

ANA MARIA RODRIGO NEVES

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA
EM TRABALHO COLABORATIVO ENTRE PARES**

Orientadora: Prof.^a Doutora Maria de Nazaré Castro Trigo Coimbra

Universidade Lusófona do Porto

Instituto de Educação

Porto

2014

ANA MARIA RODRIGO NEVES

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA
EM TRABALHO COLABORATIVO ENTRE PARES**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Ciências da Educação, Supervisão Pedagógica, conferido pela Universidade Lusófona do Porto

Orientadora: Prof.^a Doutora Maria de Nazaré Castro Trigo Coimbra

Universidade Lusófona do Porto

Instituto de Educação

Porto

2014

EPÍGRAFE

Há muito se reconhece a necessidade de preparar os jovens para as constantes e rápidas mudanças da vida moderna, através do desenvolvimento da autonomia, mas a concretização deste objetivo pressupõe que os professores estejam, eles próprios, preparados para adequar a sua ação às necessidades educativas e motivações dos seus alunos.

Paiva, Barbosa e Fernandes (2006, p.79)

DEDICATÓRIA

Ao João e ao João Pedro, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

A todos que ajudaram a concretizar este trabalho, expresso a minha profunda gratidão, em particular:

- à Diretora do Curso de Mestrado em Ciências da Educação, Professora Doutora Alcina Manuela de Oliveira Martins, que me incentivou com o seu dinamismo e simpatia contagiantes;
- à Orientadora desta tese de mestrado, Professora Doutora Maria Nazaré Castro Trigo Coimbra, que me soube transmitir o seu ânimo na entrega ao trabalho, com o seu exemplo de inteira disponibilidade e dedicação, no acompanhamento da construção da tese. Ajudou-me a pensar com as suas sugestões e questões, sempre muito pertinentes, que me indicaram caminhos de exigência e rigor científico. Profundamente agradeço os extraordinários ensinamentos de generosidade, partilha, dedicação e entrega às causas da educação;
- aos meus amigos e amigas, que me incentivaram a concluir este projeto;
- à minha família, razão de ser da minha existência .

RESUMO

O presente estudo tem como finalidade averiguar de que forma o treino de equações matemáticas, em trabalho colaborativo entre pares, facilita a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, no Ensino Secundário. Pretende, igualmente, verificar se esse trabalho, desenvolvido em conjunto, em sala de aula, pode contribuir para uma maior compreensão dos conteúdos programáticos, e se o domínio dos conceitos científicos, por parte dos alunos, se traduz na obtenção de melhores resultados escolares, na disciplina de Física e Química A.

Assim, foi realizado um Estudo de Caso, de natureza qualitativa-quantitativa, que englobou análise documental e um inquérito por questionário, numa Escola Secundária de segundo e terceiro ciclos do concelho do Porto, em duas turmas de décimo primeiro ano de escolaridade, de Física e Química A. No decorrer do trabalho de investigação-ação, centrado na resolução de problemas, os alunos desenvolveram capacidades cognitivas, na área das ciências experimentais. O treino de equações matemáticas, em trabalho colaborativo entre pares, possibilitou o aprofundamento das aprendizagens, comprovando-se que os alunos alcançaram melhores resultados, nas avaliações periódicas e final. Nesta investigação apesar do seu carácter pontual, verificou-se que o treino de equações matemáticas, em trabalho colaborativo entre pares, ajudou os alunos do 11.º ano, envolvidos neste estudo, a resolverem problemas científicos e a obterem, consequentemente, melhores resultados escolares, em Física e Química A.

Palavras-chave: Resolução de problemas; trabalho colaborativo entre pares; Física e Química; Matemática; alunos do Ensino Secundário.

ABSTRACT

The current study aims at clarifying if training in mathematical equations, in peer-based cooperative work, facilitates problem solving in the discipline of “Physics and Chemistry A”, at High School level. It also intends to verify if that work, developed in group at the classroom, can contribute to a better comprehension of the program content, and if mastering the scientific concepts by the students translates into better grades in the discipline of “Physics and Chemistry A”.

In order to achieve these goals, a qualitative-quantitative case study was conducted, which included a documental analysis and a written enquiry, at a second and third cycle High School of Porto, in two eleventh grade classes of “Physics and Chemistry A”. Throughout the problem solving-centred, in research-action work, students developed cognitive abilities in experimental sciences. The mathematical equations training, in peer-based cooperative work, enhanced learning, demonstrated that students reached better results, in periodic and final evaluations. This research, despite its single nature, evidenced that mathematical equations training, in peer-based cooperative work, helped eleventh grade participant students solving scientific problems and consequently obtaining better academic results in “Physics and Chemistry A”.

Key-words: Problem solving; peer-based cooperative work; Physics and Chemistry; Mathematics; High School students.

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRP	Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas
APD	Aprendizagem por Descoberta
APT	Aprendizagem por Transmissão
cf.	conforme
DL	Decreto-Lei
DR	Decreto-Regulamentar
EMC	Ensino por Mudança Concetual
EPP	Ensino Por Pesquisa
ES	Ensino Secundário
ME	Ministério da Educação
p.	página
pp.	páginas
PE	Projeto Educativo
RS	Resolução de Problemas
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TRP	Taxonomia de Resolução de Problemas

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	15
PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	20
CAPÍTULO I - ESCOLA REFLEXIVA, SUPERVISÃO E ENSINO	21
1. SUPERVISÃO E AÇÃO EDUCATIVA	21
1.1. SUPERVISÃO E PROFESSOR REFLEXIVO.....	22
1.2. SUPERVISÃO E CENÁRIOS SUPERVISIVOS	24
1.3. SUPERVISÃO E INVESTIGAÇÃO-AÇÃO.....	26
2. ESCOLA REFLEXIVA E COMUNIDADE EDUCATIVA	29
CAPÍTULO II – RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA EM TRABALHO COLABORATIVO	32
1. LITERACIA CIENTÍFICA E ENSINO DAS CIÊNCIAS	32
1.1. CONCEITO DE LITERACIA CIENTÍFICA.....	32
1.2. A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	33
2. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA E QUÍMICA E MODELOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM	35
2.1. CONCEITO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	36
2.2. ESTRATÉGIAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM CIÊNCIAS	37
2.3. MODELOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS.....	41
2.4. A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	44
3. TRABALHO COLABORATIVO ENTRE PARES EM SALA DE AULA.....	46
3.1. TRABALHO COLABORATIVO EM SALA DE AULA.....	47
3.2. SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM	49
PARTE II - INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA	52
CAPÍTULO III – METODOLOGIA DO ESTUDO	53
1. TIPIFICAÇÃO METODOLÓGICA.....	53
1.1. PROBLEMÁTICA DO ESTUDO	54

1.2. PERGUNTA DE PARTIDA	54
1.3. HIPÓTESES DO ESTUDO.....	54
1.4. OBJETIVOS DO ESTUDO	55
1.5. OPÇÕES E ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS.....	56
1.6. FONTES E RECOLHA DE DADOS	56
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO – A ESCOLA.....	58
2.1. O PROJETO EDUCATIVO DA ESCOLA.....	59
2.2. O PROJETO DE INTERVENÇÃO DE FÍSICA E QUÍMICA NA ESCOLA	60
2.3. POPULAÇÃO E AMOSTRA	62
CAPÍTULO IV- ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	63
1. ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS QUESTÕES FECHADAS DO INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS	63
1.1. CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	64
1.2. APROVEITAMENTO ESCOLAR A FÍSICA E QUÍMICA.....	64
1.3. CAPACIDADE ATUAL DE RESOLVER EQUAÇÕES MATEMÁTICAS	65
1.4. IMPORTÂNCIA DO TREINO DE EQUAÇÕES MATEMÁTICAS EM FÍSICA E QUÍMICA	66
1.5. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	69
1.6. OPINIÃO SOBRE AS AULAS DE FÍSICA E QUÍMICA	70
1.7. TRABALHO COLABORATIVO ENTRE PARES	72
1.8. RELAÇÃO ENTRE A VARIÁVEL “APROVEITAMENTO ESCOLAR A FÍSICA E QUÍMICA” E AS VARIÁVEIS RELACIONADAS COM O TRABALHO COLABORATIVO E AS EQUAÇÕES MATEMÁTICAS.....	74
1.9. RELAÇÃO ENTRE A VARIÁVEL “CAPACIDADE ATUAL DE RESOLVER EQUAÇÕES MATEMÁTICAS” E AS VARIÁVEIS RELACIONADAS COM O TRABALHO COLABORATIVO	75
2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS QUESTÕES ABERTAS DO INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS	83
2.1. PERCEÇÕES DOS ALUNOS SOBRE A EVOLUÇÃO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA, COM EQUAÇÕES MATEMÁTICAS, ENTRE O 10.º E O 11.º ANO	83

2.2. PERCEÇÕES DOS ALUNOS SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO COLABORATIVO PARA A MELHORIA DA APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE FÍSICA E QUÍMICA A	85
2.3. PERCEÇÕES DOS ALUNOS SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DA APRENDIZAGEM EM FÍSICA E QUÍMICA PARA A VIDA REAL	87
3. AVALIAÇÃO DE UM PERCURSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA	88
3.1. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA COMO PONTO DE PARTIDA.....	88
3.2. AVALIAÇÃO DO SUCESSO ESCOLAR À DISCIPLINA.....	91
CONCLUSÕES.....	93
BIBLIOGRAFIA	97

APÊNDICES

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Espiral autorreflexiva Lewiniana.....	28
Figura 2 – Processo de Educação Científica em meio escolar.	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Género dos Alunos	64
Tabela 2 – Idade dos Alunos	64
Tabela 3 – Aproveitamento escolar a Física e Química	65
Tabela 4 – Capacidade atual de resolver equações matemáticas.....	65
Tabela 5 – Importância do treino de equações matemáticas em Física	66
Tabela 6 – Importância do treino de equações matemáticas em Química	68
Tabela 7 – Resolução de problemas na disciplina de Física e Química	69
Tabela 8 – Opinião sobre as aulas de Física e Química.....	71
Tabela 9 – Trabalho colaborativo entre pares, nas aulas de Física e Química	73
Tabela 10 – Correlação entre as variáveis “aproveitamento escolar” e “pôr um problema em equação é fácil”	75

Tabela 11 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “pôr um problema em equação é fácil”	76
Tabela 12 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “ a resolução de equações matemáticas é fácil”	76
Tabela 13 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “prefiro trabalhar individualmente”	77
Tabela 14 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “prefiro aulas com trabalho de grupo entre 3 a 5 alunos”	77
Tabela 15 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares”	78
Tabela 16 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “o trabalho colaborativo entre pares motiva o trabalho em sala de aula” ..	79
Tabela 17 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “o trabalho colaborativo entre pares facilita a aprendizagem de conteúdos novos”	80
Tabela 18 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “o trabalho colaborativo entre pares facilita a revisão de conteúdos já apreendidos”	80
Tabela 19 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “o trabalho colaborativo entre pares ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar”	81
Tabela 20 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “o trabalho colaborativo entre pares contribui para uma melhor preparação para o exame nacional”	82
Tabela 21 – Perceções dos alunos sobre a evolução na resolução de problemas de Física e Química com matemáticas.....	84
Tabela 22 – Perceções dos alunos sobre a contribuição do trabalho colaborativo para a melhoria da aprendizagem na disciplina de Física e Química A.....	85
Tabela 23 – Perceções dos alunos sobre a contribuição da aprendizagem em Física e Química para a vida real.....	87
Tabela 24 - Classificação por item da turma A.....	90
• Tabela 25 - Classificação por item da turma C.....	90

Tabela 26- Avaliação dos alunos.....	90
--------------------------------------	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Género dos Alunos	64
Gráfico 2 – Idade dos Alunos	64
Gráfico 3 – Aproveitamento escolar a Física e Química	65
Gráfico 4 – Capacidade atual de resolver equações matemáticas	66
Gráfico 5 – Importância do treino de equações matemáticas em Física	67
Gráfico 6 – Importância do treino de equações matemáticas em Química	68
Gráfico 7 – Resolução de problemas na disciplina de Física e Química A	70
Gráfico 8 – Opinião sobre as aulas de Física e Química	72
Gráfico 9 – Trabalho colaborativo entre pares nas aulas de Física e Química	73
Gráfico 10 – Análise das classificações da avaliação diagnóstica	89
Gráfico 11 – Análise das classificações positivas e negativas dos alunos	92

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisas sobre resolução de problemas em Ciências(I).....	38
Quadro 2 - Pesquisas sobre resolução de problemas em Ciências(II)	39

INTRODUÇÃO

Uma Escola reflexiva pensa-se no presente para se projetar no futuro e na continuidade. Cria condições aos seus profissionais para desenvolverem a capacidade de refletir sobre a sua prática, construindo o seu conhecimento a partir do seu campo de ação e de uma constante interação com as situações reais e com todos os atores – professores, funcionários e alunos, principal razão de ser da Escola.

Alarcão e Tavares (2003, p.133)

A globalização e a sociedade do conhecimento têm impulsionado mudanças educativas, no início do século XXI. A Educação conheceu, nos últimos tempos, desafios e transformações, que impõem à Escola e aos professores situações e problemas, sem soluções únicas (Alarcão, 2003; 2000). Torna-se, então, necessário, que o professor, no seio de uma comunidade aprendente reflexiva, equacione e implemente alternativas, que ultrapassem os fatores de constrangimento ao desenvolvimento da ação educativa (Alarcão & Roldão, 2008), adotando um paradigma educacional democrático e construtivista, de educação para cada um e para todos (Oliveira-Formosinho, 2002).

No novo paradigma de ensino-aprendizagem, assumido como um processo de conhecimento e desenvolvimento profissional e social, professor e aluno têm necessariamente um papel ativo e interveniente, antes, durante e após a ação, desde a planificação à avaliação (Coutinho et al., 2009).

Neste entendimento, o professor deverá assumir um papel de orientador do ensino e da aprendizagem (Alarcão, 2009), em comunidade educativa aprendente, no contexto de uma Escola reflexiva. Como destacado na epígrafe, por Alarcão e Tavares (2003), uma Escola terá de descobrir os seus caminhos do futuro, no presente da sua ação.

Assim, é necessário que o docente, em comunidade, empreenda um percurso de formação contínua para a vida, tendo por base a reflexão, a atualização científica e o trabalho colaborativo entre pares, professor-aluno e aluno-aluno (Alarcão & Roldão, 2008; Pawlas & Oliva, 2007). Estas temáticas constituirão os alicerces do suporte teórico do estudo a realizar, no Ensino Secundário.

A Escolha do Tema

Ao longo dos últimos anos, tem-se verificado que os piores resultados, nos exames nacionais do Ensino Secundário ocorrem, sistematicamente, nas disciplinas de Física e Química e Matemática (ME, 2011). Assim, este trabalho de investigação tem, por finalidade, analisar a problemática da resolução de problemas, reforçando a importância da interdisciplinaridade, na área das ciências exatas. Neste entendimento, o estudo a desenvolver poderá contribuir para um processo de reflexão sobre os métodos e as estratégias usados no ensino atual, procurando soluções para o problema do insucesso, que muitos alunos revelam nas áreas científicas, especialmente em Física e Química.

A temática escolhida enquadra-se na atual revisão curricular, a qual apresenta princípios como a redução do controle central do sistema de educação, a autonomia gradual das Escolas, a liberdade e a autonomia dos professores, quanto a métodos de ensino a implementar e a projetos a concretizar (Decreto-Lei nº 139/2012). Almejam-se, assim, mecanismos pedagógicos e organizativos, na instituição escolar, que se harmonizem com os princípios consagrados no regime jurídico de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos públicos: "Com este incremento de autonomia, permite-se às Escolas implementar projetos próprios, que valorizem as boas experiências e promovam práticas colaborativas, tendo em conta os recursos humanos e materiais de que dispõem" (Despacho Normativo nº13-A/2012).

Uma vez que consideramos a sala de aula como uma unidade estrutural e funcional, promotora da melhoria da qualidade de ensino na Escola (Alarcão & Roldão, 2008; Arends, 2008), será este o espaço preferencial do estudo, através de trabalho colaborativo, na disciplina de Física e Química A, concretamente no 11.º ano de escolaridade, visando especificamente a resolução de problemas e incidindo em equações matemáticas.

O presente Estudo de Caso visa, pois, otimizar práticas pedagógicas, compreendendo quer as potencialidades da supervisão, quer evitando o constante desencontro entre ações e decisões, no desempenho da ação de ensinar. De acordo com Perrenoud (2002; 1999), a Escola deve investir numa contracultura, em torno do trabalho e do saber, à escala do grupo-turma. No entender deste pedagogo, o que torna possível a aprendizagem é o sentido do trabalho escolar, construído no contexto vivido pelos alunos, em situação de interação professor-aluno. Em consequência, o professor não deve ensinar,

nem aplicar normas e ideias distantes dos aprendentes, mas deverá partir das representações previsíveis, que se subentendem no discurso, nas atitudes e nas condutas dos alunos. Esta constitui uma ideia recorrente das Ciências da Educação e da Pedagogia, as quais situam o aluno na centralidade do ato educativo (Alarcão, 2009; 2003).

Por isso, partindo da experiência de anos de docência, consideramos que um olhar investigativo, sobre a realidade contextual em sala de aula, pode potenciar a capacidade de intervir, de decidir e de desenvolver um plano estratégico de atuação, centrado na investigação-ação, no ensino da Físico-Química, com alunos de 11.º ano.

A Pergunta de Partida

Através da presente investigação, pretendemos obter respostas para a Pergunta de Partida, que se enuncia: **De que forma o trabalho colaborativo e o treino de equações matemáticas potenciam a resolução de problemas, na disciplina de Física e Química A, no Ensino Secundário?**

As Hipóteses

Formulada a pergunta de partida, pretendemos testá-la, sob a forma das três hipóteses seguintes, a confirmar ou a infirmar:

Hipótese 1 – O treino de equações matemáticas facilita a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Hipótese 2 – O trabalho colaborativo entre pares promove a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Hipótese 3 – O trabalho colaborativo entre pares contribui para o sucesso escolar em Física e Química A, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

O Objetivo geral

Em concordância com as hipóteses levantadas, foi definido o objetivo geral, que se apresenta de seguida:

- Averiguar de que forma a concretização, em sala de aula, de trabalho colaborativo entre pares, e o domínio de equações matemáticas, possibilitam a melhoria da resolução de problemas e dos resultados escolares, na disciplina de Física e Química A, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

A Metodologia do Estudo

Na pesquisa, pretende-se analisar, criticamente, a evolução de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário, no que concerne à resolução de problemas de Física e Química, englobando equações matemáticas, considerando a influência do trabalho colaborativo entre pares, para a melhoria do aproveitamento escolar.

A investigação focaliza o contexto específico de uma Escola pública, do distrito do Porto, com Ensino Secundário. Trata-se de um **Estudo de Caso**, de tipologia qualitativa-quantitativa (mista), (Serapioni, 2000; Tuckman, 2000), centrado no processo de ensino-aprendizagem e, consequentemente, no tipo de estratégias implementadas em contexto supervisoivo de sala de aula.

A Organização do Estudo

O trabalho contempla duas partes. A primeira corresponde ao enquadramento teórico e, a segunda, ao estudo empírico.

Os **Capítulos I e II** abrangem a revisão bibliográfica onde, de forma fundamentada, procurámos um suporte teórico do problema em estudo. A revisão da literatura foi sistematizada, com base em teorias e estudos de investigadores nacionais e internacionais, consultados quer em artigos e livros disponíveis, quer na Internet (Arends, 2008; 1995; Fernandes, 2008; 2006; 2005; Galvão et al.; 2006; Perrenoud, 2004; 2001; 1999; Roldão, 2009; 2006; Tomlinson, 2008, Tomlinson & Allan, 2002).

O **Capítulo I** interliga “Escola reflexiva, supervisão e ensino”, enquanto o **Capítulo II** foca a “Resolução de problemas de física e química em trabalho colaborativo”, no enquadramento de um ensino-aprendizagem e de uma Escola reflexiva.

No **Capítulo III** iniciamos a segunda parte do trabalho, com a investigação empírica. Para esta investigação, adotamos uma metodologia quali-quantitativa. Como

principal instrumento de recolha e análise de dados, aplicámos um inquérito por questionário, a alunos do 11.º ano de Física e Química, do Ensino Secundário.

O **Capítulo IV** apresenta a análise e discussão de resultados, do inquérito por questionário. A análise dos dados, referente aos inquéritos, foi elaborada com recurso ao *software* estatístico SPSS (versão 21,0). Apresentamos, em anexo, os quadros e as tabelas justificativas. No sentido de validar as hipóteses operacionais colocadas, aplicamos os testes estatísticos adequados.

Seguem-se as **Conclusões**, com uma síntese e reflexão final dos resultados.

PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

CAPÍTULO I - ESCOLA REFLEXIVA, SUPERVISÃO E ENSINO

A supervisão, numa perspetiva de intervenção educativa, configura um projeto de trabalho e de comunidade, que implica o desenvolvimento da reflexividade profissional dos professores.

Formosinho et al. (2010, p. 78)

1. SUPERVISÃO E AÇÃO EDUCATIVA

Neste início de século, é importante que o professor empreenda uma ação educativa, pautada pela reflexão e pelo trabalho colaborativo, num processo contínuo de aperfeiçoamento e emancipação profissional (Alarcão & Roldão, 2008). Enquanto supervisor, o professor constitui um agente de mudança das práticas (Alarcão, 2003).

Presentemente, o supervisor assume funções de líder e orientador, nas comunidades aprendentes (Senge et al., 2000), no contexto de uma Escola reflexiva que constrói o seu futuro e qualifica os seus membros (Alarcão, 2003; 2000). Neste entendimento, a supervisão é apercebida como um processo de ação educativa, sobre as práticas, eminentemente democrática, colaborativa, autorreflexiva e autoformativa.

Nas palavras de Alarcão e Tavares (2003, p. 4), “Os portugueses foram-se aculturando à designação e distinguem hoje os dois sentidos que a língua portuguesa atribui ao termo. Considera-se, por um lado, a função de fiscalização e superintendência registada no dicionário. Mas reconhece-se, por outro, a ideia de acompanhamento do processo formativo”. Da supervisão pedagógica, exercida unicamente na formação inicial de professores, passou-se para uma supervisão contínua e continuada (Coimbra, Marques & Martins, 2012), ao longo do exercício profissional docente, de maneira a aperfeiçoar competências profissionais para a docência (García, 1999).

A formação significa um processo de desenvolvimento individual, tendo por finalidade adquirir ou a aperfeiçoar capacidades. Assim, a formação de professores diferencia-se de outras atividades de formação, nas três dimensões, que a seguir se enumeram (García, 1999):

- Em primeiro lugar, trata-se de uma **formação dupla**, combinando a formação académica (científica, literária, artística, e outra) com a formação pedagógica, em diversas áreas de saber;
- Em segundo lugar, a formação de professores constitui um tipo de **formação profissional**, que forma e qualifica para a docência;
- Em terceiro lugar, a formação de professores é uma **formação de formadores**, o que influencia o necessário isomorfismo, que deve existir entre a formação de professores e a sua prática profissional.

Os docentes são, desta forma, profissionais do desenvolvimento humano (Alarcão & Roldão, 2008; Pawlas & Oliva, 2007). Os processos de supervisão devem, portanto, apoiar a construção e aprofundamento do seu saber-fazer e desenvolvimento, com base na reflexão sobre a práxis e na formação contínua. As práticas supervisivas devem incidir em estratégias, conteúdos e competências, evitando lógicas segmentadas e privilegiando o rigor e a transparência na tomada de decisões, acionando, conjuntamente, o desenvolvimento e o crescimento do aluno e do professor.

É nestes pressupostos que ancoramos o nosso trabalho, baseando-nos nos atuais modelos de supervisão, que incluem o que Alarcão e Tavares (2003) designam por modelo de **auto-supervisão**. Nesta perspetiva, a supervisão, partindo da sala de aula para a comunidade, poderá potenciar a qualidade da ação educativa e, conseqüentemente, a melhoria das aprendizagens e o sucesso escolar dos alunos.

1.1. Supervisão e professor reflexivo

O conceito de reflexão, ou pensamento reflexivo em educação, foi primeiramente enunciado por John Dewey (1971), em meados do século XX (Verástegui, 2012). Nos seus escritos, Dewey revelou uma persistente insistência na natureza e importância do pensamento reflexivo. Refletir, como refere na sua obra *Experiência e Educação* (1971), é olhar para o passado e, através de organização intelectual e disciplina mental, do mesmo extrair uma rede de significantes que assenta no capital de reserva do comportamento inteligente. Trata-se do âmago da organização intelectual e da disciplina mental.

De forma similar, Donald Schön, precursor de Dewey, defende uma forte componente de reflexão, a partir de situações práticas reais. No seu entender, é desta forma

que o profissional fica preparado para enfrentar as diversas situações que vão surgindo, e para tomar as decisões adequadas. Schön concorda com Dewey, afirmando que a reflexividade em ação tem uma função crítica, dado que questiona a escolha da estrutura do conhecimento em ação. Pensamos criticamente sobre o processo que nos leva ao objetivo ou oportunidade, podendo, em continuidade, reestruturar estratégias de ação, aprofundar a compreensão do fenómeno, ou resolver o problema.

Segundo Schön (2000; 1997) são três os momentos de reflexão que podem ajudar o professor na sua atividade. Esses momentos podem ser aplicados, também, a alunos de um nível etário mais avançado, do Ensino Secundário, por exemplo.

- A **reflexão na ação** ocorre quando o docente/aluno reflete no decorrer da sua própria ação, reformulando-a e ajustando-a a outras situações.
- A **reflexão sobre a ação** acontece quando o docente/aluno faz uma reconstrução mental da sua ação e a analisa retrospectivamente. Com esta análise, é possível perceber o que aconteceu durante a ação, a fim de resolver imprevistos;
- A **reflexão sobre a reflexão-na-ação** é um processo que fomenta a evolução e o desenvolvimento profissional, levando o sujeito a construir a sua própria forma de conhecer. Este tipo de reflexão leva o docente/aluno a desenvolver novos raciocínios e formas de pensar, de compreender, agir e equacionar problemas.

No entender de Schön (2000), o professor deve ainda utilizar o conhecimento tácito, ou seja, um conhecimento na ação, prático, aquele que o profissional adquire ao longo das suas vivências diárias. De acordo com Schön, este conhecimento revela-se insuficiente para dar resposta a todos os problemas que surgem na prática. Por esta razão, o autor recomenda que o professor observe atentamente a sala de aula, e mobilize o seu conhecimento tácito por meio da reflexão sobre a ação (Idem).

Ser professor significa, então, ser um profissional reflexivo e atuante, utilizando o questionamento crítico, para a identificação de problemas, antes, durante e após a ação educativa. Nas palavras de Alarcão (2000, p.17), trata-se de "um conhecimento profissional contextualizado e sistematizado, numa permanente dinâmica interativa entre a ação e o pensamento ou a reflexão". O professor deve ter uma visão de conjunto, enquadrando reflexivamente o seu trabalho, na situação onde está inserido.

É importante que o professor reflita sobre as suas convicções, atitudes e crenças, em relação com o ensino que pratica e com as aprendizagens significativas que os alunos

concretizam (Orlich et al., 2007). Assim, para que a **ação reflexiva** possa ocorrer, é necessário que o docente desenvolva atitudes de curiosidade científica, diálogo, trabalho colaborativo, responsabilidade e democraticidade, as quais constituem condições essenciais à reflexividade profissional.

A formação inicial não é suficiente para concretizar um questionamento reflexivo, fundamentado na atualização pedagógica-didática, sendo necessária uma continuidade de formação. A continuidade deve ser encarada como um desafio, dando especial realce a duas vertentes: renovação pessoal e profissional, no conhecimento e nas técnicas de ensino, e ainda o redirecionamento das atividades e estratégias destinadas aos alunos, em consonância com os perfis dos discentes e as mudanças sociais (Queirós, 2006).

Esta necessidade de formação, ao longo da vida, para o desenvolvimento de um professor reflexivo, é explicitada por Oliveira-Formosinho (2002, p. 10):

“Assim, o professor passou a ser considerado um formador que, para ser eficaz e coerente, precisa, ele próprio, de ser formado continuamente. Este conceito de formador apela à dimensão profissional, mas também à pessoal, numa perspetiva de aprendiz que forma e de formador que aprende, que é a essência do conceito de *life long learning*.”

Nesta perspetiva, compete ao professor compartilhar informações, dúvidas e dificuldades com os demais colegas, ato que induz o avanço do movimento de reflexão, tão desejado na docência. Quando se trabalha em conjunto, solidariamente, através de trocas de experiências, cada um se conhece e atua como professor. Com o auxílio e ajuda do outro, motiva-se para um exercício reflexivo e eficaz do trabalho docente.

1.2. Supervisão e cenários supervisivos

As práticas de supervisão são múltiplas. Segundo Alarcão (2003), agrupam-se em nove cenários supervisivos, imitação artesanal, aprendizagem pela descoberta guiada, cenário behaviorista, cenário clínico, cenário psicopedagógico, cenário pessoalista, cenário reflexivo, cenário ecológico e cenário dialógico, que se analisam seguidamente.

No que se refere ao cenário de imitação artesanal, o “aprendiz” de professor pratica com o mestre, um professor experimentado e considerado um modelo a seguir. Este professor experiente sabe o que e como fazer, e igualmente como transmitir boas práticas, associadas ao papel de docente (Alarcão, 2003; 2001).

No cenário da aprendizagem pela descoberta guiada, a ênfase na formação do professor deve ser posta no conhecimento analítico e prático dos diversos modelos de ensino. O futuro professor não só deve ter conhecimento dos modelos teóricos, mas igualmente a oportunidade de observar diferentes professores a lecionar, iniciando-se este processo, preferencialmente, numa fase anterior à do estágio propriamente dito (Idem).

Quanto ao cenário behaviorista, o professor em formação é visto como um técnico do ensino (Sá-Chaves, 2002). Inicialmente, são-lhe indicadas, explicitamente, as competências que deve adquirir para conseguir atingir os objetivos operacionais da formação. Assim, o formando é responsável pela consecução desses objetivos, no seu próprio ritmo, servindo-se dos meios que lhe são postos à disposição e de entre os quais deve escolher os que considera mais adequados ao contexto de ensino-aprendizagem.

No que se refere ao cenário clínico, a relação entre o professor e o supervisor assenta num processo de cariz colaborativo. O supervisor tem por missão ajudar o formando a analisar e a repensar o seu modelo de ensino, com base na observação e análise de situações reais de ensino-aprendizagem. Este espírito de colaboração estende-se aos colegas formandos, englobando atividades como a planificação e a avaliação conjuntas, para além da observação e da análise (Alarcão, 2003).

O cenário psicopedagógico tem por base um corpo de conhecimentos da área da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem. Com as ferramentas da psicologia, o professor adquire a capacidade de resolver problemas e tomar decisões conscientes que lhe permitem uma adaptação às exigências da vida e do meio escolar. Neste modelo, o ciclo de supervisão da prática pedagógica consiste, fundamentalmente, em três etapas: preparação da aula com o professor; discussão da aula; e avaliação do ciclo de supervisão (Idem).

O cenário pessoalista promove, essencialmente, o desenvolvimento pessoal do professor. A formação dos professores deve atender às “suas perceções, sentimentos e objetivos; deve organizar experiências vivenciais e ajudar os professores a refletir sobre elas.” (Idem, p.34). Nesta perspetiva, cada professor é um modelo de si mesmo, dado que os modelos exteriores ao professor não são relevantes. Neste processo, o supervisor é conjuntamente sujeito de formação e o desenvolvimento pessoal torna-se, assim, interativo.

No cenário reflexivo, a abordagem da formação dos professores é, como o próprio nome indica, sobretudo reflexiva. É fundamental uma reflexão continuada sobre as ações tomadas em contexto de ensino-aprendizagem, tendo em vista a construção consciente do

conhecimento profissional (Pawlas & Oliva, 2007). O processo formativo, inerente a este cenário, combina a ação, experimentação e reflexão sobre a ação, segundo uma metodologia de aprender a fazer, fazendo e pensando.

No que concerne ao cenário ecológico, o desenvolvimento do formando é entendido num contexto multifacetado, tendo em consideração as dinâmicas sociais do meio envolvente (Alarcão & Roldão, 2008). O professor em formação interage com o meio, no qual decorre a situação de supervisão, passando por transições ecológicas que lhe possibilitam “o desempenho de novas atividades, a assunção de novos papéis e a interação com pessoas até aí desconhecidas, se constituem como etapas de desenvolvimento formativo e profissional” (Alarcão, 2003, p.37). A preparação inicial é fundamental, porque, ao longo da carreira, os professores terão de fazer, inúmeras vezes, transições ecológicas, interligando a sala de aula, a comunidade e o meio (Alarcão & Roldão, 2008).

Finalmente, no último cenário, descrito por Alarcão (2003), o cenário dialógico, é atribuído, à linguagem e ao diálogo crítico um papel de enorme significado, na construção da cultura e do conhecimento próprio dos professores, enquanto profissionais, e na desconstrução das circunstâncias contextuais, escolares e sociais, que influenciam o exercício da sua profissão.

Os vários cenários não são autoexclusivos, mas interpenetram-se, pois cada um pressupõe um processo específico e diverso, pessoal e interpessoal, de atuação profissional, tendo por finalidade a melhoria da educação nas Escolas. Segundo Alarcão (Idem), conhecem-se, em Portugal, algumas práticas que perfilham uma filosofia socioconstrutivista, que alia experiência, reflexão, confronto de ideias, ação e formação pela investigação e que atribui ao saber profissional dos professores um carácter mais prático do que prático e, sobretudo, formativo.

1.3. Supervisão e investigação-ação

Em supervisão, o professor assume o papel de investigador sobre as práticas, pelo que a investigação-ação é privilegiada, dado apresentar características que podem ser traduzidas em mudanças, ajustamentos ou redefinições do próprio processo de ensino-aprendizagem, antes, durante e após a ação (Máximo-Esteves, 2008).

Como o próprio nome indica, investigação-ação é uma metodologia de investigação, orientada para a melhoria da prática pedagógica, mediante a mudança e a aprendizagem, a partir das consequências dessa mudança (Sanches, 2005). Apresenta, como objetivos essenciais, por um lado, aperfeiçoar as práticas educativas e, por outro, facilitar o desenvolvimento de pessoas e grupos. Em resumo, trata-se de um duplo objetivo de ação e investigação, no sentido de obter resultados em ambas as vertentes:

- Ação, para obter mudança na Escola, no programa ou nos alunos;
- Investigação, para aumentar a compreensão por parte do investigador, da Escola e da comunidade.

Esta metodologia permite uma participação entre pares, desenvolvendo-se numa espiral de ciclos de planificação, ação, observação e reflexão. Constitui um processo de aprendizagem orientado para a praxis, permitindo uma constante autorregulação do trabalho planificado e desenvolvido, mediante uma argumentação comprovada e cientificamente examinada.

Os investigadores Chagas (2005), Máximo-Esteves (2008) e Sanches (2005), apresentam a investigação-ação como uma metodologia bastante “apelativa e motivadora”, porque se centra na prática e na melhoria das estratégias utilizadas, o que leva a uma eficácia da prática muito maior. A investigação-ação deve ancorar num plano de investigação e de ação, regulados por um conjunto de métodos e regras. São as chamadas fases, neste processo metodológico. Para se concretizar um processo de investigação-ação, segundo Máximo-Esteves (2008) será necessário seguir quatro fases:

1. Diagnosticar ou descobrir uma preocupação temática, isto é o “problema”;
2. Construir o plano de ação;
3. Concretizar uma proposta prática do plano e observar como funciona;
4. Proceder à reflexão e interpretação dos resultados, com replanificação.

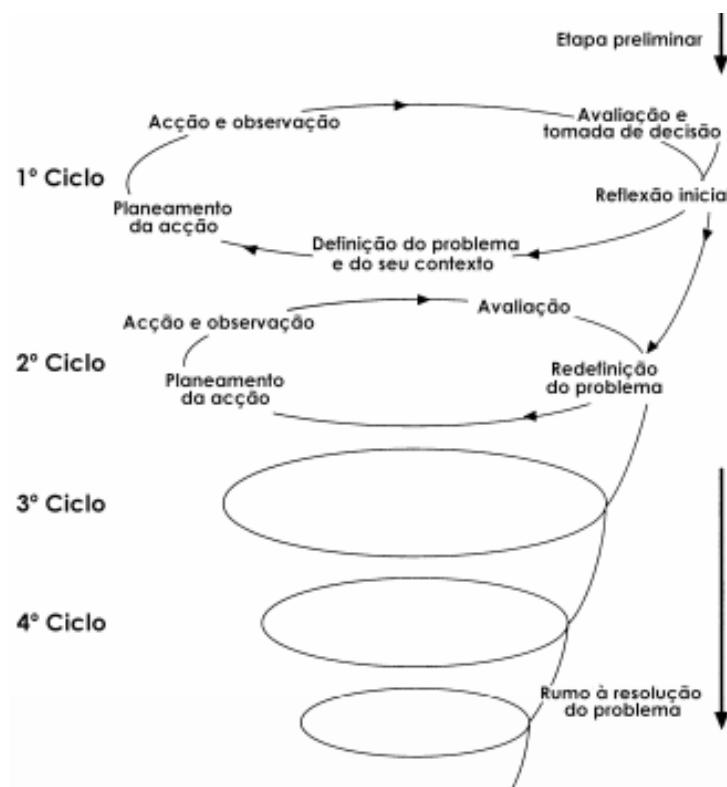
Quase todos os autores apresentam unanimidade, nas principais características desta metodologia, nomeadamente Chagas (2005) e Santos et al. (2004):

- 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 ação;
- Proporciona participação geradora de responsabilidade e envolvimento;

- Produz mudanças inesperadas e conduz a processos inovadores.

É possível apresentar graficamente, através da espiral auto-reflexiva lewiniana (figura 1), o processo cíclico das fases distintivas da investigação-ação, tal como referenciadas anteriormente.

Figura 1 - Espiral autorreflexiva Lewiniana



Fonte: Santos et al. (2004).

Podemos, assim, afirmar que a Investigação-ação é uma metodologia dinâmica, que se desenvolve em espiral, começando com o planeamento e a ação, na análise dos resultados das ações tomadas. Seguidamente, passa para um ciclo de análise e reconceptualização do problema, implementando o plano e avaliando a eficácia da intervenção (Matos, 2004).

O contributo da Investigação-ação, para a prática educativa, pode e deve levar a uma participação mais ativa do professor, como agente de mudança. O que efetivamente se

pretende é a mudança na dinâmica da intervenção educativa, realizada no dia-a-dia, num palco de ação específico e complexo – a Escola. Associar a Investigação-ação à prática educativa do professor significa, para Matos (2004), tomar consciência das questões críticas relativas à aula, criar predisposição para a reflexão, assumir valores e atitudes, bem como estabelecer convergências entre teorias e práticas.

2. ESCOLA REFLEXIVA E COMUNIDADE EDUCATIVA

O movimento de Reforma da Educação – que se desencadeou em Portugal na sequência da publicação, a 14 de outubro de 1986, da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE), e que foi liderado pela Comissão de Reforma do Sistema Educativo (CRSE) – concebeu a reorganização da administração e gestão das Escolas, num quadro global de descentralização e de distribuição de competências. Deste quadro normativo, emerge uma **Escola reflexiva**, que “Cria condições aos seus profissionais para desenvolverem a capacidade de refletir sobre a sua prática, construindo o seu conhecimento a partir do seu campo de ação e de uma constante interação com as situações reais e com todos os atores” Alarcão e Tavares (2003, p.133).

A reflexão sobre a ação ganha, numa Escola reflexiva, um papel preponderante, contribuindo para o desejo de conhecer e desenvolver, construindo a sua própria identidade. O pensamento e as práticas reflexivas permitem à Escola um *continuum* na evolução, atendendo às mudanças sociais (Senge et al., 2000).

Muitos são os detratores da Escola pública, que “apresentam visões apenas panorâmicas, tendencialmente englobantes e homogêneas das realidades educativas, não suportadas por uma atividade sistemática de trabalho de campo e de recolha e análise de dados empíricos em contextos específicos de ação” (Lima & Afonso, 2002, p. 11). Também “os setores sociais mais conservadores, ancorados numa filosofia neoliberal, se vêm tornando, nos últimos anos, especialmente ativos e já sem inibições ou conveniências discursivas, na defesa pública das suas políticas” (Idem, p. 13). Entre essas políticas, realçam-se a livre escolha educacional e de mercado, a privatização da Escola pública, o sistema de cheques-educação, os *rankings* das Escolas, a gestão escolar por resultados e performances, o recurso à nomeação de gestores e a promoção dos professores e dos seus

salários, em função dos resultados obtidos, pelos seus alunos, em exames nacionais estandardizados. Há ainda a registar ataques ideológicos aos educadores/professores, ao pensamento pedagógico, às teorias e à investigação em educação.

Apesar dos constrangimentos existentes, a Escola pública, que se quer reflexiva, vai resistindo, avançando e mudando (Alarcão & Roldão, 2008). A Escola do séc. XXI enfrenta o desafio inadiável de uma responsabilidade social crescente. O desafio educativo não é imediato, nem fácil. Como afirmam Tomlinson e Allan (2002, p. 78), a mudança da prática “é difícil” e sobretudo “complexa”. Por sua vez, Benavente (2001, p.118) explicita que “democratização e qualidade são duas faces de uma mesma moeda; não nos interessa uma Escola para todos sem efetivas e relevantes aprendizagens”.

Uma Escola reflexiva deve ser vista, então, como um projeto institucional dinâmico, que se realiza na ação e avalia os seus processos e resultados, com a finalidade de formar novos cidadãos (Alarcão & Tavares, 2003). Dado que o ato de ensinar, ou seja, o exercício da docência, é uma profissão, torna-se necessário, tal como em outras profissões, assegurar que as pessoas que a exercem tenham um domínio adequado da ciência, técnica e arte da mesma, ou seja, possuam competências profissionais (García, 1999).

As competências, que os diferentes atores têm de adquirir, devem combinar ação, experimentação e reflexão sobre a ação, segundo uma metodologia do aprender a fazer, fazendo e pensando, numa construção ativa do conhecimento, gerado na ação e sistematizado pela reflexão (Senge, 1994). A Escola é uma comunidade pensante e criadora de condições de formação e qualificação, dado que, ao pensar a Escola, os seus membros se enriquecem e se qualificam. Nesta medida, nas palavras de Alarcão (2003, p.137) podemos designar a Escola “como organização aprendente e qualificante”.

Numa Escola reflexiva, o contexto social, como mediador da aprendizagem, é fundamental (Arends, 2008; Roldão, 2009). O currículo assenta nas premissas de contexto temporal e sociocultural a ter em conta. Para que a noção de educação faça sentido, impõe-se uma atitude autoanalítica permanente e uma cultura colaborativa, reflexiva, supervisiva e avaliativa, sobre as práticas educativas. Apenas um sistema curricular e pedagógico, de tendência não-seletiva, poderá proporcionar a todos os jovens iguais oportunidades de acesso (Canário, 2005; Nóvoa, 2000), mediante estratégias de discriminação positiva, isto é, tratamento diferenciado, de acordo com as características individuais dos alunos. Nesta visão construtivista, o conhecimento é construído pelo aluno (Roldão, 2009), em interação

com o conhecimento prévio, em novas experiências de aprendizagem, situadas e delimitadas em comunidade

Na Escola reflexiva há, então, “uma vinculação recíproca entre massificação e qualificação, entre acesso e sucesso, entre Escola para todos e desempenho, entre inclusão e mérito” (Silva, 2002, p.100), na linha de continuidade das políticas educativas em vigor.

Na opinião de Roldão (2009), é preciso que cada Escola assuma a missão de planear, optar, decidir estrategicamente, fundamentar e negociar decisões curriculares. Por sua vez, as investigadoras Vieira e Moreira (2011, p.12) acrescentam que a supervisão deve ter uma orientação transformadora e emancipatória, potencialmente transgressora e subversiva, assente em valores de liberdade e de responsabilidade social. As investigadoras apontam princípios de interação e de construção, entre os contextos pessoal e público, numa partilha do conhecimento teórico e prático. Assim, a regulação dos processos de ensino e aprendizagem deve convocar valores como a democraticidade, a participação, a dialogicidade, a indagação e a intervenção crítica, bem como a emancipação (Idem).

Neste sentido, é essencial a aplicação de práticas reflexivas sobre o quotidiano docente, de auto supervisão (Sá-Chaves, 2002; 2000; 1998). “A supervisão possibilita maior qualidade das aprendizagens e, simultaneamente, o desenvolvimento profissional dos professores” (Pawlas & Oliva, 2007, p.11). Ou seja, “a supervisão, numa perspetiva de intervenção educativa, configura um projeto de trabalho e de comunidade, que implica o desenvolvimento da reflexividade profissional dos professores” (Formosinho et al., 2010).

Em síntese, o professor, numa Escola reflexiva, em comunidade educativa aprendente, pode impulsionar a qualidade educativa do ensino-aprendizagem, tendo por fundamentos a reflexão, a investigação-ação e o trabalho colaborativo, aprofundando o seu desenvolvimento profissional e contribuindo para a qualidade do ensino-aprendizagem.

Essa construção da identidade profissional, normalmente, é concretizada em áreas disciplinares específicas, de acordo com a área de formação do docente e a disciplina que leciona. No capítulo que se segue iremos, então, focalizar a disciplina de Física e Química.

CAPÍTULO II – RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA EM TRABALHO COLABORATIVO

Fazer aprender pressupõe a consciência de que a aprendizagem ocorre no outro e só é significativa se ele se apropriar dela activamente.

Roldão (2009, p. 47)

1. LITERACIA CIENTÍFICA E ENSINO DAS CIÊNCIAS

Os trabalhos de investigação sobre educação científica têm vindo a ganhar importância, no século XXI. O desinteresse generalizado e, por vezes, o alheamento, que as gerações mais novas demonstram pelos assuntos, de índole científica, estão a preocupar os educadores (Aikenhead, 2009). O alarme, provocado pelo lançamento do Sputnik, nos anos cinquenta do século passado, obrigou os Estados Unidos a adotarem medidas políticas e educacionais, que evitaram a sua ultrapassagem definitiva pela URSS, na corrida espacial. Uma dessas medidas concretizou-se pela implementação de políticas públicas de incremento da literacia científica, de toda a população americana (Vieira, 2007).

Na prática, a aquisição de uma cultura científica mínima, pelo cidadão comum, revelou-se decisiva para o aumento da cultura geral do indivíduo, para incentivar o trabalho da comunidade científica, e para promover o desenvolvimento geral dos países.

1.1. Conceito de literacia científica

Na atualidade, a literacia científica constitui um dos temas centrais do ensino das Ciências. “A cultura da ciência escolar está relacionada com a cultura da ciência, do país, da comunidade, da Escola, da profissão docente”(Aikenhead, 2009, p.17), constituindo uma entidade cultural contextualizada, a considerar no processo de ensino-aprendizagem. Toda a investigação sobre educação científica é, simultaneamente, política e educacional, tendo por objetivo a melhoria da aprendizagem da ciência, lecionada nas Escolas.

Embora com avanços e recuos, ao longo dos tempos, Vieira (2007) refere que a necessidade de recorrer aos sistemas de ensino, para incrementar a literacia científica, esteve sempre presente nas reformas curriculares. Na década de 90, a *National Academy of Sciences*, nos EUA, apresentou uma definição bastante completa de literacia científica, retomada por Vieira (Idem, pp.101-102): “A literacia científica significa que uma pessoa pode procurar, encontrar, e determinar as respostas a questões derivadas da sua curiosidade sobre as experiências do dia-a-dia. Significa que a pessoa tem capacidade para descrever, explicar e prever fenómenos naturais”. Inclui diferentes capacidades:

- Capacidade de ler e compreender artigos sobre ciência, na comunicação social;
- Capacidade de envolver-se em discussões científicas, de forma fundamentada;
- Capacidade de identificar questões problemáticas, subjacentes a políticas nacionais e locais expressando posições científica e tecnologicamente informadas;
- Capacidade de avaliar a qualidade da informação científica, com base nas fontes e métodos para a gerar;
- Capacidade de colocar e avaliar argumentos, baseados na evidência;
- Capacidade de aplicar corretamente as conclusões, a partir desses argumentos.

A literacia científica surgiu como um objetivo do ensino de diversas áreas de conhecimento científico. Maienschein (1998) considera dois tipos de literacia científica:

- 1 - “**Science literacy**” (literacia da ciência), se estamos a falar da aquisição de conhecimento científico e tecnológico;
- 2 - “**Scientific literacy**” (literacia científica), se mencionamos a forma como adquirimos esse conhecimento e o processamos de maneira crítica e criativa.

Atualmente, consideramos que a literacia científica, independentemente das diferentes interpretações e perspetivas, consiste não só na compreensão do conhecimento científico, mas também na capacidade de fazer uso desse mesmo conhecimento científico, quer em situações do dia-a-dia, quer na investigação científica (Vieira, 2007).

1.2. A Educação Científica

Na Ciência escolar, a educação científica para todos tem por base algumas teorias e correntes (Aikenhead, 2009, p.148), entre as quais destacamos:

- **Realismo ingénuo**, segundo o qual o conhecimento científico é o reflexo natural das coisas, tal como observadas;
- **Empirismo bem-sucedido**, de acordo com o qual todos os conhecimentos científicos derivam direta e exclusivamente da observação de fenómenos;
- **Experimentalismo**, que assegura que a experimentação é conclusiva, tornando possível a verificação de hipóteses;
- **Idealismo cego**, quando se acredita que os cientistas são pessoas desinteressadas e objetivas, no exercício da atividade científica;
- **Racionalismo excessivo**, daqueles que argumentam que só a lógica científica nos conduz, gradualmente, à aproximação da verdade.

A compreensão da Ciência fundamenta-se, então, na literacia científica e no ensino, pelo que a noção de currículo passa a ser mais abrangente, envolvendo as dimensões da Ciência substantiva, sintática, histórica, social, política, ambiental, ética, entre outras.

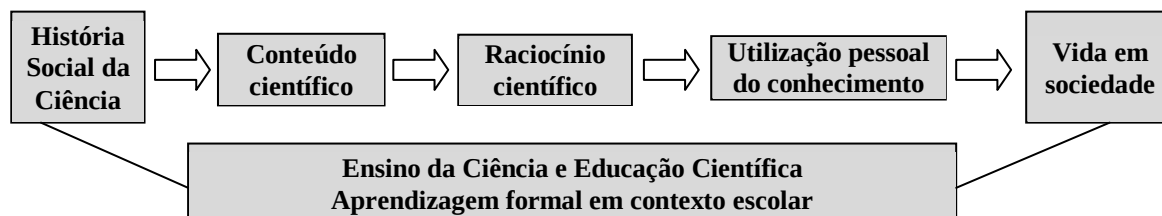
O aprofundamento do conhecimento científico levou DeBoer (2000) a ponderar que o conceito de literacia implicava a compreensão da ciência alargada e funcional. Todavia, Vieira (2007) afirma que não tem sido possível, com o trabalho dos professores, na Escola, formar cidadãos cientificamente literatos, nesta dimensão alargada. O investigador aponta, como causas para a falta de literacia, a utilização segmentada do conceito, a falta de metas e de um rumo na educação, e ainda um défice organizacional da instituição escolar.

Em conformidade, a investigadora Pearson (1999) enumera e recomenda, aos docentes, (ressalvando níveis de desenvolvimento dos alunos e graus de ensino diferentes), **cinco medidas educativas**, a aplicar na sala de aula e na Escola, para promover a literacia científica dos alunos, de todos os graus de ensino:

- Explicar o conteúdo científico;
- Relacionar o conteúdo científico com a história social da Ciência;
- Relacionar o conteúdo científico com o raciocínio científico;
- Relacionar o conteúdo científico com a influência da Ciência na sociedade;
- Relacionar o conteúdo científico com a utilização pessoal da Ciência.

As medidas, anteriormente explicitadas, têm por finalidade dinamizar e melhorar o processo da Educação Científica, em sala de aula.

O processo da Educação Científica, em meio escolar, pode ser visualizado esquematicamente, na figura que se segue:

Figura 2 – Processo de Educação Científica em meio Escolar

Constatamos, assim, que as “novas exigências curriculares têm, por base, o desenvolvimento de competências gerais: como saber estudar, resolver problemas, tomar decisões, argumentar, imaginar, cooperar, debater, comunicar” (Galvão et al., 2006, p.51).

Por isso, o professor deve ter uma visão abrangente e reflexiva do seu trabalho. Segundo Roldão (2009), a ação do professor deverá ser estratégica, global, orientada, regulada e finalizada na aprendizagem pretendida e necessária aos alunos. Ou seja, o docente deve ter uma práxis baseada numa lógica de integração ampliadora, reconstruindo estruturas anteriores, pela incorporação, interação e confronto de novos elementos.

Nesta perspetiva, de índole socioconstrutivista (Solé, 2001), a literacia científica potencia uma formação integrada e contínua, ao longo da vida, tendo por epicentro o ensino e a aprendizagem, desenvolvidos em contexto escolar.

2. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA E QUÍMICA E MODELOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Ao longo da Escolaridade, a resolução de problemas constitui uma parte importante do processo de ensino e aprendizagem, na disciplina de Física e Química, quer no Ensino Básico, quer no Ensino Secundário.

O currículo em vigor, nas suas linhas orientadoras, valoriza a resolução de problemas, como se pode constatar consultando os princípios orientadores dos documentos

Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do ensino básico em Ciências Físicas e Naturais (Galvão et al., 2001) e do *Programa de Física e Química A* (Martins, Costa, Lopes, Magalhães, Simões, Bello, San-Bento, Pina & Caldeira, 2001).

A presente revisão curricular resultou de uma reflexão, iniciada no ano letivo de 1996/97, quando o Departamento da Educação Básica lançou o Projeto de reflexão participada sobre os currículos do Ensino Básico. Após discussão pública, foi publicado o Decreto-Lei 6/2001, de 18 de janeiro, instituindo uma nova reorganização curricular, a partir do ano letivo de 2001/2002. O mesmo incentiva a construção de uma Escola integradora de todos os alunos, através de aprendizagens significativas e, simultaneamente, do seu desenvolvimento, enquanto cidadãos. Não interessa apenas adquirir conhecimentos, mas realizar aprendizagens significativas, interligando a teoria e a prática, de forma a possibilitar a compreensão e intervenção, relativamente a fenómenos e situações do quotidiano, entre os quais se inscreve a resolução de problemas. Esta preocupação implica uma atenção prioritária à natureza das atividades de aprendizagem, promovendo a investigação, a reflexão, o uso de tecnologias de informação e comunicação, e ainda a autonomia dos alunos. É destacado o conhecimento processual, o trabalho colaborativo, em equipa, o planeamento e a realização de pesquisas, a elaboração e interpretação de representações gráficas, com aplicação de dados estatísticos e matemáticos, bem como a avaliação de resultados obtidos. Em acréscimo, é considerada uma perspetiva CTS, na convergência Ciência, Tecnologia e Sociedade (Abrantes, 2002; Galvão et al., 2006; 2004).

Nas *Orientações Curriculares*, para o 3.º ciclo do ensino básico (Galvão et al., 2001), é reforçado o papel dos professores, na gestão curricular desta área disciplinar, com destaque para a diversificação de ações educativas, devidamente contextualizadas, em especial trabalhos experimentais e resolução de situações-problema.

2.1. Conceito de resolução de problemas

A expressão “authentic problem”/ problema autêntico apresenta diversas designações e significados, na literatura específica, nomeadamente “real-world problems”/ problemas do mundo real, “problems with personal and social relevance”/ problemas com relevância pessoal e social, ou ainda “problems with multiple possible solutions”/ problemas com soluções múltiplas (Hoskinson, Caballero & Knight, 2013, p. 154).

Da mesma forma, o termo “complexidade” apresenta vários significados, específicos e complementares (Jacobson & Wilensky, 2006). Os problemas complexos implicam a consideração de múltiplos elementos e variáveis. Mais do que soluções, os problemas complexos ancoram em processos de resolução teórico-práticos, sustentados por competências e capacidades de nível cognitivo superior, e não apenas por exercícios que apelam à memorização. Ou seja, a resolução de problemas envolve práticas científicas, como a análise de dados, o uso de conceitos, ou a experimentação, entre outras.

Resumindo a definição de diferentes investigadores (Jacobson, 2001; Hoskinson et al., 2013; Matlin, 2005; Siguenza & Saez, 1990), na área da Psicologia Cognitiva e das Ciências, englobando diversas disciplinas, tais como Matemática, Ciências Naturais, Biologia e Geologia, e Física e Química, um **problema** ou **situação-problema** reúne, globalmente, as seguintes características:

- Alto nível cognitivo, com aplicação a novas situações e gerador de conhecimento significativo, na memória profunda;
- Exigência de competência e capacidade de descodificação verbal do enunciado, quer a nível da linguagem comum, quer a nível da linguagem específica, de uma determinada área científica, de forma a interpretar as relações lógicas existentes no problema;
- Concretização processual das operações conducentes à solução;
- Resolução complexa, interligando conteúdos, conceitos e procedimentos;
- Frequentemente sem resposta única, nem construção única de resolução.

É importante que o professor conheça as características das situações-problema, que propõe aos seus alunos, de forma a adequar os problemas às capacidades dos alunos e a selecionar as melhores estratégias, propiciadoras da sua resolução.

2.2. Estratégias de resolução de problemas em Ciências

O ensino explícito de resolução de problemas, em Ciências Naturais, e concretamente na disciplina de Física e Química, tem uma tradição de trinta anos de pesquisa científica, na área da Física, tal como se sintetiza nos dois quadros que se seguem.

Quadro 1 – Pesquisas sobre resolução de problemas em Ciências (I)

Autores	Base teórica	Estratégias/metodologia	Resultados
Dean (1978) (Física) EUA	Taxonomia de resolução de problemas (T.R.P.)	• Uso intensivo de exemplos e tarefas de R.P. envolvendo os 5 elementos descritos pela Taxonomia de R.P.: rotinas, diagnósticos (de rotinas particulares), estratégias (entre rotinas corretas), interpretação (suposição e resultados) e geração (de rotinas novas ao problema). • Observação e análise de problemas resolvidos por estudantes de engenharia.	T.R.P. analisou o processo de R.P.; ajudou a entender os problemas enfrentados pelos alunos, na realização da tarefa.
Larkin (1979) (Física) EUA Larkin e Reif (1979) (Física) EUA	Processamento da informação e resolução de problemas (R.P.)	• Procedimentos recomendados: 1. Observe especialistas a resolver problemas. 2. Selecione, dessas observações, os processos que parecem mais úteis. 3. Ensine esses processos explicitamente aos alunos. • 1º grupo: Alunos de um curso de Física (N=10) treinados para aplicar certos princípios em problemas de circuitos DC; treino adicional dado a 5. Nenhum recebeu prática em R.P. Os 10 alunos resolveram 3 problemas, individualmente e em voz alta. • 2º grupo: Novo grupo de alunos de um curso de Física, com procedimentos e resultados similares.	Comprovou-se que o ensino dos processos usados pelos especialistas elevou bastante o sucesso dos alunos. Os alunos tiveram mais sucesso em obter soluções corretas.
Peduzzi e Moreira (1981) (Física) Brasil	Processamento da informação e resolução de problemas (R.P.)	1. Ler o problema com atenção. 2. Anotar os dados fornecidos (notação simbólica). 3. Anotar as grandezas incógnitas (notação simbólica). 4. Verificar a homogeneidade das unidades das grandezas envolvidas. 5. Representar a situação-problema por diagramas. 6. Colocar e orientar o sistema de referência para facilitar a solução do problema. 7. Escrever uma equação que represente a lei ou o princípio, envolvendo a grandeza incógnita, adequada à situação problema. 8. Obter grandezas que não são conhecidas e das quais depende a determinação da incógnita. 9. Desenvolver o problema literalmente, fazendo as substituições numéricas só no final. 10. Desenvolver as etapas do problema. 11. Analisar o resultado (se é fisicamente aceitável). • 2 turmas de Engenharia com grupo experimental • (e aulas específicas de R.P.) e outro de controlo.	A avaliação englobou 4 verificações comuns aos dois grupos. A estratégia, em termos de avaliação estatística, não se mostrou eficaz para auxiliar todos os alunos na R.P.
Reif (1981 e 1982) (Física) EUA	Processamento da informação e resolução de problemas (R.P.)	1. Decompor o processo de R.P. em etapas de complexidade manipulável. 2. Construir uma descrição inicial do problema, utilizando conceitos -chave. 3. Avaliar e rever o resultado. • Observação de especialistas a resolver problemas de Física. • Aplicação a turmas de alunos do Ensino Superior, em 1982, com modelos de descrição.	1981: etapas sucessivas para alunos c/ dificuldades. Descrição qualitativa e quantitativa da R.P., como parte da tarefa. 1982: o modelo permitiu atingir descrições completas; guiados, os alunos descreveram todos os problemas.

Legenda: R. P. - Resolução de Problemas. T.R.P. – Taxonomia de Resolução de Problemas.

Fonte: Costa e Moreira (1997, pp. 159-179) – adaptação.

Quadro 2 – Pesquisas sobre resolução de problemas em Ciências (II)

Autores	Base teórica	Estratégias/metodologia	Resultados
Arons (1983) (Física) EUA	Períodos de desenvolvimento de Piaget	Enunciados de problemas em raciocínio aritmético; construção de gráficos; uso de escalas; traduzir símbolos e fenómenos em palavras; tomar decisões - o que calcular no problema; comparar ordens de grandeza; distinguir observação e inferência; reconhecer falta de informação necessária; fazer perguntas. • Observação qualitativa de respostas verbais de alunos. • Através do "diálogo socrático" é possível investigar as dificuldades de raciocínio e aprendizagem dos alunos. • As estratégias propostas foram discutidas e utilizadas por professores e alunos.	T.R.P. analisou o processo de R.P., concretamente os problemas enfrentados pelos alunos, na realização da tarefa.
Krajcik, Simmons e Lunetta (1988) (Química Biologia) EUA	Inteligência Artificial	Estratégia para estudar interação entre estudantes, microcomputadores e "softwares", na aprendizagem de conceitos e capacidades em R.P. Uso de diálogos interativos, em que o aluno responde a questões de predição, utilizando o computador. • Estudo piloto foi feito com pequeno número de universitários do curso de Química, envolvendo Genética/Biologia. • Uso do software CATLAB.	Melhoria da capacidade em confirmar ou refutar hipóteses e organizar informações. A análise de como os alunos desenvolvem capacidades na R.P. originou novos projetos de "software" instrucionais.
Zalamea e París (1989) (Física) Colômbia	Não citam	Discussão das questões propostas de forma preditiva em pequenos grupos. Realização da experimentação e reavaliação das hipóteses ou predições iniciais. Finalmente, exposição das concepções científicas e aplicação às situações estudadas. • Professores (N=273) do E. Básico e Secundário, em curso de formação contínua. • Resolução de dois problemas sobre leis de Newton, utilizando a estratégia processual descrita.	Questões de Reflexão: - Os professores sabem a Física que ensinam? - Os professores valorizaram a "fórmula" mais do que a lei ou o princípio. - Falta de reflexão crítica da maioria dos docentes.
Sigüenza e Saéz (1990) (Biologia) Espanha	Ciência Cognitiva (Processamento da Informação) Períodos de desenvolvimento de Piaget	Estratégia de R.P. apropriada para o período de "operações concretas" - 7 a 11 anos: 1. Redefinição do problema em aula, pelos alunos, envolvendo experiência, discrepâncias e perguntas; 2. Planificação da estratégia de resolução (que informação possuo? que informação necessito? como saber quando o problema foi resolvido?). 3. Interpretação dos dados e obtenção da conclusão; 4. Avaliação dos resultados e métodos na R.P. • Não cita experimentação.	Superada a etapa de "operações concretas", uso de estratégias que envolvem processos de avaliação por níveis - modelos cíclicos de R.P. Implica uma concepção dinâmica da educação, baseada na compreensão.
Andrés (1991) (Física e demais disciplinas das Ciências) Venezuela	Ausubel e Novak e a Teoria do processamento da informação	Estratégias cognitivas a aplicar: Ver o problema: 1. Identificar palavras-chaves; 2. categorizar o problema quanto ao conteúdo; 3. formar imagens mentais. Representar num esquema/desenho o plano de resposta. Gerar expressões (matemáticas) num esquema concetual. Realizar o plano de solução proposto. Avaliar o resultado, o seu significado e consistência. • Estratégia metacognitiva: rever cada procedimento anterior, para controlo e avaliação do trabalho. • Não cita experimentação.	Ensinar a R.P. em Física (e nas Ciências), eficientemente, implica dirigir o processo de solução e não visar só o resultado final: é preciso ensinar explicitamente estratégias cognitivas e metacognitivas.

Legenda: R. P. - Resolução de Problemas. T.R.P. – Taxonomia de Resolução de Problemas.

Fonte: Costa e Moreira (1997, pp. 159-179) – adaptação.

Atualmente, e de acordo com a sistematização, constante dos quadros anteriores, a investigação tem vindo comprovar que a orientação de estudantes, do Ensino Básico, Secundário ou Superior, na resolução de problemas, implica um processo, com etapas de consecução. É preciso que o professor adote e aplique, reflexivamente, partindo do conhecimento prévio dos alunos, estratégias de processamento da informação e protocolos verbais, promovendo o conhecimento concetual e o procedimental, no sentido de tornar os alunos mais competentes. Na realidade, comprovam-se as diferenças entre sujeitos com ou sem experiência, na resolução de problemas (Hoskinson et al., 2013, p. 156):

“Unlike novice students, physics experts rarely begin solving problems by using mathematical equations. Just as in the biological sciences, physics experts often think of a few governing principles and heuristics and then construct models to make sense of physical phenomena. Often, they begin with their conceptual knowledge of the problem and then develop it to include mathematical representations. Further refinement and mathematical manipulations lead to appropriate expressions of the problem (Reif, 2008). Novices, on the other hand, often think of physics as a loose collection of ideas and equations with few or no connections among them (Chi *et al.*, 1981). When solving exercises, students rarely employ their conceptual knowledge, preferring instead to hunt for equations that contain all the elements (e.g., velocity, acceleration, mass) given in the problem statement”.

Dado que um aluno inexperiente começa, normalmente, por resolver problemas de Física, sem primeiro considerar o conhecimento concetual implícito, avançando logo para equações matemáticas, enquanto um especialista começa exatamente ao contrário, é importante que o aluno enuncie, em voz alta, o procedimento selecionado, justificando as suas opções. Por isso, a avaliação deverá ser utilizada, de forma metacognitiva, para identificar as dificuldades durante o processo, rever os procedimentos utilizados e, se necessário, reajustar todo ou parte do processo (Jacobson & Wilensky, 2006).

Desde a compreensão verbal e específica do enunciado do problema, passando pela definição da estratégia de resolução e respetiva concretização, até à revisão e confirmação da solução, o professor deverá ajudar o aluno, face às suas capacidades e à complexidade das etapas a percorrer. Deste modo, será possível favorecer uma transposição do conhecimento assimilado, para aplicação a novas situações-problema. De facto, o problema só poderá ser considerado resolvido se o aluno conseguir verbalizar que problema resolveu e, principalmente, como o fez (Costa & Moreira, 1997).

Há ainda um aspeto a considerar, que poderá tornar mais eficiente e produtiva a resolução de problemas. Segundo alguns investigadores (Hoskinson et al., 2013; Jacobson

& Wilensky, 2006), o trabalho colaborativo, em formato de pequeno grupo, poderá desenvolver melhor a capacidade de resolução de problemas, do que a concretização tradicional, tanto individualmente, como no grupo turma.

Presentemente, não obstante algumas lacunas entre a teoria e a prática, a investigação, que há trinta anos se centrava, sobretudo, em alunos do Ensino Superior, tem vindo a focalizar a aprendizagem e estratégias de resolução de problemas, em modelos de aprendizagem ativos, aplicados ao Ensino Básico e Secundário.

2.3. Modelos de ensino-aprendizagem em Ciências

No processo de **ensino-aprendizagem**, o conjunto de situações ou oportunidades, que se proporcionam aos alunos, para realizar uma dada aprendizagem, pretendem provocar a aquisição de experiências de aprendizagem significativas, através da participação e envolvimento dos discentes. O significado que os alunos retiram dessas situações, em que se envolvem, caracteriza a aprendizagem resultante (Roldão, 2009).

O aluno deve ter um papel ativo e central nas aprendizagens, entendidas como construções progressivas de conhecimento e destrezas. O conjunto de ações do professor deve ser orientado, no sentido de alcançar determinados objetivos de aprendizagem, o que constitui a estratégia de ensino. Esta traduz-se num determinado modo de aplicar métodos e meios, para atingir resultados educativos específicos.

Quando as estratégias de ensino se vinculam a determinadas orientações educativas e a princípios teóricos de atuação pedagógica constituem, então, os **modelos de ensino**. Quando não estão vinculadas a modelos, confundem-se com métodos de ensino. Os métodos de ensino representam padrões de atuação pedagógico-didática, a serem aplicados pelo professor, no ensino-aprendizagem, nas diversas áreas de saber e disciplinas do currículo, desde o Ensino Básico ao Secundário (Arends, 2008). As situações de aprendizagem variam consoante a situação, o nível de ensino e a faixa etária dos alunos, e ainda com o grau de estruturação, visível na planificação e concretização docente.

Justifica-se, neste ponto, uma abordagem de modelos de ensino-aprendizagem das ciências. Embora, atualmente, as perspetivas cognitivo-construtivistas influenciem as

concepções de ensino-aprendizagem nas ciências, esporadicamente surgem algumas manifestações de uma pedagogia mais transmissiva (Praia & Marques, 1997).

A **Aprendizagem por Transmissão (APT)** pode associar-se às perspetivas behavioristas ou comportamentais da aprendizagem. No ensino por transmissão “...o professor ‘dá a lição’, imprime-a em arquivadores do conhecimentos e pede, em troca, que os alunos usem a sua atividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações” (Santos & Praia, 1992, p.13). A aula centra-se nas exposições orais do professor, que transmite ideias e estímulos aos alunos. Trata-se de situações estruturadas, nas quais a direção e a sequência de atividades dependem do professor. Este assume um papel diretivo, sendo limitadas as oportunidades de o aluno selecionar atividades e meios de aprendizagem (Arends, 2008).

Em contraponto, verifica-se o aparecimento de modelos de aprendizagem ativa. Na década de sessenta surge, no ensino das ciências, o modelo da **Aprendizagem por Descoberta (APD)**, que preconiza uma aprendizagem ativa, implicando concretização e descoberta, para a compreensão e assimilação do conhecimento (Santos & Praia, 1992). Nasce os pressupostos de uma pedagogia ativa, a qual reconhece e valoriza uma maior intervenção do aluno, na sua aprendizagem.

Nessa época, a aquisição do conhecimento torna-se menos importante do que a aquisição da capacidade para descobrir o conhecimento de forma autónoma. Compete ao professor proporcionar questões que despertem a curiosidade, mantenham o interesse e provoquem e desenvolvam o pensamento (Chin, 2001; Palma & Leite, 2006). Valoriza-se a construção sistemática de ideias, a partir de factos. No entanto, este modelo foi objeto de críticas, pois não tem em linha de conta que a construção ativa do conhecimento inclui a ligação entre a teoria e a prática, pelo que a construção de ideias implica dominar pressupostos teóricos (Santos & Praia, 1992).

As **teorias cognitivo-construtivistas da aprendizagem**, que imprimem um carácter determinante às concepções prévias dos alunos, vieram colocar a tónica no aluno, construtor do seu próprio conhecimento. Essa perspetiva cognitivo-construtivista da aprendizagem deriva do modelo de Piaget (1975) e de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Trata-se de responsabilizar o aluno pelo seu percurso pessoal de aprendizagem, com orientação e ajuda do professor e dos seus pares e incorporação do conhecimento prévio (Cachapuz et al., 2001). “Os modelos pedagógicos construtivistas dão especial

realce às construções prévias dos alunos, na medida em que filtram, escolhem, descodificam, reelaboram informação que o indivíduo recebe do meio” (Vasconcelos et al., 2003, p. 15). Por outras palavras, o conhecimento prévio ou as concepções pré-existentes orientam os alunos, na compreensão da nova informação apresentada pelos professores. Se as concepções prévias dos alunos se articulam com a versão científica, ocorre apreensão concetual; se entram em conflito com a versão científica, acontece mudança conceptual. Contudo, em ambos os processos de construção não é possível aprender sem integrar, nas redes de conhecimento anteriormente existentes, a nova informação a assimilar (Mourão et al., 1993).

O papel do conhecimento prévio do sujeito é referido em estudos que envolvem disciplinas como a Física e a Química (Chi, Glaser, Davies & Olton, 1982; Loureiro, 1993; Martins, 1993), a Matemática (Mourão, Barros, Almeida & Fernandes, 1993), e outras. A ideia central é que a aprendizagem prévia se revela fundamental nas novas aprendizagens, uma vez que o conhecimento prévio do sujeito e o grau de ativação desse conhecimento, em situações de aprendizagem, determinam novas aquisições.

Surge, assim, no ensino das ciências, a perspetiva do **Ensino por Mudança Conceptual** (EMC), que visa não apenas a aquisição de novos conhecimentos pelos alunos, mas também a sua reorganização concetual. Como referem Cachapuz et al. (2001), na perspetiva do EMC está subjacente a utilização de estratégias metacognitivas, que motivam os alunos num exercício continuado sobre o pensar, onde o recurso a atividades que envolvem o espírito crítico e criativo, as quais desenvolvem competências de nível superior. No EMC, outro papel é exigido ao professor e outras tarefas são reclamadas aos alunos. Numa lógica de aprendizagem, por construção de conhecimento, motiva-se a iniciativa do aluno e realça-se o papel mediador do professor. Neste sentido, “apela-se a um professor que consiga caminhar ao lado e à frente dos alunos, a uma distância adequada, servindo de mediador entre os alunos e a nova informação ou tarefa” (Almeida, 1998, p.57). O mais importante é centrar, no aluno, a construção do seu conhecimento, através do envolvimento pessoal, cognitivo e emocional, que é fulcral para a aquisição do conhecimento. Sem motivação intrínseca ou envolvimento não é possível a assimilação de conhecimento significativo (Mourão et al., 1993; Almeida, 1998).

Atualmente, no ensino das ciências, surge, igualmente, a perspetiva de **Ensino Por Pesquisa** (EPP). Essa perspetiva, mais abrangente, visa não só a compreensão do corpo de

conhecimentos e processos científicos, como também pretende contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens Cachapuz et al. (2001). O ensino por pesquisa apela a conteúdos inter e transdisciplinares, cultural e educacionalmente relevantes, objetivando a compreensão das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Torna-se importante garantir que as aprendizagens assimiladas sejam utilizadas, no dia-a-dia, e se tornem úteis aos alunos (Canavarro, 1999; Praia, 1999). Valorizam-se objetivos educacionais e não meramente de instrução, que promovam uma avaliação formativa, em detrimento da classificatória. Importa avaliar capacidades, atitudes e valores, e não apenas os conteúdos científicos, sobrevalorizados no EMC.

O reconhecimento do aluno, como construtor do seu conhecimento e como sujeito responsável pelas suas aprendizagens, deve-se, principalmente, ao modelo de Piaget (2000). As concepções construtivistas tiveram forte impacto ao nível do ensino das ciências, pela noção que as preconcepções orientam e determinam a compreensão. “Torna-se então necessário promover a mudança conceptual, sendo a partir da concorrência entre constructos pessoais e constructos científicos que o indivíduo (re) constrói o seu conhecimento acerca dos fenómenos científicos” (Vasconcelos et al., 2003, p. 17).

Os conteúdos do ensino, perspectivados como meio para atingir fins educacionalmente relevantes, e não meramente de instrução, levam-nos a considerar o **ensino por pesquisa** como o ideal a prosseguir, conscientes de que esta perspetiva implica uma mudança de métodos, processos e metodologias (Cachapuz et al., 2001). Nesta perspetiva, o aluno assume um papel central, no processo de ensino-aprendizagem, cabendo-lhe uma função de construção de conhecimento. Importa que o professor conheça esse aluno e a fase de desenvolvimento em que se encontra. Aprender deixa de ser informar-se e passa a ser conhecer, começando o processo de ensino-aprendizagem a ser mais ativo, mais assente **na descoberta e resolução de problemas**, na construção e desconstrução de significados pessoais.

2.4. A aprendizagem baseada na Resolução de Problemas

De entre as estratégias de ensino atuais, a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) tem-se revelado como uma das mais eficientes, na tarefa de elevar a motivação dos alunos, para a aprendizagem da matemática e das ciências experimentais.

Os professores destas áreas de ensino reconhecem a importância deste tipo de aprendizagem, na aplicação de conhecimentos científicos, na tomada de decisões e na promoção e exercício efetivo de competências pessoais e sociais.

A ABRP é uma estratégia de ensino que promove a autonomia dos alunos e do seu pensamento crítico, desenvolvendo competências essenciais, para uma aprendizagem ao longo da vida. Baseia-se na utilização de problemas do quotidiano, como um ponto de partida para a aprendizagem, trabalhando com os alunos em pequenos grupos, de modo que, em conjunto, consigam atingir os objetivos (Lambros, 2004). A apresentação do problema real despoleta a discussão entre os alunos, o levantamento de questões e a vontade de descobrir algo relevante, para as suas vidas pessoais. Concordamos com Arends (2008, p.381), ao afirmar que:

“ A ABRP requer que os alunos realizem investigações autênticas, que procurem obter soluções reais para problemas reais. Os alunos devem analisar e definir o problema, formular hipóteses e fazer previsões, recolher e analisar informações, realizar experiências, fazer deduções e retirar conclusões.”

Na implementação desta estratégia, a seleção do problema é determinante, para a melhoria dos resultados e das capacidades dos alunos. Os problemas ou situações problemáticas não devem ser demasiado fáceis, nem ter um grau de dificuldade muito elevado. De acordo com o investigador Delisle (2000, p.31), “os problemas devem ser concebidos de forma a permitir o sucesso para professores com estilos de ensino diferenciados bem como à variedade de estilos de aprendizagem dos alunos da turma.”

Vemos, assim, que apesar da ABRP ser uma estratégia centrada no aluno, o papel professor é essencial, pois a seleção da situação-problema deve ser cuidadosamente pensada e estar explicitamente relacionada quer com a experiência profissional do professor, quer com as vivências, estilos e ritmos de aprendizagem dos alunos. O problema deve enfatizar determinado conteúdo curricular e estar articulado com o programa da disciplina científica que, no nosso caso, é a Física e Química.

O professor desempenha os papéis de “tutor” e “facilitador”, no sentido em que ajuda o aluno a construir o seu próprio conhecimento e a desenvolver-se. O questionamento, quer por parte dos alunos, quer por parte do professor, é uma ferramenta muito útil, motivadora e facilitadora da aprendizagem. Segundo diversos autores (Arends,

2008; Delisle, 2000; Roldão, 2009; Vieira, 2005), o professor desempenha o papel de orientador, durante o desenvolvimento do trabalho escolar.

Mais concretamente, é o docente que define a finalidade do problema, escolhe o conteúdo curricular e as competências a desenvolver, inventaria os recursos disponíveis, expõe a situação problemática, apoia e supervisiona os alunos, ao longo do projeto, e aplica procedimentos formativos, de avaliação do desempenho dos alunos.

Apesar das vantagens enunciadas, os professores referem que a aplicação efetiva da ABRP está sujeita a alguns constrangimentos, como sejam, o tempo, a preparação dos alunos, a informação aos encarregados de educação, relativamente ao que se entende que deve ser o ensino das Ciências, e a obrigatoriedade de cumprir o programa. Este último fator prevalece, na altura de decidir sobre a metodologia mais adequada para o ensino dos conteúdos específicos da disciplina (Delisle, 2000; Muijs & Reynolds, 2005).

Ponderamos também que esta aprendizagem, baseada na resolução de problemas, obriga mesmo a uma mudança cultural, relativamente ao ensino tradicional, em que o professor era visto, pelos alunos, como o *magíster* disseminador de conhecimento. Apesar da construção do tema, em conjunto com o professor, poder afastar receios, existe uma suspeita inicial, em relação à nova abordagem. Leite e Afonso (2001, p. 258) referem que esta estratégia de ensino, ativa e inovadora, coloca os alunos a “aprender ciência e aprenderem a fazer ciência”, de forma contextualizada, integrada e cooperativa. Neste entendimento, a ABRP constitui um desafio para o professor, pressupondo um docente proativo e reflexivo, na gestão do currículo e na organização da ação, em sala de aula, face a diversos contextos educativo (Arends, 2008; 1995).

Concluindo, pode afirmar-se que os modelos de ensino não são estanques, nem no espaço, nem no tempo. Ao professor compete, *in loco*, e face às especificidades e interesses dos seus alunos, adotar o método de ensino mais produtivo e eficaz. Um desses métodos é o trabalho colaborativo, o qual será analisado seguidamente.

3. TRABALHO COLABORATIVO ENTRE PARES EM SALA DE AULA

Numa Escola reflexiva, a sala de aula assume a função de unidade estrutural e funcional, numa dupla perspetiva, organizacional e supervisiva, cabendo aos profissionais

de ensino a responsabilidade de criar condições e ativar métodos e estratégias, que tornem possível o sucesso escolar dos alunos. O trabalho desenvolvido na aula constitui uma das dimensões centrais do processo de ensino, como comprovam vários investigadores (Alarcão & Roldão, 2008; Almeida & Tavares, 1998; Pawlas & Oliva, 2007).

A sala de aula consubstancia, logo, um espaço e um tempo privilegiados para o desenvolvimento de um ensino eficaz, centrado na aprendizagem e desenvolvimento de capacidades e competências - do conhecimento científico - orientadas para a promoção do sucesso escolar e educativo de todos os alunos. A aula constitui, então, uma unidade estrutural e funcional da Escola, assumindo o professor funções de supervisor (Alarcão, 2009; Vieira & Moreira, 2011). Alguns investigadores (Bolívar, 2000; Roldão, 2009) descrevem a sala de aula como a dimensão mais frágil da mudança do sistema educativo: por um lado, consideram-na ainda relativamente desconhecida; por outro lado, constata-se que, ao longo dos tempos, a mesma tem permanecido relativamente inalterada.

Por isso, é importante mudar modelos e métodos de trabalho, assumindo uma postura de professor reflexivo, criticamente atento ao crescimento pessoal e social dos alunos. É nesta perspetiva que se situa o trabalho colaborativo, o qual configura uma aprendizagem ativa, como se analisará seguidamente.

3.1. Trabalho colaborativo em sala de aula

O método de trabalho colaborativo caracteriza-se por constituir um processo de ensino-aprendizagem, em grupos relativamente pequenos.

Assenta no intercâmbio verbal de opiniões e ideias, entre os vários participantes, sobre um assunto ou problema comum, desempenhando o professor um papel de líder ou de moderador do debate e participando os alunos na construção da aprendizagem em que se envolvem, com progressiva autonomia. Estimula-se a aprendizagem por confronto de posições individuais e cooperação entre pares. Trata-se de um processo de aprendizagem essencialmente social, uma vez que os alunos aprendem uns com os outros, sob a orientação do professor (Arends, 2008; Damiani, 2008).

A estrutura básica da situação criada pode variar, em grau de estruturação:

- Trabalho e discussão estruturados, em torno de questões propostas;

- Trabalho e discussão mais abertos e livres, dependendo da contribuição e organização que, entre si, os membros do grupo forem capazes de estabelecer.

Igualmente interessante é o recurso, por parte do professor, em trabalho colaborativo, à simulação de problemas, por meio do acesso mais generalizado às novas tecnologias. O método revela-se produtivo, para a análise e **resolução de problemas**, quando os objetivos cognitivos se situam ao nível de análise, síntese e avaliação de ideias.

Um dos primeiros investigadores a analisar o trabalho colaborativo foi Vygotsky (1979), sublinhando as vantagens de atividades em grupo, em comparação com atividades individuais, uma vez que a aprendizagem e os processos de pensamento dos sujeitos (intrapsicológicos) se realizam em mediação, na relação interpessoal eu-outro (processos interpsicológicos). A aprendizagem, tendo uma base social, segundo o mesmo autor, desenvolve-se em Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), um conceito de Vygotsky (Idem), para explicitar o desenvolvimento da criança, em situação de aprendizagem formal na Escola, por interação com o outro, professor ou aluno.

Na mesma linha de pensamento, Bakhtin (1986) afirma, identicamente, a formação social da linguagem e da consciência humana, numa afirmação do desenvolvimento em interação com o outro. Como explicita Freitas (1997, p. 320):

“O outro é, portanto, imprescindível tanto para Bakhtin como para Vygotsky. Sem ele, o homem não mergulha no mundo sócio, não penetra na corrente da linguagem, não se desenvolve, não realiza aprendizagens, não ascende às funções psíquicas superiores, não forma a sua consciência, enfim não se constitui como sujeito. O outro é peça importante e indispensável de todo o processo dialógico que permeia ambas as teorias.”

Assim, “a relação de alteridade, nessa perspetiva, é dada a partir de uma dinâmica complexa de interações pessoais e sociais, somente compreendidas no contexto de relações compartilhadas, de conhecimentos cooperativos” (Pires, 2011, pp. 92-93). Desta forma, o desenvolvimento de atividades, em grupo, configura um ambiente potenciador de aprendizagens académicas e sociais, quer para alunos, quer para professores.

No que se refere aos alunos, é importante realçar o contributo para a sua autonomia. Nas palavras de Orlich et al. (2007), não apenas os alunos se vão tornando mais autónomos, mas igualmente mais criativos e reflexivos, dado que as interações, que ocorrem entre professor-aluno e aluno-aluno, potenciam a pesquisa, a descoberta, a assimilação do conhecimento e o debate de ideias.

As mesmas vantagens são apresentadas por Arends (2008), que acrescenta, ainda, a coesão do trabalho realizado em equipa, com objetivos comuns e divisão de tarefas, a melhor superação, em grupo, de dificuldades e fracassos individuais e a consolidação de processos de melhoria da aprendizagem e de aquisição de conhecimento. Em consequência, o trabalho colaborativo, entre pares, facilita a mudança e desenvolve as competências e capacidades dos alunos, através de uma efetiva aprendizagem interativa, que pode, em acréscimo, melhorar a autoestima e as relações pessoais de todos os elementos participantes do grupo (Idem).

Finalmente, e de forma a operacionalizar o trabalho entre pares, o professor, quando planifica e concretiza aulas, em sequências didáticas, que incluem trabalho cooperativo, deverá ter em conta a transversalidade de conteúdos, com outras disciplinas do currículo (Galvão et al., 2006; Galvão & Freire, 2004; Martins et al., 2008), em especial nas Ciências Experimentais. No que se refere à Física e Química, a Matemática encontra-se em evidência, pela necessária interdisciplinaridade, no que concerne à resolução de problemas.

3.2. Sequência de ensino-aprendizagem

O professor, no âmbito da sua atuação em sala de aula, planifica e concretiza aulas integradas em sequências didáticas, selecionando objetivos de aprendizagem, estratégias, atividades e momentos de auto e heteroavaliação.

No que se refere à **planificação**, o docente deve considerar, à partida, a situação de ensino-aprendizagem, procedendo à seleção de objetivos, estratégias e atividades, que sejam motivadoras e ajustadas aos alunos, viáveis no tempo e aplicáveis com os recursos disponíveis (Roldão, 2009). Como afirma Cortesão (1994, p.133):

“A planificação docente consiste numa racionalização do processo educativo, fixando os objectivos a atingir num certo espaço de tempo, estabelecendo os meios para os conseguir, evitando a repetição de aprendizagens já conseguidas, estudando melhor o emprego de recursos e selecionando situações que vão permitir dar conta da sua eficácia, tudo isto numa perspectiva de optimização e maximização do processo educativo.”

Um dos problemas dos alunos, que não foram bem-sucedidos na Escola, é o de frequentemente serem colocados face a conteúdos programáticos novos, sem terem adquirido aptidões básicas ou pré-requisitos, em anos letivos anteriores. No início de cada

unidade, é necessário verificar se os alunos estão de posse de conhecimentos prévios, sem os quais não lhes será possível assimilar novos conhecimentos. Isto é, os alunos devem possuir os pré-requisitos imprescindíveis a novas aprendizagens.

Além disso é essencial ter em conta um princípio relacionado com o ato de enunciar objetivos, o da perceção do propósito que se tem em vista. De acordo com esse princípio, deve ser explicado ao aluno o valor daquilo que está a estudar. Efetivamente, uma descrição do que se espera que o aluno realize é eficaz. Se se mostrar ao aluno por que é que determinados objetivos são importantes, torna-se maior a probabilidade do aluno apreender os conteúdos programáticos (Roldão, 2009).

Nesta perspetiva, o conceito de **pré-requisito** é fundamental, em toda a planificação do ensino, na medida em que, face a cada aprendizagem nova, o professor deve interrogar-se sobre aquelas que lhe servem de base, procedendo a uma decomposição de conteúdos e objetivos. Mas não basta identificar, haverá que averiguar se os alunos estão ou não na sua posse. Essa é a função da avaliação diagnóstica, a qual permite identificar dificuldades, possibilitando, posteriormente, a sua superação (Fernandes, 2005). Serve, também, para avaliar se o aluno possui ou não os pré-requisitos necessários ao prosseguimento do processo de ensino-aprendizagem, pois, por vezes, conhecimentos anteriores são cruciais para a apreensão de novos conhecimentos.

A ausência de pré-requisitos cognitivos, necessários a uma dada aprendizagem, afeta, à partida, em 50% o sucesso do aluno, segundo Bloom (1976) e Bartlett e Burton (2007). Ora, sendo a resolução de equações uma falha recorrente, neste nível de ensino da Física e Química, tal significa que, ainda antes do professor iniciar o processo de ensino, a possibilidade de sucesso do aluno já se encontra reduzida. Por vezes, o professor fica surpreendido com os resultados negativos, obtidos numa dada sequência de aprendizagem, pela generalidade dos alunos de uma ou mais turmas. A resposta poderá estar na ausência de conhecimentos necessários para acompanhar, com sucesso, as atividades propostas.

No que se refere à **concretização**, os professores assumem a centralidade desta etapa do processo de aprendizagem, pela necessária articulação entre Ciclos de aprendizagens (1º, 2º e 3º), interligando conteúdos, indicadores de aprendizagem, estratégias e avaliação (Roldão, 2009). Na concretização, para além da execução da planificação, é necessário que o professor mantenha uma reavaliação e reformulação constantes, consoante os interesses e as dificuldades dos alunos, numa perspetiva de

investigação-ação (Máximo-Esteves, 2008). Ou seja, o professor deverá assumir, reflexivamente, uma concretização dinâmica, de forma a otimizar o processo educativo.

Por isso, a **avaliação** é parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. À semelhança da avaliação diagnóstica, também a avaliação formativa, com auto e heteroavaliação entre pares (Fernandes, 2005), é essencial para um ensino eficaz, situado em sala de aula. Numa perspetiva de formação, a avaliação deve ser integrada no decurso das sequências didáticas, de forma a proporcionar, ao aluno e ao professor, um ponto da situação, no que se refere a avanços e retrocessos, possibilitando a revisão do percurso e a superação de eventuais dificuldades.

Em síntese, reconhecemos ser essencial que os docentes, tendo em conta contextos específicos de Escola e aula/turma, selecionem objetivos educacionais operacionalizáveis e adotem modelos e estratégias de ensino-aprendizagem potenciadores de mais qualidade educativa. Para tal, o professor deverá manter uma atitude reflexiva e fundamentada, de investigação-ação das suas práticas (Máximo-Esteves, 2008), tendo em conta uma aprendizagem mais ativa, alicerçada em trabalho colaborativo, em sala de aula.

PARTE II - INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

CAPÍTULO III – METODOLOGIA DO ESTUDO

Cada educador opera a partir de um conjunto de valores e crenças acerca dos objetivos fundamentais da educação e de que forma esses objetivos devem ser transpostos para o processo de ensino-aprendizagem.

Nolan e Hoover (2004, p.3)

1. TIPIFICAÇÃO METODOLÓGICA

Neste capítulo, explicitam-se criticamente as opções metodológicas que orientaram o estudo, em função da definição da Pergunta de Partida, das hipóteses e dos objetivos identificados. Apresentam-se, ainda, os instrumentos de recolha de dados, bem como os procedimentos, levados a efeito durante a investigação.

A metodologia de investigação consiste na elaboração de um *design* metodológico, que funciona como suporte da pesquisa científica, englobando métodos, técnicas e instrumentos, necessários à sua concretização, até à discussão dos resultados e à divulgação das conclusões (Almeida & Pinto, 2005; Tuckman, 2000). A metodologia pode ser entendida, nas palavras de Silva e Pinto (2005, p. 9), como “análise crítica dos métodos de pesquisa - quer dizer, dos processos e problemas da investigação empírica”. Em convergência, Quivy e Campenhoudt (2008) realçam ser essencial considerar a especificidade da investigação e o seu contexto de aplicação.

Assim sendo, o investigador deverá ter um conhecimento rigoroso de métodos e técnicas. Em função da Pergunta de Partida e dos objetivos definidos, o investigador deverá selecionar o método de investigação mais adequado, de maneira a iniciar e concretizar um trabalho consistente (Coutinho, 2004).

No nosso estudo, elegemos uma abordagem qualiquantitativa (mista), de Estudo de Caso, tendo em vista obter opiniões, conceitos e atitudes dos inquiridos, a propósito do problema em estudo (Tuckman, 2000), na área das Ciências da Educação. Sem esquecer, como é afirmado em epígrafe (Nolan & Hoover, 2004), que cada educador transpõe, para o processo de ensino-aprendizagem, as suas perceções e crenças. Assim sendo, e visto que o estudo terá lugar no contexto de trabalho profissional do investigador, compete-lhe manter um distanciamento necessário (Stake, 2009), de forma a objetivar a realidade.

1.1. Problemática do estudo

Em Física e Química, no Ensino Secundário, a resolução de problemas continua, ano após ano, a sobressair como uma das atividades em que os alunos revelam mais dificuldades. Esta situação é originada pela convocação do conhecimento prévio, muitas vezes inexistente, e ainda pela complexidade intrínseca ao processo de resolução de problemas, de nível cognitivo superior (Jacobson, 2001; Hoskinson et al., 2013; Matlin, 2005; Siguenza & Saez, 1990), tal como analisado na revisão da literatura.

Consequentemente, é necessário que o professor, reflexivamente, adote, na supervisão que exerce em sala de aula, uma postura descentralizadora, conferindo ao aluno a função de co-construtor do seu conhecimento, em interação entre pares. Entre vários métodos e modelos, selecionou-se o trabalho colaborativo, pela assunção do carácter social da aprendizagem formal, entre pares, em contexto escolar (Arends, 2008; Damiani, 2008; Martins et al., 2008; Orlich et al., 2007). Interessa descortinar, portanto, como potenciar as vantagens do trabalho colaborativo, de maneira a aprofundar as competências e capacidades, no âmbito da resolução de problemas, de alunos do Ensino Secundário, na disciplina de Física e Química A, contribuindo para o seu sucesso escolar.

1.2. Pergunta de Partida

Em investigação científica, é essencial questionar a realidade, de forma a formular uma questão de fundo, que constitua o cerne de toda pesquisa a desenvolver, e à qual o estudo empírico, a realizar pelo investigador, deverá dar resposta (Punch, 2011).

Assim sendo, através da presente investigação, pretende-se obter resposta para a Pergunta de Partida, enunciada na Introdução, e que se retoma: **De que forma o trabalho colaborativo e o treino de equações matemáticas potenciam a resolução de problemas, na disciplina de Física e Química A, no Ensino Secundário?**

1.3. Hipóteses do estudo

Na formulação de hipóteses da pesquisa considerou-se a opinião de Quivy e Campenhoudt (2008), e ainda de Tuckman (2000), de que a organização de uma

investigação, em torno de hipóteses de trabalho, constitui uma das melhores formas de a conduzir com ordem e rigor. Segundo estes autores, a hipótese fornece à investigação um fio condutor, particularmente eficaz. No mesmo entendimento, Sousa (2009) refere que o uso de hipóteses, em investigação científica, configura uma resposta possível ao problema.

Desta maneira, e uma vez formulada a Pergunta de Partida, a mesma será testada, sob a forma das três hipóteses seguintes, a confirmar ou a infirmar:

Hip. 1 – O treino de equações matemáticas facilita a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Hip. 2 – O trabalho colaborativo entre pares promove a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Hip. 3 – O trabalho colaborativo entre pares contribui para o sucesso escolar em Física e Química, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

1.4. Objetivos do estudo

Em concordância com as hipóteses levantadas, foram definidos os seguintes objetivos, geral e específicos:

Objetivo geral:

- Averiguar de que forma a concretização, em sala de aula, de trabalho colaborativo entre pares, e o domínio de equações matemáticas, possibilitam a melhoria da resolução de problemas e dos resultados escolares, na disciplina de Física e Química A, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Objetivos específicos:

- Analisar a operacionalização de estratégias de trabalho colaborativo entre pares, na disciplina de Física e Química A, no 11.º ano do Ensino Secundário.
- Interligar o domínio de equações matemáticas com a resolução de problemas, em Física e Química, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.
- Relacionar a evolução da resolução de problemas, em trabalho colaborativo entre pares, com melhores resultados, na disciplina de Física e Química A.

- Analisar as classificações finais na disciplina de Física e Química A, de forma a comprovar se a aplicação de estratégias diferenciadas, de trabalho colaborativo entre pares, potencia o sucesso escolar no 11.º ano do Ensino Secundário.

1.5. Opções e Estratégias Metodológicas

A seleção da metodologia de investigação implica que o investigador defina e planifique o que pretende estudar, entendendo o “conhecimento como construção em processo sobre um real também ele em processo” (Bessa, 2005, p. 82). Para muitos autores (Punch, 2011; Serapioni, 2000; Tashakkori & Teddlie, 2010; Turato, 2005), os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem, havendo vantagens na sua aplicação conjunta, face a uma realidade multifacetada. Assim, na metodologia adotada, foi privilegiada uma abordagem predominantemente quantitativa, sem excluir a qualitativa, tendo por finalidade atingir os objetivos definidos e verificar as hipóteses enunciadas.

O estudo configura um **Estudo de Caso**, pela análise pormenorizada de uma situação particular, comparando o ponto de partida como o ponto de chegada (Bell, 2008, p. 23). Reforçando a contextualização, Stake (2009, p. 11) salienta que o Estudo de Caso “é o estudo da particularidade e complexidade de um único caso, conseguindo compreender a sua actividade no âmbito de circunstâncias importantes.”

Além da análise do Projeto Educativo da Escola, bem como do Projeto de Física e Química, que se situam num paradigma qualitativo, será aplicado um inquérito por questionário, a alunos de Física e Química, de 11.º ano, o qual se insere num paradigma quantitativo. Desta maneira, serão abrangidas diversas possibilidades de investigação, ao conjugar, quantitativamente, dados numéricos e, qualitativamente, opiniões e atitudes.

1.6. Fontes e Recolha de Dados

O estudo desenvolveu-se no decorrer do ano letivo de 2012/2013 e foi realizado numa Escola, com Ensino Secundário, do Porto, com aplicação de procedimentos quantitativos e qualitativos (mistos).

Como estratégia quantitativa, foram aplicados **inquéritos por questionário**, de tipo misto, a alunos do 11.º ano. A análise dos dados, referentes aos inquéritos por questionário, foi elaborada com recurso ao *software* estatístico SPSS (versão 21,0).

Como estratégia qualitativa, procedeu-se à **análise do conteúdo** das respostas abertas do inquérito por questionário. A análise de conteúdo possibilita uma classificação, através de categorização, uma vez que, como explicita Vala (2005, pp.110-111), a categorização é uma tarefa que tem por objetivo reduzir a complexidade, identificar, ordenar e atribuir sentido ao discurso. Além disso, e segundo o autor (Idem), a análise de conteúdo torna-se útil na análise das respostas a questões abertas do questionário.

Como refere Guerra (2006), a análise de conteúdo é uma técnica e não um método. Utilizando o procedimento normal da investigação, isto é, o confronto entre o quadro de referência do investigador e o material empírico recolhido, este tipo de análise apresenta uma dimensão descritiva, que procura analisar o discurso. Bardin (2009, p. 44) define análise de conteúdo como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.” Assim, pertencem ao domínio da análise de conteúdo todas as iniciativas de explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens e da expressão deste conteúdo.

Tem ainda uma dimensão interpretativa, que decorre das interrogações do investigador face ao objeto de estudo, com recurso a um sistema de conceitos teórico-analíticos, cuja articulação permite formular as regras de inferência (Idem).

Uma análise de conteúdo tradicional estrutura, à partida, as categorias e subcategorias de análise. Parte de um quadro positivista lógico-dedutivo, no qual a teoria conserva o comando integral dos resultados da pesquisa e deixa fugir as dimensões e racionalidades dos sujeitos, não contidas no enquadramento inicial. Na maioria das análises de conteúdo por categorias, são estas e não os sujeitos que estão no centro da análise, desmontando os discursos e reunindo-se os fragmentos nas categorias definidas. (Flick, 2005; Stake, 2009). No que se refere a este trabalho, optamos por realizar uma análise de conteúdo com categorias e subcategorias definidas *a priori*, porém revistas *a posteriori*, de acordo com o texto escrito das respostas em análise.

Em acréscimo, efetuou-se a **análise documental** do Projeto Educativo da Escola, bem como do Projeto de Intervenção de Física e Química, que abrangeu o 11.º ano do Ensino Secundário, incluída no presente capítulo.

Em síntese, nesta pesquisa far-se-á o confronto das hipóteses teóricas e dos objetivos propostos, com os dados recolhidos, com a finalidade de dar resposta à Pergunta de Partida, formulada no início da investigação e recordada no presente capítulo.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO - A ESCOLA

A recolha de dados para este estudo ocorreu numa Escola localizada na Área Metropolitana do Porto, numa das freguesias mais populosas do concelho do Porto. A Escola está implantada numa área com elevada acessibilidade, no contexto urbano e regional, o que lhe permite beneficiar e potenciar a respetiva localização geográfica. Há uma grande concentração de alojamento, com uma oferta diversificada em termos de tipologias espaciais, as quais refletem a estrutura socioeconómica das populações residentes no meio envolvente (ESFV, 2013).

Estas características, nomeadamente a elevada densidade populacional e a diversidade socioeconómica, traduzem-se, obrigatoriamente, na população escolar que tem origem quer em bairros camarários, quer em áreas residenciais da classe média-alta (Idem). Além dos alunos oriundos da freguesia, há ainda os que vêm de outras freguesias da cidade, ou mesmo dos seus arredores, em virtude da localização privilegiada da Escola, junto a uma das entradas da cidade.

Em relação aos recursos físicos, em 2009, a Escola iniciou a sua requalificação pela empresa Parque Escolar. O edifício principal foi reorganizado, com recurso a ações pontuais e foi construído um corpo para articular os dois corpos existentes, com o objetivo de ligar, de forma equilibrada, os diferentes volumes construídos em tempos e com objetivos distintos. A Escola requalificada tem 43 salas de aula e conta com cinco laboratórios, ginásio requalificado, campo de jogos coberto, auditório, biblioteca e espaço polivalente, com refeitório e bar exteriores. Relativamente à população escolar, tem-se verificado um aumento do número de alunos inscritos, tanto no Ensino Básico, como no Secundário, decorrente de uma grande diversidade de oferta educativa (ESFV, 2012).

O corpo docente, até há bem pouco tempo estável e detentor de uma larga experiência profissional, tem vindo, devido à reforma antecipada de muitos professores, a registar uma rápida renovação, o que obrigou a um esforço de integração de docentes novos na Escola, dando continuidade a um projeto comum (ESFV, 2013).

2.1. O Projeto Educativo da Escola

O Projeto Educativo da Escola (PEE) constitui um documento identitário, com projeção de futuro, que atua, de modo coerente, sobre a prática docente e a ação dos restantes elementos da comunidade educativa. Neste documento materializam-se as dimensões de uma Escola que se quer reflexiva (Alarcão, 2003), através da definição de linhas e orientações estruturantes, e previsão de mecanismos de autorregulação, fundamentados na legislação em vigor. O Projeto pretende traduzir a realidade escolar, tal como percebida em comunidade, valorizando a coesão do trabalho educativo, a realizar num triénio. Como é afirmado na legislação:

“O Projeto Educativo constitui um documento objetivo, conciso e rigoroso, tendo em vista a clarificação e comunicação da missão e das metas da Escola no quadro da sua autonomia pedagógica, curricular, cultural, administrativa e patrimonial assim como a sua apropriação individual e coletiva! (DL 137/2012, 2 de Julho)

Neste documento identificam-se algumas características identitárias, tanto no domínio objetivo (património) como no domínio subjetivo (capital humano/intelectual).

No Projeto Educativo da Escola em estudo, esta define-se como (ESFV, 2013, p.9)

- Possuidora de um capital social positivo;
- Detentora de um modo de ser, capaz de se moldar a novas circunstâncias;
- Disseminadora de sentimentos de responsabilidade e obrigação;
- Titular de uma cultura de disponibilidade, de cooperação, de modo formal ou informal, com pessoas de toda a comunidade escolar;
- Valorizadora da cooperação, em comunidade educativa;
- Encorajadora da iniciativa individual, da criatividade e da inovação.

Analisando estas características, constata-se que a Escola tem, como pretensão e finalidade, ser uma Escola de referência (Idem). Aliás, como metas, enuncia:

- Assumir-se como lugar de saber, de divulgação e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, a par da educação ambiental e da defesa dos valores patrimoniais e da língua e da cultura portuguesas;
- Adotar a cultura, na sua pluralidade, como valor universal;
- Valorizar competências de socialização, como o empenho, o trabalho em equipa, a cooperação, o sentido de pertença, a responsabilidade e a autonomia;
- Cultivar a diversidade de opiniões, o debate, as práticas de exercício de poder democrático e a tolerância;
- Promover boas práticas de ensino, com atualização e adaptação à exigências contextuais, do país, da União Europeia e do mundo globalizado;
- Promover a interação com a comunidade, tornando-se referência local e nacional, enquanto lugar de ensino e aprendizagem para públicos variados;
- Promover o intercâmbio e a relações institucionais com Escolas e organismos culturais da Europa e do Mundo;
- Cultivar a qualidade de vida e o bem-estar dos que nela trabalham e estudam;
- Incentivar e valorizar o esforço individual e coletivo;
- Caminhar em direção a um futuro mais sustentável nos três pilares fundamentais: social, ambiental e económico.

Assim, esta Escola assume, como missão, a preparação de cidadãos dotados dos valores estruturantes, essenciais à sociedade, e das necessárias competências, para um bom desempenho profissional ou uma correta opção em termos de formação superior. Nela procuram, para além da formação científica e tecnológica, desenvolver valores da democracia e de humanismo, como a solidariedade e a tolerância, a responsabilidade e o rigor. Todo o trabalho desenvolvido na Escola tem um ponto comum: o aluno.

2.2. O Projeto de Intervenção de Física e Química na Escola

Face aos fracos resultados nacionais sucessivos, da maioria dos alunos da Escola em estudo, na disciplina de Física e Química A(GAVE, 2011), o grupo disciplinar de Física e Química decidiu-se por um plano de intervenção turma a turma (Conselhos de Turma), o qual contemplou quer o reforço de resolução de problemas, quer um trabalho

interdisciplinar. Esse trabalho visava o treino e domínio de equações matemáticas, focalizado em cada turma, via Projeto Curricular de Turma, a desenvolver ao longo do ano.

O trabalho dos Conselhos de Turma é de especial importância, porque promove a reflexão sobre a globalidade da turma e sobre casos específicos da mesma, integrando as decisões relativas à adaptação do currículo e à definição de atividades/estratégias educativas, segundo a realidade específica de cada turma e de cada aluno.

Na Escola em estudo, foram reforçadas as diferentes modalidades de apoio, dando prioridade aos reforços curriculares em disciplinas de exame, salas de estudo por grupo de recrutamento, oficinas e outros apoios às atividades letivas. No que se refere ao trabalho interdisciplinar, entre as disciplinas de Física e Química e Matemática, os programas disciplinares enunciam uma estreita interligação entre as disciplinas. Por exemplo, o programa de Matemática prevê que, no estudo das equações, se contemple a aplicação de conceitos da disciplina de Física e Química. O próprio programa de Física e Química A do 11.º ano (ME, 2003, p. 76) refere que, “para o prosseguimento do estudo da Física no 11.º ano, considera-se essencial que os alunos possuam pré-requisitos que constituirão o suporte de aprofundamento que se pretende atingir neste ano”.

Como muitos destes pré-requisitos são conceitos matemáticos indispensáveis, para a resolução de problemas em Física e Química, é essencial um trabalho disciplinar conjunto e concertado. Essa colaboração estreita, entre professores de Matemática e de Física e Química, é fulcral nos cursos gerais, nas duas disciplinas.

Assim, no que se refere ao Projeto de Intervenção de Física e Química na Escola, houve o cuidado de conjugar a terminologia e os procedimentos, usados pelos professores das duas áreas, de forma a serem coerentes, para não confundir os alunos. De facto, é essencial que os exemplos, usados numa disciplina, sejam conhecidos pelo professor da outra disciplina, para que possam ser explorados, como suporte de novas aprendizagens, em ambas as áreas. Poderá até haver, em algum aspeto, um aprofundamento maior do que o indicado no programa de Matemática, se isso for feito em coordenação com o professor de Física e Química. Por exemplo, certos conceitos foram introduzidos na disciplina de Física e Química A e, seguidamente, consolidados na disciplina de Matemática.

Finalmente, é importante mencionar que, na Escola em estudo, ficou estabelecida a meta de atingir resultados, nos exames nacionais, superiores à média nacional, incluindo na disciplina de Física e Química A de 11.º ano.

2.3. POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para responder à problemática da pesquisa, foi aplicado um inquérito por questionário. Embora a população de alunos totalize, no Ensino Secundário, 500 alunos, a amostra é constituída por 60 alunos, correspondente a duas turmas de 11.º ano.

Trata-se de alunos a frequentarem a disciplina de Física e Química A, do Curso Científico-Humanísticos, da área de Ciências e Tecnologias. Visto que constitui uma disciplina bienal, com avaliação externa, tal permitirá comprovar e triangular resultados, no 11.º ano, relativamente ao aprofundamento de competências de resolução de problemas, com aplicação de equações matemáticas, em trabalho colaborativo, em Física e Química.

CAPÍTULO IV – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A investigação é uma tentativa sistemática de atribuição de resposta a questões.

Tuckman (2000, p. 5)

1. ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS QUESTÕES FECHADAS DO INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS

Neste capítulo, iremos sistematizar, primeiramente, os resultados estatísticos das questões fechadas do inquérito por questionário, aplicado à amostra selecionada, concretamente a 60 alunos de Física e Química, do Ensino Secundário, em 2012/2013. Em segundo lugar, apresentaremos a análise de conteúdo, aplicada às questões abertas.

O inquérito por questionário, após autorização da Direção da Escola (cf. Apêndices I e II), foi aplicado a 2 turmas de 11.º ano, de Física e Química, no fim do ano letivo, em junho. Os dados obtidos, por meio dos questionários, foram tratados com o *software* de análise estatística SPSS (versão 21.0). Iniciou-se o tratamento estatístico por uma análise univariada, de cada uma das variáveis em estudo. Deste modo, para as variáveis nominais e ordinais foi calculada a média e a tabela de distribuição de frequências. Para a variável quantitativa “idade” foram calculadas as medidas descritivas como a média, a mediana e o desvio-padrão.

O tipo de testes a aplicar foi ponderado, tendo em conta o tipo de variáveis em estudo e os objetivos da investigação. Assim, e uma vez que pretendíamos averiguar de que forma o trabalho colaborativo entre pares e a avaliação formativa promovem a melhoria da resolução de problemas, e potenciam melhores resultados escolares na disciplina de Física e Química, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário, procuramos medir a intensidade da relação entre as variáveis “aproveitamento escolar a Física e Química” e “capacidade atual de resolver equações matemáticas”, com as restantes variáveis, relacionadas com o trabalho colaborativo e a avaliação formativa.

Julgamos que o cálculo do coeficiente de correlação *Ró de Spearman* é o mais adequado. Este teste mede a intensidade da relação entre variáveis ordinais e varia entre -1 e 1, sendo que, quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação

linear entre as variáveis. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável (Pestana & Gageiro, 2008).

1.1. Caracterização da amostra

Nas três primeiras questões do inquérito por questionário, pretendemos recolher dados pessoais e escolares dos alunos. Nestas questões, registaram-se os valores que se apresentam, seguidamente, na forma de tabelas e gráficos.

Tabela 1 – Género dos Alunos

Género	Frequência	Percentagem (%)
Masculino	24	40
Feminino	36	60
	60	100

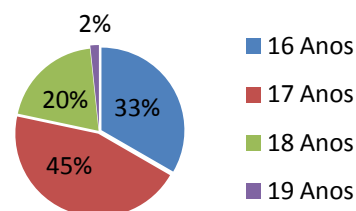
Gráfico 1 - Género dos alunos



Tabela 2 – Idade dos Alunos

Idade	Frequência	Percentagem (%)
16 Anos	20	33
17 Anos	27	45
18 Anos	12	20
19 Anos	1	2
	60	100

Gráfico 2 - Idade dos Alunos



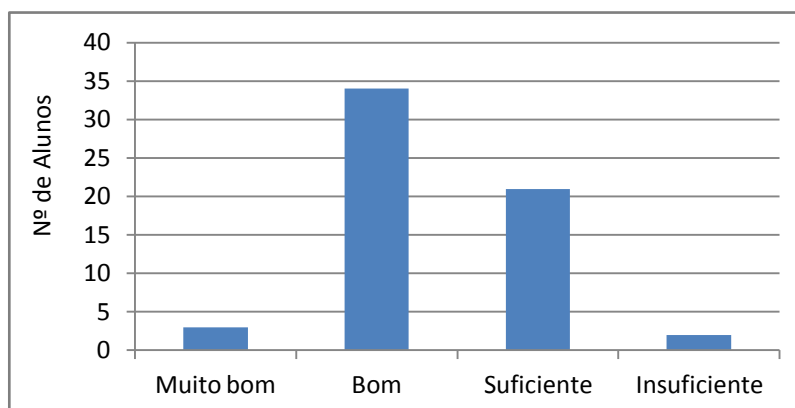
Do total de 60 alunos inquiridos, 40% são do género masculino e 60% do género feminino. Relativamente à idade, verificamos que a maioria dos alunos tem 17 anos, uma média que se verifica a nível nacional, entre os alunos que frequentam o 11.º ano.

1.2. Aproveitamento escolar a Física e Química

Relativamente ao aproveitamento escolar a Física e Química, os resultados obtidos apresentam-se na tabela e no gráfico.

Tabela 3 – Aproveitamento escolar a Física e Química

Aproveitamento	Frequência	Percentagem
Muito bom	3	5,0
Bom	34	56,7
Suficiente	21	35,0
Insuficiente	2	3,3
Total	60	100,0

Gráfico 3 - Aproveitamento escolar a Física e Química

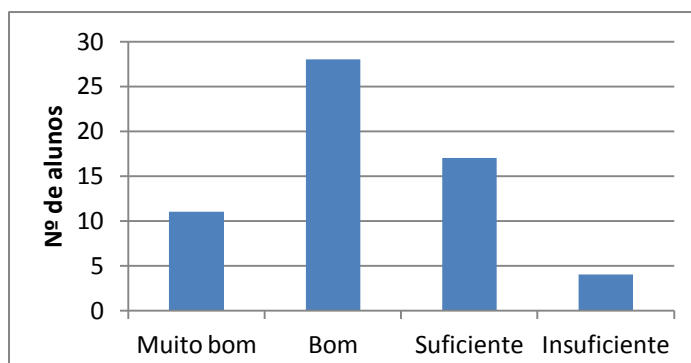
Como se pode observar, a maioria dos alunos tem um aproveitamento Bom (56,7%) ou Suficiente (35%) e apenas dois alunos referiram classificações negativas. Na globalidade, destacam-se três alunos, com aproveitamento de Muito Bom (5,0%).

1.3. Capacidade atual de resolver equações matemáticas

Na questão 3, relativamente à capacidade dos alunos de resolver equações matemáticas, as respostas distribuíram-se da forma que se segue.

Tabela 4 – Capacidade atual de resolver equações matemáticas

Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Frequência	Percentagem
Muito bom	11	18,3
Bom	28	46,7
Suficiente	17	28,3
Insuficiente	4	6,7
Total	60	100,0

Gráfico 4 – Capacidade atual de resolver equações matemáticas

Pela observação dos resultados, verificamos que a maioria dos alunos se autoavalia com Bom nessa capacidade (46,7%) e apenas quatro com Insuficiente (6,7%).

É importante realçar que, após um ano letivo de treino, na resolução de problemas de Física, envolvendo equações matemáticas, os alunos percecionam uma boa capacidade na respetiva resolução, superior ao aproveitamento à disciplina.

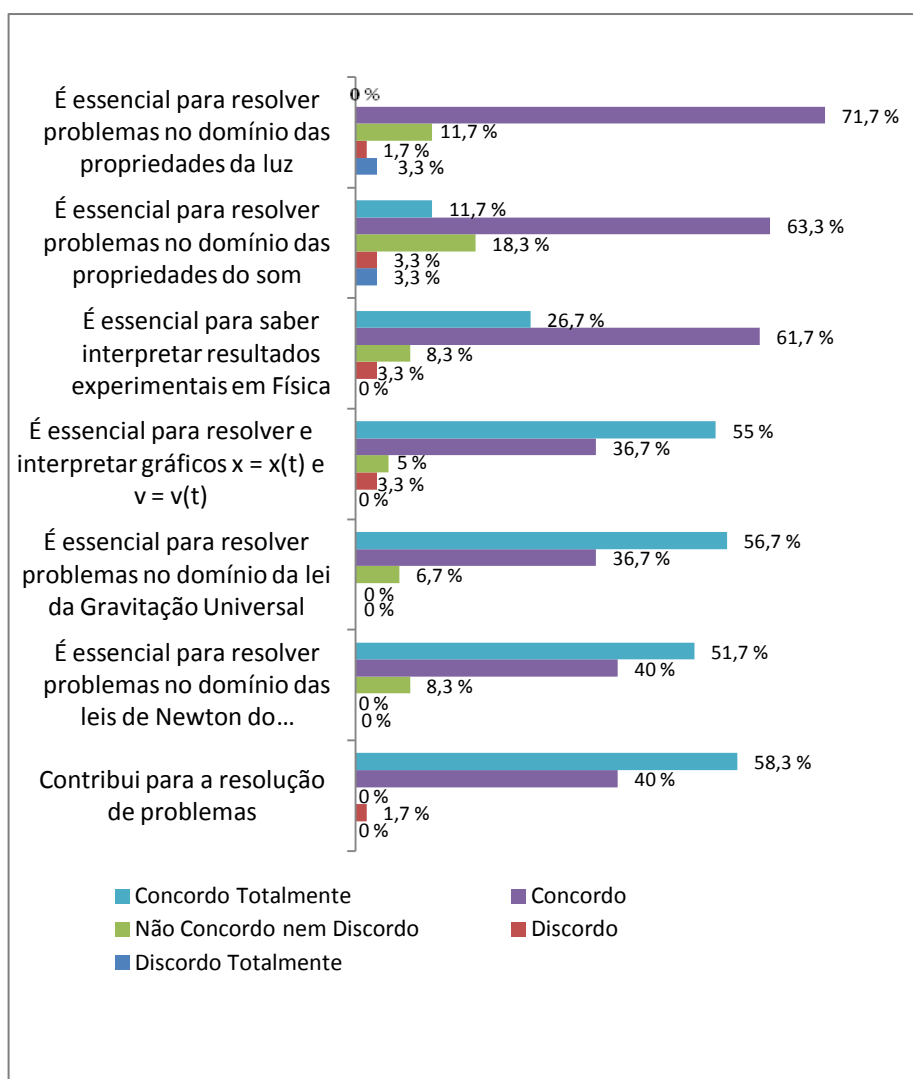
1.4. Importância do treino de equações matemáticas em Física e Química

Na questão 4.1, referente à importância do treino de equações matemáticas em Física pedimos aos alunos o seu grau de concordância, com sete proposições. As suas respostas podem ser observadas na tabela e no gráfico seguintes.

Tabela 5 – Importância do treino de equações matemáticas em Física

Importância do treino \ Resultados %	DT (1)	D (2)	NCND (3)	C (4)	CT (5)	Média
Contribui para a resolução de problemas	0,0	1,7	0,0	40,0	58,3	4,55
É essencial para resolver problemas no domínio das leis de Newton do movimento	0,0	0,0	8,3	40,0	51,7	4,43
É essencial para resolver problemas no domínio da lei da Gravitação Universal	0,0	0,0	6,7	36,7	56,7	4,50
É essencial para resolver e interpretar gráficos $x = x(t)$ e $v = v(t)$	0,0	3,3	5,0	36,7	55,0	4,43
É essencial para saber interpretar resultados experimentais em Física	0,0	3,3	8,3	61,7	26,7	4,12
É essencial para resolver problemas no domínio das propriedades do som	3,3	3,3	18,3	63,3	11,7	3,77
É essencial para resolver problemas no domínio das propriedades da luz	3,3	1,7	11,7	71,7	11,7	3,87

Legenda: 1 – Discordo totalmente (DT); 2 – Discordo (D); 3 – Não concordo nem discordo (NCND); 4 – Concordo (C); 5 – Concordo totalmente (CT).

Gráfico 5 – Importância do treino de equações matemáticas em Física

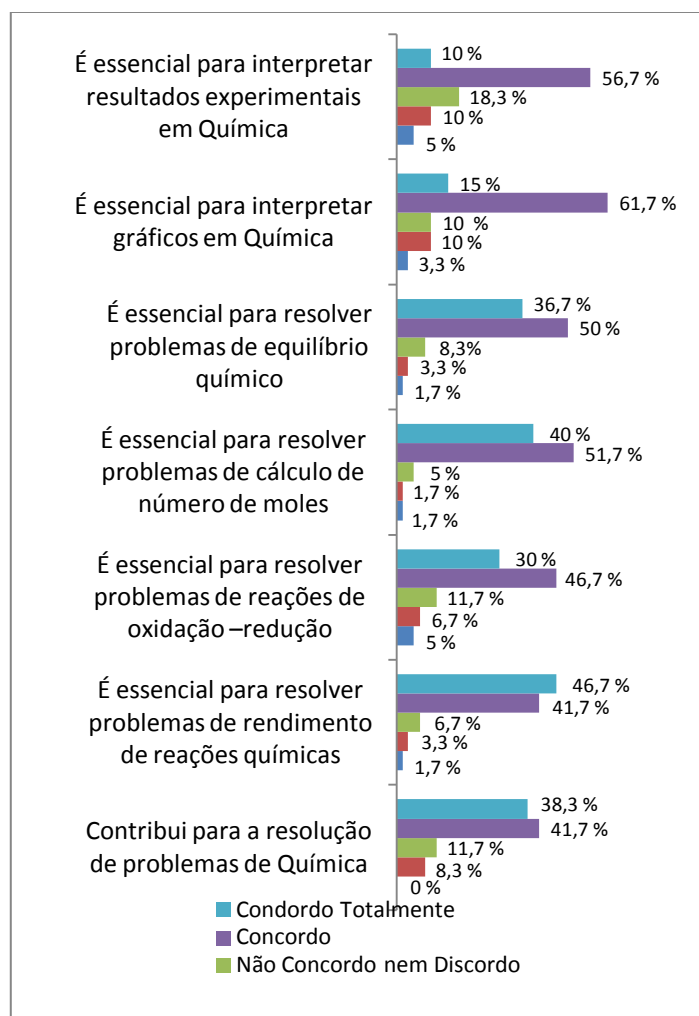
Verificamos que a maioria dos alunos concorda ou concorda totalmente com as proposições apresentadas, reconhecendo a importância do treino de equações matemáticas.

Os resultados obtidos permitem concluir que os alunos têm consciência de que o conhecimento e a aplicação das equações matemáticas são essenciais, em todas as áreas da Física, apesar de alguns destes mesmos alunos terem a ideia de que as disciplinas de Física e Química e Matemática são totalmente independentes. Estes resultados alertam para a urgência do aprofundamento do trabalho da interdisciplinaridade, nas Escolas.

No que se refere à questão número 4.2, importância **do treino de equações matemáticas em Química**, solicitamos aos alunos o seu grau de concordância com sete proposições. Os resultados constam da tabela e do gráfico seguinte.

Tabela 6 – Importância do treino de equações matemáticas em Química

Importância do treino	DT (1)	D (2)	NCND (3)	C (4)	CT (5)	Média
Contribui para a resolução de problemas de Química	0,0	8,3	11,7	41,7	38,3	4,10
É essencial para resolver problemas de rendimento de reações químicas	1,7	3,3	6,7	41,7	46,7	4,28
É essencial para resolver problemas de reações de oxidação – redução	5,0	6,7	11,7	46,7	30,0	3,90
É essencial para resolver problemas de cálculo de número de moles	1,7	1,7	5,0	51,7	40,0	4,27
É essencial para resolver problemas de equilíbrio químico	1,7	3,3	8,3	50,0	36,7	4,17
É essencial para interpretar gráficos em Química	3,3	10,0	10,0	61,7	15,0	3,75
É essencial para interpretar resultados experimentais em Química	5,0	10,0	18,3	56,7	10,0	3,57

Gráfico 6 – Importância do treino de equações matemáticas em Química

Da análise dos resultados apresentados na tabela 6 e no gráfico 6, conclui-se que a maioria dos alunos concorda totalmente (46,7%) ou concorda (41,7%) com a proposição “É essencial para resolver problemas de rendimento de reações químicas”.

Um grande grupo de discentes concorda com as proposições apresentadas, apresentando-se as mais selecionadas, por ordem decrescente: “É essencial para interpretar gráficos em Química” (61,7%), “É essencial para interpretar resultados experimentais em Química” (56,7%), “É essencial para resolver problemas de cálculo de número de moles” (51,7%), “É essencial para resolver problemas de equilíbrio químico” (50,0%) e “É essencial para resolver problemas de reações de oxidação – redução” (46,7 %). Observa-se que têm pouca expressão discordo e discordo totalmente, para todas as proposições.

Concluindo, os alunos apresentam a opinião, praticamente unânime, de que os exercícios frequentes, que envolvem equações matemáticas, são imprescindíveis para uma correta resolução de problemas e facilitação da aprendizagem, em Física e Química.

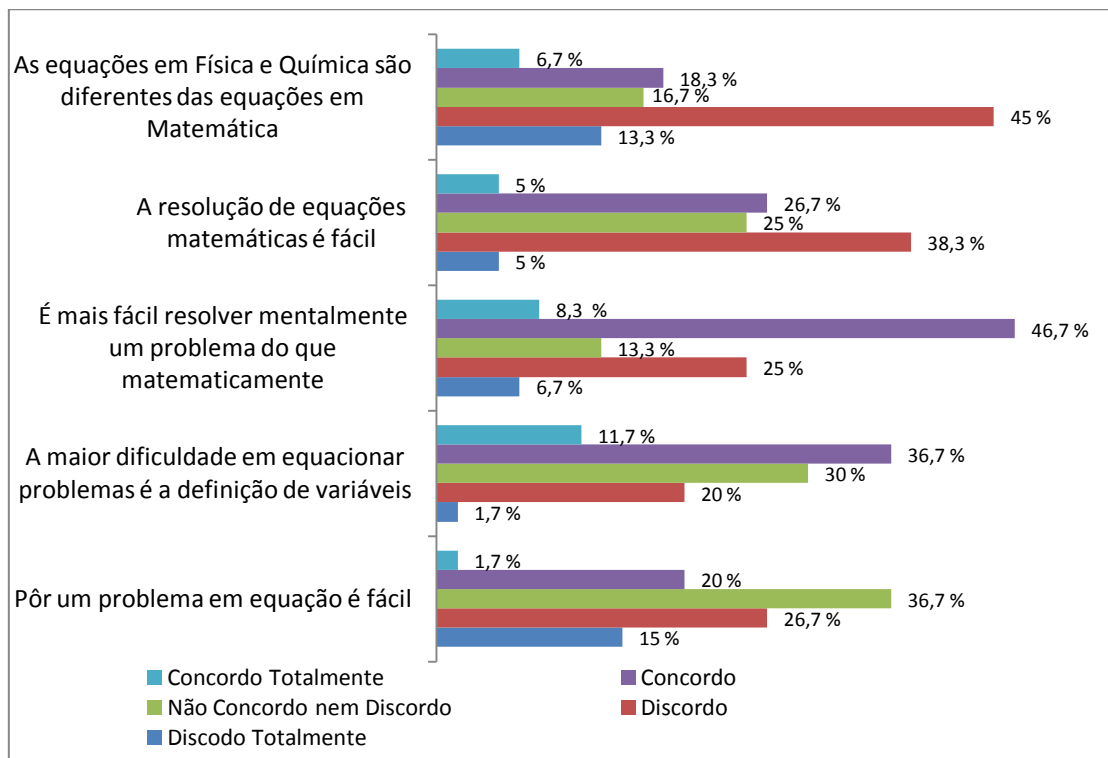
1.5. Resolução de problemas

No que se refere à questão 4.3, sobre a **resolução de problemas na disciplina de Física e Química**, pedimos aos alunos que indicassem o seu grau de concordância com as cinco opções. Os resultados obtidos encontram-se registados na tabela 7 e gráfico 7.

Tabela 7 – Resolução de problemas na disciplina de Física e Química

Resultados %	DT	D	NCND	C	CT	
Resolução de problemas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Média
Pôr um problema em equação é fácil	15,0	26,7	36,7	20,0	1,7	2,67
A maior dificuldade em equacionar problemas é a definição de variáveis	1,7	20,0	30,0	36,7	1,7	3,37
É mais fácil resolver mentalmente um problema do que matematicamente	6,7	25,0	13,3	46,7	8,3	3,25
A resolução de equações matemáticas é fácil	5,0	38,3	25,0	26,7	5,0	2,88
As equações em Física e Química são diferentes das equações em Matemática	13,3	45,0	16,7	18,3	6,7	2,60

Legenda: 1 – Discordo totalmente (DT); 2 – Discordo (D); 3 – Não concordo nem discordo (NCND); 4 – Concordo (C); 5 – Concordo totalmente (CT)

Gráfico 7 - Resolução de problemas na disciplina de Física e Química A

Verificamos que as respostas dos alunos foram muito diversas. A maioria **discorda** das afirmações “A resolução de equações matemáticas é fácil” (38,3 %) e “As equações em Física e Química são diferentes das equações em Matemática” (45,0 %).

Em face dos dados obtidos, pode-se concluir que muitas dificuldades, sentidas pelos alunos no estudo da Física e da Química, têm origem numa deficiente preparação em Matemática, pelo que se impõe uma mais estreita colaboração entre as duas disciplinas, desde a conceção conjunta dos programas curriculares até ao trabalho quotidiano, em sala de aula, com práticas efetivas de interdisciplinaridade.

1.6. Opinião sobre as aulas de Física e Química

Na questão 4.4, pedimos aos alunos que indicassem o seu grau de concordância com dez afirmações sobre as aulas da disciplina de Física e Química. As opiniões recolhidas constam na tabela 8 e gráfico 8.

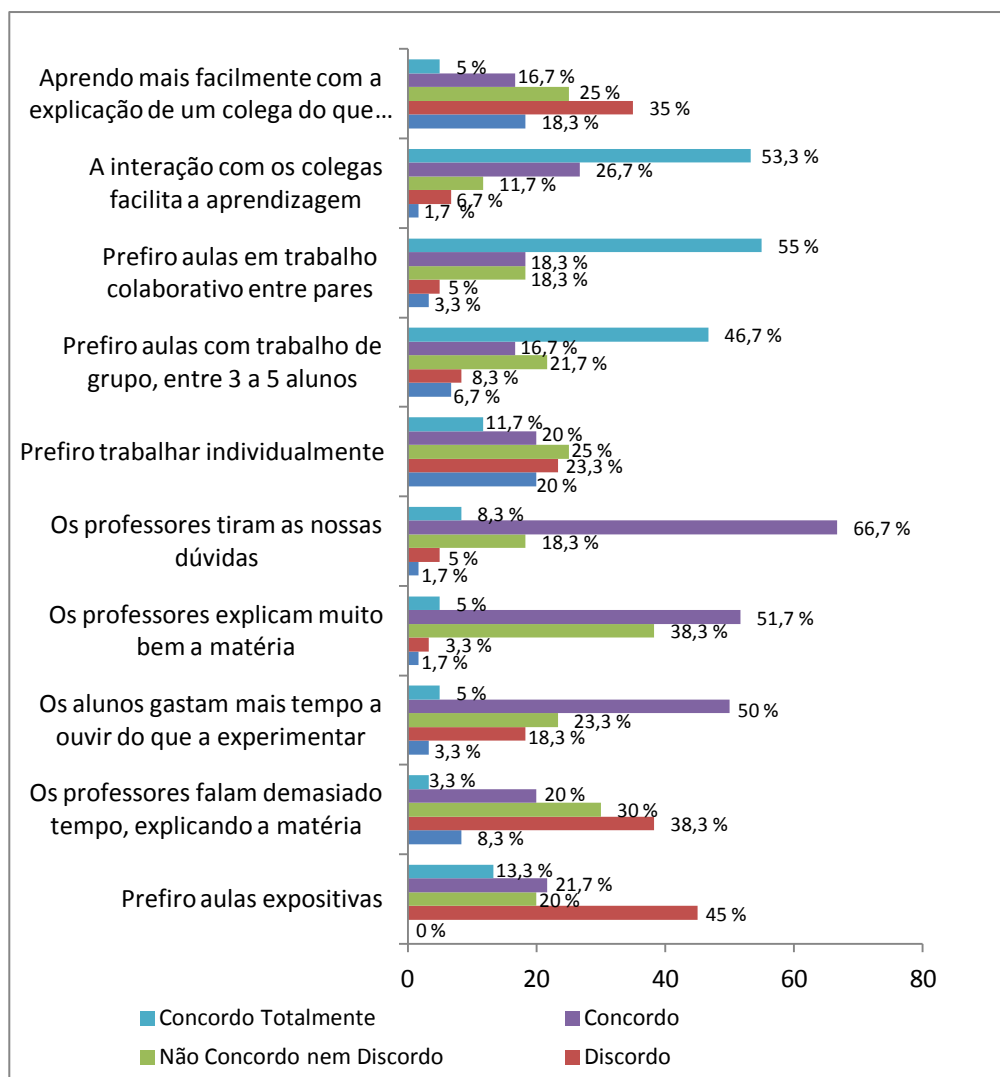
Tabela 8 – Opinião sobre as aulas de Física e Química

Opinião sobre as aulas	DT (1)	D (2)	NCND (3)	C (4)	CT (5)	Média
Prefiro aulas expositivas	0,0	45,0	20,0	21,7	13,3	3,03
Os professores falam demasiado tempo, explicando a matéria	8,3	38,3	30,0	20,0	3,3	2,72
Os alunos gastam mais tempo a ouvir do que a experimentar	3,3	18,3	23,3	50,0	5,0	3,35
Os professores explicam muito bem a matéria	1,7	3,3	38,3	51,7	5,0	3,55
Os professores tiram as nossas dúvidas	1,7	5,0	18,3	66,7	8,3	3,75
Prefiro trabalhar individualmente	20,0	23,3	25,0	20,0	11,7	2,80
Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos	6,7	8,3	21,7	16,7	46,7	3,88
Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares	3,3	5,0	18,3	18,3	55,0	4,17
A interação com os colegas facilita a aprendizagem	1,7	6,7	11,7	26,7	53,3	4,23
Aprendo mais facilmente com a explicação de um colega do que com a explicação do professor	18,3	35,0	25,0	16,7	5,0	2,55

Legenda: 1 – Discordo totalmente (DT); 2 – Discordo (D); 3 – Não concordo nem discordo (NCND); 4 – Concordo (C); 5 – Concordo totalmente (CT)

Como se pode observar, nesta tabela e no gráfico da página seguinte, as respostas dos alunos foram muito diversas. As proposições, que suscitam as percentagens mais elevadas de concordância, entre os alunos, são “Os professores tiram as nossas dúvidas”(66,7%), “Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares” (55,0%) e “A interação entre colegas facilita a aprendizagem” (53,3%).

A proposição com que menos alunos concordam é “Aprendo mais facilmente com a explicação de um colega do que com a explicação do professor” (16,7%). É de realçar a importância do trabalho de pares, colaborativo, tal como discutido na revisão da literatura, na primeira parte deste trabalho.

Gráfico 8 – Opinião sobre as aulas de Física e Química

Estes resultados corroboram a ideia de que no ensino atual, a figura do professor continua a ser valorizada pelo aluno, mas agora num processo mais iterativo (Arends, 2008). Na sala de aula, o docente já não é o único ator, nem as aulas expositivas podem ser o método exclusivo de ensino. Os alunos devem procurar, ajudando-se mutuamente, e com a ajuda do professor, melhorar as suas competências e conhecimentos.

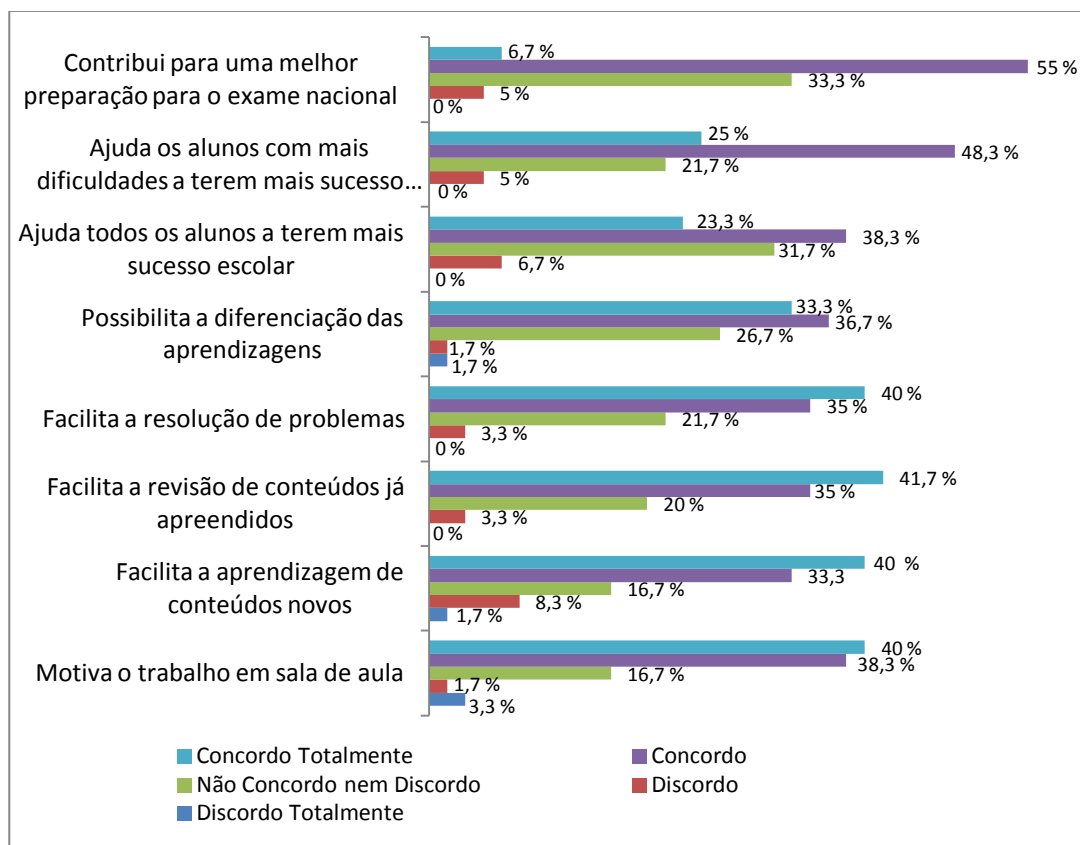
1.7. Trabalho Colaborativo entre pares

Da análise da questão 4.5, “Trabalho colaborativo entre pares”, de escolha múltipla com oito opções, obtiveram-se os resultados constantes da tabela 9 e do gráfico 9.

Tabela 9 - Trabalho colaborativo entre pares nas aulas de Física e Química

Resultados % Trabalho colaborativo	DT (1)	D (2)	NCND (3)	C (4)	CT (5)	Média
Motiva o trabalho em sala de aula	3,3	1,7	16,7	38,3	40,0	4,10
Facilita a aprendizagem de conteúdos novos	1,7	8,3	16,7	33,3	40,0	4,02
Facilita a revisão de conteúdos já apreendidos	0,0	3,3	20,0	35,0	41,7	4,15
Facilita a resolução de problemas	0,0	3,3	21,7	35,0	40,0	4,12
Possibilita a diferenciação das aprendizagens	1,7	1,7	26,7	36,7	33,3	3,98
Ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar	0,0	6,7	31,7	38,3	23,3	3,78
Ajuda os alunos com mais dificuldades a terem mais sucesso escolar	0,0	5,0	21,7	48,3	25,0	3,93
Contribui para uma melhor preparação para o exame nacional	0,0	5,0	33,3	55,0	6,7	3,63

Legenda: 1 – Discordo totalmente (DT); 2 – Discordo (D); 3 – Não concordo nem discordo (NCND); 4 – Concordo (C); 5 – Concordo totalmente (CT)

Gráfico 9 - Trabalho colaborativo entre pares nas aulas de Física e Química

Como se pode verificar, pela tabela 9 e gráfico 9, a maioria dos alunos dá grande preferência ao trabalho colaborativo, tanto na vertente de interajuda entre pares, como na aquisição e consolidação de conhecimentos.

Apesar da dimensão da amostra, realça-se o facto de nenhum aluno mostrar o seu desagrado com esta modalidade de ensino. Uma grande percentagem de alunos atribui uma importância decisiva a este método, quando aplicado numa fase de estudo e consolidação dos conteúdos lecionados pelo professor, concordando totalmente com a opção “Facilita a revisão de conteúdos já apreendidos” (41,7%).

Constata-se que, em contraposição ao trabalho individualizado e “silencioso”, os alunos preferem o diálogo, a discussão e o debate, entre pares.

Estes resultados estão de acordo com a importância, atribuída por especialistas (Arends, 2008; Hoskinson et al., 2013; Jacobson & Wilensky, 2006; Orlich et al., 2007), à aplicação do trabalho colaborativo, entre pares, quer pela manifesta adesão dos alunos, quer pela facilitação da aprendizagem, em especial de conteúdos, competências e capacidades de nível superior, nomeadamente a resolução de problemas.

1.8. Relação entre a variável “aproveitamento escolar a Física e Química” e as variáveis relacionadas com o trabalho colaborativo e as equações matemáticas

Iniciando a verificação da correlação entre variáveis, começamos por determinar a relação entre a variável “aproveitamento escolar a Física e a Química” e as variáveis relacionadas com o trabalho colaborativo e a avaliação formativa. Para tal, calculamos o *Ró de Spearman* entre a primeira e os vários fatores que a podem condicionar.

Apenas encontramos uma relação entre a variável “aproveitamento escolar a Física e a Química” e a variável “Pôr um problema em equação é fácil”, de acordo com o observado na tabela 10.

Tabela 10 – Correlação entre as variáveis “aproveitamento escolar” e “Pôr um problema em equação é fácil”

Ró de Spearman	Aproveitamento Escolar		Aproveitamento Escolar	Pôr um problema em equação é fácil
		Coeficiente de correlação	1.000	-.427
		Sig. (2-tailed)		.001
		N	60	60
	Pôr um problema em equação é fácil	Coeficiente de correlação	-.427	1.000
		Sig. (2-tailed)	.001	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear moderada e negativa, entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a -0.427, com $p=0.001$. Isto significa que, quanto maior é o aproveitamento escolar, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “Pôr um problema em equação é fácil”. Ou seja, alunos com conhecimentos acima da média, que dominam quer conhecimentos de Matemática, quer conhecimentos específicos da Física e da Química, não percecionam dificuldades na resolução de problemas. Mais uma vez, surge a importância da não compartimentação das disciplinas das Ciências Experimentais, pela evidente transversalidade curricular.

1.9. Relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e as variáveis relacionadas com o trabalho colaborativo

Para determinar a relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e as variáveis relacionadas com o trabalho colaborativo e a avaliação formativa, calculamos o *Ró de Spearman* entre a primeira e os vários fatores que a podem condicionar. Encontramos uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “Pôr um problema em equação é fácil”, de acordo com o observado na tabela 11.

Tabela 11 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “Pôr um problema em equação é fácil”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Pôr um problema em equação é fácil
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	-.422
		Sig. (2-tailed)		.001
		N	60	60
	Pôr um problema em equação é fácil	Coeficiente de correlação	-.422	1.000
		Sig. (2-tailed)	.001	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear moderada e negativa, entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a -0.422, com $p=0.001$. Conclui-se que, quanto maior é a capacidade dos alunos de resolver equações matemáticas, mais estes concordam que pôr um problema em equação é fácil, o que converge com a análise feita anteriormente.

Também encontramos uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “a resolução de equações matemáticas é fácil”, de acordo com o observado na tabela 12, e em concordância com a tabela anterior.

Tabela 12 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “A resolução de equações matemáticas é fácil”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	A resolução de equações matemáticas é fácil
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	-.409
		Sig. (2-tailed)		.001
		N	60	60
	A resolução de equações matemáticas é fácil	Coeficiente de correlação	-.409	1.000
		Sig. (2-tailed)	.001	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear moderada e negativa entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a -0.409, com $p=0.001$. Isto significa que, quanto

maior é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos concordam com a afirmação “A resolução de equações matemáticas é fácil”.

Há também uma relação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “Prefiro trabalhar individualmente”, como observado na tabela 13.

Tabela 13 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “Prefiro trabalhar individualmente”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Prefiro trabalhar individualmente
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	-.273*
		Sig. (2-tailed)		.035
		N	60	60
	Prefiro trabalhar individualmente	Coeficiente de correlação	-.273*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.035	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear fraca e negativa entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a -0.273, com $p=0.035$. Estes resultados significam que, quanto maior é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “Prefiro trabalhar individualmente”, embora esta relação seja fraca.

Tabela 14 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.340
		Sig. (2-tailed)		.008
		N	60	60
	Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos	Coeficiente de correlação	.340	1.000
		Sig. (2-tailed)	.008	
		N	60	60

Na tabela 14, apresentada na página anterior, também verificamos existir uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos”, de acordo com o observado

Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva, entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.340, com $p=0.008$. Isto significa que, quanto menor é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos”, embora esta relação seja fraca. Encontramos também uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares”, de acordo com a tabela 15.

Tabela 15 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.315
		Sig. (2-tailed)		.014
		N	60	60
	Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares	Coeficiente de correlação	.315	1.000
		Sig. (2-tailed)	.014	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.315, com $p=0.014$. Isto significa que quanto menor é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares”, apesar de esta relação ser fraca.

É importante sublinhar que se trata de uma reação já verificada em estudos anteriores, sobretudo de alunos com mais dificuldades na execução de uma tarefa, que procuram, no trabalho colaborativo, entre pares, uma estratégia de facilitação que possa funcionar como medida de superação (Arends, 2008; Damian, 2008; Orlich et al., 2007).

Encontramos ainda uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “o trabalho colaborativo entre pares motiva o trabalho em sala de aula”, de acordo com o observado na tabela 16. Estes resultados concordam com estudos que apresentam o trabalho colaborativo como motivador (Arends, 2008; Roldão, 2009).

Tabela 16 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “O trabalho colaborativo entre pares motiva o trabalho em sala de aula”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Motiva o trabalho em sala de aula
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.254
		Sig. (2-tailed)		.050
		N	60	60
	Motiva o trabalho em sala de aula	Coeficiente de correlação	.254	1.000
		Sig. (2-tailed)	.050	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.254, com $p=0.050$. Isto significa que quanto menor é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares motiva o trabalho em sala de aula”, embora esta relação seja fraca.

Encontramos também uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “o trabalho colaborativo entre pares facilita a aprendizagem de conteúdos novos”, de acordo com o observado na tabela 15. Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva, entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.275, com $p=0.034$. Estes resultados significam que, quanto menor é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares facilita a aprendizagem de conteúdos novos”, embora esta relação seja fraca.

Tabela 17 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “O trabalho colaborativo entre pares facilita a aprendizagem de conteúdos novos”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Facilita a aprendizagem de conteúdos novos
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.275
		Sig. (2-tailed)		.034
		N	60	60
	Facilita a aprendizagem de conteúdos novos	Coeficiente de correlação	.275	1.000
		Sig. (2-tailed)	.034	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.275, com $p=0.034$. Isto significa que quanto menor é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares facilita a aprendizagem de conteúdos novos”, embora esta relação seja fraca.

Encontramos também uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “o trabalho colaborativo entre pares facilita a revisão de conteúdos já apreendidos”, de acordo com o observado na tabela 18.

Tabela 18 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “O trabalho colaborativo entre pares facilita a revisão de conteúdos já apreendidos”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Facilita a revisão de conteúdos já apreendidos
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.279
		Sig. (2-tailed)		.031
		N	60	60
	Facilita a revisão de conteúdos já apreendidos	Coeficiente de correlação	.279	1.000
		Sig. (2-tailed)	.031	
		N	60	60

Constatamos que existe uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.279, com $p=0.031$. Conclui-se que, quanto menor é a capacidade dos alunos de resolver equações matemáticas, mais estes concordam com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares facilita a revisão de conteúdos já apreendidos”. Existe também uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “o trabalho colaborativo entre pares ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar”, de acordo com o observado na tabela 19.

Tabela 19 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “O trabalho colaborativo entre pares ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Ajuda todos os alunos a terem mais sucesso Escolar
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.291
		Sig. (2-tailed)		.024
		N	60	60
	Ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar	Coeficiente de correlação	.291	1.000
		Sig. (2-tailed)	.024	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.291, com $p=0.024$. Quanto menor é a capacidade dos alunos de resolver equações matemáticas, mais estes concordam com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar”.

Existe ainda uma relação entre a variável “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e a variável “o trabalho colaborativo entre pares contribui para uma melhor preparação para o exame nacional”, como observado na tabela 19. Há uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.261, com $p=0.044$. Pode-se concluir que, quanto menor é a capacidade dos alunos de resolver equações matemáticas, mais estes concordam com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares contribui para uma melhor preparação para o exame nacional”.

Tabela 20 – Correlação entre as variáveis “capacidade atual de resolver equações matemáticas” e “O trabalho colaborativo entre pares contribui para uma melhor preparação para o exame nacional”

			Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Contribui para uma melhor preparação para o exame nacional
Ró de Spearman	Capacidade atual de resolver equações matemáticas	Coeficiente de correlação	1.000	.261
		Sig. (2-tailed)		.044
		N	60	60
	Contribui para uma melhor preparação para o exame nacional	Coeficiente de correlação	.261	1.000
		Sig. (2-tailed)	.044	
		N	60	60

Verificamos que existe uma associação linear fraca e positiva entre as duas variáveis. O *Ró de Spearman* é igual a 0.261, com $p=0.044$. Pode-se concluir que, quanto menor é a capacidade atual de resolver equações matemáticas, mais os alunos tendem a concordar ou a concordar totalmente com a afirmação “O trabalho colaborativo entre pares contribui para uma melhor preparação para o exame nacional”.

Em conclusão, relativamente às **hipóteses 1 e 2**, as mesmas foram **validadas**.

2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS QUESTÕES ABERTAS DO INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS

O inquérito por questionário incluiu, igualmente, três questões abertas: uma sobre a evolução dos alunos, na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas, entre o 10.º e o 11.º ano; outra sobre a opinião dos alunos, acerca da forma como o trabalho colaborativo pode contribuir para a melhoria da aprendizagem, na disciplina de Física e Química; e ainda uma terceira, sobre a contribuição da aprendizagem em Física e Química, para a vida real dos alunos.

A importância das questões abertas reside no facto de possibilitarem o registo e consequente análise de opiniões e percepções da realidade contextualizada, através de análise categorial (Stake, 2009; Flick, 2005). Além disso, a recolha de dados foi realizada no final do ano letivo, em junho, na última semana de aulas, o que permitiu registar as percepções dos discentes, relativamente ao seu percurso de aperfeiçoamento, segundo a planificação anual e o Projeto Curricular de Turma no ano letivo 2012-13.

2.1. Percepções dos alunos sobre a evolução na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas, entre o 10.º e o 11.º ano

Dado tratar-se de uma questão aberta, foram categorizadas as respostas dos inquiridos, relativamente à sua evolução na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas, entre o 10.º e o 11.º ano. As respostas foram analisadas de acordo com três categorias: evolução; conteúdos específicos e dificuldades, e respetivas subcategorias, as quais emergiram *a priori* da revisão da literatura e *a posteriori* do *corpus* textual em análise. Todos os alunos (60) responderam a esta questão.

A maioria dos discentes considerou, como positiva, a sua evolução, como se pode constatar pelos dados que constam da tabela a seguir. Para além da contagem de frequências do total de casos, bem como da percentagem do total absoluto, serão ainda transcritas, nas três questões abertas, alguns exemplos representativos das percepções dos alunos, identificados com E (Estudante) e respetivo número de código, de forma a manter o anonimato. A transcrição completa, das respostas dos alunos, pode ser consultada nos Apêndices III, IV e V.

Tabela 21 – Perceções dos alunos sobre a evolução na resolução de problemas de Física e Química com equações matemáticas

Categorias	Subcategorias	Frequência	% total
Evolução	Evolução muito positiva	25	15,6
	Evolução positiva	15	9,4
	Evolução ligeira	12	7,5
Conteúdos específicos	Evolução na resolução de problemas	34	21,3
	Evolução na resolução de equações matemáticas	23	14,4
	Evolução em conhecimentos específicos de Física e Química	25	15,6
	Evolução em conhecimentos específicos de Matemática	20	12,5
Dificuldades	Dificuldades na resolução de problemas	3	1,9
	Dificuldades na resolução de equações matemáticas	3	1,9
Não responde		0	0,00
Total de casos		160	100,00

A maioria dos alunos considera, na primeira categoria, que evoluiu muito (15,6 %) e positivamente (9,4 %), no que se refere à resolução de problemas, com muito poucos a manifestarem dificuldades (1,9 %). É de realçar que, no que diz respeito à segunda categoria, os conteúdos específicos mencionados pelos alunos, tanto abarcam Física e Química (15,6 %) como Matemática (12,5%) , oscilando entre resolução de problemas (1,9%) e equações matemáticas (1,9%), dando ênfase à transversalidade disciplinar, como já foi referido anteriormente.

No discurso dos alunos, que se transcreve, é nítida a percepção da sua evolução:

E₁: “Evoluí muito no domínio das equações matemáticas, o que facilitou a resolução de problemas em Física e Química, por frequentar simultaneamente aulas das duas disciplinas.” (masculino, 18 anos)

E₃: “Na minha opinião evolui na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas entre o 10º e o 11º ano, pois apesar de a matéria ser mais difícil, obtive melhores resultados.” (feminino, 16 anos)

E₁₁: “Consigo resolver mais facilmente problemas de Física e Química.” (masculino, 16 anos)

E₁₂: “O treino de equações matemáticas ajudou muito na resolução de problemas de Física e Química.” (masculino, 16 anos)

E₂₃: “Continuo com algumas dificuldades às duas disciplinas”. (masculino, 18 anos)

E₃₀: “Resolvo mais facilmente equações matemáticas, não errando tanto os problemas de Física.” (masculino, 18 anos)

E₃₉: “Tive alguma melhoria, mas ainda sinto dificuldades.” (feminino, 16 anos)

E48: “Treinei muitas equações, que me facilitaram a resolução de problemas.”
(feminino, 17 anos)

Em síntese, o discurso dos alunos permite observar, não apenas a consciencialização da sua evolução mas, o que é mais importante, um percurso de conhecimento e reflexão processual, no que concerne à resolução de problemas.

2.2. Perceções dos alunos sobre a contribuição do trabalho colaborativo para a melhoria da aprendizagem na disciplina de Física e Química A

À semelhança da questão anterior, todos os alunos (60) responderam a esta questão. As suas respostas foram analisadas e codificadas, de acordo com as seguintes categorias: trabalho interpessoal, aprendizagem, desempenho, e respetivas subcategorias. Os resultados obtidos foram sistematizados na tabela 22.

Tabela 22– Perceções dos alunos sobre a contribuição do trabalho colaborativo para a melhoria da aprendizagem na disciplina de Física e Química A

Categorias	Subcategorias	Frequência	% total
Trabalho interpessoal	Mais motivação	19	6,3
	Entreaajuda	18	6,0
	Aumento da motivação	30	10,0
	Aumento do ritmo de trabalho	10	3,3
	Debate e partilha de ideias	11	3,7
	Crítica construtiva	6	2,0
Aprendizagem	Facilitação da aprendizagem	43	14,3
	Melhoria da aprendizagem	30	10,0
	Consolidação de conteúdos	12	4,0
	Melhoria da resolução de problemas	15	5,0
	Comparação de formas de resolução de problemas	14	4,7
	Esclarecimento de dúvidas	29	9,7
Desempenho	Melhoria do desempenho do grupo	25	8,3
	Melhoria do desempenho individual	38	12,7
Não responde		0	0,0
Total de casos		300	100,0

Verificamos que, relativamente à categoria aprendizagem, a maioria dos alunos considera que o trabalho colaborativo facilita a aprendizagem (14,3%) e contribui para a melhoria da aprendizagem (10,0%). No que diz respeito às categorias, respeitantes a trabalho interpessoal e desempenho, constatamos que 10,0% dos alunos tem a percepção que o trabalho colaborativo contribuiu para um aumento da motivação, permite o esclarecimento de dúvidas (9,7%), ajudando a melhorar o desempenho do grupo (8,3%) e o desempenho individual (12,7%), na disciplina.

No discurso dos alunos, do qual se transcrevem alguns exemplos, é nítida a percepção da contribuição do trabalho colaborativo, para a melhoria da aprendizagem, na disciplina de Física e Química A.

E7: *“Na minha opinião o trabalho colaborativo melhora a aprendizagem, pois a partilha e troca de ideias facilita a resolução de problemas.”* (masculino, 16 anos)

E15: *“Permite expor as dúvidas, partilhar formas de resolução de problemas.”* (feminino, 16 anos)

E17: *“A ajuda mútua, troca de ideias e conhecimento leva à aprendizagem.”* (feminino, 17 anos)

E20: *“Os alunos com mais dificuldades, expõem mais à vontade as suas dúvidas. problemas de Física.”* (feminino, 18 anos)

E29: *“A troca de opiniões e métodos de resolução de problemas aumenta a aprendizagem.”* (feminino, 17 anos)

E44: *“Aumenta o ritmo de trabalho e os alunos com mais dificuldades aprendem mais.”* (masculino, 17 anos)

E53: *“Com o trabalho colaborativo entre pares, aumenta a motivação, permite-nos assimilar e aplicar melhor a matéria”.* (masculino, 16 anos)

E56: *“Permite tirar mais facilmente as dúvidas e encontrar processos de resolução de problemas.”* (masculino, 16 anos)

Em síntese, o discurso dos alunos permite observar e concluir que os alunos têm a percepção dos efeitos positivos do trabalho colaborativo, na facilitação e melhoria das aprendizagens na disciplina de Física e Química A. Em particular, notam uma melhoria do desempenho, tanto a nível de grupo como a nível individual, considerando o ponto de partida e o ponto de chegada, que coincide com os dois anos do Ensino Secundário, concretamente 10.º e 11.º anos.

2.3. Percepções dos alunos sobre a contribuição da aprendizagem em Física e Química para a vida real

A esta questão responderam 59 alunos. As suas respostas foram analisadas e codificadas, de acordo com as seguintes categorias: contribuição da aprendizagem em Física e Química para a vida real e exemplificação de situações da Física e da Química na vida real, e respetivas subcategorias. Os resultados obtidos foram sistematizados na tabela que se inclui. De referir que alguns alunos situaram as suas respostas em mais do que uma subcategoria e dois não justificaram porque é que consideram que a aprendizagem, em Física e Química, os prepara para a vida real.

Tabela 23 – Percepções dos alunos sobre a contribuição da aprendizagem em Física e Química para a vida real

Categorias	Subcategorias	Frequência	% total
Contribuição para a vida real	Preparação para a vida real quotidiana	43	29,7
	Aumento do conhecimento científico	23	15,9
	Compreensão de fenómenos do mundo natural	10	6,9
	Outra visão da realidade	6	4,1
	Não preparação para a vida real	1	0,69
Exemplificação de situações da vida real	Exemplos de Física	45	31,0
	Exemplos de Química	17	11,7
Não responde		2	1,4
Total de casos		145	100

Da análise da tabela, verificamos que a maioria dos alunos considera, na primeira categoria, que a aprendizagem da Física e da Química prepara para a vida real (29,7 %), e aumenta o conhecimento científico (15,9 %). No que diz respeito à segunda categoria, os alunos manifestam a percepção de que os fenómenos, estudados na disciplina de Física e Química, surgem em situações da vida real, apresentando muitos exemplos da Física (31,0%) e da Química (11,7%).

Embora a maioria dos alunos afirme que a aprendizagem em Física e Química prepara para a vida real, uma aluna (16 anos) considera que não, visto não aplicar situações

aprendidas nas aulas às situações do dia-a-dia, e um outro aluno (16 anos) refere que tal depende de seguir (ou não) cursos ligados a estas áreas.

No discurso dos alunos, que se insere, é reveladora a sua perceção da aplicação da Física e da Química a situações do seu quotidiano:

E₃: “Ajuda a perceber fenómenos que acontecem no dia a dia.” (feminino, 16 anos)

E₁₆: “Há muitos fenómenos do dia a dia que são estudados na Física e Química.” (feminino, 17 anos)

E₃₀: “Há muitos fenómenos da vida real que se entendem melhor com conteúdos aprendidos na Física e na Química.” (masculino, 18 anos)

E₅₀: “Percebemos melhor certos fenómenos, aumenta o nosso conhecimento e cultura.” (feminino, 16 anos)

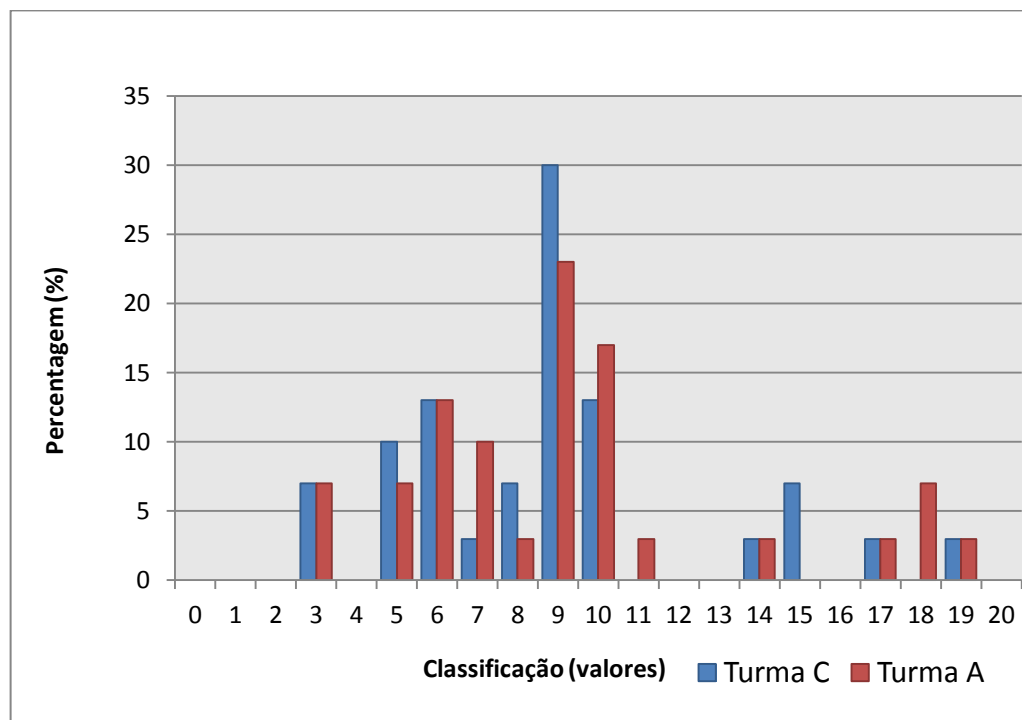
E₅₅: “Há muitos assuntos estudados que nos preparam para a vida real.” (feminino, 16 anos)

Comprova-se que, para os alunos, a aprendizagem em Física e Química permite perceber muitos fenómenos naturais do quotidiano e compreender os fenómenos naturais.

3. AVALIAÇÃO DE UM PERCURSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA E QUÍMICA

3.1. Avaliação diagnóstica como ponto de partida

Neste projeto de investigação procedeu-se a uma avaliação diagnóstica, no início do ano letivo, que teve como modalidade um teste escrito. Pretendia-se registar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos programáticos a lecionar e identificar as dificuldades dos alunos, sobretudo no que diz respeito à interpretação de enunciados, análise de gráficos e resolução de problemas com equações matemáticas. Deste estudo fazem parte as classificações obtidas pelos alunos das duas turmas de 11.º ano e a informação recolhida e analisada, que consta dos relatórios entregues ao diretor de turma, no início do ano letivo.

Gráfico 10 – Análise das classificações da avaliação diagnóstica

Da análise do gráfico 10, verifica-se que as percentagens mais elevadas (cerca de 22% e 30%, em cada uma das turmas) correspondem a classificações negativas (iguais ou inferiores a 9 valores), na avaliação diagnóstica. Os alunos que obtiveram classificações inferiores a 9 valores perfazem uma percentagem próxima de 40%.

Uma percentagem pequena de alunos (cerca de 14 %) encontra-se no limite inferior das classificações positivas (10 valores). Quanto às classificações positivas mais elevadas, estas atingiram percentagens muito reduzidas, em ambas as turmas.

Em face destes resultados, podemos concluir que a maioria dos alunos apresentava, no ponto de partida (10º ano), ausência de pré-requisitos, necessários ao acompanhamento dos conteúdos programáticos de 11.º ano. Tal revela as fragilidades dos discentes à disciplina, comprovando ser necessário um grande empenhamento no trabalho letivo, que se estava a iniciar, para que, utilizando uma nova estratégia de ensino, as aprendizagens melhorassem.

Tabela 24 - Classificações por item da turma A

Item	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3
Cotação	12	8	8	16	20	15	20	8	12	8	10	10	15	20	18
% Resp. cotação máxima	73,3	96,7	96,7	46,7	6,7	6,7	3,3	76,7	20,0	63,3	20,0	13,3	3,3	3,3	3,3
% Resp. cotação nula	0,0	3,3	3,3	10,0	53,3	63,3	70,0	23,3	40,0	30,0	23,3	40,0	73,3	73,3	63,3
% Cotação média Cotação total	91,9	96,7	96,7	80,8	32,7	28,7	21,2	76,7	47,2	71,7	61,3	48,7	19,1	14,8	19,6
Média	9,2														
Desvio padrão	4,1														

Tabela 25 - Classificações por item da turma C

Item	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3
Cotação	12	8	8	16	20	15	20	8	12	8	10	10	15	20	18
% Resp. Cotação máxima	73,3	96,7	96,7	46,7	6,7	6,7	3,3	70,0	20,0	56,7	16,7	13,3	3,3	3,3	0,0
% Resp. Cotação nula	0,0	3,3	3,3	10,0	50,0	63,3	70,0	30,0	43,3	36,7	26,7	40,0	73,3	80,0	70,0
% Cotação média/cotação total	91,9	96,7	96,7	80,8	34,0	29,6	21,2	70,0	45,3	65,0	58,0	48,7	18,9	12,3	13,3
Média	9,0														
Desvio padrão	3,8														

Pela análise dos resultados constantes das tabelas, podemos verificar que os itens com melhor desempenho, nas duas turmas, independentemente dos conteúdos científicos a eles associados, são os itens 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4. Salienta-se que são itens que testam conhecimentos básicos e/ou requerem a seleção de informação simples, apresentada sob a forma de um texto ou de um gráfico.

Os itens em que os alunos revelaram pior desempenho, foram os itens 2.2, 2.3, 6.1, 6.2 e 6.3 (com valores de cotação média em relação à cotação total de, respetivamente, 28,7%, 21,2%, 19,1%, 14,8% e 19,6%, na turma A, e 66,7%, 70,0%, 76,7%, 76,7% e

70,0%, na turma C). É de salientar que estes itens mobilizam competências de grau mais elevado e envolvem operações mentais complexas, como, por exemplo: o estabelecimento de relações entre conceitos e a explicitação dessas relações, a mobilização de conhecimentos/aprendizagens para a interpretação/aplicação em novos contextos, bem como a construção de metodologia de resolução de problemas adequada.

Os resultados obtidos demonstram que ambas as turmas apresentavam fragilidades semelhantes, nomeadamente ao nível resolução de problemas. Esta avaliação diagnóstica, no início do ano letivo, permitiu a implementação de estratégias de superação adequadas às dificuldades manifestadas. Nos relatórios, entregues aos diretores de turma, nos Conselhos de Turma, registou-se que os alunos manifestavam dificuldades na interpretação de enunciados, na aplicação de conceitos e na resolução de problemas envolvendo equações matemáticas. Nesta perspetiva, foram propostas medidas de intervenção didática, com vista à superação das dificuldades evidenciadas.

3.2. Avaliação do sucesso escolar à disciplina

Deste estudo fazem também parte as classificações obtidas pelos alunos no final do primeiro período, e uma avaliação final, correspondente à classificação obtida, na disciplina de Física e Química A, no final do ano letivo de 2012/2013.

Os dados utilizados constam de pautas e de relatórios fornecidos pela direção da Escola, tendo sido analisados pelo grupo de professores da área disciplinar (tabela 26).

A reflexão peridial e final da avaliação atribuída aos alunos, constitui responsabilidade do Conselho de Turma, convocado e reunido para o efeito, o qual aceita ou, em casos específicos, e devidamente fundamentados, altera a proposta inicial de avaliação feita pelo professor de determinada disciplina.

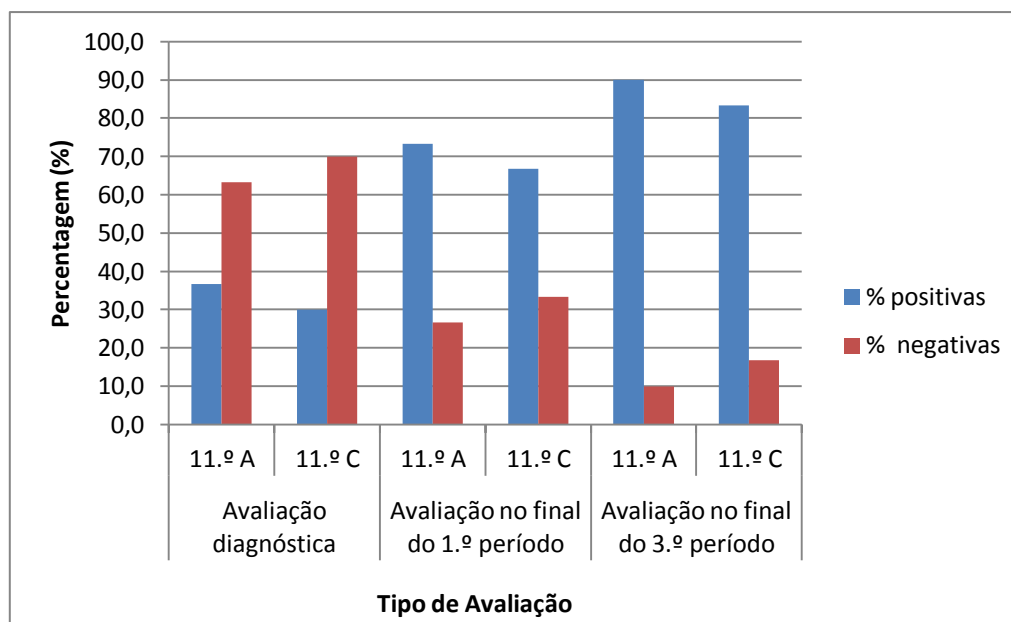
A avaliação de cada aluno encontra-se registada em documentos oficiais, destinados para o efeito, nomeadamente fichas individuais e pautas.

No Ensino Secundário, a prioridade dada ao cumprimento do currículo e dos programas (Despacho nº 17860 / 2007) traduziu-se, em cada turma, na criação de um tempo de Reforço Curricular.

Tabela 26 -Avaliação dos alunos

Física e Química A	Turmas	N.º positivas	N.º negativas	% positivas	% negativas
Avaliação diagnóstica	11.º A	11	19	36,7	63,3
	11.º C	9	21	30,0	70,0
Avaliação no final do 1.º período	11.º A	22	8	73,3	26,7
	11.º C	20	10	66,7	33,3
Avaliação no final do 3.º período	11.º A	27	3	90,0	10,0
	11.º C	25	5	83,3	16,7

Gráfico 11 - Análise das classificações positivas e negativas dos alunos



Analisando a evolução dos resultados obtidos pelos alunos, podemos concluir que a estratégia de ensino, baseada no trabalho colaborativo entre pares contribuiu para o sucesso escolar em Física e Química. De facto, é nítida a evolução dos alunos, com uma diminuição muito significativa das classificações negativas, de cerca de 50%. Comparando com a avaliação no final do 3º período, constata-se que houve uma evolução muito positiva das aprendizagens dos alunos, que se traduzir em melhores resultados escolares.

Conclui-se, então, que os alunos do 11.º ano alcançaram efetivamente sucesso escolar, em Física e Química, o que confirma a **hipótese 3**.

CONCLUSÕES

Os profissionais de ensino enquadram-se, assim, no conjunto de profissionais de desenvolvimento humano. Compete-lhes estabelecer a mediação entre os aprendentes (que, na sua dinâmica desenvolvimentista, se autotransformam), os saberes (constituídos e em evolução) e a sociedade (que a cada dia se transmuta).

Alarcão e Roldão (2008, p. 16)

No século XXI, é conferida à Escola a responsabilidade de preparar os jovens para uma sociedade em constante mudança, tendo em vista o desenvolvimento pessoal e profissional, numa sociedade globalizada (Nóvoa, 2007).

A Escola massificada, aberta a todos os alunos, espelha uma profunda transformação social, que atende à diversidade de crianças e jovens, e a diversos contextos educativos (Perrenoud, 2001; Roldão, 2009). Por isso, compete ao professor, como supervisor, criar, em sala de aula, as condições necessárias para um ensino-aprendizagem de qualidade, que tenha em conta as características de cada aluno, possibilitando o seu crescimento, como pessoa e cidadão.

Neste entendimento, em contexto de comunidade aprendente, reflexiva e democrática, os professores devem estar atentos à preparação de jovens para a vida em sociedade. Trata-se de um trabalho conjunto, entre professores e entre docentes e alunos, de intervenção educativa em sala de aula e na comunidade (Formosinho et al., 2010).

No Currículo Nacional do Ensino Básico é referido que os alunos devem desenvolver, ao longo da educação básica, a competência de “usar a matemática, em combinação com outros saberes, na compreensão de situações da realidade” (DEB, 2001, p. 57), prevendo uma articulação entre as Ciências e a Matemática. No entanto, verifica-se que os alunos não compreendem a interligação entre as duas disciplinas, continuando a apresentar, no Ensino Secundário, uma enorme dificuldade na aplicação de conhecimentos matemáticos, em situações relacionadas com a Física.

Todavia, os físicos e os químicos sabem que a importância da Matemática está para além das medições e que estas disciplinas se interligam e complementam, pela interdisciplinaridade entre ambas (Fiolhais, 2006).

Em consequência, na disciplina de Física e Química A, no Secundário, a resolução de problemas permanece como uma atividade, em que os alunos continuam a evidenciar dificuldades. Este problema deve-se a um conhecimento prévio deficitário ou inexistente, bem como à complexidade da resolução de problemas, de nível cognitivo superior. Por isso, cabe ao professor da disciplina assumir uma orientação supervisiva e reflexiva, em sala de aula, na assunção da centralidade do aluno, enquanto sujeito de aprendizagem, em trabalho colaborativo entre pares (Damiani, 2008; Martins et al., 2008). Assim sendo, interessa averiguar de que forma a concretização, em sala de aula, de trabalho colaborativo entre pares, e o domínio de equações matemáticas, possibilitam a melhoria da resolução de problemas e dos resultados escolares, na disciplina de Física e Química A, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Nesta perspetiva, a **Pergunta de Partida**, que norteou a pesquisa e que se retoma da Introdução e da Metodologia, é a seguinte:

- **De que forma o trabalho colaborativo e o treino de equações matemáticas potenciam a resolução de problemas, na disciplina de Física e Química A, no Ensino Secundário?**

Em concordância, as hipóteses da pesquisa foram confirmadas, aquando da análise e discussão dos resultados, concretizadas no capítulo anterior. Os resultados dizem respeito a um inquérito por questionário, com perguntas abertas e fechadas, aplicado a 60 alunos de Física e Química do 11.º ano de escolaridade. Da análise quantitativa e qualitativa, é possível retirar as conclusões que se seguem.

Relativamente à **hipótese 1**, “O treino de equações matemáticas facilita a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário”, a mesma foi validada.

Ao contrário dos alunos que apresentam dificuldades, os bons alunos consideram que colocar um problema em equação é fácil, classificando, igualmente, como fácil, a resolução de equações matemáticas. Pode-se concluir que os alunos, na globalidade, percecionam a importância do treino de equações matemáticas, como facilitador da resolução de problemas, na disciplina de Física e Química A.

No que se refere à **hipótese 2**, “O trabalho colaborativo entre pares promove a resolução de problemas na disciplina de Física e Química A, por alunos do 11.º ano do Ensino Secundário”, esta foi, igualmente, validada.

Os resultados confirmam que os alunos, que se percecionam com menor capacidade, para resolver equações matemáticas, dão maior importância ao trabalho colaborativo, entre pares, e preferem trabalhar em grupo. Por sua vez, os alunos que se avaliam com boas ou muito boas capacidades, para resolver equações matemáticas, preferem trabalhar individualmente. Contudo, os alunos convergem na valorização do trabalho colaborativo, entre pares, para a resolução de problemas, na disciplina de Física e Química A.

Finalmente, quanto à **hipótese 3**, “O trabalho colaborativo entre pares contribui para o sucesso escolar em Física e Química A, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário”, a mesma foi confirmada. Em triangulação com os resultados classificativos, ao longo de um ano escolar, registados nos Conselhos de Turma de Avaliação, é muito significativo o percurso evolutivo dos alunos, desde o teste diagnóstico à avaliação final, comprovando o sucesso escolar alcançado e a pertinência do Projeto de Intervenção de Física e Química, dinamizado na Escola em análise.

Em **síntese**, quer através das respostas às questões fechadas, quer às questões abertas, os alunos evidenciam um percurso de consciencialização, relativamente à resolução de problemas. O trabalho colaborativo é entendido como essencial, por muitos alunos, para o aprofundamento de competências a Física e Química. Alguns bons alunos, com evidente facilitação cognitiva, expressam a sua preferência pelo trabalho individual. Pelo contrário, os alunos que apresentam dificuldades, reforçam as vantagens de um trabalho colaborativo de entre-ajuda, entre pares.

No que se refere a **investigações futuras**, as mesmas poderão incidir sobre a literacia científica e tecnológica, dado que esta tem vindo a contribuir para o fortalecimento de uma sociedade de cidadãos cientificamente literatos, constituindo uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões e a superação de problemas relativos à integração social.

Parece-nos que, nas escolas, a dinamização de projetos disciplinares, nomeadamente em Física e Química, será determinante para o empenho e o sucesso escolar do aluno. O papel supervisivo do professor, em contexto de sala de aula, passa por promover

uma via de ligação a conteúdos do quotidiano e a interesses do aluno, com abordagem interdisciplinar de situações-problema e integração da avaliação formativa.

Terminamos com as palavras do fundador da Física moderna, Galileu Galilei (cit. por Fiolhais, 2001, p. 60), quando afirma que “a Natureza está escrita em caracteres matemáticos,” ou seja, a linguagem da Física é a Matemática. De facto, a linguagem matemática é a mais clara, objetiva, sintética e rigorosa, para exprimir as leis da Física e da Química. Podemos dizer que as palavras dos físicos e dos químicos são equações matemáticas, revestidas com conceitos das ciências experimentais. Assim, os alunos aprofundam os seus conhecimentos nesta área de saber, quando adquirem, pelo estudo e treino sistemático, bases matemáticas sólidas. Resolver problemas de Física e Química é para além de resolver equações, aplicar conhecimentos à realidade do quotidiano.

BIBLIOGRAFIA

- Abrantes, M. M. (2005). *O Desenvolvimento da Reflexividade no Contexto do Discurso Supervisivo*. Tese apresentada ao Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de doutor, orientada por Maria Helena Pedrosa de Jesus e Maria José Sá-Correia. Aveiro.
- Abrantes, P. (2002). A avaliação das aprendizagens no ensino básico. In *Reorganização Curricular do Ensino Básico. Avaliação das aprendizagens: das concepções às práticas* (pp. 9-15). Lisboa: Ministério da Educação. Acedido em 26 de dezembro de 2013, em <http://www.Escolavirtual.pt/assets/conteudos/downloads/1c1cr/Cgenerico/avaliacaodasaprendizagens.pdf?width=965&height=600>
- Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Coleção Contraponto. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Alarcão, I. (2009). Formação e Supervisão de Professores. Uma nova abrangência. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 8, 119-128. Acedido em 8 de abril de 2013, em <http://sisifo.fpce.ul.pt>
- Alarcão, I. (2003). *Professores Reflexivos em uma Escola Reflexiva*. São Paulo: Cortez Editora.
- Alarcão, I. (2001). *Do Olhar Supervisivo ao Olhar sobre a Supervisão*. Coimbra: Paripus Editora.
- Alarcão, I. (Org.). (2000). *Escola Reflexiva e Supervisão - Uma Escola em Desenvolvimento e Aprendizagem*. Coleção CIDInE. Porto: Porto Editora.
- Alarcão, I., & Roldão, M. C. (2008). *Supervisão. Um Contexto de Desenvolvimento Profissional dos Professores*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Alarcão, I., & Tavares, J. (2003). *Supervisão da Prática Pedagógica - Uma Perspectiva de Desenvolvimento e Aprendizagem* (2.^a ed.). Coimbra: Almedina.
- Almeida, L. S. (1998). Aprendizagem escolar: dificuldades e prevenção. Em L. S. Almeida & J. Tavares (Orgs.), *Conhecer, aprender, avaliar* (pp.51-74). Porto: Porto Editora.
- Almeida, L., & Tavares, J. (1998). *Conhecer, aprender, avaliar*. Porto: Porto Editora.

- Almeida, J., & Pinto, J. (2005). *Da Teoria à Investigação Empírica*. Problemas Metodológicos Gerais. In A. Silva & J. Pinto (Orgs.), *Metodologia das Ciências Sociais* (13.^a ed., pp. 55-78). Porto: Edições Afrontamento.
- Almeida, P. G. (2007). *Questões dos alunos e estilos de aprendizagem - um estudo com um público de Ciências no ensino universitário*. Tese apresentada ao Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de doutor, orientada por Maria Helena Pedrosa de Jesus. Aveiro.
- Alves, R. (2003). *A Alegria de Ensinar*. Porto: Edições Asa.
- Arends, R. I. (2008). *Aprender a Ensinar* (7.^a ed.). Madrid: McGraw Hill.
- Arends, R. (1995). *Aprender a ensinar*. Lisboa: Mcgraw-Hill.
- Ausubel, D., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana
- Bakhtin, M. (1986). *Speech Genres and Other Late Essays*. Austin: University of Texas Press.
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo* (L. Reto & A. Pinheiro, Trad., edição revista e atualizada). Lisboa: Edições 70.
- Bartlett, S., & Burton, D. (2007). *Introduction to Education Studies*. London: SAGE Publications.
- Bell, J. (2008). *Como realizar um projecto de investigação. Um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação* (4^a ed.). Lisboa: Gradiva.
- Benavente, A. (2001). Portugal, 1995/2001: reflexões sobre democratização e qualidade na educação básica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 27, 99-123.
- Bessa, D. (2005). *O uso das estatísticas em Economia*. In A. Silva & J. Pinto (Orgs.), *Metodologia das Ciências Sociais* (13.^a ed., pp. 79-98). Porto: Edições Afrontamento.
- Bessa, N., & Fontaine, A. (2002a). A Aprendizagem Cooperativa numa Pós-Modernidade Crítica. *Educação, Sociedade e Culturas*, 18, 123-147. Porto. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação.

- Bessa, N., & Fontaine, A. (2002b). *Cooperar para Aprender. Uma Introdução à Aprendizagem Cooperativa*. Porto: Edições Asa.
- Bloom, B. S. (1976). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Chicago: Longman.
- Bolívar, A. (2000). *Los centros educativos como organizadores que aprendem*. Madrid: La Muralla.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2001). Perspetivas de ensino das ciências. In A. Cachapuz (Org.). *Perspetivas de ensino (1)*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência (CEEC).
- Canário, R. (2005). *O que é a Escola? Um “olhar” sociológico*. Porto: Porto Editora.
- Canário, R. (1994). *Formação Contínua e Profissão Docente*. Revista de Educação e Matemática, 31, 18-20.
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Chagas, I. (2005). *Caracterização da Investigação-acção*. Acedido em 14 de janeiro de 2013, em <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/Anexo%20i.pdf>
- Chin, C. (2001). Learning in science: what do students' questions tell us about their thinking? *Education Journal*, 29, 85-103. Acedido em 6 de outubro de 2011, em http://hkier.fed.cuhk.edu.hk/journal/wp-content/uploads/2009/10/ej_v29n2_85-103.pdf
- Coimbra N., Marques, A., & Martins, A. (2012). *Formação e Supervisão: o que move os Professores?* Revista Lusófona da Educação, 20, 31-46.
- Cortesão, L. & Torres, M. A. (1994). *Avaliação pedagógica II, mudança na escola mudança na avaliação*. Porto: Porto Editora.
- COSTA, Jorge Adelino (1991). *Gestão escolar: Participação, Autonomia, Projeto Educativo da Escola*. Lisboa, Texto Editora
- Costa, S, & Moreira, M. (1997). Estratégias para resolução de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2 (3), 153-184. Acedido em 5 de novembro de 2013, em http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID32/v2_n3_a1997.pdf
- Coutinho, C.P. (2004, nov.). Quantitativo versus qualitativo: questões paradigmáticas na pesquisa em avaliação. *Actas do XVII colóquio Admee-Europa: A avaliação de*

- competências. *Reconhecimento e validação das aprendizagens adquiridas pela experiência* (pp.436-448). Braga: Universidade do Minho. Acedido em 1 de janeiro de 2014, em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6469/1/ADMEE%20Clara%20Coutinho.pdf>
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Ação: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. *Psicologia, Educação e Cultura*, 2, 355-380. Acedido em 2 de março de 2013, em http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10148/1/Investiga%C3%A7%C3%A3o_Ac%C3%A7%C3%A3o_Metodologias.PDF
- Damiani, M. F. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo. *Educar, Curitiba*, 31, 213-230.
- 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.
- Delisle, R. (2000). *Como realizar a aprendizagem baseada em problemas* (1.^a ed.). Coleção Cadernos do CRIAP. Porto e Lisboa: ASA Editores.
- Dewey, J. (1971). *Experiência e Educação*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Fernandes, D. (2008). Para uma teoria de avaliação no domínio das aprendizagens. *Estudos de avaliação Educacional*, 19 (41), 347-372.
- Fernandes, D. (2006). Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Educação*, 19 (2), 21-50. Universidade do Minho.
- Fernandes, D. (2005). *Avaliação das aprendizagens: Desafios às teorias, práticas e políticas* (1.^a ed.). Lisboa: Texto Editores.
- Fiolhais, C. (2006). Entrevista com Carlos Fiolhais. *Gazeta de Matemática*, 150, 42-49.
- Fiolhais, C. (2001). A relação da Física com a Matemática. *Atas do Segundo Debate sobre a Investigação Matemática em Portugal*. Acedido em 1 de dezembro de 2013, em <http://www.mat.uc.pt/~lnv/debate2/>.
- Flick, V. (2005). *Métodos Qualitativos na Investigação Científica* (1.^a ed.). Lisboa. Monitor.

- Freitas, M. (1997). Nos textos de Bakhtin e Vygotsky: um encontro possível. In B. Brait (Org.), *Bakhtin, dialogismo e construção de sentido*. Campinas: Editora Unicamp.
- Galvão, C., & Freire, A. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e Naturais em Portugal. In M. Martins (Coord.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na inovação da educação em Ciências* (pp. 31-38). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2001). *Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Teoria e Prática – Avaliação de Competências em Ciências: Sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário*. Porto: Edições Asa.
- Garcia, C. (1999). *Formação de professores: Para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora.
- Guerra, I. (2006). *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo – Sentidos e formas de uso*. (3ª ed.). Parede: Principia Editora.
- Hoskinson, M. D., Caballero, M., & Knight, K. (2013). How Can We Improve Problem Solving in Undergraduate Biology? Applying Lessons from 30 Years of Physics Education Research. *CBE—Life Sciences Education*, 12, 153–161. Acedido em 31 de dezembro de 2013, em <http://www.lifescied.org/content/12/2/153.full.pdf+html>
- Jacobson, M., & Wilensky, U. (2006). Complex Systems in Education: Scientific and Educational Importance and Implications for the Learning Sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34. Acedido em 30 de dezembro de 2013, em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.333.2040&rep=rep1&type=pdf>
- Jacobson M (2001). Problem solving, cognition, and complex systems: differences between experts and novices. *Complexity*, 6, 41–49. 160 CBE—Life Sciences Education. Acedido em 30 de dezembro de 2013, em <http://www.lifescied.org/>

- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms - A teacher's guide to implementation* (1ª ed.). Thousand Oaks (USA): Corwin Press, Inc.
- Leite, L., & Afonso, A.S. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas. *Características, organização e supervisão*. In *Atas do XIV Congresso Enciga*, 253-259. Universidade do Minho.
- Lima, L. C. & Afonso, A. J. (2002). *Reformas da educação pública: democratização, modernização, neoliberalismo*. Porto: Edições Afrontamento
- Maienschein, J. (1998). Scientific Literacy. *Science*, 281, 917. Acedido em 11 de outubro de 2013, em <http://cienciahoje.pt/index.php?oid=3080&op=all>
- Martins, I. Abelha, M. Roldão, M., & Costa, N. (2008). Impacte do Processo de Reorganização Curricular do Ensino Básico na área das Ciências Físicas e Naturais e na relação do professor com o trabalho curricular. *Saber (e) Educar*, 13. Acedido em 26 de dezembro de 2013, em http://repositorio.esepf.pt/bitstream/handle/10000/171/SeE_13Impacte.pdf?sequence=1.
- Martins, C., Lopes, M., Simões, B., San-Bento, P. & Caldeira, A. (2001). *Programa de Física e Química A 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica.
- Matlin, M. (2005). *Cognition* (6.th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Matos, A. (2004). *Investigação-acção*. Acedido 11 de novembro de 2013, em <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jfmatos/mestrados/ucp/investigacao%20acao.ppt>.
- Máximo-Esteves, L. (2008). *Visão Panorâmica da Investigação-Acção*. Porto: Porto Editora.
- Mourão, A. P., Barros, A. M., Almeida, L. S., & Fernandes, J. A. (1993). O baixo desempenho na Matemática: Avaliação para a definição do programa. Em L. S. Almeida, J. A. Fernandes & A. P. Mourão (Orgs.), *Ensino-aprendizagem da Matemática: Recuperação de alunos com baixo desempenho* (pp.). Braga: Didáxis
- Muijs, D., & Reynolds, D. (2005). *Effective Teaching Evidence and Practice* (2.^a ed.). Los Angeles, London, New Delhi, Singapore: Sage Publications.

- Nist, S. L., & Holschuh, J. P. (2000). *Active Learning - Strategies for College Success*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Nolan, J., & Hoover, L. (2004). *Teacher Supervision and Evaluation: Theory into Practice*. Hoboken, NJ: Wiley/Jossey-Bass.
- Nóvoa, A. (2005). *Evidentemente. Histórias da Educação*. Porto: Edições Asa.
- Nóvoa, A. (2002). *Formação de Professores e Trabalho Pedagógico*. Lisboa: Educa.
- Nóvoa, A. (2000). Os professores e as histórias da sua vida. In A. Nóvoa (Org.), *Vidas de Professores* (2ª ed., pp. 11-29). Porto: Porto Editora.
- Oliveira-Formosinho, J. (Org.). (2002). *A Supervisão na Formação de Professores I. Da Sala à Escola*. Porto: Porto Editora.
- Orlich, D., Harder, R., Callahan, R., Trevisan, M., & Brown, A. (2007). *Teaching Strategies. A Guide to Effective Instruction* (8.th ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.
- Paiva, M., Barbosa, I., & Fernandes, I. (2006). Observação colaborativa, discurso supervisivo e reflexão escrita: três estudos de um caso de supervisão em estágio. In F. Vieira, M. Moreira, I. Barbosa, M. Paiva & I. Fernandes (Orgs.), *No Caleidoscópio da Supervisão: Imagens da formação e da pedagogia* (pp. 77-108). Mangualde: Edições Pedago.
- Palma, C., & Leite, L. (2006). Formulação de Questões, Educação em Ciências e Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas: Um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade. In *Actas do Congresso Internacional PBL*. Lima: Pontifícia Universidad Católica del Perú.
- Pawlas, G., & Oliva, P. (2007). *Supervision for Today's Schools* (8.th ed.). Indianapolis: Wiley & Jossey-Bass Education.
- Pearson, E. (1999). Scientific Literacy: what is the role of Science Teacher? *The Journal of Negro Education*, 59 (3), 317, Summer.
- Perrenoud, P. (2004). Os ciclos de aprendizagem: novos espaços-tempos de formação. *Pátio. Revista Pedagógica*, 30, 16-19. Brasil. Porto Alegre.

- Perrenoud, P. (2002). *A Prática Reflexiva no Ofício de Professor: Profissionalização e Razão Pedagógica*. Porto Alegre: Artmed.
- Perrenoud, P. (2001). *Évaluation formative et évaluation certificative: Postures contradictoires ou complémentaires?* In :Formation professionnelle suisse. 2001, n°4. pp 25-28
- Perrenoud, P. (1999). *Construir competências a partir da Escola*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Pestana & Gageiro (2008). *Análise de Dados para Ciências Sociais – A Complementaridade do SPSS*. Lisboa: Sílabo.
- Piaget, J. (2000). *Seis Estudos de Psicologia*. Lisboa. Dom Quixote.
- Piaget, J. (1975). *A formação do símbolo na criança. Imitação, Jogo e Sonho, Imagem e Representação* (A. Cabral & C. Oiticica, Trad., 2.ª ed.). S. Paulo: Zahar Editores.
- Pires, V. L. (2011). A interação pela linguagem: prática social mediadora das relações socioculturais. *Nonada Letras em Revista*, 14 (17), 87-100.
- Praia, J. (1999). O Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências: Contributos para uma Reflexão de Natureza Epistemológica. Ensino Experimental e Construção dos Saberes. Actas de seminário realizado em 21 de Maio de 1999 (pp. 55-75). Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Praia, J. F., & Marques, L. (1997). Das práticas dos professores de Ciências (Geologia/Biologia) à mudança em torno das suas concepções de ensino. Em A. Estrela, R. Fernandes, F. A. Costa, I. Narciso & O. Valério (Orgs.), *Contributos da Investigação Científica para a qualidade do ensino* (pp. 145-154). Lisboa: SPCE II .
- Punch, K. (2011). *Research Methods in Education* (reprinted). London: SAGE.
- Queirós, J. (2006). *(Auto)supervisão: um meio de desenvolvimento profissional contínuo*. Acedido em 4 de Agosto de 2012, em euro-pal.net: <http://www.euro-pal.net>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (J. Marques, M. Mendes & M. Carvalho, Trad., 5.ª ed.). Lisboa: Gradiva
- Roldão, M. (2009). *Estratégias de Ensino. O saber e o agir do professor*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.

- Roldão, M. C. (2006) *Gestão do currículo e avaliação de competências - as questões dos professores* (4.^a ed.). Lisboa: Editorial Presença.
- Sá-Chaves, I. (2002). *A Construção do Conhecimento pela Análise Reflexiva da Praxis*. Lisboa: Fundação para a Ciência e a Tecnologia/Fundação Calouste Gulbenkian.
- Sá-Chaves, I. (2000). *Portfolios Reflexivos. Estratégias de Formação e de Supervisão*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Sá-Chaves, I. (1998). Porta-Fólio: No Fluir das Conceções, das Metodologias e dos Instrumentos. In L. Almeida & J. Tavares (Orgs.), *Conhecer, Aprender, Avaliar* (pp. 133-142). Colecção CIDInE. Porto: Porto Editora.
- Sanches, I. (2005). *Compreender, Agir, Mudar, Incluir*. Da investigação-acção à educação inclusiva. *Revista Lusófona da Educação*, 5, 127-142. Acedido em 24 de novembro de 2013, em <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rle/n5/n5a07.pdf>
- Santos, M. E., & Praia, J. F. (1992). Percurso de mudança na Didática das Ciências: Sua fundamentação epistemológica. Em F. Cachapuz (Org.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores* : Projecto MUTARE 1 (pp. 7- 34). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Schön, D. (2000). *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.
- Schön, D. (1997). *Formar professores como profissionais reflexivos*. In A. Nóvoa (Coord.), *Os Professores e a sua formação* (pp. 77-91). Lisboa: Edições D. Quixote.
- Senge, P., McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J., & Kleiner, A. (2000). *Schools that Learn. A Fifth Discipline resource*. New York: Doubleday Dell Publishing Group.
- Senge, P. (1994). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Currency Doubleday.
- Serapioni, M. (2000). Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. *Ciências Saúde Coletiva*, 5 (1), 187-192. Acedido em 1 de julho de 2013, em <http://www.scielo.br/pdf/csc/v5n1/7089.pdf>

- Silva, A., & Pinto, J. (2005). Uma visão global sobre as Ciências Sociais. In A. Silva & J. Pinto (Orgs.), *Metodologia das Ciências Sociais* (13.^a ed., pp. 9-27). Porto: Afrontamento.
- Silva, J. F. (2002). *Um Documento Hipermédia - Uma Investigação-Ação*. Porto: Universidade de Porto.
- Siguenza, A.F., & Saez, M.J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 223-230.
- Solé, I. (2001). Disponibilidade para a aprendizagem e sentido da aprendizagem. In C. Coll et al. (Org.), *O Construtivismo na Sala de Aula – Novas Perspectivas para a Acção Pedagógica* (pp. 28-53). Porto: Edições Asa.
- Sousa, A. (2009). *Investigação em Educação* (2.^a ed.). Lisboa: Livros Horizonte.
- Souza, F. N. (2006). *Perguntas na Aprendizagem de Química no Ensino Superior*. Dissertação apresentada ao Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro para a obtenção do grau de doutor, orientada por Maria Helena Pedrosa de Jesus. Aveiro.
- Stake, R. (2009). *A Arte da Investigação com Estudos de Caso* (2.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). Putting the Human Back in “Human Research Methodology”: The Researcher in Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 4 (4), 271 – 277. Acedido em 1 de julho de 2013, em <http://mmr.sagepub.com/content/4/4/271.full.pdf+html>
- Tomlinson, C. (2008). *Diferenciação Pedagógica e Diversidade - Ensino de Alunos em Turmas com Diferentes Níveis de Capacidades* (2.^a ed.). Coleção Educação Especial. Porto: Porto Editora.
- Tomlinson, C., & Allan S. (2002). *Liderar projetos de diferenciação pedagógica* (1.^a ed.). Coleção práticas pedagógicas. Porto: Edições ASA.
- Tuckman, B. (2000). *Manual de Investigação em Educação* (L. Rodrigues, Trad., 4.^a ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

- Turato, E. (2005). Métodos qualitativos e quantitativos na área de saúde: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa. *Revista Saúde Pública*, 39 (3), 507-514. Acedido em 1 de julho de 2013, em <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v39n3/24808.pdf>
- Vala, J. (2005). A Análise de Conteúdo. In A. Silva & J. Pinto (Orgs.), *Metodologia das Ciências Sociais* (13.^a ed., pp.101-128). Porto: Edições Afrontamento.
- Vasconcelos, C, Praia, J., & Almeida, L. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 7(1) 11-19. Acedido em 30 de dezembro de 2013, em <http://www.scielo.br/pdf/pee/v7n1/v7n1a02.pdf>
- Verástegui, R. (2012). Dewey e a proposta democrática na Educação. *Revista Redescrições*, 3 (4). Brasil: Universidade Estadual de Londrina.
- Vieira, F., & Moreira, M. (2011). *Supervisão e Avaliação do Desempenho do Docente*. Cadernos de CCAP-1. Ministério da Educação. Conselho Científico para a Avaliação de Professores.
- Vieira, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciência. Dois objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10, 97 -108.
- Vieira, H. (2005). *A Comunicação na Sala de Aula* (2.^a ed.). Barcarena: Editorial Presença.
- Vygotsky, L. (1979). *Pensamento e Linguagem* (M. Resende, Trad.). Lisboa: Ed. Antídoto. (Original publicado em russo em 1934).
- Yin, R. (2001). *Estudo de caso: planeamento e métodos* (D. Grassi, Trad., 2.^a ed.). Porto Alegre: Bookman. (Original publicado em 1984).

Documentos consultados

- Abrantes, P. (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais* (1953-2003). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Básico
- ESFV (2013). *Projeto Educativo de Escola [PEE]*. Porto: Autor.
- ESFV (2012). *Informações na Abertura do Ano Letivo*. Porto: Autor.

- Galvão, C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, MC, Vilela, MC, Oliveira, MT & Pereira M. (2001). *Orientações Curriculares 3º Ciclo, Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Básico.
- Ministério da Educação [ME] (2007a). *PISA 2009 - Competências Científicas dos alunos Portugueses*. Lisboa: GAVE. Acedido em 10 de janeiro de 2013, em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/15.html>
- Ministério da Educação [ME] (2007b). *PISA 2006 - Competências Científicas dos alunos Portugueses*. Lisboa: GAVE. Acedido em 10 de janeiro 2013, em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/15.html>
- Ministério da Educação [ME] (2007c). *PISA 2003 - Competências Científicas dos alunos Portugueses*. Lisboa: GAVE. Acedido em 10 de janeiro de 2013, em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/15.html>
- Ministério da Educação e Ciência (2012). *Revisão da estrutura curricular*. Lisboa: Gabinete do Ministro da Educação e Ciência.
- Ministério da Educação (2011). *Relatório dos Exames Nacionais dos Ensinos Básicos e Secundário*. Acedido em 8 de julho de 2013, em <http://www.dgidec.min-edu.pt>
- Ministério da Educação (2003). *Programa de Física e Química do 11º ou 12º anos*. Lisboa: Depart. do E. Sec. Acedido em 8 de julho de 2012, em <http://www.gave.min-edu.pt>
- Ministério da Educação [ME] (2001). *Programa de Física e Química*. Lisboa: DEB.
- Portugal. Decreto-Lei 6/2001, de 18 de janeiro. Lisboa: Diário da República.
- Portugal. Decreto-Lei nº 139/2012. Lisboa: Diário da República.
- Portugal. Decreto-Lei 137/2012, 2 de Julho. Lisboa: Diário da República.
- Portugal. Despacho Normativo nº13-A/2012. Lisboa: Diário da República.
- Portugal. Despacho nº 17860 / 2007. Lisboa: Diário da República.
- Portugal. Lei nº 49/2005 de 30 de Agosto. *Lei de Bases do Sistema Educativo*. Lisboa: Diário da República.

APÊNDICES

Apêndice I

23 de abril de 2013

Exma. Senhora
Diretora Pedagógica

Ana Maria Rodrigo Neves, aluna do Mestrado em Ciências da Educação – Especialização em Supervisão Pedagógica, da Universidade Lusófona do Porto, encontra-se a realizar um trabalho de investigação que tem por objetivo averiguar de que forma a concretização, em sala de aula, de trabalho colaborativo entre pares, e o domínio de equações matemáticas, possibilitam a melhoria da resolução de problemas e dos resultados escolares, na disciplina de Física e Química A, de alunos do 11.º ano do Ensino Secundário.

Neste contexto, vem solicitar a V^a. Ex^a. autorização para aplicar um questionário (em anexo) às turmas A e C do 11.º ano .

Certa de poder contar com a vossa colaboração, manifesto desde já, disponibilidade para dar conhecimento dos resultados, assim que isso seja possível, a quem estiver interessado.

Com os melhores cumprimentos,

A Mestranda:

A Orientadora:

Ana Neves

Professora Doutora Nazaré Coimbra

Apêndice II

INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS

Este inquérito por questionário integra-se numa dissertação de Mestrado e Ciências da Educação na Especialidade de Supervisão Pedagógica. Pretende-se conhecer de que forma o trabalho colaborativo e a avaliação formativa entre pares, potencia a resolução de problemas, na disciplina de Física e Química, no Ensino Secundário. Os dados fornecidos têm um interesse estritamente científico, pelo que pedimos que seja sincero/a nas suas respostas. Obrigada pela colaboração.

Para cada questão, escolha uma opção, assinalando com um (X) ou complete.

1. Identificação:

Género: Masculino ☐ Feminino ☐

Idade _____ anos

2. Assinale o seu aproveitamento escolar a Física e Química.

Muito Bom ☐ Bom ☐ Suficiente ☐ Insuficiente ☐

3. Como avalia a sua capacidade atual de resolver equações matemáticas?

Muito Bom ☐ Bom ☐ Suficiente ☐ Insuficiente ☐

4. Leia atentamente as afirmações que se seguem e indique, relativamente a cada uma delas, qual o grau de intensidade que corresponde às suas opiniões, pensamentos ou sentimentos. As respostas estão escalonadas numa escala de Likert, de 1 a 5 onde:

1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Nem concordo nem discordo; 4- Concordo; 5- Concordo totalmente.

4.1. O treino de equações matemáticas em Física:

		1	2	3	4	5
1	Contribui para a resolução de problemas					
2	É essencial para resolver problemas no domínio das leis de Newton do movimento					
3	É essencial para resolver problemas no domínio da lei da Gravitação Universal					
4	É essencial para resolver interpretar gráficos $x = x(t)$ e $v = v(t)$					
5	É essencial para saber interpretar resultados experimentais em Física					
6	É essencial para resolver problemas no domínio das propriedades do som					
7	É essencial para resolver problemas no domínio das propriedades da luz					

4.2. O treino de equações matemáticas em Química:

		1	2	3	4	5
1	Contribui para a resolução de problemas de Química					
2	É essencial para resolver problemas de rendimento de reações químicas					
3	É essencial para resolver problemas de reações de oxidação-redução					
4	É essencial para resolver problemas de cálculo de número de moles					
5	É essencial para resolver problemas de equilíbrio químico					
6	É essencial para saber interpretar gráficos em Química					
7	É essencial para saber interpretar resultados experimentais em Química					

4.3. Na resolução de problemas na disciplina de Física e Química:

		1	2	3	4	5
1	Pôr um problema em equação é fácil					
2	A maior dificuldade em equacionar problemas é a definição de variáveis					
3	É mais fácil resolver mentalmente um problema do que matematicamente					
4	A resolução de equações matemáticas é fácil					
5	A resolução de equações é muito importante em Física e Química					
6	As equações em Física e Química são diferentes das equações em Matemática					

4.4. Nas aulas da disciplina de Física e Química:

		1	2	3	4	5
1	Prefiro aulas expositivas					
2	Os professores falam demasiado tempo, explicando a matéria					
3	Os alunos gastam mais tempo a ouvir do que a experimentar					
4	Os professores explicam muito bem a matéria					
5	Prefiro trabalhar individualmente					
6	Prefiro aulas com trabalho de grupo, entre 3 a 5 alunos					
7	Prefiro aulas em trabalho colaborativo entre pares					
7	A interação com os colegas facilita muito a aprendizagem					
8	Aprendo mais facilmente com a explicação de um colega do que com a do professor.					

4.5. O trabalho colaborativo entre pares:

		1	2	3	4	5
1	Motiva o trabalho em sala de aula					
2	Facilita a aprendizagem de conteúdos novos					
3	Facilita a revisão de conteúdos já apreendidos					
4	Possibilita a diferenciação das aprendizagens					
5	Ajuda todos os alunos a terem mais sucesso escolar					
6	Ajuda os alunos com mais dificuldades a terem mais sucesso escolar					
7	Contribui para uma melhor preparação para o exame nacional					

5. Descreva qual foi a sua evolução na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas, entre o 10.º e o 11.º ano.

6 . Na sua opinião, de que forma o trabalho colaborativo pode contribuir para a melhoria da aprendizagem na disciplina de Física e Química?

7. Considera que a aprendizagem em Física e Química, o/a prepara para a vida real? Justifique.

Apêndice III**TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS À QUESTÃO ABERTA N.º5:**

Descreva qual foi a sua evolução, na resolução de problemas em Física e Química, com equações matemáticas, entre o 10º e o 11º ano.

N.º	Género	Idade	Evolução na resolução de problemas
E ₁	Masculino	18 anos	Evolui muito no domínio das equações matemáticas, o que facilitou a resolução de problemas em Física e Química, por frequentar simultaneamente aulas das duas disciplinas.
E ₂	Feminino	17 anos	Melhorei pois para resolver problemas de Física e Química é importante saber resolver equações matemáticas.
E ₃	Feminino	16 anos	Na minha opinião evolui na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas entre o 10º e o 11º ano, pois apesar de a matéria ser mais difícil, obtive melhores resultados
E ₄	Masculino	19 anos	Evolui, mas por vezes o problema é não saber o que calcular.
E ₅	Masculino	16 anos	Melhorei.
E ₆	Masculino	16 anos	Melhorei do 10º para o 11º ano.
E ₇	Masculino	16 anos	Melhorei ligeiramente, o que facilitou a resolução de problemas de Física e Química.
E ₈	Masculino	16 anos	Foi uma boa evolução que se refletiu nos problemas de Física e Química.
E ₉	Feminino	18 anos	Consigo resolver mais facilmente problemas de Física e Química.
E ₁₀	Feminino	17 anos	Melhorei ligeiramente, o que facilitou a resolução de problemas de Física e Química.
E ₁₁	Masculino	16 anos	Consigo resolver mais facilmente problemas de Física e Química.
E ₁₂	Masculino	16 anos	O treino de equações matemáticas ajudou muito na resolução de problemas de Física e Química.
E ₁₃	Feminino	17 anos	Domino melhor as equações matemáticas e consequentemente melhorei na resolução de problemas de Física e Química.
E ₁₄	Feminino	16 anos	Melhorei e passei a compreender melhor as minhas resoluções.
E ₁₅	Feminino	16 anos	Evolui ligeiramente.
E ₁₆	Feminino	17 anos	Evolui bastante e considero que resolvo melhor os problemas de Física e Química..
E ₁₇	Masculino	17 anos	Do 10º para o 11º ano notei uma evolução muito positiva na resolução de problemas de Física e Química pois evolui na resolução de equações matemáticas.
E ₁₈	Masculino	18 anos	Do 10º para o 11º ano evolui bastante na resolução de problemas de Física e Química pois evolui na resolução de equações matemáticas.
E ₁₉	Masculino	17 anos	Evolui muito em ambas as disciplinas.

V

E ₂₀	Feminino	18 anos	A resolução de problemas de Física e Química tornou-se mais fácil pois evolui em matemática.
E ₂₁	Masculino	17 anos	Evolui do 10º para o 11º ano, o que permitiu resolver melhor alguns problemas de Física e Química.
E ₂₂	Feminino	17 anos	Evolui alguma coisa, mas tenho ainda dificuldades às duas disciplinas.
E ₂₃	Masculino	18 anos	Continuo com algumas dificuldades às duas disciplinas.
E ₂₄	Feminino	17 anos	Do 10º ano para o 11º ano evolui nas equações matemáticas, o que contribuiu para a resolução de problemas de Física e Química.
E ₂₅	Masculino	17 anos	Evolui muito, eu gosto das duas disciplinas.
E ₂₆	Feminino	17 anos	Não tenho dificuldades, mas senti que evolui.
E ₂₇	Feminino	18 anos	Evolui muito às duas disciplinas.
E ₂₈	Masculino	18 anos	Evolui do 10º para o 11º ano, nas equações matemáticas, o que permitiu resolver melhor alguns problemas de Física e Química.
E ₂₉	Feminino	17 anos	Sinto que evolui muito.
E ₃₀	Masculino	18 anos	Resolvo mais facilmente equações matemáticas, não errando tanto os problemas de Física.
E ₃₁	Feminino	17 anos	Melhorei nos problemas de Física, principalmente nos que incluem equações matemáticas.
E ₃₂	Feminino	18 anos	Domino muito melhor equações matemáticas o que me permite não errar tantos problemas de Física e Química.
E ₃₃	Masculino	17 anos	Sinto que evolui nas equações matemáticas e consequentemente, nos problemas de Física e Química que envolvem estas.
E ₃₄	Masculino	18 anos	Notei uma evolução, mas preciso de trabalhar mais.
E ₃₅	Feminino	18 anos	Considero que evolui na Matemática e consequentemente em Física e Química.
E ₃₆	Feminino	17 anos	Evolui ligeiramente
E ₃₇	Feminino	17 anos	Evolui nas duas disciplinas.
E ₃₈	Masculino	16 anos	Notei alguma evolução que me permitiu resolver melhor problemas.
E ₃₉	Feminino	16 anos	Tive alguma melhoria, mas ainda sinto dificuldades.
E ₄₀	Masculino	18 anos	Dominando melhor as equações matemáticas, os problemas de Física e Química são mais fáceis de resolver.
E ₄₁	Masculino	17 anos	Melhoria muito nas duas disciplinas.
E ₄₂	Feminino	17 anos	Evolui, mas preciso de treinar mais equações com vista a obter melhores resultados.
E ₄₃	Masculino	16 anos	Evolui no domínio das equações matemáticas e também nos problemas de Física e Química

E ₄₄	Masculino	17 anos	Notei algumas melhorias
E ₄₅	Feminino	16 anos	Evolui um pouco, mas tenho que trabalhar mais.
E ₄₆	Feminino	17 anos	Do 10.º para o 11.º ano adquiri mais conhecimentos matemáticos que me permitiram resolver com mais facilidade problemas de Física e Química que envolvem essas equações.
E ₄₇	Feminino	17 anos	Evolui de forma bastante positiva.
E ₄₈	Feminino	17 anos	Melhorei bastante, treinei muitas equações que me facilitaram a resolução de problemas.
E ₄₉	Feminino	17 anos	Fui evoluindo o que me permitiu ter uns conhecimentos mais consolidados no 11.º ano.
E ₅₀	Feminino	16 anos	Evolui bastante, eu gosto de Matemática, mas nem sempre é fácil aplica-la na Física.
E ₅₁	Feminino	17 anos	Do 10.º para o 11.º ano adquirimos mais competências que nos permitem resolver problemas com mais facilidade.
E ₅₂	Masculino	16 anos	Do 10º para o 11º ano evolui muito. Passei de negativa para positiva, devido ao treino de equações matemáticas que se aplicam em Física e Química.
E ₅₃	Feminino	16 anos	Sinto que evolui bastante.
E ₅₄	Feminino	16 anos	A minha capacidade de resolução de problemas melhorou, pois melhorei muito nas equações matemáticas.
E ₅₅	Feminino	16 anos	Na minha opinião evolui na resolução de problemas de Física e Química, com equações matemáticas entre o 10.º e o 11.º ano, pois apesar da matéria ser mais difícil, obtive melhores resultados.
E ₅₆	Masculino	16 anos	Evolui bastante, mas preciso de praticar mais.
E ₅₇	Feminino	17 anos	Sinto que evolui bastante. O treino de equações matemática permitiu-me errar menos os problemas de Física e Química.
E ₅₈	Feminino	16 anos	Evolui bastante, tenho mais facilidade em resolver problemas de Física que envolvem equações matemáticas.
E ₅₉	Feminino	17 anos	No 11º ano resolvia com mais facilidade os problemas de Física e Química, pois melhorei a matemática.
E ₆₀	Feminino	17 anos	Evolui muito do 10.º para o 11.º ano. Não erro tanto os problemas de Física, por não saber resolver equações matemáticas.

Apêndice IV**TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS À QUESTÃO ABERTA Nº 6:**

Na sua opinião, de que forma o trabalho colaborativo pode contribuir para a melhoria da aprendizagem, na disciplina de Física e Química?

N.º	Género	Idade	TRABALHO COLABORATIVO
E ₁	Masculino	18 anos	Permite: discutir, contra-argumentar críticas construtivas
E ₂	Feminino	17 anos	Por vezes os colegas entendem melhor as dúvidas de outros colegas do que os professores. Com o trabalho colaborativo todos saem beneficiados.
E ₃	Feminino	16 anos	Permite: rever a matéria, explicar o raciocínio aos colegas, ter a perceção se estamos a entender a matéria.
E ₄	Masculino	19 anos	Permite : colocar as dúvidas, ouvir os colegas, há interajuda.
E ₅	Masculino	16 anos	Ajuda mútua, permitindo tirar dúvidas.
E ₆	Masculino	16 anos	Permite partilhar raciocínios que conduzem aprendizagem.
E ₇	Masculino	16 anos	Melhora aprendizagem pois a partilha e troca de ideias facilita a resolução de problemas.
E ₈	Masculino	16 anos	Permite expor as nossas dúvidas, troca e partilha que levam aprendizagem.
E ₉	Feminino	18 anos	Permite o levantamento de dúvidas e concluir que por vezes as dúvidas de alguns colegas são as nossas dúvidas.
E ₁₀	Feminino	17 anos	Prefiro trabalhar individualmente.
E ₁₁	Masculino	16 anos	Ajuda os alunos com mais dificuldades a tirar dúvidas..
E ₁₂	Masculino	16 anos	Ajuda os alunos com mais dificuldades a tirar dúvidas.
E ₁₃	Feminino	17 anos	Facilita aprendizagem, pois há partilha e interajuda.
E ₁₄	Feminino	16 anos	Permite a troca de opiniões, consolidação das matérias, comparar formas de resolução, tirar dúvidas que às vezes os professores não tiram.
E ₁₅	Feminino	16 anos	Permite expor as dúvidas, partilhar formas de resolução de problemas.
E ₁₆	Feminino	17 anos	Os alunos com mais dificuldades tiram as dúvidas e aprendem .
E ₁₇	Masculino	17 anos	A ajuda mútua, troca de ideias e conhecimento leva aprendizagem.
E ₁₈	Masculino	18 anos	Os alunos que entendem mais facilmente a matéria, ajudam os que têm mais dificuldades.

E ₁₉	Masculino	17 anos	Há partilha de ideias e interajuda.
E ₂₀	Feminino	18 anos	Os alunos com mais dificuldades, expõem mais à vontade as suas dúvidas.
E ₂₁	Masculino	17 anos	Partilha e troca de ideias.
E ₂₂	Feminino	17 anos	Permite discutir e argumentar.
E ₂₃	Masculino	18 anos	A troca e partilha leva aprendizagem.
E ₂₄	Feminino	17 anos	Os alunos com mais dificuldades aprendem com os que dominam melhor a matéria.
E ₂₅	Masculino	17 anos	Permite comparar métodos de resolução.
E ₂₆	Feminino	17 anos	Prefiro trabalhar individualmente.
E ₂₇	Feminino	18 anos	Com o trabalho em grupo, sentimo-nos mais motivados para resolver problemas.
E ₂₈	Masculino	18 anos	Permite trocar ideias e formas de resolver problemas.
E ₂₉	Feminino	17 anos	A troca de opiniões e métodos de resolução de problemas aumenta aprendizagem.
E ₃₀	Masculino	18 anos	Permite partilhar e expor as dúvidas.
E ₃₁	Feminino	17 anos	A partilha e troca de opiniões leva aprendizagem.
E ₃₂	Feminino	18 anos	Ajuda os alunos mais fracos a terem um melhor desempenho.
E ₃₃	Masculino	17 anos	Aprendemos a ter mais confiança nas nossas capacidades.
E ₃₄	Masculino	18 anos	Os alunos sentem-se mais à vontade para expôr as suas dúvidas do que à frente da turma toda.
E ₃₅	Feminino	18 anos	Partilha e troca de ideias.
E ₃₆	Feminino	17 anos	Ao estudar em grupo conseguimos tirar melhor as nossas dúvidas.
E ₃₇	Feminino	17 anos	Tem a vantagem da interajuda, mas por vezes leva à distração.
E ₃₈	Masculino	16 anos	A troca de ideias e observar o método de resolução dos colegas leva à aprendizagem
E ₃₉	Feminino	16 anos	Permite que os alunos que dominam melhor a matéria, ajudem os que têm mais dificuldade.
E ₄₀	Masculino	18 anos	Aumenta o entusiasmo e a motivação.
E ₄₁	Masculino	17 anos	Sendo poucos elementos, ao ouvir o raciocínio dos colegas, aprende-se mais facilmente.
E ₄₂	Feminino	17 anos	A troca de ideias facilita aprendizagem.
E ₄₃	Masculino	16 anos	Os alunos com mais dificuldades tiram as suas dúvidas.

E ₄₄	Masculino	17 anos	Aumenta o ritmo de trabalho e os alunos com mais dificuldades aprendem mais.
E ₄₅	Feminino	16 anos	Facilita aprendizagem, pois os alunos que têm mais dificuldades esclarecem as suas dúvidas.
E ₄₆	Feminino	17 anos	Ajuda mútua, ouvir o raciocínio dos colegas.
E ₄₇	Feminino	17 anos	Se for em grupos pequenos leva aprendizagem.
E ₄₈	Feminino	17 anos	Se for em pequenos grupos, leva à aprendizagem e permite tirar dúvidas.
E ₄₉	Feminino	17 anos	A interação é fundamental na aprendizagem, e às vezes com os colegas aprende-se mais.
E ₅₀	Feminino	16 anos	O melhor relacionamento com os colegas permite estar mais à vontade e tirar as dúvidas.
E ₅₁	Feminino	17 anos	Permite que os colegas que entenderam bem a matéria mostrem o seu raciocínio, fazendo-nos entender onde estávamos errados.
E ₅₂	Masculino	16 anos	Com o trabalho colaborativo entre pares, aumenta a motivação, permite assimilar e aplicar melhor a matéria.
E ₅₃	Feminino	16 anos	Permite tirar dúvidas e expor o nosso ponto de vista.
E ₅₄	Feminino	16 anos	Permite ajuda mútua, diversificação da maneira de resolver problemas.
E ₅₅	Feminino	16 anos	Um aluno com mais dificuldade pode aprender mais, do que com a professora.
E ₅₆	Masculino	16 anos	Permite tirar mais facilmente as dúvidas e encontrar processos de resolução de problemas.
E ₅₇	Feminino	17 anos	Depende dos grupos. Por vezes os alunos com mais dificuldades não estão dispostos aprender, mas se estiverem facilita a aprendizagem.
E ₅₈	Feminino	16 anos	Aprende-se mais com a explicação de um colega, pois conseguimos expor mais facilmente as nossas dúvidas.
E ₅₉	Feminino	17 anos	Permite trocar ideias e tirar as nossas dúvidas.
E ₆₀	Feminino	17 anos	Conseguimos identificar mais facilmente as nossas dúvidas e ficamos mais motivados para trabalhar em casa.

Apêndice V**TRANSCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS À QUESTÃO ABERTA Nº 7:**

Considera que a aprendizagem, em Física e Química, o/a prepara para a vida real? Justifique, apresentando exemplos concretos.

N.º	Género	Idade	Preparação para a vida real	Exemplo	Temas
E ₁	Masculino	18 anos	Compreender Reações do dia a dia, aumenta conhecimento, cultura e espírito de observação e critico	“...dado que nos informa relativamente a reações que acontecem.”	Química
E ₂	Feminino	17 anos	Aumenta a cultura geral, ajuda a entender o porquê de alguns fenómenos	“... para entender os circuitos elétricos.”	Física
E ₃	Feminino	16 anos	Ajuda a perceber fenómenos que acontecem no dia a dia.	“... formação de um arco-íris e a dilatação de um metal.”	Física
E ₄	Masculino	19 anos	Compreender situações do dia a dia.	“... Modo de funcionamento de um microfone e de um altifalante.”	Física
E ₅	Masculino	16 anos	Permite entender melhor fenómenos do mundo natural	“... ocorrências de trovoadas e eclipses”	Física
E ₆	Masculino	16 anos	Permite entender e explicar alguns fenómenos da vida real.	“... funcionamento e aplicações das fibras óticas.”	Física
E ₇	Masculino	16 anos	Compreender muitas situações do dia a dia.	“... porque é que uma moeda parece maior dentro de água.”	Física
E ₈	Masculino	16 anos	Permite perceber muitos fenómenos que acontecem no dia a dia.	“... porque é que o ferro enferruja mais rapidamente perto da praia.”	Química
E ₉	Feminino	18 anos	Permite ter a noção de como certas coisas do dia a dia acontecem e como acontecem e também prevenir certas situações e sair de certos problemas.	“... poluição do ambiente e contaminação das águas”	Química
E ₁₀	Feminino	17 anos	Prepara para a vida real e aumenta conhecimento.	“...Conseguimos entender como voam os aviões”	Física

E ₁₁	Masculino	16 anos	Prepara para a vida real.	“... aprender a lidar com substâncias perigosas.”	Química
E ₁₂	Masculino	16 anos	A Física e a Química estão presentes em muitos fenómenos da vida real.	“...A Física usa-se muito nos computadores, a Química nos produtos químicos.”	Física/ Química
E ₁₃	Feminino	17 anos	Ajuda a perceber melhor fenómenos da vida real.	“... entender porque não se podem deixar automóveis a gás em parques de estacionamento fechados.”	Física
E ₁₄	Feminino	16 anos	Prepara para a vida real	“... identificar e distinguir símbolos nos rótulos dos produtos que temos em casa.”	Química
E ₁₅	Feminino	16 anos	Prepara para a vida real	“...perceber quando se aquece uma panela e se deixa arrefecer, não se consegue tirar a tampa.”	Física
E ₁₆	Feminino	17 anos	Prepara para a vida real. Há muitos fenómenos do dia a dia que são estudados na Física e Química.	“... reflexão e refração da luz.”	Física
E ₁₇	Masculino	17 anos	Ajuda-nos a entender melhor o mundo físico.	“... entendemos melhor o funcionamento da televisão.”	Física
E ₁₈	Masculino	18 anos	Sim, ajuda-nos a entender fenómenos naturais.	“... trovoadas e o arco-íris.”	Física
E ₁₉	Masculino	17 anos	Há muitos assuntos estudados na Física e na Química que ajudam a compreender fenómenos da vida real.	“... entender o funcionamento de um microfone e de um altifalante.”	Física
E ₂₀	Feminino	18 anos	Fica-se com outra visão da realidade.	“...no mundo do trabalho a Física e a Química são necessárias para quem trabalha na indústria.”	Física/ Química
E ₂₁	Masculino	17 anos	Prepara para a vida real.	“...empresas de telecomunicações.”	Física
E ₂₂	Feminino	17 anos	Ajuda a entender muitos fenómenos da vida real.	“...produção da gasolina nas	Química

				refinarias.”	
E ₂₃	Masculino	18 anos	Aumenta o conhecimento e cultura geral.	“...conhecer biografias de cientistas”	Física/ Química
E ₂₄	Feminino	17 anos	Sim, há muitos fenómenos da vida real que têm a ver com fenómenos estudados na Física e na Química.	“... diferença entre calor e temperatura.”	Física
E ₂₅	Masculino	17 anos	Considero que prepara.	“... a maior parte das indústrias baseiam-se em aplicações da Física.”	Física
E ₂₆	Feminino	17 anos	Prepara para a vida real.	“... as barragens são construídas com base em conhecimentos de Física e fornecem-nos energia.”	Física
E ₂₇	Feminino	18 anos	Ficamos com outra visão da realidade.	“... compreender o funcionamento dos elevadores.”	Física
E ₂₈	Masculino	18 anos	Há muitos fenómenos da vida real que têm a ver com fenómenos estudados na Física e na Química.	“... o estudo das forças.”	Física
E ₂₉	Feminino	17 anos			
E ₃₀	Masculino	18 anos	Há muitos fenómenos da vida real que se entendem melhor com conteúdos aprendidos na Física e na Química.	“... movimento de um pára quedista e na indústria farmacêutica.”	Física/ Química
E ₃₁	Feminino	17 anos	Há muitos fenómenos explicados pela Física e pela Química.	“...utilização dos painéis solares .”	Física
E ₃₂	Feminino	18 anos			
E ₃₃	Masculino	17 anos	Prepara para a vida real.	“... entender o porquê de não se poderem misturar produtos de limpeza.”	Química
E ₃₄	Masculino	18 anos	Prepara para a vida real.	“... o estudo do som e da luz.”	Física
E ₃₅	Feminino	18 anos	Prepara para a vida real.	“... compreender o movimento de um pára quedista.”	Física
E ₃₆	Feminino	17 anos	Há muitos fenómenos explicados pela Física e pela Química.	“... utilização da física na informática.”	Física
E ₃₇	Feminino	17 anos	Considero que prepara para a vida real.	“...entender a indústria automóvel.”	Física/ Química
E ₃₈	Masculino	16 anos	Ajuda a perceber certos fenómenos do dia a dia.	“... como o ferro enferruja, reações de oxidação -redução”	Química

E ₃₉	Feminino	16 anos	Permite ter uma melhor noção do que se passa à nossa volta.	“... é interessante saber como os corpos à nossa volta interagem com outros corpos.”	Física
E ₄₀	Masculino	18 anos	As matérias estudadas na Física e na Química têm muito a ver com fenómenos da vida real.	“... compreender como um carro descreve uma curva.”	Física
E ₄₁	Masculino	17 anos	Sim, uma vez que muitas das coisas que acontecem são explicadas pela Física e pela Química.	“...a Física é muito importante no desenvolvimento tecnológico.”	Física
E ₄₂	Feminino	17 anos	Considero que prepara para a vida real.	“...aplicação das fibras óticas nas comunicações e em intervenções cirúrgicas.”	Física
E ₄₃	Masculino	16 anos	O que se aprende, é sempre útil no futuro.	“... uso do cinto de segurança e 1ª lei de Newton.”	Física
E ₄₄	Masculino	17 anos	Há muitos assuntos que nos preparam para a vida real.	“...experiências laboratoriais na parte da Química, que nos mostram certas reações que acontecem no nosso quotidiano.”	Química
E ₄₅	Feminino	16 anos	Considero que não. Não costumo aplicar situações aprendidas nas aulas às situações do dia a dia.	“... quando desço um elevador, não penso nas forças que estão a atuar.	Física
E ₄₆	Feminino	17 anos	Há muitos assuntos que nos preparam para a vida real.	“... aprendemos cuidados a ter com ácidos.”	Química
E ₄₇	Feminino	17 anos	Ficamos a entender o que se passa à nossa volta.	“...entender que não devemos poluir e conhecer os efeitos das chuvas ácidas.	Química
E ₄₈	Feminino	17 anos	Considero que o estudo da Física e da Química nos prepara para a vida real.	“... o estudas das forças e os seus efeitos nos corpos.”	Física
E ₄₉	Feminino	17 anos	Há muitos assuntos que nos preparam para a vida real.	“... na indústria automóvel.”	Física/ Química
E ₅₀	Feminino	16 anos	Percebemos melhor certos fenómenos, aumenta o nosso conhecimento e cultura.	“... nas comunicações a curtas e longas distâncias.”	Física
E ₅₁	Feminino	17 anos	Aumenta a cultura e conhecimento.	“... aplicação das fibras óticas em vários exames médicos.”	Física
E ₅₂	Masculino	16 anos	Depende da perspetiva de vida. Apenas se seguirmos		

			cursos ligados a estas áreas.		
E ₅₃	Feminino	16 anos	Ajuda a ter outra visão da realidade e aumenta o conhecimento.	“... utilização e produção da energia elétrica.”	Física
E ₅₄	Feminino	16 anos	Adquirir conhecimento, ficar com outra visão dos fenómenos que acontecem.	“... como acontecem os eclipses.”	Física
E ₅₅	Feminino	16 anos	Há muitos assuntos estudados que nos preparam para a vida real.	“... a utilização dos raios laser em operações.”	Física
E ₅₆	Masculino	16 anos	Aumenta a nossa cultura e visão da realidade.	“... o estudo da reflexão da luz e a sua utilização nos espelhos.”	Física
E ₅₇	Feminino	17 anos	Aumenta a cultura geral e o espírito crítico.	“... utilização das energias renováveis e uso de painéis solares.”	Física
E ₅₈	Feminino	16 anos	Ajuda a ter outra visão da realidade e aumenta o conhecimento.	“... utilização das três leis de Newton.”	Física
E ₅₉	Feminino	17 anos	Aumenta o conhecimento/cultura geral		
E ₆₀	Feminino	17 anos	Ajuda a ter outra visão da realidade.	“... o estudo da relação entre a potência elétrica de um aparelho.”	Física