39	36	34	31
8	100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	72	70	67	64	62	59	57	54	51	49	46	44	41	39	36	34
9	100	97	95	92	89	87	84	81	79	76	73	71	68	66	63	61	58	56	53	51	48	46	44	41	39	36
10	100	97	95	92	90	87	84	82	79	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	53	50	48	46	43	41	39
11	100	97	95	92	90	87	85	83	80	78	75	73	71	68	66	64	61	59	57	54	52	50	48	45	43	41
12	100	98	95	93	90	88	86	83	81	79	76	74	72	69	67	65	63	60	58	56	54	52	50	47	45	43
13	100	98	95	93	91	88	86	84	81	79	77	75	73	70	68	66	64	62	60	58	55	53	51	49	47	45
14	100	98	95	93	91	89	86	84	82	80	78	76	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47
15	100	98	96	93	91	89	87	85	83	81	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	53	51	49
16	100	98	96	94	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	62	60	58	56	54	52	50
17	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	65	63	61	59	57	55	54	52
18	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	77	75	73	71	69	67	66	64	62	60	58	57	55	53
19	100	98	96	94	92	90	88	86	85	83	81	79	77	75	74	72	70	68	67	65	63	61	60	58	56	55
20	100	98	96	94	92	91	89	87	85	83	81	80	78	76	74	73	71	69	67	66	64	62	61	59	57	56
21	100	98	96	94	93	91	89	87	85	84	82	80	78	77	75	73	72	70	68	67	65	63	62	60	59	57
22	100	98	96	95	93	91	89	87	86	84	82	81	79	77	76	74	72	71	69	67	66	64	63	61	60	58
23	100	98	96	95	93	91	89	88	86	84	83	81	79	78	76	75	73	71	70	68	67	65	64	62	61	59
24	100	98	97	95	93	91	90	88	86	85	83	82	80	78	77	75	74	72	71	69	68	66	65	63	62	60
25	100	98	97	95	93	92	90	88	87	85	84	82	80	79	77	76	74	73	71	70	68	67	65	64	63	61
26	100	98	97	95	93	92	90	89	87	85	84	82	81	79	78	76	75	73	72	70	69	68	66	65	63	62
27	100	98	97	95	94	92	90	89	87	86	84	83	81	80	78	77	75	74	72	71	70	68	67	66	64	63
28	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	80	79	77	76	74	73	72	70	69	68	66	65	64
29	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	81	79	78	76	75	74	72	71	70	68	67	66	64
30	100	98	97	95	94	92	91	89	88	87	85	84	82	81	80	78	77	75	74	73	71	70	69	68	66	65
31	100	98	97	96	94	93	91	90	88	87	85	84	83	81	80	79	77	76	75	73	72	71	69	68	67	66
32	100	99	97	96	94	93	91	90	88	87	86	84	83	82	80	79	78	76	75	74	73	71	70	69	68	66
33	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85	83	82	81	79	78	77	76	74	73	72	71	69	68	67
34	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	82	81	80	78	77	76	75	73	72	71	70	69	67
35	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	83	81	80	79	78	76	75	74	73	72	70	69	68
36	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	85	84	83	82	80	79	78	77	76	74	73	72	71	70	69
37	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	86	84	83	82	81	79	78	77	76	75	74	72	71	70	69
38	100	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	83	82	81	80	79	77	76	75	74	73	72	71	70
39	100	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	84	82	81	80	79	78	77	75	74	73	72	71	70
40	100	99	97	96	95	94	92	91	90	89	87	86	85	84	83	82	80	79	78	77	76	75	74	73	71	70

Atendendo aos resultados obtidos, avalia a tua sensação de conforto térmico dentro da sala de aula, traçando no diagrama que se segue a temperatura e a humidade relativa do ar. Comenta o resultado obtido.



**Parte II. Avaliação da Atividade.**

No quadro seguinte, para cada um dos pontos a avaliar, assinale com um X a quadrícula correspondente à sua opinião, na escala crescente de 1 (Nada) a 5 (Muito).

Avaliação Global da Atividade	1	2	3	4	5
1. A atividade correspondeu às tuas expectativas?					
2. Considera que esta atividade contribuiu para a tua formação?					
3. Consideras que atividades com esta temática devem continuar?					

Observações/Comentários:

Bom Trabalho!

Professora Marta Silva



Anexo 3

ESCOLA E. B. 2, 3 DE SÃO JOÃO DA MADEIRA

FICHA SÓCIO-ECONÓMICA DO ALUNO - 3º Ciclo

Ano Letivo 20__ / 20__

IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO	
Nome: _____	Nº: ____ Turma: __ Ano: __
Data de Nascimento: ____ / ____ / ____	Idade: ____ Nacionalidade: _____
CONSTITUIÇÃO DO AGREGADO FAMILIAR	
PAI	
Nome: _____	Idade: ____ Profissão: _____
Escolaridade do pai: (Assinala com um X)	
• Não sabe ler nem escrever	<input type="checkbox"/>
• 4º ano (antiga 4ª classe)	<input type="checkbox"/>
• 6º ano (antigo 2º ano)	<input type="checkbox"/>
• 9º ano (antigo 5º ano)	<input type="checkbox"/>
• 12º ano (antigo 7º ano)	<input type="checkbox"/>
• Ensino Superior	<input type="checkbox"/>
• Outro	<input type="checkbox"/>
Situação atual face à profissão: (Assinala com um X)	
Empregado <input type="checkbox"/>	Trabalha por conta própria <input type="checkbox"/>
Desempregado <input type="checkbox"/>	



MÃE	
Nome: _____	Idade: ____ Profissão: _____
<p>Escolaridade da mãe (assinala com um X):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não sabe ler nem escrever <input type="checkbox"/> • 4º ano (antiga 4ª classe) <input type="checkbox"/> • 6º ano (antigo 2º ano) <input type="checkbox"/> • 9º ano (antigo 5º ano) <input type="checkbox"/> • 12º ano (antigo 7º ano) <input type="checkbox"/> • Ensino Superior <input type="checkbox"/> • Outro <input type="checkbox"/> 	
<p>Situação atual face à profissão: (Assinala com um X)</p> <p>Empregada <input type="checkbox"/> Trabalha por conta própria <input type="checkbox"/> Desempregada <input type="checkbox"/></p>	
IRMÃOS	
Número de irmãos: _____ Idade dos irmãos: _____	
Quem vive contigo? _____	
ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO	
Nome: _____	
Morada: _____	



Código Postal: _____	Localidade: _____			
Telefone / Telemóvel: _____	Profissão: _____			
Email: _____	Telefone (local de trabalho): _____			
SAÚDE				
Vês bem? _____	Ouves bem? _____	Tens problemas motores? _____		
Sofres de alguma doença? _____	Qual? _____			
TRANSPORTE				
Qual o transporte que utilizas na deslocação casa → escola e escola → casa? (Assinala com um X)				
A pé <input type="checkbox"/>	De carro <input type="checkbox"/>	De autocarro <input type="checkbox"/>	De comboio <input type="checkbox"/>	Outro <input type="checkbox"/>
Quanto tempo demoras no trajeto? (Assinala com um X)				
Até 15 minutos <input type="checkbox"/>	Até 30 minutos <input type="checkbox"/>	Mais de 30 minutos <input type="checkbox"/>		
SITUAÇÃO ESCOLAR				
Escola que frequentaste? _____	Ano: _____	Turma: _____		
Qual a tua disciplina preferida? (Indica só uma)		_____		
Qual a disciplina em que tens mais dificuldades? (Indica só uma)		_____		
Repetiste algum ano no 1º Ciclo?	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Qual? _____	
Repetiste algum ano no 2º Ciclo?	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Qual? _____	
Repetiste algum ano no 3º Ciclo?	Não <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Qual? _____	
OCUPAÇÃO DOS TEMPOS LIVRES				
Quais as tuas ocupações favoritas? (Assinala com um X apenas 3)				

Passear	<input type="checkbox"/>	Estar com os amigos	<input type="checkbox"/>	Navegar na Internet	<input type="checkbox"/>
Ver televisão	<input type="checkbox"/>	Praticar desporto	<input type="checkbox"/>	Andar de bicicleta	<input type="checkbox"/>
Ouvir música	<input type="checkbox"/>	Ir ao cinema	<input type="checkbox"/>	Andar de patins / skate	<input type="checkbox"/>
Ler	<input type="checkbox"/>	Jogar no computador / consola	<input type="checkbox"/>	Outro	<input type="checkbox"/>
TRABALHO FORA DE CASA					
Costumas ajudar os teus pais?	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Onde? _____
Nas férias costumavas trabalhar?	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Onde? _____
Porquê?	_____				
PROFISSÃO DESEJADA					
Quando acabares o 9º ano tencionas: (Assinala com um X)					
• Prosseguir estudos					<input type="checkbox"/>
• Trabalhar					<input type="checkbox"/>
• Não sabes					<input type="checkbox"/>
Quando fores adulto gostavas de ser: _____					

Regista outras informações que consideres que o teu/tua Diretor/a de Turma deva conhecer:

Anexo 4

FICHA SÓCIO-ESCOLAR DO ALUNO/3º CICLO

Ano Letivo 20__/20__

Nome: _____ Nº _____
Morada: _____
Telefone: _____ Telemóvel: _____ Data Nascimento: __/__/__

1. Caracterização do agregado familiar

	NOME	IDADE	PROFISSÃO	HABILITAÇÕES	SITUAÇÃO PROFISSIONAL
Pai					
Mãe					
Irmãos					

Encarregado de Educação: _____

Morada: _____

Parentesco: _____ Telefone: _____ Telemóvel: _____

Tens Subsídio escolar? Não _____. Sim _____. Se sim, que escalão (A ou B) _____

2. Local de habitação de aluno

Quem vive contigo? _____

Caso não vivas com teus pais, indica se possível o motivo: _____

Como te deslocas para a Escola?

Camioneta

A Pé

Carro

Outros

Quanto tempo gastas no percurso? _____

3. Antecedentes escolares

Frequentaste a Pré-escolar? Sim _____. Não _____.
 Indica a escola que frequentaste no ano letivo anterior: _____

Já alguma vez ficaste retido? Não _____. Sim _____. Em que ano(s) letivo(s)? _____



Indica as disciplinas que mais gostas? _____

Indica as disciplinas que menos gostas? _____

Qual o motivo?

- Dificuldades em acompanhar o ritmo das aulas
- Falta de apoio para esclarecer dúvidas
- Não gostas do professor
- Os assuntos tratados não te interessam
- Falta de condições de estudo fora da escola
- Má preparação de anos anteriores
- Falta de estudo
- Outros _____

Há alguma disciplina a que tenhas reprovado sempre? Qual? _____

Costumas faltar às aulas? _____

Costumas ter alguém que te ajude nos estudos? _____ Se sim, quem?

Gostas de frequentar a Escola? _____ Porquê? _____

Em poucas palavras descreve-te como aluno: _____

4. Ocupação dos tempos extraescolares

Que atividades práticas nos teus tempos livres _____

Tens hábitos de leitura? _____

Vês televisão? _____ Quais os programas que preferes? _____

Costumas passar férias fora de Arouca? _____

Tens computador em casa? _____

5. Saúde

Vês bem? _____ Ouves bem? _____

Tiveste ou tens alguma doença que exija cuidados especiais? _____ Se sim, qual? _____

6. Os teus projetos

Pretendes estudar até que ano letivo? _____

Que profissão gostarias de exercer? _____

Obrigado(a) pela tua colaboração

O/A Diretor(a) de Turma: _____



Anexo 6

<p><u>ESCOLA EB 2,3 DE AROUCA</u></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ciências Físico-Químicas</p>	<p style="text-align: center;">Casa Termicamente Confortável</p> <hr/> <p>Nomes: _____ Nº: _____</p> <p>Turma: _____ Data: ____/____/____</p> <hr/> <p>Avaliação: _____</p> <p>A Professora: _____</p>
--	---

Supõe que vais iniciar a construção de uma habitação. O técnico da obra apresenta-te o projecto da casa (Figura 1), bem como uma lista de materiais usados na construção de habitações (Tabela 1). Escolhe os materiais que o técnico de construção da casa deverá utilizar, tendo como

objectivo obter o melhor isolamento térmico evitando, assim, gastos desnecessário de recursos energéticos.

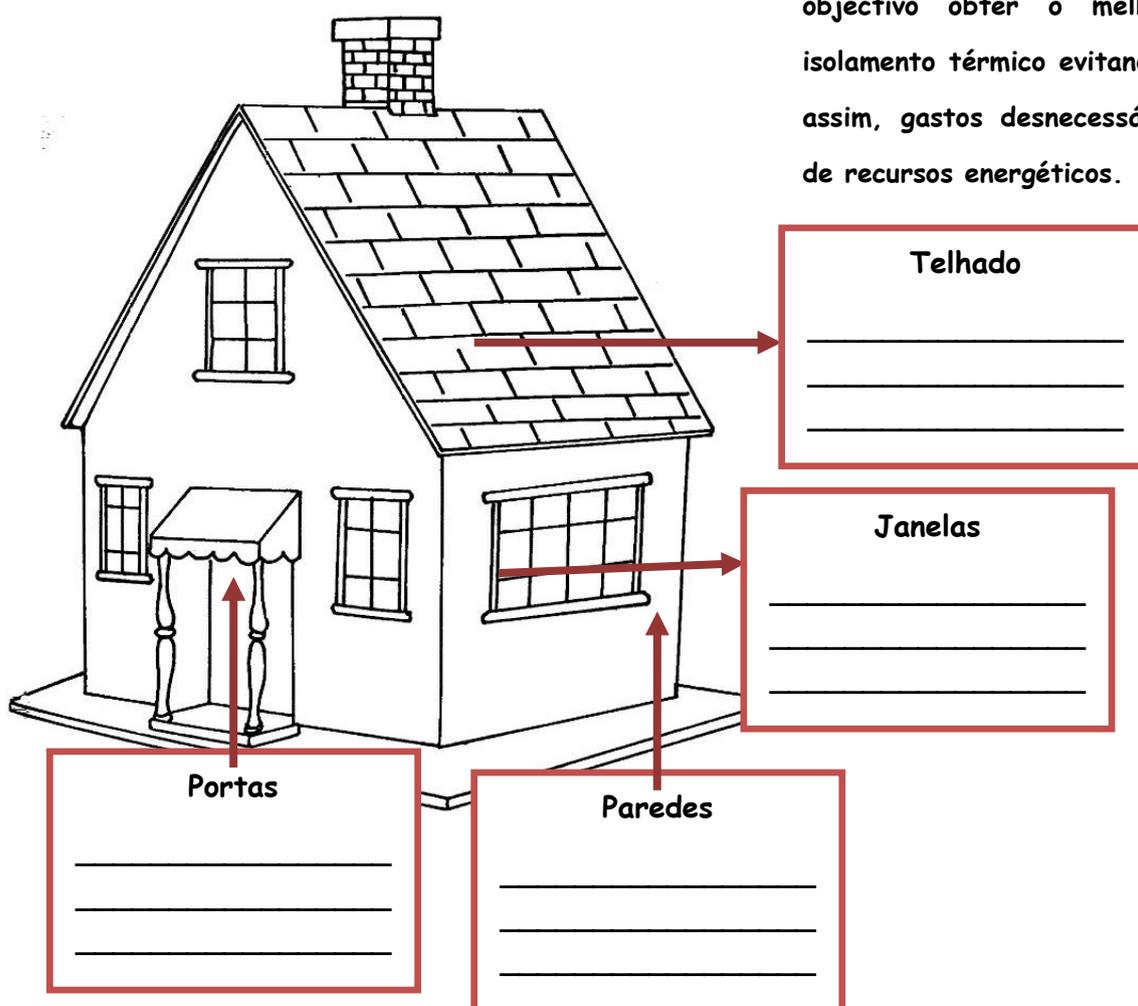


Figura 1. Projecto de construção de uma habitação.

Tabela1. Condutividade térmica de alguns materiais.

Materiais	Condutividade térmica (W/m°C)	Materiais	Condutividade térmica (W/m°C)
Prata	428	Ar (seco)	0,026
Cobre	398	Tijolo	0,40 a 0,8
Alumínio	237	Madeira	0,11 a 0,14
Ferro	80,3	Fibra de Vidro	0,046
Chumbo	35	Vidro	0,72 a 0,86
Aço inoxidável	14	Betão	1,28
Gelo	0,2	Cimento	1,4
Água	0,61	Cortiça	0,004
Glicerina	0,26	Lã de Rocha	0,043
Hidrogénio	0,18	Poliestireno	0,033
Hélio	0,15	Poliuretano	0,02

Fundamenta as tuas opções (podes juntar diversos materiais para te permitir um melhor isolamento térmico).

Bom Trabalho!

Professora Marta Silva

Anexo 7

ESCOLA EB 2,3 DE AROUCA

Ciências Físico-Químicas

Avaliação das Condições de Conforto

Nomes do grupo: _____ Nº: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

Avaliação: _____

A Professora: _____

Definir conforto térmico é bastante difícil pois, além dos fatores físicos, envolve uma gama de fatores pessoais que tornam a sua definição bastante subjetiva. Desta forma, o conforto térmico pode ser visto e analisado sob dois pontos de vista: pessoal ou ambiental. Se formos considerar apenas o ponto de vista pessoal, define-se conforto térmico como sendo uma condição que expresse satisfação com ambiente térmico. Do ponto de vista físico, confortável é o ambiente cujas condições permitam a manutenção da temperatura interna sem a necessidade de sejam acionados os mecanismos termo reguladores, ou seja, é necessário que o organismo humano se encontre em balanço térmico com o meio ambiente.

Assim sendo, as condições de conforto térmico no interior de uma sala de aula dependem da temperatura e da humidade relativa do ar.

Para avaliação destes dois parâmetros meteorológicos vais necessitar de dois termómetros e suportes de forma a construíres um psicrómetro.

Parte I. Registo de Dados

1. Começa por construir um psicrómetro, tal como mostra a figura 1.

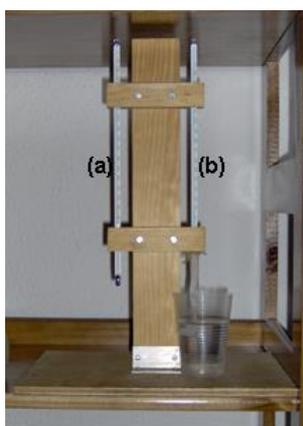


Figura 1. Psicrómetro.

Material

- 2 termómetros
- 1 gobelé
- Suportes para os termómetros
- gaze

2. Regista os valores da temperatura dos dois termómetros que constituem o psicrímetro construído.

T (°C) _____

T_w (°C): _____

3. Com a ajuda da tabela 1, determina a Humidade Relativa do ar.

H (%) = _____

Tabela1. Temperatura do ar em função da T_w.

	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
5	100	97	94	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	28	25
6	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50	47	44	42	39	36	33	31	28
7	100	97	94	91	88	85	83	80	77	74	71	68	66	63	60	57	55	52	49	47	44	41	39	36	34	31
8	100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	72	70	67	64	62	59	57	54	51	49	46	44	41	39	36	34
9	100	97	95	92	89	87	84	81	79	76	73	71	68	66	63	61	58	56	53	51	48	46	44	41	39	36
10	100	97	95	92	90	87	84	82	79	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	53	50	48	46	43	41	39
11	100	97	95	92	90	87	85	83	80	78	75	73	71	68	66	64	61	59	57	54	52	50	48	45	43	41
12	100	98	95	93	90	88	86	83	81	79	76	74	72	69	67	65	63	60	58	56	54	52	50	47	45	43
13	100	98	95	93	91	88	86	84	81	79	77	75	73	70	68	66	64	62	60	58	55	53	51	49	47	45
14	100	98	95	93	91	89	86	84	82	80	78	76	73	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	47
15	100	98	96	93	91	89	87	85	83	81	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	53	51	49
16	100	98	96	94	91	89	87	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	62	60	58	56	54	52	50
17	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	65	63	61	59	57	55	54	52
18	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	77	75	73	71	69	67	66	64	62	60	58	57	55	53
19	100	98	96	94	92	90	88	86	85	83	81	79	77	75	74	72	70	68	67	65	63	61	60	58	56	55
20	100	98	96	94	92	91	89	87	85	83	81	80	78	76	74	73	71	69	67	66	64	62	61	59	57	56
21	100	98	96	94	93	91	89	87	85	84	82	80	78	77	75	73	72	70	68	67	65	63	62	60	59	57
22	100	98	96	95	93	91	89	87	86	84	82	81	79	77	76	74	72	71	69	67	66	64	63	61	60	58
23	100	98	96	95	93	91	89	88	86	84	83	81	79	78	76	75	73	71	70	68	67	65	64	62	61	59
24	100	98	97	95	93	91	90	88	86	85	83	82	80	78	77	75	74	72	71	69	68	66	65	63	62	60
25	100	98	97	95	93	92	90	88	87	85	84	82	80	79	77	76	74	73	71	70	68	67	65	64	63	61
26	100	98	97	95	93	92	90	89	87	85	84	82	81	79	78	76	75	73	72	70	69	68	66	65	63	62
27	100	98	97	95	94	92	90	89	87	86	84	83	81	80	78	77	75	74	72	71	70	68	67	66	64	63
28	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	80	79	77	76	74	73	72	70	69	68	66	65	64
29	100	98	97	95	94	92	91	89	88	86	85	83	82	81	79	78	76	75	74	72	71	70	68	67	66	64
30	100	98	97	95	94	92	91	89	88	87	85	84	82	81	80	78	77	75	74	73	71	70	69	68	66	65
31	100	98	97	96	94	93	91	90	88	87	85	84	83	81	80	79	77	76	75	73	72	71	69	68	67	66
32	100	99	97	96	94	93	91	90	88	87	86	84	83	82	80	79	78	76	75	74	73	71	70	69	68	66
33	100	99	97	96	94	93	91	90	89	87	86	85	83	82	81	79	78	77	76	74	73	72	71	69	68	67
34	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	82	81	80	78	77	76	75	73	72	71	70	69	67
35	100	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	83	81	80	79	78	76	75	74	73	72	70	69	68
36	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	85	84	83	82	80	79	78	77	76	74	73	72	71	70	69
37	100	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	86	84	83	82	81	79	78	77	76	75	74	72	71	70	69
38	100	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	83	82	81	80	79	77	76	75	74	73	72	71	70
39	100	99	97	96	95	93	92	91	90	88	87	86	85	84	82	81	80	79	78	77	75	74	73	72	71	70
40	100	99	97	96	95	94	92	91	90	89	87	86	85	84	83	82	80	79	78	77	76	75	74	73	71	70

Atendendo aos resultados obtidos, avalia a tua sensação de conforto térmico dentro da sala de aula, traçando no diagrama que se segue a temperatura e a humidade relativa do ar. Comenta o resultado obtido.



Anexo 8

Exmo. Sr.

Diretor da DGIDC

O tema *Conforto/Desconforto Térmico* é bastante interessante e motivante para os alunos, uma vez que é uma forma de envolvê-los para uma problemática atual, a alteração ambiental. As alterações ambientais são uma temática bastante mediática (do passado ao presente), pois o ser humano tem tentado desde sempre estabelecer relações entre si, o tempo atmosférico e o clima, de forma a poder melhorar as suas próprias condições de vida e o seu habitat. Atendendo ao referido, quando se fala especificamente do desenvolvimento cognitivo e dos processos de aprendizagem dos alunos deve-se considerar alguns aspetos importantes relacionados com a motivação dos alunos, os estímulos do ambiente e, também, as relações sociais. No que concerne aos estímulos do ambiente, a construção de edificações com características adequadas ao clima e ao tipo de ocupação é bastante importante para a obtenção de ambientes adequados à boa aprendizagem dos nossos alunos. Assim sendo, os edifícios escolares podem comprometer o ensino e aprendizagem, a saúde física e psicológica, e podem suscitar um aumento excessivo de energia elétrica para condicionar o ambiente de sala de aula.

No âmbito do projeto de investigação, a ser realizado no contexto do Doutoramento em Didática e Formação – Desenvolvimento Curricular da Universidade de Aveiro, intitulado: **“Contribuição para o Ensino das Ciências, usando a temática Conforto Térmico”**, pretende-se compreender em que medida o conforto térmico pode afetar o ensino e aprendizagem dos alunos.

Assim, torna-se necessário, entrevistar professores e, também, distribuir questionários aos alunos do 7º, 8º e 9º Anos, nas Escolas da região de Aveiro.

Peço gentilmente, a V. Exa., que autorize a realização de questionários aos professores e aos alunos que frequentam o 3º ciclo.

Neste estudo não haverá qualquer identificação relativa aos professores, aos alunos ou às escolas. Serão garantidas confidencialidade e anonimato atribuindo a cada um dos participantes no estudo um código alfanumérico. Para garantir a privacidade de todos os participantes, não será, assim, revelada a sua identidade, quaisquer que sejam as circunstâncias.

Sem a Vossa colaboração não será possível a realização deste projeto de investigação que, com boas perspetivas, poderá contribuir para melhorar o ensino e aprendizagem dos alunos.

No caso de manifestar interesse poderão ser-lhe facultados os resultados do estudo posteriormente.

Para qualquer esclarecimento ou dúvidas sobre o projeto ou sobre os dados recolhidos na Escola que dirige, deixo a V. Exa. o seguinte contacto: **Email: martaacsilva@hotmail.com**

Desde já os nossos agradecimentos.

Com os melhores cumprimentos.

Marta Andreia Almeida Carvalho da Silva



Anexo 9

<p>ESCOLA EB 2,3 de S.J.M</p>  <p>Ciências Físico-Químicas</p>	<p style="text-align: center;">Avaliação das Condições de Conforto da sala de aula</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Alunos</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Observações</p> <hr/>
--	---

Parte I. Registo de dados

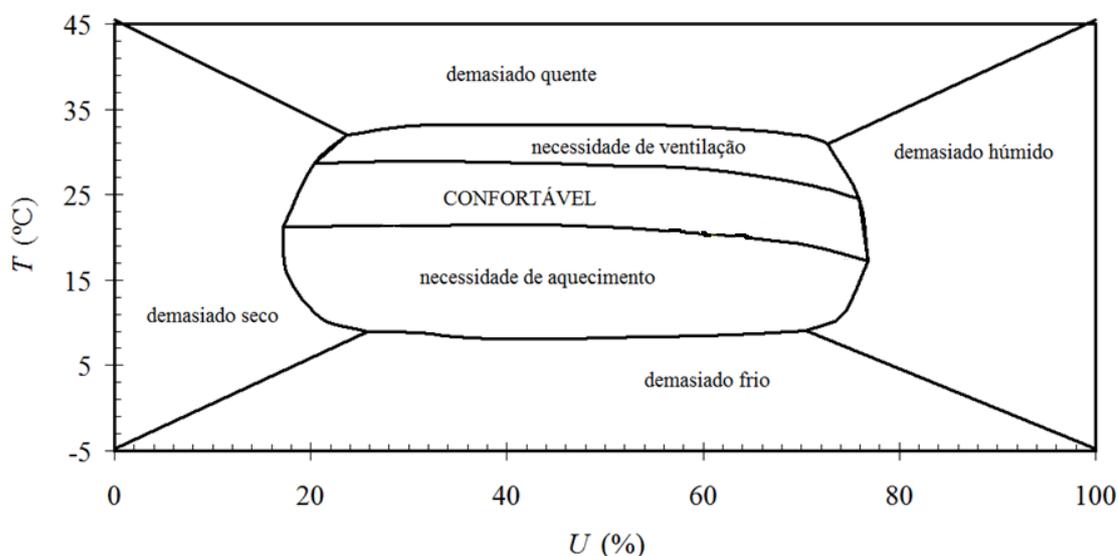
As condições de conforto térmico no interior de uma sala de aula dependem da temperatura e da humidade relativa do ar.

Para avaliação destes dois parâmetros meteorológicos vais necessitar de dois termómetros e suportes de forma a construíres um psicrómetro (já construídos no clube de Ciência). Para determinar a humidade relativa do ar usa a Tabela 2.

Tabela 1. Registo de Dados

Data	Hora	T °(C)	T _w (°C)	H (%)	Sensação Térmica
					
					
					
					
					
					
					

Atendendo aos resultados obtidos, avalia a tua sensação de conforto térmico dentro da sala de aula, traçando no diagrama que se segue a temperatura e a humidade relativa do ar. Comenta o resultado obtido.



Parte II. Responde às questões que se seguem.

1. Quando as temperaturas estão baixas notas alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula? (selecciona com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

Se respondeste sim, selecciona a(s) situação(ões) demonstrada(s).

- Apatia
- Pouca vontade para trabalhar
- Agitação
- Cansaço
- Outra:
- Qual? _____

2. Quando as temperaturas estão altas notas alguma diferença na tua postura dentro da sala de aula? (selecciona com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

Se respondeste sim, seleciona a(s) situação(ões) demonstrada(s).

Apatia	<input type="checkbox"/>
Pouca vontade para trabalhar	<input type="checkbox"/>
Agitação	<input type="checkbox"/>
Cansaço	<input type="checkbox"/>
Outra:	<input type="checkbox"/>
Qual? _____	<input type="checkbox"/>

3. Para ti as situações de desconforto térmico estão presentes em qual(ais) situações a seguir apresentadas. (seleciona com um X a opção mais conveniente)

Quando as temperaturas estão baixas	<input type="checkbox"/>
Quando as temperaturas estão altas	<input type="checkbox"/>
As duas opções anteriores	<input type="checkbox"/>
Nenhuma das opções anteriores	<input type="checkbox"/>

4. Sempre que te encontras em situação de desconforto térmico, qual(ais) a(s) regiões do teu corpo que notas mais desconforto? [selecione com um X a(s) opção(ões) mais conveniente(s)]

Pés	<input type="checkbox"/>
Pernas	<input type="checkbox"/>
Mãos	<input type="checkbox"/>
Braços	<input type="checkbox"/>
Tronco	<input type="checkbox"/>
Cabeça	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>

5. Quando te encontras em desconforto térmico, este também se verifica em relação ao teu vestuário? (assinala com um X a opção mais conveniente)

Sim Não

a) Em caso afirmativo, diz qual(ais) as peças do vestuário que causam esse desconforto térmico. _____



6. Quando as temperaturas estão baixas, quando vais para dentro da sala de aula, retiras alguma peça que trazes vestida? (assinala com um X a opção mais conveniente)

Nunca Raramente Às vezes Quase sempre Sempre

a) Se respondeste **Nunca**, explica porque o fazes.

b) Se respondeste **Às vezes**, **Quase sempre** e **Sempre**, indica qual(ais) as peças de roupa que retiras e explica porque fazes.

7. Quando as temperaturas se encontram altas, seleciona a(s) estratégia(s) que adotas para melhorar o teu conforto térmico. [assinala com um X a(s) opção(ões) mais conveniente(s)]

Vestir roupa fresca

Vestir pouca roupa

Abrir as janelas da sala de aula

Abrir a porta da sala de aula

Abrir as janelas e a porta da sala de aula

Manter as janelas e a porta da sala de aula fechadas

Outras

<input type="checkbox"/>

8. Sempre que te encontras em desconforto térmico, todos os teus colegas da turma também se encontram nessa mesma situação? (assinala com um X a opção mais conveniente)

Nunca Raramente Às vezes Quase sempre Sempre

Avaliação da Atividade.

No quadro seguinte, para cada um dos pontos a avaliar, assinale com um X a quadrícula correspondente à sua opinião, na escala crescente de 1 (Nada) a 5 (Muito).

Avaliação Global da Actividade	1	2	3	4	5
1. A actividade correspondeu às tuas expectativas?					
2. Considera que esta actividade contribuiu para a tua formação?					
3. Consideras que actividades com esta temática devem continuar?					

Observações/Comentários:

Anexo 10

A MUDANÇA GLOBAL E A SAÚDE PÚBLICA

Data: 08/06/2011

OradoresMário Talaia⁽¹⁾ e Marta Silva⁽²⁾⁽¹⁾ Departamento de Física, CIDTFF; Campus Santiago, 3810-193, Aveiro, mart@ua.pt⁽²⁾ Departº. Didáctica e Tecnologia Educativa, Univ. Aveiro, a37327@ua.pt**FICHA DE AVALIAÇÃO DA PALESTRA**

No quadro seguinte, para cada um dos pontos a avaliar, assinale com um X a quadrícula correspondente à sua opinião, na escala crescente de 1 (Mau) a 5 (Muito Bom).

Avaliação da Sessão - Classifique a sessão relativamente a:	1	2	3	4	5
1. Pontualidade dos Participantes.					
2. Comportamento dos participantes.					
3. Interesse do tema.					
4. Clareza da linguagem utilizada.					
5. Adequação do tempo atribuído para o desenvolvimento da sessão.					
6. Qualidade dos materiais utilizados.					
7. Oportunidade para esclarecimento de dúvidas.					
8. Espaço para debate e discussão.					

No quadro seguinte, para cada um dos pontos a avaliar, assinale com um X a quadrícula correspondente à sua opinião, na escala crescente de 1 (Nada) a 5 (Muito).

Avaliação Global da Sessão	1	2	3	4	5
1. A palestra correspondeu às suas expectativas?					
2. Considera que esta sessão contribuiu para a sua formação?					
3. Considera que sessões com esta temática devem continuar?					

Observações/Comentários:





Anexo 12

Folha de Registo – Vestuário dos Alunos																			
Data	Hora	Alunos	Camisa	Camisola	Casaco	T-Shirt	Calças de ganga	Calças	Saia	Calções	Meia calça	Sapatos	Sapatilha	Botas cano alto	Botas	Luvas	Cachecol	Outros	
		1																	
		2																	
		3																	
		4																	
		5																	
		6																	
		7																	
		8																	
		9																	
		10																	
		11																	
		12																	
		13																	
		14																	
		15																	
		16																	
		17																	
		18																	
		19																	
		20																	
		21																	
		22																	
		23																	
		24																	

