

UNIVERSIDADE DE LISBOA

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES DE
FÍSICA E QUÍMICA NO CONTEXTO DE UMA EXPERIÊNCIA DE
FORMAÇÃO**

LUÍSA MARIA GERALDES LOURENÇO

Orientador: Prof^ª. Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista

Tese especialmente elaborada para a obtenção de grau de Doutor em Educação,
especialidade de Didática das Ciências

2022

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



**DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES DE
FÍSICA E QUÍMICA NO CONTEXTO DE UMA EXPERIÊNCIA DE
FORMAÇÃO**

LUÍSA MARIA GERALDES LOURENÇO

Orientador: Prof^ª. Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista

Tese especialmente elaborada para a obtenção de grau de Doutor em Educação,
especialidade de Didática das Ciências

Júri

Presidente:

Doutora Cecília Galvão Couto, Professora Catedrática e membro do Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Vogais:

- Doutora Ana Alexandre Valente Rodrigues, Professora Auxiliar do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro;
- Doutora Marília Pisco Castro Cid, Professora Associada da Escola de Ciências Sociais da Universidade de Évora;
- Doutor Pedro Guilherme Rocha dos Reis, Professor Associado com Agregação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;
- Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista, Professora Associada do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, orientadora;
- Doutora Cláudia Barreiros Macedo de Faria, Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

2022

AGRADECIMENTOS

Quero deixar expressos os meus agradecimentos a todos os que de alguma forma tornaram possível a realização deste trabalho, designadamente a Professora Doutora Mónica Baptista, pela orientação e pelo apoio em todos os momentos, a todos os meus amigos que se disponibilizaram a discutir e a refletir comigo sobre este estudo, aos professores e alunos que participaram na investigação, e à minha família pela compreensão e paciência.

RESUMO

Este estudo tem como tema o desenvolvimento de aprendizagens de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, quando envolvidos numa experiência de formação. Mais concretamente, esta investigação tem como propósitos conhecer as aprendizagens realizadas pelos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, durante a experiência de formação, e conhecer de que forma o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática contribuem para o desenvolvimento dessas aprendizagens.

Para dar resposta a estes objetivos, foi conduzido um estudo qualitativo. Participaram na investigação três professores de Física e Química do 3.º ciclo do ensino básico de uma escola pertencente à grande região de Lisboa. Os dados foram recolhidos através de entrevistas individuais, observação participante e documentos escritos. Na análise de dados recorre-se a um método misto dedutivo-indutivo. Os resultados mostraram que os professores desenvolveram aprendizagens relativamente à conceção de tarefas de investigação (TI), nomeadamente no que respeita ao uso do modelo dos cinco E, ao grau de abertura das TI, aos contextos e às aplicações a usar nas TI, e à sua condução em sala de aula. Nas sessões de trabalho colaborativo, durante a construção das TI e o planeamento das aulas, as interações entre os professores baseadas na apresentação de propostas, no questionar as propostas apresentadas, no propor novas ideias e na tomada de decisões contribuíram para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”. Acresce, ainda, que nas sessões de trabalho colaborativo, os professores criaram situações de interajuda, de confiança mútua, de respeito pelo outro, de apoio mútuo e de encorajamento, ao conceberem estratégias para estipularem novas práticas, a partir da previsão das dificuldades e das respostas dos alunos às TI. Realizaram também aprendizagens sobre o ensino por investigação nas sessões de reflexão centrada na prática, ao descrever e analisar as suas próprias práticas, ao promover a reflexão e ao apresentar sugestões de melhoria em relação às experiências descritas pelos professores e às propostas de TI apresentadas pela investigadora. As situações criadas entre os professores, durante as sessões de trabalho colaborativo e de reflexão centrada na prática, no âmbito da experiência de formação, permitiram o desenvolvimento de aprendizagens sobre o ensino por investigação.

Palavras-chave: Aprendizagens de professores de Física e Química, Ensino por investigação, Ensino dos “Materiais” e “Reações Químicas”, Colaboração, Reflexão centrada na prática.

ABSTRACT

This study has as its theme the learning development of Physics and Chemistry teachers when involved in a training experience of inquiry based teaching of the contents “Materials” and “Chemical Reactions”. More specifically, this research aims to know what Physics and Chemistry teachers learned about inquiry-based teaching, during the training experience, and how collaborative work and practice-based reflection contributed to learning development.

To meet these goals, a qualitative study was conducted. Three Physics and Chemistry teachers, from a school in the outskirts of Lisbon, participated in the research. Data was collected through individual interviews, participant observation and written documents. In data analysis, a mixed deductive-inductive method was used.

Results showed teachers’ learning in the design of inquiry-based activities, namely with regard to the use of the five E's model, the degree of openness of the activities, the contexts and applications to use in the activities, and the implementation of the activities in the classroom.

Collaborative work sessions, for activities development and class planning, interactions between teachers based on the presentation of suggestions, the questioning of the suggestions presented, the proposal of new ideas and on decision-making contributed to the development of teachers’ learning on inquiry-based teaching in the themes “Materials” and “Chemical Reactions”. Furthermore, in the collaborative work sessions, teachers created situations of mutual help, mutual trust, respect for the other, mutual support and encouragement, designing strategies to develop new practices, based on the prediction of difficulties and student reaction to the activities. Teachers also learned about inquiry-based teaching in practice-centered reflection sessions, describing and analyzing their own practices, promoting reflection and presenting suggestions for improvement of the experiences described and of the activities proposals presented by the researcher. The situations created between the teachers, during the collaborative work and practice-centered reflection sessions, in the context of the training experience, allowed learning development of about inquiry-based teaching.

Keywords: Learning development of Physics and Chemistry teachers, Inquiry-based Teaching, Teaching of the “Materials” and “Chemical Reactions”, Collaboration, Practice-centered Reflection.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice Geral	iv
Índice de Quadros	vi
Índice de Figuras	vii
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização do estudo e formulação do problema	1
1.2. Razões para a escolha do campo de pesquisa	5
1.3. Organização global do trabalho	7
CAPÍTULO 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	8
2.1. Desenvolvimento Profissional de Professores	8
2.1.1. Significados e modelos de desenvolvimento profissional de professores	9
2.1.2. Contributo da prática reflexiva para o desenvolvimento profissional ...	20
2.1.3. Contributo da colaboração para o desenvolvimento profissional	26
2.2. Ensino por Investigação	31
2.2.1. Evolução dos currículos das ciências	31
2.2.2. Significados e modelos de ensino por investigação	39
2.2.2.1. Modelos para a condução de tarefas de investigação na sala de aula	44
2.2.2.2. Modelo dos cinco E	48
2.2.3. Desafios à realização das tarefas de investigação na sala de aula	50
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	57
3.1. Opções metodológicas	57
3.2. Participantes	60
3.2.1. Caracterização dos professores	60
3.3. Escola	63
3.3.1. Características gerais das turmas	63
3.4. A experiência de formação	64
3.4.1. Finalidades e objetivos da experiência de formação	65
3.4.2. Calendarização da experiência de formação	66
3.4.3. Processo cíclico de desenvolvimento da experiência de formação	68
3.4.4. Grupo colaborativo	80

3.5. Papel da investigadora	80
3.6. Preocupações éticas	81
3.7. Recolha de dados	82
3.7.1. Observação participante	83
3.7.2. Entrevistas	86
3.7.3. Documentos escritos	89
3.8. Análise de dados	90
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	99
4.1. Aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”	100
4.1.1. Conceção das tarefas de investigação	100
4.1.1.1. Modelo dos cinco E	100
4.1.1.2. Grau de abertura	107
4.1.1.3. Contextos e aplicações	113
4.1.2. Condução das tarefas de investigação	120
4.1.2.1. Adoção do novo papel do professor	120
4.1.2.2. Gestão e organização da sala de aula	126
4.2. Contributo do trabalho colaborativo para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação	132
4.2.1. Interação entre os professores	133
4.2.2. Estratégias para estimular novas práticas	140
4.2.2.1. Previsão das dificuldades dos alunos	140
4.2.2.2. Previsão das respostas dos alunos às tarefas de investigação .	148
4.3. Contributo da reflexão centrada na prática para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação	152
4.3.1. Reflexão sobre as práticas	153
4.3.2. Reflexão sobre as propostas da investigadora	162
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	167
5.1. Discussão dos resultados	167
5.2. Conclusões	173
5.3. Limitações e recomendações	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
ANEXO I – GUIÃO DA PRIMEIRA ENTREVISTA	199
ANEXO II – GUIÃO DA SEGUNDA ENTREVISTA	200
ANEXO III – GUIÃO DA TERCEIRA ENTREVISTA	202
ANEXO IV – TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO	204

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Descrição das fases do modelo dos cinco E (Bybee et al., 2006; Naade, Alamina, & Okwelle, 2018)	49
Quadro 2:	Modelo teórico dos cinco E: O que faz o professor e o aluno? (Bybee et al., 2006)	52
Quadro 3:	Informação demográfica relativa aos professores	61
Quadro 4:	Dados relativos às turmas de cada professor	64
Quadro 5:	Sessões de trabalho colaborativo e de aulas de realização das tarefas de investigação	67
Quadro 6:	Tarefas de investigação versus domínios temáticos, subdomínios e objetivos Gerais	69
Quadro 7:	Domínios temáticos, dificuldades identificadas pelos professores e tarefas de investigação	70
Quadro 8:	Tarefa de investigação e conteúdo científico	71
Quadro 9:	Unidade 0: Calendário das sessões de trabalho colaborativo e Assuntos Abordados	72
Quadro 10:	Modelo dos cinco E: Experiências Educativas Referenciadas nas tarefas de investigação	73
Quadro 11:	Recursos educativos de apoio da unidade – Preparação de aula	74
Quadro 12:	Unidade 1: Calendário das sessões de trabalho colaborativo e assuntos abordados	75
Quadro 13:	Unidade 3: Calendário das sessões de trabalho colaborativo e assuntos abordados	79
Quadro 14:	Instrumentos usados nos diferentes métodos de recolha de dados	83
Quadro 15:	Dimensões principais das três entrevistas	87
Quadro 16:	Categorias e subcategorias de análise – Aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação durante a experiência de formação	95
Quadro 17:	Categorias e subcategorias de análise – Contributo do trabalho colaborativo para as aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação	97
Quadro 18:	Categorias e subcategorias de análise – Contributo da reflexão centrada na prática para as aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação... ..	98
Quadro 19:	Aprendizagens dos professores sobre o uso do modelo dos cinco E na conceção de tarefas de investigação, nos dois momentos distintos da experiência de formação	101
Quadro 20:	Aprendizagens evidenciadas pelos professores sobre o grau de abertura das tarefas de investigação, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	108
Quadro 21:	Aprendizagens evidenciadas pelos professores em relação aos contextos e aplicações a associar às tarefas de investigação, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	114
Quadro 22:	Aprendizagens evidenciadas pelos professores em relação ao seu papel, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	120
Quadro 23:	Aprendizagens evidenciadas pelos professores sobre a gestão e organização da sala de aula, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação.....	126

Quadro 24:	Interações evidenciadas pelos professores nas sessões de trabalho colaborativo, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	133
Quadro 25:	Situações criadas entre os professores nas sessões de trabalho colaborativo durante a previsão das dificuldades dos alunos, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	141
Quadro 26:	Situações criadas entre os professores nas sessões de trabalho colaborativo durante a previsão das respostas dos alunos às tarefas de investigação, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	148
Quadro 27:	Aprendizagens evidenciadas pelos professores sobre a reflexão das práticas, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	153
Quadro 28:	Aprendizagens evidenciadas pelos professores sobre o ensino por investigação em relação às ideias da investigadora, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Organização das subsecções referentes ao desenvolvimento profissional de professores	8
Figura 2:	Processo de mudança de concepções (adaptado de Guskey, 2002)	10
Figura 3:	Modelo para o desenvolvimento profissional (adaptado de Loucks-Horsley et al., 2003)	11
Figura 4:	Modelo para o desenvolvimento profissional (adaptado de Lumpe, 2007)	13
Figura 5:	Modelo de desenvolvimento profissional (adaptado de Tzivnikou, 2015)	14
Figura 6:	Modelo de desenvolvimento profissional (adaptado de Girvan et al., 2016)	15
Figura 7:	Modelo de desenvolvimento profissional de Gore et al. (2017)	17
Figura 8:	Modelo prático-teórico – professor reflexivo (Schön, 1983)	22
Figura 9:	Promoção do professor reflexivo (adaptado de Soisangwarn e Wongwanichb, 2014)	24
Figura 10:	Colaboração estruturada como desenvolvimento cíclico dos professores	29
Figura 11:	Organização das secções do ensino por investigação	31
Figura 12:	NGSS: Dimensões da aprendizagem científica (adaptado de http://www.nextgenscience.org/three-dimensions)	36
Figura 13:	Modelo do desenvolvimento de uma tarefa de investigação (adaptado de Holbrook, 2008)	44
Figura 14:	Modelo de desenvolvimento de uma tarefa de investigação (adaptado de Worth et al., 2009)	45
Figura 15:	Fases para conduzir as tarefas de investigação (adaptado de Magnusson et al., 2006)	46
Figura 16:	Modelo para conduzir as tarefas de investigação (adaptado de Wilfred, 2010)	47
Figura 17:	Modelo dos cinco E– Ciclo de Aprendizagem (ESTABLISH, 2010)	48
Figura 18:	Processo cíclico de desenvolvimento da experiência de formação	65
Figura 19:	Organização das secções do trabalho colaborativo	132
Figura 20:	Organização das secções da reflexão centrada na prática	152

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo inicia-se com a contextualização do estudo e a apresentação do problema e das questões de investigação. De seguida, descrevem-se as principais razões para a escolha do campo de pesquisa que, inevitavelmente, estão associadas ao percurso pessoal e profissional percorrido. Finalmente, descreve-se a organização geral deste trabalho, os seus capítulos, e os assuntos que contemplam.

1.1. Contextualização do estudo e formulação do problema

A evolução da sociedade contemporânea, fortemente globalizada, tem vindo a complexificar o processo educativo cada vez mais (Nóvoa, 2014), sendo exigidas mudanças na educação, tanto ao nível da natureza do currículo, como do trabalho dos professores. Por conseguinte, a escola de hoje não é a mesma de há décadas e não pode ser entendida como um espaço exclusivo de aulas para ensinar e aprender, imune às mudanças da sociedade (Nóvoa 2014). Esta deve ter um papel de aproximação do aluno com a realidade que o rodeia, de modo a fazê-lo entender o seu papel e torná-lo um verdadeiro agente da mudança.

Na verdade, a escola não pode estar alheia às mudanças, pois a sociedade exige-lhe que se torne um espaço de construção de conhecimento cada vez mais abrangente, que leve à consciencialização de que muitas normas, valores e crenças são contextualizadas num determinado tempo, espaço e cultura (Formosinho & Machado, 2016; Nóvoa, 2014). O conhecimento constitui-se, na principal vantagem competitiva das sociedades, não pela sua relação com a verdade, razão ou certeza, mas sim por aquilo que se é capaz de fazer com ele em diferentes contextos, onde a capacidade de o indivíduo aprender supera a capacidade de seguir regras (Friesen, 2009). Assim, o desenvolvimento de um novo conhecimento, dado que

a sociedade do século XXI precisa de “produtores” de conhecimento e não apenas de “consumidores” de conhecimento, deverá envolver abordagens que: (i) coloquem em primeiro plano a visão do conhecimento como um processo; (ii) ajudem os indivíduos a ter percepção de si mesmos como construtores ativos do conhecimento; (iii) se baseiem em contextos que acontecem no mundo real; e (iv) promovam a relação entre pares (Vieira, Morais, & Paiva, 2014).

O ensino das ciências é considerado crucial para alcançar um desenvolvimento equilibrado e sustentado da sociedade atual que vive cada vez mais dependente de descobertas científicas, de inovações tecnológicas e de soluções de engenharia (ICSU, 2011). Desta forma, o ensino das ciências torna-se importante na preparação dos jovens para a vida na sociedade do conhecimento, dado que a compreensão da ciência e da tecnologia possibilita a tomada de decisões profissionais, pessoais e políticas, nomeadamente nas discussões públicas de questões científicas e tecnológicas que afetam as suas vidas (Anderson, 2014; ICSU, 2011; OECD, 2014).

A tomada de consciência de uma valorização da educação em ciência, como uma das prioridades da sociedade, leva a reconhecer a necessidade de se promover um ensino que enfatize as vantagens de capacidade de pensamento, em detrimento de conteúdos científicos detalhados, a construção de um entendimento sobre o que é a ciência e o desenvolvimento de capacidades e atitudes investigativas (Bybee, 2000; Crawford, 2014). Face a estas exigências, o modo de organizar os processos de ensino e aprendizagem obriga a uma dinâmica de aula bem diferente de uma aula tradicional. Neste contexto, o ensino por investigação surge como facilitador da promoção da compreensão da ciência (Banilower, Trygstad, & Smith, 2015), do desenvolvimento do pensamento crítico, bem como do desenvolvimento de competências, de atitudes científicas e a da literacia científica (Baptista, Freire, & Freire, 2013; Carlson, Humphrey, & Reinhardt, 2003), levando os alunos a adquirirem conhecimento e compreensão suficientes para entenderem e seguirem debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolverem-se em questões que estes temas colocam.

Ao recorrer ao ensino por investigação, o professor possibilita que os alunos desenvolvam tarefas de investigação (TI) e desempenhem um papel ativo na sua aprendizagem (Freire, 2009). Contudo, diversos estudos nacionais e internacionais revelam que a maioria dos professores não implementa TI na sala de aula com os seus alunos (Bausmith & Barry, 2011; Capps & Crawford, 2013; Galvão, Faria, & Freire, 2013; Schwartz, Northcutt, Mesci, & Stapleton, 2013), apesar de estas lhes proporcionarem aprendizagens mais profundas de ciência e sobre a ciência (Grotzer & Mittlefehldt, 2012; Lederman, 2006).

A “inconsistência” entre algumas concepções dos professores e as respectivas práticas (Ait, Rannikmäe, Soobard, Reiska, & Holbrook, 2015; Choi, Lee, Shin, Kim, & Krajcik, 2011; Song & Looi, 2012), associada à dificuldade em implementar TI na sala de aula (Baptista, Freire, & Freire, 2012), constituem algumas das causas explicativas deste cenário. Diversos estudos têm mostrado que a mudança de concepções dos professores e as mudanças das suas práticas estão interligadas (Kim, Lavonen, Juuti, Holbrook, & Rannikmäe, 2013; Song & Looi, 2012) e que a realização das TI, em aula, implica conseguir criar um ambiente de aprendizagem que tenha em conta as necessidades do professor, as adaptações do ambiente de aprendizagem e as aprendizagens dos alunos. As situações de aprendizagem devem ser autênticas, envolventes, tecnicamente apropriadas, significativas, criativas e colocar o aluno no centro da sua própria aprendizagem (Kaufman, 2013). A realização de TI em sala de aula requer que os professores mudem o seu papel alterando a dinâmica das aulas, ou seja, que tomem várias decisões, corram riscos e quebrem com as suas rotinas de forma a enfrentarem as suas dificuldades e dilemas (Baptista et al., 2012; Sagor, 2005).

Para que isto aconteça há modelos de formação profissional que permitem aos professores realizarem as aprendizagens de que necessitam para melhorarem as aprendizagens dos alunos. Resultados de várias investigações têm indicado alguns caminhos que podem contribuir para ajudar os professores a introduzir inovações na sua prática, como o trabalho colaborativo (Kaufman, 2013; Mansfield & Thompson, 2017; Rigelman & Ruben, 2012), a reflexão centrada na prática (Gelfuso, 2016; Lin, Hong, Yang, & Lee, 2013; McGarr & McCormack, 2014) e a formação centrada na escola (Baca, Onofre, & Paixão, 2014; Häkkinen et al., 2017).

Na realidade, a valorização do trabalho colaborativo como prioridade fundamental dos professores leva a reconhecer a necessidade de estes partilharem as suas perspetivas, observações e experiências de modo a tomarem decisões em conjunto (Saab, van Joolingen, & van Hout-Wolters, 2012), que lhes permitam a resolução de problemas, rever e renovar os seus conhecimentos. A colaboração constitui uma estratégia para lidar com problemas comuns que se afiguram demasiado complexos para serem enfrentados em termos individuais. Por conseguinte, os professores ao trabalharem colaborativamente conseguem mais facilmente a aquisição de novas aprendizagens e a resolução de problemas com que se confrontam todos os dias (Forte & Flores, 2012; Häkkinen et al., 2017; OECD, 2013).

Ademais, o sucesso na resolução de problemas tem subjacente a reflexão centrada na prática, que é um dos aspetos essenciais para a melhoria da prática dos professores ao longo dos anos (Daniels, Pirayoff, & Bessant, 2013; Fakazli & Kuru Gönen, 2017; Woodman &

Parappilly, 2013). O ato de refletir permite analisar as práticas, identificar os processos efetuados e reformular estratégias, no sentido de resolver situações problemáticas (Loughran, 2002; Rudd, 2007). Assim, os professores, ao trabalharem colaborativa e reflexivamente sobre os problemas que surgem nas suas práticas, desenvolvem novas perspectivas e aperfeiçoam-nas, com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem (Avalos, 2011; Darling-Hammond, 2010; Vescio, Ross, & Adams, 2008). Muitos investigadores defendem que a interação entre os professores, com vista ao desenvolvimento profissional, deve ter por base um trabalho colaborativo desenvolvido de forma reflexiva, segundo o ritmo, necessidades e interesses dos professores, no contexto natural do trabalho de escola (Boyd, Parikh, Chu, Peleato, & Eckstein, 2011; Forte & Flores, 2012).

Acresce ainda que os modelos de formação apontados na literatura como promissores do desenvolvimento profissional de professores devem ser prolongados no tempo e na escola, possibilitando uma intervenção “por medida” em relação a um contexto e a um público precisos (Bergh, Ros, & Beijgaard; 2015; Meissel, Parr, & Timperley, 2016). Ao envolver os professores nos trabalhos realizados em aula, o professor tem oportunidade de melhorar as suas práticas, porque pode refletir sobre as mesmas, partilhar experiências, implementar novas propostas, enriquecer a própria prática e tornar públicas as suas ideias.

Desta forma, a formação deve ser prolongada no tempo de modo a ser um suporte fundamental do desenvolvimento profissional dos professores e na escola pois só deste modo é possível conceber uma intervenção “por medida” em relação a um contexto e a um público preciso (Canário, 1995). A escola deve ser entendida como um lugar onde surgem e se pode resolver a maior parte dos problemas. Por conseguinte, o grande desafio que se coloca às escolas e aos seus professores é o desenvolvimento da capacidade de se organizarem e enfrentarem os problemas que vão surgindo, no contexto de uma cultura de escola eficaz, catalisadores do seu desenvolvimento profissional e de um processo de ensino-aprendizagem com qualidade.

Neste quadro, pretende-se neste estudo levar a efeito uma experiência de formação, durante dois anos, dentro da própria escola, assente: (i) no ensino por investigação; (ii) na reflexão centrada na prática; e (iii) na colaboração. Neste sentido, a problemática deste estudo pode ser apresentada do seguinte modo: Como é que uma experiência de formação, orientada para o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática, promove o desenvolvimento profissional de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”?

No quadro do problema de estudo, foram identificadas três questões que orientam este estudo:

- Que aprendizagens realizam os professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, durante a experiência de formação, nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”?
- De que forma o trabalho colaborativo, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química?
- De que forma a reflexão centrada na prática, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química?

Na dinâmica desta experiência de formação, que decorre durante dois anos, estão envolvidos três professores de Física e Química de uma escola e a formadora-investigadora que tem um papel participante. Ao longo desta experiência de formação, são realizadas várias sessões de trabalho colaborativo e de reflexão centrada na prática para seleccionar, adaptar e conceber TI, baseadas no modelo dos cinco E, bem como para planificação de aulas, tendo em conta a recolha de dados aquando da realização das diferentes TI em sala de aula e a reflexão em grupo baseada nos dados recolhidos. Nos momentos de reflexão é privilegiada a interação entre os professores, sendo este um momento que contribuiu para as aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação.

1.2. Razões para a escolha do campo de pesquisa

As razões da escolha deste campo de pesquisa são de ordem pessoal, institucional e teórica. As razões pessoais prendem-se sobretudo com a experiência vivenciada com alunos surdos, no quadro do Mestrado em Ciências da Educação - Educação Especial que realizei. Esta experiência levou-me a refletir sobre as questões: o que ensinar? como mudar a prática letiva? e a considerar alternativas.

No que respeita às razões institucionais, estas relacionam-se com o facto de trabalhar numa escola com outros colegas de Física e Química que manifestam receios em mudar as suas práticas e onde se sente a necessidade de um trabalho colaborativo e de ajuda mútua para levar a cabo propostas de ensino inovadoras. Tendo em conta que num trabalho colaborativo, através da verbalização e interação, os professores formulam ideias, aprendem uns com os outros,

interiorizam a teoria, criticam as suas próprias concepções e as dos outros, aumentam os seus conhecimentos e discutem novas estratégias de ensino e aprendizagem (Baptista & Freire, 2011; Saab et al., 2012). Deste modo, penso que a melhor forma de promover o trabalho colaborativo, levando os professores da área disciplinar de Física e Química da minha escola a correr riscos e a quebrarem a sua rotina, é através de uma experiência de formação.

Quanto às razões teóricas, prendem-se com abordagens investigativas, o papel do professor no processo de aprendizagem dos alunos consiste em interferir somente quando necessário, enquanto os alunos participam ativamente dos processos investigativos (Freire, 2004). Para tal, os professores, têm de construir e realizar TI, em sala de aula, que responsabilizem os alunos pelas suas aprendizagens. Desta forma, uma formação centrada na minha escola, envolvendo todos os professores da área disciplinar de Física e Química, promove, certamente, uma reflexão em colaboração, em torno da concepção e da realização de tarefas com base na investigação, bem como do papel do professor e do aluno, em sala de aula, face a essas mesmas tarefas. A formação de professores em contexto de trabalho constitui uma estratégia importante no sentido de ultrapassar o isolamento dos professores e de desafiar a cultura profissional existente (Forte & Flores, 2012).

Na verdade, a escola é o espaço onde as reflexões individuais, na prática e sobre a prática, se discutem e se partilham, permitindo o desenvolvimento de processos colaborativos e reflexivos, em que os professores podem transformar as suas aprendizagens em intervenções (Amiguiño, Valente, Correia, & Mandeiro, 2003; Estrela, 2003). Assim, a formação na escola, que crie um ambiente seguro e confortável, em que os professores evidenciem as suas dificuldades, necessidades, interesses para desenvolver novas práticas de ensino, testar e rever concepções, constitui uma mais-valia para o seu desenvolvimento profissional com reflexo na qualidade de aprendizagem dos alunos.

No entanto, a literatura relacionada com a formação de professores evidencia que, mesmo após vários anos de tentativa de inovar, as práticas permanecem quase inalteradas. Apesar dos esforços de pequenos grupos que apostam em mudar as práticas, estas acabam por não ter impacto e serem pouco divulgadas, reforçando a necessidade de se investir na formação nesta área, a partir de uma experiência de formação, na própria escola, assente: (i) no ensino por investigação; (ii) na reflexão centrada na prática; e (iii) na colaboração. O presente estudo vai ao encontro das preocupações relacionadas com a mudança das práticas, e, por consequência, com o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação. Parecem, assim, existir razões suficientes para desenvolver este estudo.

1.3. Organização global do trabalho

O estudo encontra-se organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo corresponde a uma breve contextualização do estudo inerente ao problema de investigação, enuncia-se o problema e as questões do estudo, e referem-se as principais razões para a escolha do campo de pesquisa.

O segundo capítulo diz respeito ao enquadramento teórico que contempla duas secções, uma sobre o desenvolvimento profissional de professores e outra sobre o ensino por investigação. Na primeira secção, aborda-se o desenvolvimento profissional dos professores, salientando-se significados e vários modelos para a sua condução, bem como o contributo da prática reflexiva e do trabalho colaborativo, destacando-se os seus constrangimentos e potencialidades para o desenvolvimento profissional do professor. Na segunda secção, descreve-se a evolução dos currículos das ciências, evidenciando-se as finalidades e orientações preconizadas por vários investigadores, identificam-se as várias perspetivas de ensino por investigação, em que se explora o significado e os modelos para a sua condução, evidenciando o modelo dos cinco E, por último, referem-se aspetos relacionados com as TI e os desafios à sua realização, em sala de aula.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia de investigação. Inicialmente, fundamenta-se a orientação metodológica assumida, que tem as suas raízes na metodologia qualitativa e um desenho de investigação de estudo de caso. Posteriormente, caracterizam-se os professores que participam no estudo, a escola e a experiência de formação. No que diz respeito à experiência de formação, descrevem-se as suas finalidades e os seus objetivos, a calendarização e o seu processo de desenvolvimento. De seguida, descreve-se os vários instrumentos de recolha de dados, nomeadamente, a observação, entrevistas e documentos escritos. Evidencia-se o processo analítico seguido e as categorias e subcategorias que emergem para cada uma das questões do estudo.

No quarto capítulo, apresentam-se os resultados organizados de acordo com as questões que orientam este estudo.

No quinto e último capítulos, discutem-se os resultados, evidencia-se a relevância dos resultados obtidos, extraem-se as principais conclusões, sugerem-se possíveis implicações do estudo e elabora-se uma reflexão final.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O objetivo deste segundo capítulo é apresentar o enquadramento teórico da investigação. O capítulo encontra-se organizado em dois subcapítulos. O primeiro subcapítulo é dedicado ao desenvolvimento profissional de professores e o segundo ao ensino por investigação.

2.1. DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES

Este subcapítulo, desenvolvimento profissional de professores, encontra-se dividido em três secções (Figura 1). Na primeira aborda-se o desenvolvimento profissional de professores. A segunda refere-se à prática reflexiva como promotora do desenvolvimento profissional do professor. Por fim, a terceira é dedicada ao trabalho colaborativo, explicitando-se os seus constrangimentos e potencialidades para o desenvolvimento profissional do professor.

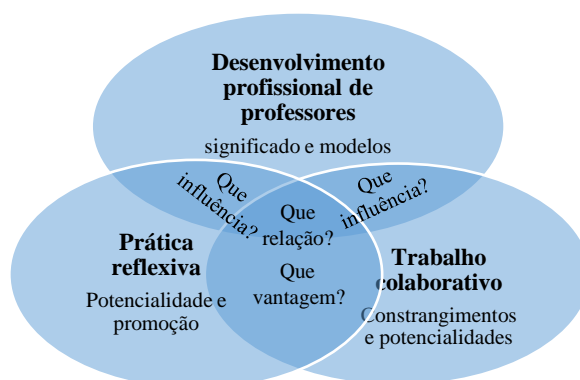


Figura 1. Organização das subsecções referentes ao desenvolvimento profissional de professores.

2.1.1. Significados e modelos de desenvolvimento profissional de professores

Ao longo dos tempos é frequente encontrar diferentes perspetivas sobre o significado de desenvolvimento profissional de professores. Por exemplo, para Estrela e Estrela (2006), o desenvolvimento profissional corresponde a processos de mudança da pessoa na sua relação com o trabalho, gerados ao longo da carreira e que decorrem de uma pluralidade de fatores, entre os quais se evidenciam os que estão relacionados com o desenvolvimento da pessoa, as atividades organizadas de formação contínua e as atividades individuais de autopromoção. Estes investigadores fazem claramente a distinção entre o processo de desenvolvimento do indivíduo e os mecanismos de promoção desse desenvolvimento, considerando que o desenvolvimento profissional implica uma aprendizagem permanente, simultaneamente, enquanto processo e produto. Day (2007) e Scott e Sutton (2009) corroboram esta perspetiva ao afirmarem que os processos de desenvolvimento pessoal, através de processos emocionais que interferem com a motivação, se refletem no investimento e na dedicação na procura das mudanças ou dos recursos necessários ao seu desenvolvimento profissional.

Nesta mesma linha, Marcelo (2009) defende que o desenvolvimento profissional procura promover a mudança junto dos professores, para que estes possam crescer enquanto profissionais e também como pessoas. A mudança constitui um processo de desenvolvimento em que o professor é considerado como um todo nos seus aspetos cognitivos, afetivos e relacionais e, ao mesmo tempo, um produto que é resultante de um processo de aprendizagem que inclui novas formas de pensar e de entender a prática quando confrontados com numerosos problemas, muitos dos quais de grande complexidade. A este propósito Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry e Hewson (2003) reforçam a ideia de que o desenvolvimento profissional possibilita a interação entre conhecimento e aprendizagem, apresentando cinco princípios que ajudam o professor a desenvolver-se profissionalmente, sendo eles: (i) fazer a ligação entre as novas ideias e as já existentes; (ii) criar oportunidades de discussão e de reflexão que permitam ao professor mudar as ideias que detém e criar novas; (iii) criar ambientes familiares para o professor, de modo a facilitar a sua aprendizagem; (iv) mudar o pensamento do professor, ajudando-o a resolver a discrepância entre as novas ideias e as já existentes; e (v) auxiliar os professores no desenvolvimento de estratégias que promovam a aprendizagem de todos os seus alunos.

Numa perspetiva de melhoria nas formas de atuação dos professores, Cruz (2006) assume o desenvolvimento profissional como uma evolução que se constrói a partir do crescimento do professor enquanto pessoa, em todos os níveis, baseada na integração de

estruturas básicas de conhecimento prático, através de ajudas que se adquirem com o exercício profissional, atingindo o crescimento profissional e aperfeiçoamento que se oferece aos professores ao longo da formação que vai adquirindo. Assim, os professores passam a dominar um conjunto de estratégias que gerem consoante as situações exigem, por forma a objetivar uma participação ativa de todos os alunos e, conseqüentemente, uma aprendizagem de conteúdos, com processos de níveis de complexidade crescente, assim como uma capacidade de expressão, comunicação e ação eficazes face às múltiplas situações do quotidiano (Arends, 2008).

Tendo em consideração as várias perspetivas que existem na literatura sobre desenvolvimento profissional, neste trabalho opta-se por entender o desenvolvimento profissional como um processo de crescimento pessoal, social e profissional que ocorre ao longo da carreira profissional, com base em conhecimentos sobre ciência, contexto, currículo e didática, condicionados por fatores de natureza cognitiva, afetiva e social (Cochran-Smith & Zeichner, 2005; Day, 2001; Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry, & Hewson, 2003; Watanabe & Reis, 2019). Desta forma, o desenvolvimento profissional envolve o professor em novas aprendizagens e, inevitavelmente, provoca mudanças nas práticas de ensino e nos resultados das aprendizagens dos alunos (Bates, Phalen, & Moran, 2016; Cheng & Wu, 2016; Gore, Lloyd, Smith, Bowe, & Ellis, 2017; Guskey & Yoon, 2009; Linhares & Reis, 2019; Reis, Tinoca, Baptista, & Linhares, 2020).

Assim, dada a complexidade do exposto, torna-se importante compreender como é que se pode promover o desenvolvimento profissional. Guskey (2002) desenvolveu um modelo em que defende que os três principais objetivos dos programas de desenvolvimento profissional de professores são promover: (i) mudanças na prática dos professores; (ii) mudanças nos resultados das aprendizagens dos alunos; e (iii) mudanças nas conceções dos professores, como mostra a Figura 2.

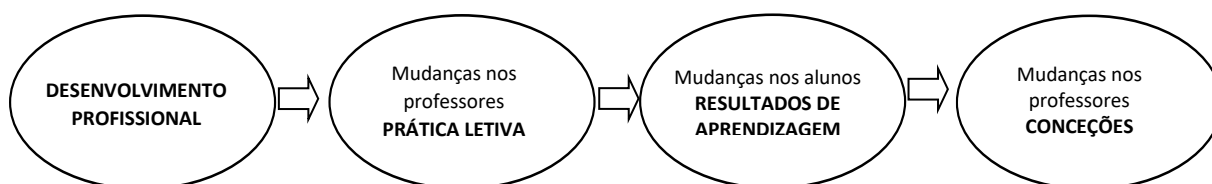


Figura 2. Processo de mudança de conceções (adaptado de Guskey, 2002).

De acordo com o modelo da Figura 2, os professores alteram as suas conceções quando percecionam que as mudanças introduzidas nas suas práticas conduzem a resultados positivos nas aprendizagens dos alunos. Portanto, um professor que experimente uma nova estratégia de ensino na sua prática, resultante de um programa de desenvolvimento profissional, e observe

que esta influencia positivamente os resultados das aprendizagens dos alunos, pode alterar as suas conceções em relação à nova estratégia, mas caso não provoquem alterações significativas nos resultados das aprendizagens dos alunos pode tornar-se mais resiliente a qualquer mudança na sua prática (Evans, 2014; Guskey, 2002).

Outros investigadores, Loucks-Horsley et al. (2003), defendem um outro modelo, que possibilita a ligação entre os objetivos do desenvolvimento profissional e o currículo, os alunos e os professores, a partir de uma sequência de ações: analisar as perspetivas do professor sobre ensino-aprendizagem de ciência e de currículo; analisar as aprendizagens dos alunos e de outros dados; definir objetivos; planear; executar e avaliar, como se ilustra na Figura 3. Para este modelo contribuem, ainda, para o desenvolvimento da ação, os conhecimentos e conceções, o contexto, as questões e as estratégias como aspetos exteriores que contribuem para o desenvolvimento da ação.

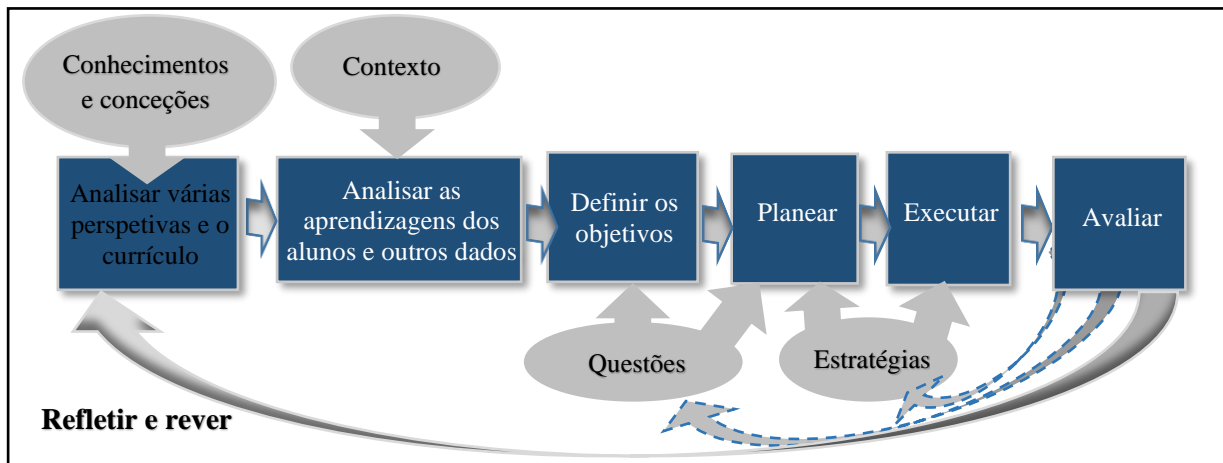


Figura 3. Modelo para o desenvolvimento profissional (adaptado de Loucks-Horsley et al., 2003).

Segundo estes investigadores, os professores necessitam de novos conhecimentos e competências que os ajudem a desenvolver com os seus alunos as estratégias propostas no currículo. Entre várias competências que os professores podem desenvolver para que ocorra mudança nas suas práticas salientam-se a capacidade de analisar as suas próprias necessidades de aprendizagem, promover a sua autoavaliação, adquirir novas compreensões, fomentar uma investigação na própria prática, partilhar ideias, resultados e materiais com outros colegas, refletir sobre as suas experiências e levar a cabo o trabalho colaborativo.

Em relação às estratégias que contribuem para o desenvolvimento da ação, Loucks-Horsley et al. (2003) agrupam-nas em:

- (i) Implementação do currículo em que os professores adquirem novas experiências na sala de aula, impulsionando mudanças nas suas práticas e a novas aprendizagens;

- (ii) Imersão em experiências educativas que incluem duas estratégias: a imersão dos professores num ensino por investigação e a imersão no mundo dos cientistas. Na imersão dos professores num ensino por investigação, os professores experimentam as estratégias que vão utilizar com os seus alunos; e na imersão no mundo dos cientistas, os professores envolvem-se na comunidade científica, por forma a melhorar não só o seu conhecimento científico, como também a sua compreensão acerca da natureza da ciência;
- (iii) Discussão sobre o ensino e a aprendizagem que se desenvolve a partir, por exemplo, de discussão de casos e da análise dos trabalhos e do pensamento dos alunos. Os professores discutem e refletem com outros colegas a partir da descrição de narrativas contadas pelos próprios;
- (iv) Promoção da aprendizagem através da demonstração de aulas ou da presença de um orientador. Na demonstração de aulas, um grupo de professores observa e aprende através do que vê;
- (v) Desenvolvimento de estruturas colaborativas que envolvem parcerias com cientistas, comunidades profissionais virtuais e grupos de estudo;
- (vi) Implementação de mecanismos que representam oportunidades estruturadas de aprendizagem através da interação com especialistas e professores, como sejam, cursos, seminários e *workshops*.

Por sua vez, Loucks-Horsley et al. (2003) referem que a escolha das estratégias requerem cinco requisitos para transformar as experiências de aprendizagem em desenvolvimento profissional: (i) envolver os professores no desenvolvimento de novas práticas, de acordo com a sua nova compreensão do que é o ensino e a aprendizagem; (ii) motivar os professores para continuarem a melhorar as suas práticas, identificarem novas questões e problemas sobre o ensino e a aprendizagem, investigarem de forma a resolver os problemas que identificaram e alterarem novamente as suas práticas; (iii) criar um elevado nível de conflito cognitivo para fazer o balanço entre as conceções dos professores, as suas práticas e a nova experiência sobre os alunos, os conteúdos e as aprendizagens; (iv) dar tempo suficiente e suporte para os professores pensarem nas novas experiências de aprendizagem. Os professores necessitam de tempo para discutirem, testarem, lerem sobre o assunto e darem sentido às novas experiências de aprendizagem; e (v) levar os professores a investigar sobre a sua própria prática e a desenvolver atividades de investigação em sala de aula. Os professores constroem tarefas para que os alunos as realizem em grupo e aí fazerem a recolha de dados.

Um outro modelo, desenvolvido por Lumpe (2007), propõe o currículo, a avaliação e o ensino como conteúdos do desenvolvimento profissional, sendo estes analisados e discutidos numa comunidade profissional de aprendizagem, como se encontra representado na Figura 4.



Figura 4. Modelo para o desenvolvimento profissional (adaptado de Lumpe, 2007).

A comunidade profissional de aprendizagem define o processo de desenvolvimento profissional, constrói as estratégias a serem implementadas em sala de aula e procede à avaliação dos resultados, ao envolver um grupo de indivíduos que partilha e interroga criticamente as suas práticas letivas de forma contínua, reflexiva e colaborativa, com a finalidade de: (i) melhorar a aprendizagem dos alunos; (ii) construir uma cultura de colaboração; e (iii) desenvolver o profissionalismo dos professores para melhorar as escolas (Lumpe, 2007). Neste modelo defendido por Lumpe (2007), quer os cursos formais, quer a calendarização e as linhas de orientação fazem parte desta abordagem, sendo a calendarização e as linhas de orientação aspetos cruciais, de suporte ao processo de desenvolvimento da comunidade de aprendizagem, e os cursos formais/workshop desempenham um papel secundário no desenvolvimento profissional. Segundo Lumpe (2007), para que os professores se possam desenvolver profissionalmente têm de estar inseridos em ambientes que favoreçam a sua aprendizagem, nomeadamente, ambientes centrados na comunidade, no conhecimento, nos alunos e na avaliação. Os ambientes centrados na comunidade valorizam a construção de relações colaborativas. Os ambientes centrados no conhecimento focam-se nos conteúdos que podem ajudar os professores a compreender a sua disciplina. Os ambientes centrados nos alunos têm em atenção os conhecimentos, competências, atitudes e conceções que os professores

levam para a sala de aula. Por último, os ambientes centrados na avaliação permitem ao professor, ao ser avaliado, rever a sua própria prática (Chval, Abell, Pareja, Musikul, & Ritza, 2008).

Desimone (2009) propõe um outro modelo de desenvolvimento profissional que tem subjacente um conjunto de recursos básicos como componentes críticos do desenvolvimento, no que respeita: (i) ao conteúdo e ao modo como os alunos aprendem esse conteúdo; (ii) às oportunidades de aprendizagem ativa, durante as experiências de desenvolvimento profissional; (iii) à coerência da aprendizagem com as necessidades profissionais dos professores; (iv) ao tempo despendido pelo professor na experiência de aprendizagem e na sua divulgação; e (v) à participação coletiva dos professores na sua aprendizagem profissional. Contudo, de acordo com o investigador, as aprendizagens que resultem destas experiências de desenvolvimento profissional estão associadas a mudanças no conhecimento e prática dos professores e pouco relacionadas com a mudança no desempenho dos alunos.

Outra investigadora, Tzivinikou (2015) desenvolveu um modelo de desenvolvimento profissional que tem implícito um programa que visa melhorar as competências de ensino dos professores, enriquecer as suas práticas com estratégias mais eficazes a fim de aumentar a qualidade das suas intervenções educacionais. O referido modelo de desenvolvimento profissional envolve seis etapas: (i) identificação das necessidades; (ii) análise das necessidades; (iii) planificação e elaboração do programa de desenvolvimento; (iv) implementação do programa de desenvolvimento; (v) monitorização do programa de desenvolvimento; e (vi) avaliação do programa de desenvolvimento e seu impacto, como se ilustra na Figura 5.

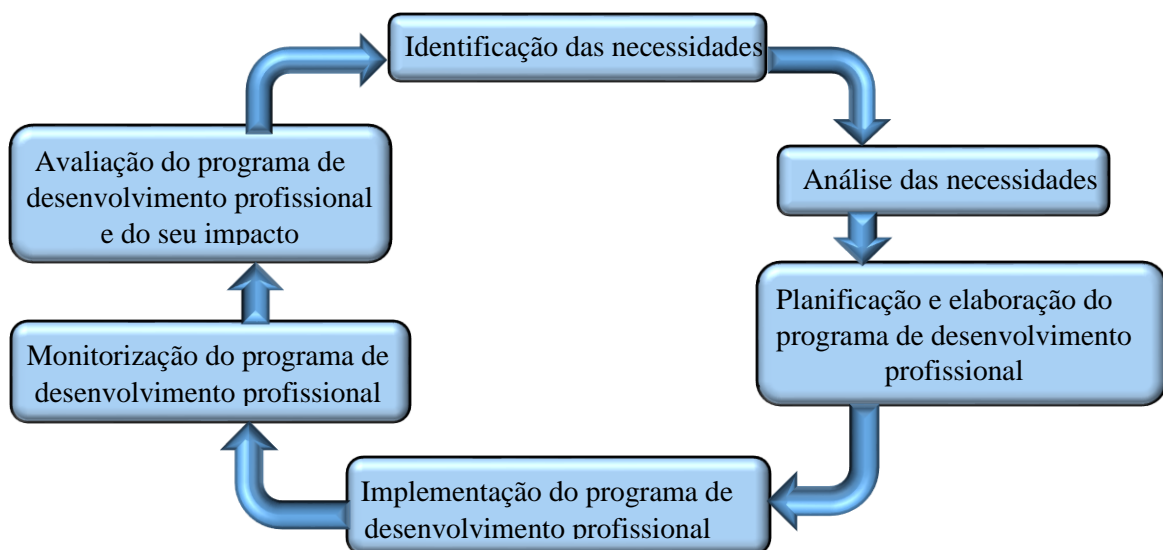


Figura 5. Modelo de desenvolvimento profissional (adaptado de Tzivinikou, 2015).

No estudo que desenvolveu, Tzivnikou (2015) investigou o impacto deste modelo de desenvolvimento profissional, durante seis meses, na prática dos professores do ensino regular e educação especial, em simultâneo. Neste estudo participaram 30 professores, divididos em 15 pares, sendo cada par constituído por um professor do ensino regular e um professor do ensino especial. Cada dupla de professores trabalhava na mesma escola, partilhando a responsabilidade do apoio educacional de um aluno com necessidades educativas especiais. O impacto deste programa foi estudado com base no sentimento de autoeficácia dos professores em relação às suas competências de ensino e o efeito das suas intervenções na prática com os alunos com necessidades educativas especiais. Os resultados mostram que o programa influenciou positivamente as competências dos professores participantes em relação à planificação de aulas, métodos de ensino e na colaboração entre os professores do ensino regular e educação especial, com vista a melhorar o processo de avaliação dos alunos, planificação e implementação de intervenções para alunos com necessidades especiais. Assim, o programa de desenvolvimento profissional contínuo teve um impacto positivo na autoeficácia dos professores e na eficácia das intervenções educacionais com os seus alunos com necessidades educativas especiais.

Girvan, Conneely e Tangney (2016) apresentam um outro modelo de desenvolvimento profissional que engloba três fases, todas elas envolvendo experiências em contexto de ensino-aprendizagem: (i) observação de alunos; (ii) participação como aprendizes; e (iii) desenvolvimento de atividades - ação, reflexão e subsequente planeamento, como se ilustra na Figura 6.

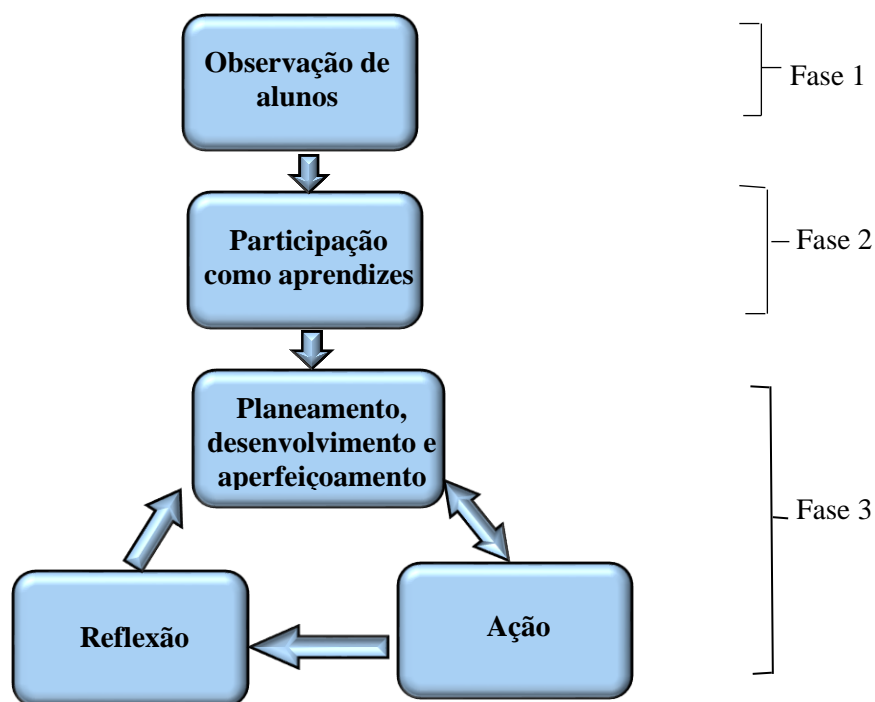


Figura 6. Modelo de desenvolvimento profissional (adaptado de Girvan et al., 2016).

A primeira fase visa a observação dos comportamentos e das interações dos alunos perante atividades validadas, promotoras da capacidade de trabalho e aprendizagem em grupo, que são de seguida utilizadas na aprendizagem, em aula, de um tópico curricular. Nesta fase, cada um dos professores observa dois dos seus alunos e reflete individualmente sobre o que observa, incluindo a identificação de qualquer impacto que estas atividades de aprendizagem tenha sobre os alunos que observa. Em seguida, os professores envolvem-se em diálogo reflexivo com os colegas. Na fase da participação dos professores como aprendizes, os professores assumem o papel de alunos, participando numa atividade de aprendizagem transversal em grupo, análoga às dos alunos na primeira fase, mediada por tecnologias. Os professores como aprendizes aprendem a aprender e assumem tanto o papel de professor como o de aluno, por forma a promoverem o seu desenvolvimento profissional e a aprofundarem a compreensão da inovação pedagógica. Nesta fase, aos professores é também solicitada uma reflexão individual, baseada na sua experiência, que suporte uma posterior discussão em grupo. A discussão é orientada pelos próprios professores, mas facilitada por colegas mais experientes. A fase do desenvolvimento corresponde ao período de um ano letivo, com toda as suas atividades de planeamento, ação e reflexão. Os professores envolvidos têm a liberdade de escolher as turmas e decidir quanto tempo com elas querem trabalhar, sendo encorajados a partilhar e a colaborar com os colegas. Ao longo de um ano, realizam-se reuniões dinamizadas pelos professores mais experientes, promotores do projeto e, no final do ano, tem lugar um evento em que os professores apresentam exemplos de atividades e partilham as suas experiências e os planos para o futuro.

No estudo que realizaram, Girvan et al. (2016) exploraram o contributo do modelo ilustrado na Figura 6. para o desenvolvimento profissional de professores, através dos seus próprios relatos reflexivos. Neste estudo participaram 38 professores de doze escolas. Os resultados revelaram que observar os alunos na primeira fase do modelo é uma mais-valia para envolver, inicialmente, os professores na mudança das suas práticas. Atesta-se que os professores, que inicialmente não revelavam muito interesse neste modelo de desenvolvimento profissional, começaram, através da sua própria experiência, a valorizar positivamente a mudança das suas práticas. Na sequência da possibilidade de os professores poderem realizar pequenas mudanças ao longo do tempo, verificou-se uma mudança gradual na prática, apoiada por um sentimento contínuo de satisfação. Consta-se que o modelo apresentado facultava uma abordagem estruturada para os professores se envolverem em mudanças nas suas práticas de sala de aula através do apoio contínuo de uma comunidade profissional de aprendizagem.

Gore, Lloyd, Smith, Bowe e Ellis (2017) elaboraram um modelo de desenvolvimento profissional que combina os pontos fortes da “comunidade profissional de aprendizagem” com os dos “processos cíclicos de ensino” e com o do “ensino de qualidade” e designaram-se por “processos cíclicos de ensino de qualidade”, como se encontra representado na Figura 7.

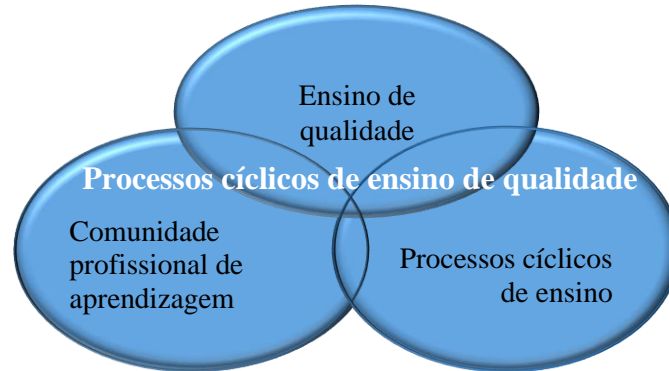


Figura 7. Modelo de desenvolvimento profissional de Gore et al. (2017)

No modelo de desenvolvimento profissional de Gore et al. (2017), a vertente do “ensino de qualidade” foca-se, essencialmente, na análise e avaliação do que ocorre durante uma aula observada, a partir da qual se inicia em grupo uma reflexão, não apenas sobre a aula observada, mas também sobre o ensino em geral. Na vertente centrada na “comunidade profissional de aprendizagem” valoriza-se a construção de relações colaborativas, e fomenta-se a participação nas discussões sobre a prática e evidenciam-se novas ideias e perspetivas a serem realizadas em sala de aula. Por último, a vertente “processos cíclicos de ensino” permite que cada um dos participantes, em momentos diferentes, tenha a mesma experiência de prática para análise e discussão.

O modelo de desenvolvimento profissional de Gore et al. (2017) envolve pelo menos quatro professores a trabalhar colaborativamente em “comunidade profissional de aprendizagem”. Um processo cíclico de ensino é constituído por três sessões sequenciais que ocorrem no mesmo dia: 1.^a sessão - discussão de leitura – sessão concebida para apoiar o grupo no desenvolvimento de uma base teórica partilhada para posterior discussão profissional e contribuição para a construção da “comunidade profissional de aprendizagem”. Este momento oferece aos professores a oportunidade de trazerem ideias e perspetivas para o grupo que eles valorizam, enriquecendo o conhecimento individual e a autonomia profissional (aproximadamente uma hora); 2.^a sessão - observação – sessão em que um dos professores da “comunidade de aprendizagem profissional” leciona uma aula que é observada por todos os outros membros desta mesma comunidade (duração completa de uma aula). Durante um período de várias semanas, cada um dos professores da “comunidade de aprendizagem

profissional”, independentemente dos anos de experiência, assume a sua vez de realizar o “processo cíclico de ensino”. Em cada “processo cíclico de ensino”, os professores refletem não apenas sobre essa aula, mas como ela se relaciona com a sua própria prática e com o ensino na sua escola; e 3.^a sessão - registo e discussão – todos os professores da “comunidade profissional de aprendizagem” fazem o registo utilizando descritores e escalas de codificação do que aconteceu em sala de aula, incluindo o professor observado, seguindo-se a discussão em que intervêm todos os professores da comunidade de aprendizagem. O registo e a discussão baseiam-se nos constructos da estrutura do ensino de qualidade. Os autores defendem que os “processos cíclicos de ensino de qualidade” proporcionam aos professores uma linguagem comum e um conjunto de critérios concetuais com os quais estes podem envolver-se em discussões profissionais produtivas com os seus pares, focadas na melhoria da qualidade do ensino.

Assim, Gore et al. (2017) realizaram um estudo que visa testar o impacto do modelo do desenvolvimento profissional baseado na abordagem dos “processos cíclicos de ensino de qualidade”, em que foram observadas duas aulas de cada professor da “comunidade profissional de aprendizagem”. Neste estudo participaram 192 professores de 24 escolas (oito professores em cada escola). Os resultados indicam que ao reunir abordagens para o desenvolvimento profissional de professores que privilegiem a colaboração e o contexto com uma vertente do “processo cíclica de ensino”, estas proporcionam aos professores um desenvolvimento profissional mais sustentável, produzindo um impacto substancial na prática e na qualidade do ensino.

No quadro de referências apresentadas, cada um dos modelos de desenvolvimento profissional de professores tem subjacente vários pressupostos inerentes a um programa de formação de professores de ciências, como seja: aprender ciência, aprender a ensinar ciência e aprender a aprender (NRC, 1996). Com o aprender ciência, pretende-se que os professores adquirem conteúdos científicos. O aprender a ensinar ciência pressupõe a aprendizagem de novas estratégias de ensino, como as investigações científicas em sala de aula. Por último, o aprender a aprender permite o envolvimento dos professores na sua própria aprendizagem, contribuindo para o seu desenvolvimento profissional.

Nos modelos de desenvolvimento profissional de professores apresentados anteriormente identificam-se linhas de ação comuns, sendo elas: (i) valorizam o conhecimento e as competências que os professores possuem; (ii) evidenciam o trabalho em colaboração com os seus pares e/ou com investigadores; e (iii) realçam a reflexão a partir da prática. Nesta ótica, cinco dos modelos de desenvolvimento profissional analisados, referem as perspetivas do

professor sobre ensino-aprendizagem de ciência e o currículo como uma ação marcante para o desenvolvimento profissional do professor (Desimone, 2009; Gore, Lloyd, Smith, Bowe, & Ellis, 2017; Loucks-Horsley et al., 2003; Lumpe, 2007; Tzivinikou, 2015), uma vez que permite diminuir o fosso entre a investigação educacional e as práticas dos professores. Os professores necessitam de novos conhecimentos e competências e de mudar os seus comportamentos e conceções, de modo a atender às novas sugestões. Um outro aspecto, também comum em todos os modelos de desenvolvimento profissional de professores descritos prende-se com o facto de o professor ser aprendiz em todo o seu processo de desenvolvimento profissional. O desenvolvimento profissional implica pensar o professor como aprendiz, podendo assim os princípios dos alunos transferirem-se para os professores (NRC, 1996).

Acresce-se que dois dos modelos de desenvolvimento profissional de professores descritos entendem que para os professores se desenvolverem profissionalmente têm de estar inseridos em comunidades profissionais de aprendizagem (modelo de Lumpe, 2007; modelo de Gore et al., 2017). No modelo de Lumpe (2007) e no modelo de Gore et al. (2017), as comunidades profissionais de aprendizagem, para que os professores se possam desenvolver profissionalmente, têm de os inserir em ambientes que: (i) valorizem o trabalho colaborativo e fomentem a participação na investigação educacional e na investigação sobre a própria prática; (ii) ajudem a compreender os conteúdos que vão ensinar aos alunos/professor observado; (iii) tenham em atenção os conhecimentos, competências, atitudes e conceções que os professores levam para a sala de aula; e (iv) permitem ao professor, ao ser avaliado, rever a sua prática.

Paralelamente aos aspetos assinalados, identificam-se algumas particularidades no modelo de Tzivinikou (2015) que apontam para orientações concetuais marcantes e que, possivelmente, interferem no processo de desenvolvimento profissional do professor. Este modelo integra professores de grupos disciplinares diferentes, em que os próprios, com base nas necessidades individuais de aprendizagens de cada um dos professores envolvidos, elaboram, implementam e avaliam o impacto do seu programa de desenvolvimento profissional. Os programas de desenvolvimento profissional que têm em conta as necessidades individuais de aprendizagem dos professores, ao permitir fazer a ligação entre as dificuldades de aprendizagens dos alunos e o que os professores precisam de aprender, leva a ganhar uma nova compreensão sobre o processo ensino-aprendizagem. Nesta perspetiva, o programa de desenvolvimento profissional pressupõe uma aprendizagem contínua do professor que envolve novos conhecimentos, capacidades e estratégias por forma a ir ao encontro das necessidades e interesses de cada aluno, contribuindo para uma melhoria das suas práticas letivas.

Quanto ao modelo de Girvan et al. (2016), este destaca a observação pelos professores, na primeira fase do processo, dos comportamentos e das interações dos seus alunos perante atividades validadas. Outro destaque existente neste modelo prende-se com o facto de os professores, após a observação dos seus alunos perante atividades validadas, assumirem o papel de alunos, participando numa atividade de aprendizagem análoga à dos alunos na primeira fase do processo. Para estas investigadoras, o professor necessita de se envolver nas atividades de aprendizagem que observou para compreender a eficácia das mesmas no desenvolvimento de competências e a sua importância em sala de aula.

Quanto ao modelo de Bowe e Gore (2017), este evidencia face aos restantes modelos, uma sequência de três sessões que se inicia com uma sessão de trabalho colaborativo concebida para apoiar teoricamente os professores envolvidos e a delinearem estratégias para implementarem em sala de aula. Estas sessões permitem aos professores conhecer outras práticas e partilhar experiências. Outra evidencia existente neste modelo tem a ver com a lecionação de aulas e a sua observação, por parte de todos os colegas, seguidas de registo individual por parte de todos os professores envolvidos neste processo. Segundo estas investigadoras, promover a observação de aulas, com posterior registo individual sobre a mesma, e discussão em grupo colaborativo ajuda os professores a mudar as suas práticas.

Em suma, no presente trabalho, concebe-se uma experiência de formação com vista ao desenvolvimento profissional de professores baseado nos modelos descritos e estudos desenvolvidos pelos investigadores atrás mencionados. Nesta linha de ação, torna-se imprescindível desenvolver algumas considerações sobre a prática reflexiva e a colaboração como promotoras do desenvolvimento profissional de professores. Na secção seguinte, aborda-se a prática reflexiva como uma das ferramentas essenciais de promoção de desenvolvimento profissional de professores.

2.1.2. Contributo da prática reflexiva para o desenvolvimento profissional

A prática reflexiva é um processo fundamental em programas de desenvolvimento profissional de professores (Fakazli & Kuru Gönen, 2017; Gün, 2011; Lane, McMaster, Adnum, & Cavanagh, 2014; McGarr & McCormack, 2016; Sedova, Sedlacek, & Svaricek, 2016). O termo “prática reflexiva” é um processo bastante complexo, assumindo diferentes significados na literatura educacional. Por exemplo, para Boud, Keogh e Walker (1985), a prática reflexiva é um termo genérico que inclui “atividades intelectuais e afetivas nas quais os

indivíduos se envolvem para explorar as suas experiências, levando-os a novos entendimentos e apreciações” (p. 3). Lyons (1998) equipara a prática reflexiva com “a forma como os professores questionam as suas práticas de ensino, fazendo perguntas sobre a eficácia das suas práticas de ensino e sobre como elas podem ser aperfeiçoadas para atender às necessidades dos alunos” (p. 252). Zwozdiak-Myers (2012) concebe a prática reflexiva como “uma possibilidade para a investigação incorporar o processo pelo qual (...) os professores estruturam ou reestruturam ações, conhecimentos, teorias ou crenças com vista ao seu desenvolvimento profissional” (p. 5). E, Farrell (2015) refere-se à prática reflexiva como “um processo cognitivo acompanhado por um conjunto de atitudes em que os professores recolhem sistematicamente dados sobre as suas práticas e, ao mesmo tempo dialogam com os seus pares, usando esses mesmos dados para tomar decisões instruídas sobre as suas práticas dentro e fora da sala de aula” (p. 123). O professor, ao envolver-se em reflexões com os seus pares e ao estar disponível para aprender com essas reflexões, desenvolve de um modo mais eficaz e ético o seu trabalho (McGarr & McCormack, 2016; Poom-Valickis & Mathews, 2013).

O investigador Jasper (2013) identifica três componentes essenciais no conceito de prática reflexiva: (i) experiências vivenciadas pelos professores; (ii) processos reflexivos que fornecem uma ideia, a partir da qual os professores podem aprender; e (iii) ação que se materializa a partir de novas perspetivas que surgem. Assim, as experiências vivenciadas pelos professores e as interpretações de todas as informações sobre as ações, bem como as situações relacionadas com essas experiências, servem de alicerces à prática reflexiva (Al Mahmud, 2013; Fakazli & Kuru Gönen, 2017), sendo esta de natureza multidimensional – política, social, moral e espiritual. Através da prática reflexiva, os professores: (i) orientam o seu ensino com diferentes tipos de conhecimento, incluindo teórico, empírico e prático; (ii) analisam o seu próprio ensino através de diferentes perspetivas; (iii) incorporam mudanças na sua prática pedagógica; (iv) otimizam a aprendizagem em sala de aula; e (v) desenvolvem o seu próprio ensino (Jasper, 2013).

Nesta ótica, a prática reflexiva parte sempre do confronto duma prática com um quadro de referência teórico relevante para a análise da situação prática em causa, permitindo desta forma uma progressiva explicitação do conhecimento na ação. Um professor reflexivo posiciona-se permanentemente num ciclo, da prática e da teoria à reflexão, para voltar de novo à teoria e à prática como se ilustra na Figura 8.

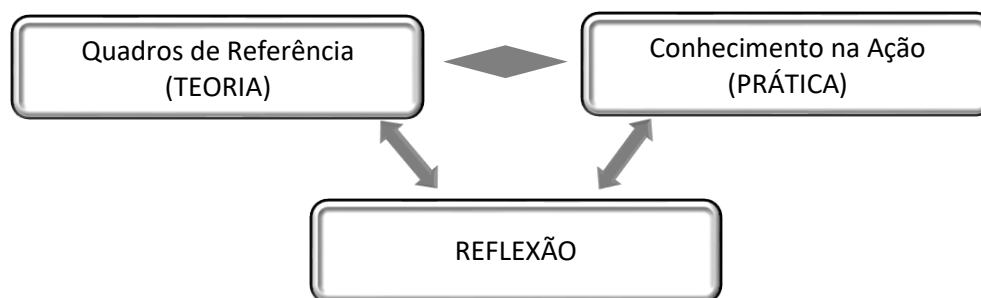


Figura 8. Modelo prático-teórico – professor reflexivo (Schön, 1983)

A prática permite o envolvimento ativo do próprio professor, proporcionando uma experiência concreta a partir da qual é possível refletir. O professor é o protagonista do seu conhecimento, que é construído a partir da investigação de problemas profissionais que emergem das suas práticas (Fernandes, Martinho, Tinoco, & Viseu, 2013), para detetar os pontos fortes e fracos do seu próprio ensino. Nesta linha de ação, os professores reflexivos envolvem-se em três tipos de reflexão: (i) a que se realiza na ação; (ii) a que se realiza sobre a ação; e (iii) a que se realiza sobre a reflexão na ação (Schön, 1987). A reflexão na ação ocorre simultaneamente com a própria ação, quando, sem a interromper, um professor com base no seu conhecimento prático procura perceber o que está a acontecer ou o que vai acontecer, o que se pode fazer, qual é a melhor estratégia, que desvios e precauções se podem tomar e que riscos se podem correr (Hatton & Smith, 1995). Trata-se de uma análise sem o cuidado e o distanciamento de um escrutínio mais rigoroso e sistematizado, mas com a riqueza da captação viva dos múltiplos fatores intervenientes e com as vantagens da possibilidade de intervenção imediata, ligando elementos racionais e afetivos. Através da reflexão na ação aprende-se não só a resolver o problema em questão e a ajustar-se a situações novas que vão aparecendo, mas aprende-se também sobre o próprio processo de investigação e ação em sala de aula (Fernandes et al., 2013; Martins & Pires, 2008; Sá-Chaves, 2009). Quando as situações novas ocorrem, os professores experimentam várias situações imediatas até encontrar a melhor solução. Nessas situações, o processo de reflexão tende a focar três aspetos: a ação em si, o saber intuitivo na ação e/ou os resultados da ação realizada (Pollard, 2014).

Quanto à reflexão sobre a ação, esta é a “contemplação retrospectiva da prática” (Burns & Bulman, 2000, p. 5). A perspetiva retrospectiva deste tipo de reflexão tem como função ajudar a fazer um balanço, a compreender o que deu certo ou não e a preparar o professor caso a ação se repita, permitindo que as experiências vividas sejam geradoras de saberes capazes de serem retomados em outras circunstâncias (Rodgers, 2002). A reflexão sobre a ação tem um papel importante na formação de professores, e, por conseguinte, no desenvolvimento profissional de

professores, pois é através do pensamento retrospectivo sobre o seu ensino que os professores fomentam o processo de interpretação e promovem a ligação da teoria à prática. As teorias provenientes da prática são resultado da partilha reflexiva, entre professores, de relatos de dilemas de sala de aula.

Por sua vez, a reflexão sobre a reflexão na ação é um processo que fomenta a evolução e o desenvolvimento profissional do professor, levando-o a construir a sua forma pessoal de conhecer (Oliveira & Serrazina, 2002). Trata-se de olhar retrospectivamente para a ação e refletir sobre o momento da reflexão na ação, isto é, sobre o que aconteceu, o que o professor observou, que significado atribui e que outros significados podem atribuir ao que aconteceu (Schön, 1992). A reflexão sobre a reflexão na ação é proactiva, levando o professor a compreender novos problemas, a descobrir soluções e a planificar ações futuras (Chien, 2013).

As práticas reflexivas assumem o desenvolvimento profissional de professores como um processo complexo que requer mudanças profundas provenientes de conhecimento adquirido na prática do professor (Osterman & Kottkamp, 2004). Segundo Camburn e Han (2015), os professores mais propensos a refletir sobre as suas experiências, em sala de aula, e que tenham facilidade em envolver-se em reflexões centradas na prática, têm maior probabilidade em mudar as suas práticas. A reflexão estimula novos interesses, chama a atenção para novas questões e possibilita uma prática mais segura, mais consciente e mais enriquecida. Contudo, o processo de mudança das práticas de ensino não é linear (Sedova, 2017), pois torna-se impossível evitar fases de desarmonia entre os professores quando se envolvem com os seus pares em reflexões centradas na prática.

Sharar (2012) realizou um estudo que visa melhorar a prática reflexiva entre professores do ensino básico que trabalham numa zona rural de Chitral, no Paquistão. Neste estudo participaram três professores de uma mesma escola. Os dados foram obtidos através de observações de aula com discussões pós-observação e de documentos escritos pelos professores. As discussões reflexivas pós-observação de aulas centraram-se, preferencialmente, no que ocorreu em sala de aula, quando ocorreu, por que e como isso ocorreu, ou até mesmo porque algo não ocorreu. Geralmente, nestas sessões de discussão pós-observação de aula, também se teve em conta os pontos menos fortes das práticas dos professores que ainda necessitavam de ser melhorados. Acresce-se, por sua vez, o recurso a documentos escritos reforça a tomada de consciência dos professores participantes face aos pontos fortes e fracos do seu processo de ensino-aprendizagem. Os resultados deste estudo revelam que a prática reflexiva é extremamente importante no funcionamento do dia a dia do professor, pois melhora a sua competência profissional.

Outros investigadores, Soisangwarn e Wongwanichb (2014) realizaram um estudo que pretende perceber se um professor que regularmente reflete sobre as suas próprias práticas, tem maior probabilidade de desenvolver e melhorar a sua aprendizagem profissional. Participaram neste estudo cinco pares de professores, ou seja, dez professores com uma experiência média de ensino de 20 anos, que lecionavam em escolas do 1.º ciclo situadas na província de Phetchaburi, na Tailândia. Estes autores recorreram à interação entre pares para apoiar a promoção do professor reflexivo, através de uma comunidade de aprendizagem profissional. A interação entre pares envolve dois professores que trabalham em conjunto (Bertucci, Johnson, Johnson, & Conte, 2010; Gottesman, 2009, Kim et al., 2013; Yoon & Kim, 2010), sendo que um dos professores assume a responsabilidade de fornecer comentários e recomendações através de um diálogo construtivo (Brookhart, 2008; Mortimer & Scoot, 2003; Vidmar, 2006). Os procedimentos a que os professores tiveram sujeitos, neste estudo, consistiu em três fases, a saber: (i) mudança conceptual; (ii) prática para se tornar professor reflexivo; e (iii) avaliar e refletir sobre as competências de ensino dos professores, como se mostra na Figura 9.

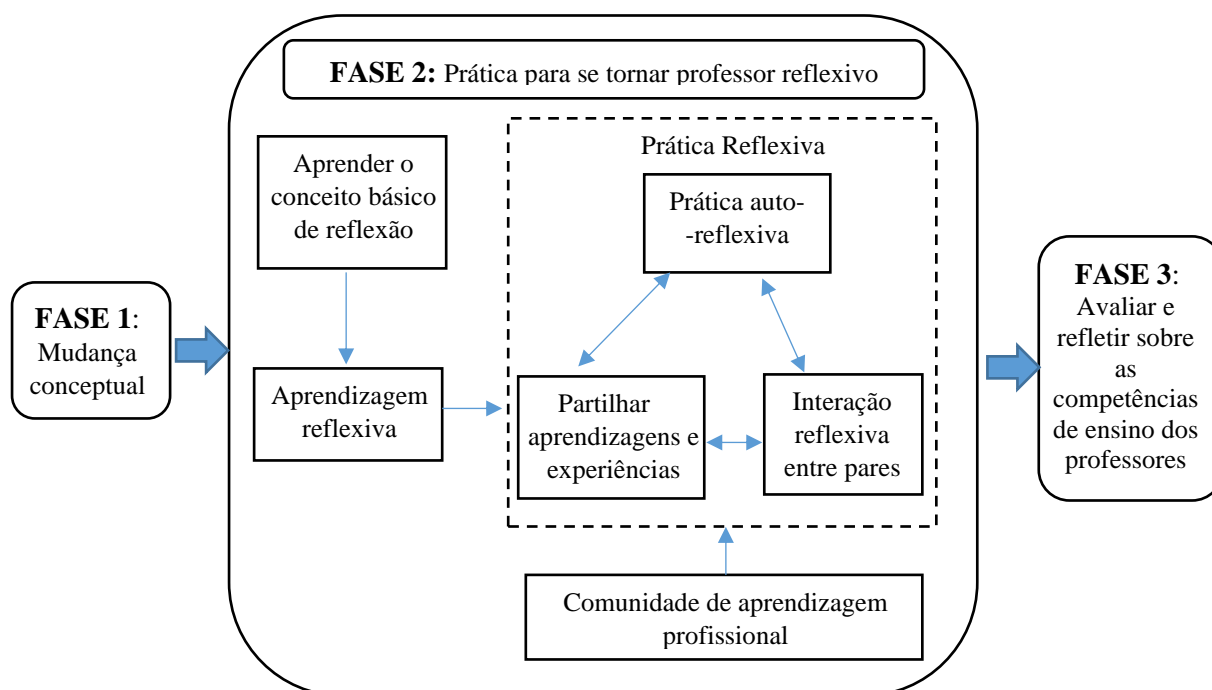


Figura 9. Promoção do professor reflexivo (adaptado de Soisangwarn e Wongwanichb, 2014)

Tendo por base o procedimento acima ilustrado para apoiar e ajudar a promover o professor reflexivo, os dados deste estudo mostram que a prática autorreflexiva e a prática de interação entre pares podem ajudar os professores a entenderem-se melhor, a si mesmos, e aos seus alunos, a fim de tornar a aprendizagem mais significativa.

Por sua vez, Mansour, Heba, Alshamrani e Aldahmash (2014) enfatizam a importância da reflexão dos professores sobre as suas próprias necessidades profissionais e sobre as suas visões de um programa de desenvolvimento profissional de professores. Dado que o professor ao refletir sobre a sua prática tem maior probabilidade de desenvolver e melhorar a sua aprendizagem profissional.

A reflexão permite que o professor seja crítico em relação à eficiência do seu desempenho em sala de aula, através do processo de questionamento e análise daquilo em que se acredita, procurando compreender as ações e as consequências que advêm das mesmas para tomar as medidas necessárias para que se torne melhor (Farrell, 2015; Waring & Evans, 2014). É através da reflexão centrada na prática que os professores comparam a teoria com a prática, ao fazerem perguntas investigativas sobre o processo de ensino-aprendizagem, ao analisar as relações de causa e efeito entre ensino e aprendizagem e ao procurar soluções para os dilemas em sala de aula.

A reflexão centrada na prática permite que os professores não reconstruam apenas o conhecimento prático, identificando pressupostos subjacentes às suas ações (Baldwin, 2004), mas também lhes faculte meios para reconhecer possibilidades de mudança pessoal e social (Fook, 2002). Nesta linha de ação, os professores são capazes de: (i) identificar e descrever situações problemáticas (ii) explicar por que fizeram algo da maneira que fizeram ou por que uma dada situação problemática ocorreu; (iii) reconhecer que havia maneiras diferentes de agir perante uma dada situação problemática; (iv) planejar uma forma de descobrir se uma dada abordagem era melhor que outra, levando a esse tipo de situação problemática; e (v) comparar evidências para evitar que tal situação ocorra novamente (McGregor & Cartwright, 2011).

A prática reflexiva por meio da análise de situações problemáticas é uma boa oportunidade para os professores iniciarem uma reflexão mais profunda e não apenas uma mera descrição da situação problemática vivenciada (Badia & Becerril, 2016; Calandra, Brabttley-Dias, Lee, & Fox, 2009; Griffin, 2003; McGarr & McCormack, 2016). A prática reflexiva baseada em situações problemáticas que ocorrem em sala de aula é descrita como um processo em que os professores monitorizam, avaliam e modificam sistematicamente a sua prática. Para tal, a prática reflexiva requer por parte dos professores uma mente aberta para a mudança, uma predisposição para aprender e um sentido de responsabilidade por forma a fazer o melhor (Jay, 2003). Neste âmbito, é de destacar que os alunos são “produto de circunstâncias sociais e pessoais complexas (Hillier, 2009, p. 6) e, por conseguinte, qualquer ação realizada ou comportamento exibido são de natureza individual e estritamente relacionados a um determinado momento no tempo. Por essa razão, é necessária uma reflexão constante por parte

dos professores para que estes possam responder adequadamente a determinados acontecimentos que ocorrem em sala de aula, fornecer boas soluções para problemas específicos e realizar ajustes para que a prática pedagógica seja bem-sucedida.

Segundo McGregor e Cartwright (2011), os professores reflexivos questionam simultaneamente as suas crenças, experiências, decisões e ações, bem como o impacto das mesmas nos seus alunos ou nos processos pedagógicos a utilizar em sala de aula. Todavia, Bolton (2010) e Moore (2004) referem que os professores reflexivos não refletem, apenas, sobre determinadas situações problemáticas que ocorrem em sala de aula e o que fizeram para o resolver, mas também avaliam a forma como refletiram sobre essa situação.

Em suma, o ato de refletir permite analisar as práticas, identificar os progressos efetuados e reformular estratégias no sentido de resolver situações problemáticas com que os professores se confrontam todos os dias. A prática reflexiva leva à construção de conhecimento que ao ser explicado, fundamentado e verificável, pode conduzir a melhorias nas práticas dos professores (Forte & Flores, 2014; Korthagen, 2009; Levine & Marcus, 2010). E, por conseguinte, a reflexão centrada na prática é o primeiro passo para o professor mudar as suas práticas e reforçar a sua autonomia face ao pensamento dominante sobre uma dada realidade. Esta ideia traz consigo o reconhecimento de que os professores possuem saberes, crenças, teorias que podem ser importantes para os professores se tornarem reflexivos.

No entanto, para que o desenvolvimento profissional de professores tenha mais impacto, não se deve apenas incentivar os professores a refletirem sobre a sua própria prática, mas também a respeitar o valor da colaboração dentro dos contextos escolares (Bowe & Gore, 2017; Gelfuso, 2016), dado que os professores ao refletirem em pequeno grupo sobre as crenças dos seus próprios colegas promovem a aquisição de novas práticas de ensino (Kim et al., 2013; Linn, 2009; Yoon & Kim, 2010).

Na secção seguinte, discute-se o trabalho colaborativo como uma outra ferramenta essencial para o desenvolvimento profissional de professores, tendo em conta que, em conjunto, os professores ao envolverem-se em práticas reflexivas tornam-se profissionais mais conscientes.

2.1.3. Contributo da colaboração para o desenvolvimento profissional

A colaboração profissional dos professores é um conceito multifacetado, assumindo naturezas e formas diversas que permitem a aquisição de novas aprendizagens (Black, 2018;

DeLuca, Bolden, & Chan, 2017; Messiou, 2018) e motivação (Bleicher, 2014; Durksen, Klassen, & Daniels, 2017) para a resolução de problemas da prática com que os professores se confrontam todos os dias (Penuel, Fishman, Yamaguchi, & Gallagher, 2007). Mas, apesar de a colaboração assumir na literatura diversos significados, todos os conceitos associados à colaboração têm subjacente a interação entre profissionais que procuram alcançar um objetivo geral, ou pelo menos um interesse comum, partilhado por todos os objetivos individuais explícitos ou implícitos, consciente ou inconsciente, de cada um dos professores do grupo (Boavida & Ponte, 2002; Reis, 2008).

O trabalho colaborativo, a partir da discussão e partilha de ideias, tende a aumentar o grau de motivação dos professores, incentivando-os a um maior envolvimento na aquisição do novo conhecimento e na resolução de problemas (Beauchamp, Klassen, Parsons, Durksen, & Taylor, 2014; Roldão, 2007) que se afiguram demasiado complexos para serem enfrentados em termos individuais. De acordo com Hargreaves (2009), “os professores só podem realmente aprender quando saem das suas próprias salas de aula e se relacionam com outros professores” (p. 98). Porém, os professores ao trabalharem em colaboração precisam de entender e de concordar com as contribuições dos seus pares, a fim de construir o conhecimento profissional adequado que os leve a refletir sobre a sua própria prática letiva (Chounta & Avouris, 2014; Saab et al., 2012). Sendo, deste modo, evidente que um trabalho colaborativo não depende só da existência de um objetivo comum ou de um interesse comum, mas também da forma de trabalhar e do relacionamento entre os professores.

Em relação à aprendizagem profissional de professores, Bleicher (2014) destaca o papel da aprendizagem ativa que os professores desempenham na mudança dos seus conhecimentos, crenças e práticas letivas, necessitando para tal de motivação. Segundo Hildebrandt e Eom (2011) e Kao, Wu e Tsai (2011), as motivações inerentes ao desenvolvimento profissional do professor são multifacetadas e podem incluir várias combinações de fatores, como interesse em melhorar o ensino, legitimação externa, apreciação interna e oportunidades de colaboração. Todavia, um elevado comprometimento dos professores com o seu desenvolvimento profissional leva a mudanças no seu conhecimento e nas suas conceções o que conduz a mudanças significativas na escola (Cornish & Jenkins, 2012), promovidas por experiências de reflexão em contexto e com aplicações nas suas práticas (Mucharreira, 2016). Cordingley, Bell, Evans e Firth (2005) argumentam que a colaboração entre professores, juntamente com a experimentação em sala de aula, é mais eficaz na mudança da prática do que a reflexão e a discussão sobre a prática, isoladamente.

Efetivamente, o professor ao envolver-se em colaboração de qualidade com colegas pode aumentar a sua competência profissional (Stosich, 2016) e criar um ambiente que melhore a aprendizagem dos alunos em sala de aula (Ronfeldt, Farmer, & McQueen, 2015). Neste sentido, a colaboração tornou-se essencial no envolvimento dos professores na sua própria aprendizagem profissional (Cordingley et al., 2005; DeLuca et al., 2015; DeLuca et al., 2017; Nelson & Slavit 2008). A colaboração envolve um processo de co-aprendizagem sequenciado em que os professores investigam a sua própria prática baseada nas respostas dos alunos durante a aula, literatura existente, experiências partilhadas pelos professores e metas de aprendizagem dos professores (Webster-Wright, 2009). A integração destas considerações na aprendizagem profissional de forma propositada e estruturada leva o professor a refletir, levando a novos conhecimentos e mudanças na prática letiva (Lee, 2009).

Baptista e Freire (2011) realizaram um estudo que teve como finalidade conhecer o que pensam os professores sobre o papel do trabalho colaborativo para o seu desenvolvimento profissional. Participaram neste estudo seis professoras de Física e Química pertencentes a cinco escolas diferentes. A colaboração foi promovida entre professores e investigadoras durante um programa de formação que pretendeu levar à conceção e realização de tarefas de investigação em sala de aula. Os dados foram recolhidos recorrendo a entrevistas, a reflexões escritas elaboradas após cada sessão do programa de formação e gravações áudio tanto das sessões do programa de formação como das aulas assistidas das professoras. Os resultados mostram que as professoras consideram que o trabalho colaborativo relacionado com o aprender a ensinar tarefas de investigação contribuiu, para mudanças no seu conhecimento e nas suas práticas.

Mansfield e Thompson (2017) levaram a cabo um estudo que pretende investigar o potencial de uma abordagem colaborativa baseada em “processos cíclicos de ensino de qualidade” na aprendizagem profissional de sete professores em três escolas do 1.º ciclo na Austrália Ocidental. Os autores recorreram a uma metodologia qualitativa. Os dados recolhidos, ao longo de um ano, incidiram sobre os pontos fortes e os desafios da abordagem dos “processos cíclicos de ensino de qualidade”. Os resultados mostram que esta abordagem sustenta a aprendizagem do professor, influencia a qualidade do ensino em sala de aula e as potencialidades do trabalho em colaboração. Por sua vez, ao longo do tempo, os desafios foram superando a ansiedade do professor em ser observado e em aprender habilidades de observação.

DeLuca et al. (2015) realizaram um estudo com vista a examinar a literatura existente sobre as conceções, desafios e benefícios da colaboração na aprendizagem profissional. No total, 42 fontes foram identificadas e analisadas em relação às características da colaboração,

apoios e recursos para a colaboração, benefícios empiricamente suportados pela colaboração e desafios de promulgação. A revisão da literatura menciona que a maioria dos estudos sobre colaboração descreve etapas ou ciclos de colaboração para o envolvimento dos professores (Butler & Schnellert, 2012; Cunningham, 2011; Donohoo, 2013; Lee, 2009; Nelson & Slavit, 2008; Robinson, 2010) e que não existe um único processo de envolvimento colaborativo dos professores. No entanto, identificam-se dois aspetos em comum na literatura: (i) a colaboração estruturada de uma forma cíclica; e (ii) a colaboração que se baseia na perspetiva sócio-construtivista da aprendizagem do professor (DeLuca et al., 2015).

Em relação à colaboração estruturada de forma cíclica, o processo pode conter um número variável de etapas. Por exemplo, Langer, Colton, e Goff (2003) defendem, o envolvimento colaborativo dos professores de uma forma cíclica assente em quatro etapas: (i) observar e reunir informações - evidências em sala de aula; (ii) analisar e interpretar - enquadrar o problema da prática através da análise reflexiva, análise da aprendizagem e co-construção de significado através do diálogo; (iii) planificar - ações mais úteis para promover a aprendizagem desejada; e (iv) executar - realizar na prática o planeado para melhorar a aprendizagem do aluno, como se esquematiza na Figura 10.



Figura 10. Colaboração estruturada como desenvolvimento cíclico dos professores

As etapas referenciadas na Figura 10 pretendem promover um diálogo contínuo sobre as práticas em sala de aula e o desempenho dos alunos.

Porém, Butler e Schnellert (2012) e Robinson (2010) defendem que a colaboração ao ser estruturada de forma cíclica deve ser conceitualizada a partir de uma perspetiva sócio-construtivista, na qual experiências individuais e partilhadas contribuem para a construção de significado contextualizado. A perspetiva sócio-construtivista da colaboração na investigação

implica que os professores reconheçam as crenças e as estruturas que moldam a compreensão humana (Byrne-Jimenez & Orr, 2007) e que usem diálogos para explorar o impacto dessas crenças à medida que os professores se focam discretamente nas questões essenciais destinadas a melhorar a aprendizagem dos alunos (DeLuca et al., 2015).

O estudo realizado por DeLuca et al. (2015), para além de pesquisarem a literatura existente, até ao momento, sobre as conceções da colaboração, identificaram desafios e benefícios associados à colaboração. Neste estudo identificam-se desafios relacionados, quer com aspetos práticos da colaboração na aprendizagem dos professores, quer com os seus fundamentos teóricos. A colaboração, como uma estrutura de aprendizagem emergente, requer que os professores acreditem que os seus esforços profissionais são totalmente apoiados durante o seu trabalho em grupo. Os fatores de apoio incluem tempo de libertação, liderança, orientação, suporte à alfabetização de dados e uma cultura de colaboração dentro da própria escola. Quando os desafios são atenuados através de apoios, surgem benefícios significativos do trabalho em colaboração, quer para o professor, quer para o aluno. Para os professores, os benefícios incluem: desenvolvimento de conteúdo, conhecimento e competências pedagógicas para melhorar o ensino e a aprendizagem dos alunos; (ii) desenvolvimento de uma comunidade de aprendizagem; e (iii) oportunidades para liderança de professores.

Com a finalidade de estudar as perspetivas sobre o impacto e a funcionalidade da colaboração na aprendizagem profissional, DeLuca, Bolden e Chan (2017) realizaram um estudo onde participaram 292 professores. Os autores recorreram a uma metodologia de estudos de caso qualitativos. Os dados foram recolhidos diretamente das respostas dos professores sobre o trabalho colaborativo. Os resultados evidenciam fatores constrangedores e potenciadores das experiências do professor, bem como o ponto de vista do professor face à colaboração como aprendizagem profissional, que se esquematiza na Figura 10. Neste estudo, os professores para promover um trabalho em colaboração consideram relevantes os fatores, a saber: (i) escolher o foco do estudo; (ii) reconhecer que a aprendizagem em colaboração leva tempo; (iii) reconhecer os seus pares professores como especialistas; (iv) estabelecer relações de confiança com os colegas; e (v) ver o sucesso dos alunos como resultado da sua ação. Quanto aos fatores dominantes que inibem as experiências da colaboração entre professores, são eles: (i) falta de vontade dos alunos em experimentar coisas novas; (ii) falta de confiança dos professores para tentar coisas novas; (iii) falta de vontade dos colegas para ouvir as ideias dos professores; e (iv) medo de expor fraquezas pessoais de ensino. Em relação aos resultados significativos da colaboração, os dados deste estudo indicam que os professores identificam benefícios no ensino

e na aprendizagem e que passaram a valorizar a colaboração como um veículo para a aprendizagem profissional.

Em suma, os professores em colaboração ao partilharem e discutirem os seus conhecimentos e as experiências em sala de aula, perpetuam relevantes mudanças na abordagem pedagógica (Luneta, 2012), ficando desta forma mais motivados para aperfeiçoarem as suas próprias práticas e a tentar novas práticas em sala de aula (Darling-Hammond & McLaughlin, 2011).

2.2. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Este subcapítulo, ensino por investigação, encontra-se dividido em duas secções. Na primeira secção, aborda-se a evolução dos currículos das ciências. Na segunda secção alude-se as várias perspetivas de ensino por investigação, em que se explora o significado e os modelos para a para a sua condução, evidenciando o modelo dos cinco E e, por último, referem-se aspetos relacionados com as tarefas de investigação e os desafios à realização das mesmas, em aula, baseados em estudos realizados nas duas últimas décadas, como ilustra a Figura 11.

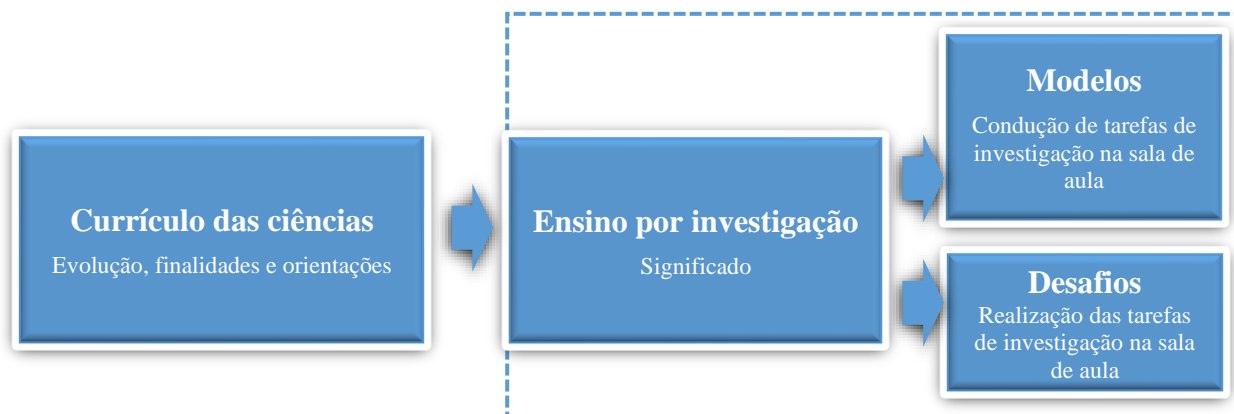


Figura 11. Organização das secções do ensino por investigação.

2.2.1. Evolução dos currículos das ciências

O ensino das ciências é considerado como primordial das sociedades atuais, dado que continua a dar-se particular relevância à transmissão de factos, princípios e leis, muitas vezes, realizada de uma forma descontextualizada (Morais, Paiva, & Francisco, 2012), levando a que a maioria dos alunos dos países da OECD atinja níveis insatisfatórios de proficiência em ciência

(OECD, 2013). Para contrariar esta tendência, há necessidade de apostar num ensino por investigação em que o professor apresenta e contextualiza os conceitos em problemáticas atuais e promotoras de tomadas de posição face a questões do quotidiano (Morais, Paiva, & Francisco, 2012). Assim, há necessidade de relevar a importância do ensino por investigação, tornando-se, neste contexto, imprescindível abordar determinados períodos históricos, de forma a compreender as mudanças que ocorreram.

O ensino por investigação como abordagem para o ensino das ciências começou a afirmar-se desde a primeira metade do século XIX, quando as disciplinas de ciências, diferentes das existentes na época, passaram a integrar os currículos de vários países (DeBoer, 2006; Leite, 2001). Nos currículos da primeira metade do século XIX, a ciência iniciava-se pelas observações que levavam aos princípios gerais, contrariamente às outras disciplinas consideradas fundamentais, que estavam assentes em regras e inferências lógicas. Na ciência, os alunos primeiramente aprendiam como observar o mundo natural e, em seguida, tiravam conclusões a partir das observações.

Thomas Huxley (1825-1895), médico e biólogo, defensor das ideias evolucionistas de Darwin, como presidente da *Royal Society*, foi um dos principais impulsionadores da introdução das ciências no currículo, justificando que davam oportunidades para desenvolver a parte intelectual do indivíduo. A sua perspetiva sobre como a ciência deve ser ensinada difundiu o trabalho laboratorial. Por sua vez, Herbert Spencer (1820-1903) defendeu o ensino de ciências como um processo de investigação, em que, a partir do trabalho laboratorial, os alunos desenvolviam uma conceção clara sobre os fenómenos naturais, que não seria possível apenas a partir do manual. Numa abordagem indutiva da ciência, Johann Friedrich Herbart (1776-1841) acreditava que a melhor forma de os alunos compreenderem novos conceitos de ciências era através da descoberta dos fenómenos e a partir da ligação desses com a sua experiência (DeBoer, 2006).

Até à década dos anos 30 do século XX, o desafio era encontrar um equilíbrio entre a compreensão global sobre o mundo natural, o método científico e a utilidade da ciência para o dia-a-dia. Não existia um consenso sobre como é que a ciência deveria ser ensinada. Perante este desafio, o comité da *National Society for Study Education* reforça o trabalho laboratorial nas aulas de ciências e identifica cinco razões para o seu desenvolvimento: (i) desenvolver técnicas simples de laboratório; (ii) estabelecer os princípios da ciência já especificados e aceites; (iii) adquirir familiaridade com os objetos da ciência; (iv) fornecer evidências para uma melhor compreensão dos princípios da ciência; e (v) fomentar o uso de processos científicos para a resolução de problemas (DeBoer, 2006).

Posteriormente, os movimentos anti-ciência que surgiram, na década dos anos 50 do século XX, período pós segunda guerra mundial, conduziram a uma visão crítica relativamente ao avanço científico e obrigaram a uma mudança de discurso para justificar a importância do ensino das ciências, que foi sustentada, *a posteriori*, com o desenvolvimento de acontecimentos históricos. Neste contexto, o lançamento para o espaço do primeiro *Sputnik*, em 1956, mostrou ao mundo, e particularmente aos americanos, que os soviéticos possuíam uma tecnologia que eles ainda estavam longe de alcançar, levando a comunidade científica dos Estados Unidos da América a interessar-se pelo desenvolvimento dos currículos de ciência (Duschl & Grandy, 2008; Schwartz & Crawford, 2006). Com este acontecimento formou-se, nos Estados Unidos da América, a *National Science Foundation* (NSF), com a finalidade de elaborar currículos de ciências para o ensino secundário que promovessem a formação de cientistas profissionalmente capazes, matemáticos, engenheiros e técnicos (Freire, 1993). Assim, surgem os currículos *Physical Science Study Curricullum* (PSSC), em 1957, desenvolvido por um grupo de cientista e professores de física do ensino secundário, *Chemical Bond Approach* (CBA), em 1958, elaborado por cientistas e professores de química, e neste mesmo ano, o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), criado por biólogos e professores de biologia. Estes currículos centravam-se na ciência, descurando as aplicações práticas da ciência e a sua relação com a sociedade (Galvão & Freire, 2004; Millar & Osborne 1998). Por conseguinte, os programas adjacentes a estes currículos eliminaram grande parte da ênfase dada aos assuntos tecnológicos e sociais, substituindo-os por manuais rigorosos e exercícios laboratoriais, centrados na estrutura das disciplinas e nos modos de investigação científica, remetendo para o aluno o papel de um recetor menos passivo. Nesta ótica, em aula, deveriam praticar-se os processos científicos e o aprender fazendo surgiu como estratégia proeminente de ensino em oposição a métodos mais tradicionais de transmissão de informação. De acordo com DeBoer (2006), o ensino por investigação emergiu, nesta época, como estratégia a implementar na sala de aula.

Todavia, em 1958, o grupo de história da ciência, de Havard, questionou se o tipo de educação científica proposto pelo PSSC seria o que o que a população americana necessitava. As investigações realizadas sobre a implementação do novo currículo de física, PSSC, nas escolas secundárias, vieram mostrar que as expectativas dos seus autores não se confirmaram, verificando-se um decréscimo no interesse dos alunos pela física (Galvão, Reis, Freire, & Oliveira, 2006). A crítica principal incidia na ênfase dada ao método científico e à visão do aluno como um cientista que deveria “aprender fazendo”, de modo a adquirir uma racionalidade dada pela atividade científica que contribuísse para o desenvolvimento científico, industrial e tecnológico do país. Face ao exposto, tornou-se necessário repensar um novo currículo.

Nos anos 60, do século XX, ocorreram as primeiras reuniões para a elaboração de um novo currículo de Física, *Project Physics* (PF), tendo a primeira edição surgido em 1970, nos Estados Unidos da América. No PF introduziu-se a vertente cultural e histórica, mostrando que as ideias em física evoluem de forma a adaptarem-se às mudanças que ocorrem na sociedade (Galvão et al., 2006). Para além deste currículo, no início dos anos 60, nos Estados Unidos da América, foram concebidos outros, tais como: o *Engineering Concepts Curriculum Project* (ECCP) e o *Individualized Science Instructional System* (ISIS), para alunos do ensino secundário, e mais tarde surgiram o *Princeton Project, Time Space and Matter* (TSM) e o *Earth Science Curriculum Project* (ESCP), na área da física, química e geologia, para alunos do ensino básico. Estes projetos valorizam o modo como a ciência é descoberta (Bennett, 2003; Leite, 2001), ao colocar os alunos como investigadores da informação por si próprios e o professor como guia das suas aprendizagens. Durante as investigações, os alunos formulavam hipóteses, observavam, experimentavam e tiravam as suas conclusões (Freire, 1993). Os alunos eram treinados para pensarem e agirem como cientistas, aplicando o “método científico”, no qual os alunos passam a fazer pesquisa científica no laboratório (Galvão et al., 2006) e a serem ensinadas nos ideais da ciência e nas aplicações tecnológicas. Porém, no final desta década, os currículos de ciências existentes mostraram-se inadequados para um ensino em que os jovens se tornaram cada vez mais sensíveis às interações da ciência com a sociedade. A maioria dos alunos não tinha acesso a esta abordagem fora da escola, havendo, para tal, necessidade que esta discussão fosse feita nas aulas de ciências.

Nos anos 70, do século XX, torna-se necessário proceder a uma nova reorganização dos currículos, das metodologias e das estratégias desenvolvidas nas escolas para, efetivamente, promover uma compreensão da ciência na sua vertente do saber ciência e saber sobre ciência, valorizando o cidadão enquanto decisor na sociedade. Porém, os programas curriculares desenvolvidos, ao serem submetidos a uma avaliação, mostraram que os professores continuavam a implementar na sala de aula um ensino tradicional, não envolvendo os alunos em investigações, descurando a interação da ciência com a sociedade. Deste modo, surgiu a necessidade de, mais uma vez, se repensarem os currículos de ciências.

Nos anos 80, do século XX, a sociedade, a par da ciência e tecnologia, passou a ser um fator dominante na elaboração dos currículos de ciências. O ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) foi resultado de uma resposta ao insucesso verificado no ensino das ciências, uma vez que os professores, ao descurarem a relação entre ciência e sociedade, criaram condições para uma desmotivação dos alunos em relação às áreas científicas (Millar & Osborne, 1998). Desta forma, procurou-se desenvolver esforços na implementação de currículos que

promovessem a sociedade a par da ciência e da tecnologia, numa perspetiva contextualizada e construtivista, de forma a “dar resposta aos movimentos da sociedade civil que apelam para uma literacia científica” (Freire, 2005, p. 147), assumindo assim uma visão mais ampla e humanística da ciência, dando ênfase ao ensino por investigação. Segundo Rodrigues e Borges (2008), foi durante esta década que a educação diferenciou ensinar como investigação de ensino por investigação. Além disso, a “educação em ciência” passa a ser dirigida a todos os jovens (DeBoer, 1991), pois cada vez mais os jovens são chamados a intervir e a tomar posições sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Nos anos 90, perante a necessidade de evidenciar a influência que a ciência e tecnologia têm sobre o ambiente, acrescentou-se a dimensão Ambiente aos currículos de ciências, e estes passaram a incluir uma abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). A inclusão da dimensão Ambiente nos currículos de ciências implicou uma mudança curricular, com uma reorientação dos conteúdos ensinados, das práticas dos professores e das estratégias metodológicas utilizadas (Ricardo, 2007). Nos Estados Unidos da América, e de acordo com o que foi sugerido pela *National Science Education Standards*, o ensino da ciência dá destaque não só à compreensão dos conceitos científicos, mas também ao desenvolvimento de competências investigativas, o que resultou na promoção de um ensino por investigação (NRC, 1996). Desta forma, o ensino por investigação constitui, simultaneamente, um conteúdo que os alunos têm de compreender e desenvolver, a partir da sua experiência, e uma estratégia de ensino. E, por sua vez, este tipo de abordagem, para ser implementada em aula, requer uma mudança conceptual ao nível do conhecimento e das atitudes dos professores (Galvão & Freire, 2004). Par tal, a *National Science Teachers Association* (NSTA) elaborou um conjunto de linhas orientadoras e princípios, quer para o ensino, quer para a formação de professores, no qual se explica que a ciência se destina a todos os alunos e que a aprendizagem é um processo ativo.

Em 2000, nos Estados Unidos da América, o *National Science Education Standards* (NSES) tomou o compromisso de incluir o ensino por investigação como um conteúdo e como uma forma de aprender ciência. Ou seja, segundo a NSES, o ensino por investigação é algo a ensinar, mas também um método de ensinar.

Em 2013, nos Estados Unidos da América, surge o *Next Generation Science Standards* (NGSS) que visam promover o ensino por investigação ao permitir que os alunos aprendam ciência fazendo ciência (NGSS, 2019). Os alunos, ao envolverem-se em práticas que os cientistas usam no seu quotidiano, vão, ao longo do tempo, compreender as ideias científicas. Assim, o NGSS propõe três dimensões distintas e igualmente importantes para a aprendizagem

da ciência: (i) práticas de ciência e de engenharia; (ii) conceitos disciplinares essenciais; e (iii) conceitos transversais. A relação entre estes três domínios encontra-se ilustrada na Figura 12.

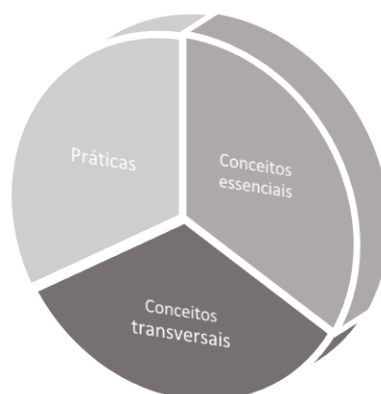


Figura 12. NGSS: Dimensões da aprendizagem científica (adaptado de <http://www.nextgenscience.org/three-dimensions>).

Em Portugal, a reforma do sistema educativo ocorreu nos finais dos anos 40 e foi acompanhada de uma reforma curricular para as ciências, a nível do ensino liceal (Decreto-Lei n.º 37: 112, 1948). O ensino liceal constava de três ciclos (1.º ciclo – 1.º e 2.º anos; 2.º ciclo – 3.º 4.º e 5.º anos; e 3.º ciclo – 6.º e 7.º anos) e iniciava-se após a realização do exame de admissão. No 2.º ciclo, os alunos iniciavam a frequência da disciplina de ciências físico-química no 3.º ano. Relativamente à disciplina de ciências físico-químicas eram apresentados dois programas, um correspondente à física e outro à química. O programa de física, então concebido,

visava ligar as aprendizagens da escola com as realizadas no dia a dia e através do trabalho experimental pretendia-se que os alunos adquirissem uma atitude tanto quanto possível científica. Por sua vez, o programa de química visava transmitir conhecimentos de utilidade imediata, de modo a possibilitar a compreensão do mundo em que os alunos viviam (Galvão et al., 2006, p. 37).

O ensino de química não devia ser realizado com base no quadro e giz, mas sim através de demonstrações experimentais, pois era papel do professor ilustrar, praticar e interessar (Decreto-Lei n.º 37:112, 1948).

Os pressupostos que presidiram a esta reforma curricular eram totalmente distintos das reformas curriculares que se iniciaram, uma década depois, nos Estados Unidos e que vieram influenciar os currículos de ciências que surgem na “Reforma Veiga Simão”, na década de 70, a nível do curso geral unificado. Os programas para o ensino da física e da química, no curso geral unificado (8.º e 9.º anos) começaram a ser desenvolvidos a partir de 1975. O novo

programa de ciências físico-químicas, para o 8.º ano, foi implementado no ano letivo 1976/77 cujas “finalidades incidiam sobre o método científico, valorizavam a aquisição de conhecimentos que conduziam à aplicação do método científico e a aquisição de um *savoir-faire* de natureza científica” (Galvão et al., 2006, p. 38). Neste programa os conteúdos programáticos davam ênfase às leis, teorias e princípios e os objetivos eram especificados em termos comportamentais e valorizavam o domínio cognitivo (Galvão et al., 2006). Contudo, o programa desta disciplina não seguia as linhas orientadoras dos currículos implementados, quer nos Estados Unidos da América, quer no Reino Unido, uma vez que davam “ênfase aos produtos da investigação científica, sem a valorização dos processos científicos” (Galvão et al., 2006, p. 39).

Nos anos 90, após a publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de outubro), ocorreu uma nova reforma do sistema educativo português e outra reforma curricular com a publicação de novo programa de ciências físico-químicas para os alunos do ensino básico, sendo este implementado no ano letivo 1994/95, no 8.º ano. As disciplinas de ciências físico-químicas eram lecionadas nos 8.º e 9.º anos. Neste programa de ciências físico-químicas é visível a existência de orientações distintas para os ensinos da física e da química. O programa de física recomendava que cada área temática fosse desenvolvida à volta de uma questão central e tendo em conta a existência de contextos reais onde os conhecimentos científicos adquirem relevância (Programa de Ciências Físico-Químicas, 1995, p. 21). Considera-se também neste programa que o ensino temático pode ser visto como uma área de resolução de problemas, onde os alunos podem ver a utilidade e importância do conhecimento e do trabalho pessoal, quer na escola quer fora dela (Programa de Ciências Físico-Químicas, 1995, p. 21).

O programa de química realça uma preocupação com a aquisição, pelo aluno, de uma visão equilibrada da ciência e da tecnologia na utilização positiva e negativa que os homens podem fazer dela (Programa de Ciências Físico-Químicas, 1995, p. 37). O programa de química é constituído por unidades temáticas que vão desenvolver-se segundo uma organização sequencial das matérias, sem prejuízo do estabelecimento constante de relações de relevância prática, tecnológica e social (Programa de Ciências Físico-Químicas, 1995, p. 20). Quanto à dimensão CTS, esta é mais evidenciada no programa de química do que no programa de Física, através de tópicos que pretendem fazer a ligação ao Homem e à Sociedade (Galvão et al., 2006, p. 41). Estes programas deixavam transparecer as tendências CTS que se fizeram sentir nos anos 80.

No final da década de 90, em Portugal, o Departamento de Educação Básica (DEB) do Ministério da Educação organizou uma reestruturação participada dos currículos do ensino básico, a qual se traduziu numa reformulação curricular que estruturou o ensino das ciências em três anos (7.º, 8.º e 9.º anos), em vez de dois anos, com o desdobramento das ciências físicas e naturais em ciências naturais e ciências físico-químicas apresentadas em paralelo nas orientações curriculares para o ensino básico, que constituiu o documento único orientador desta área. Com as orientações curriculares “pretendia-se contribuir para a literacia científica dos jovens, numa sociedade de informação e conhecimento dominada pela ciência e a tecnologia e para o desenvolvimento de competência em diferentes domínios, tais como conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes (Galvão et al., 2006, p. 41). Nesta perspetiva, o professor deveria assumir o papel de transformador do currículo nacional de ciência que incluía quatro temas gerais – Terra no Espaço; Terra em transformação, Sustentabilidade na Terra; e Viver melhor na Terra. Segundo Galvão, Reis, Freire e Oliveira (2006), no final da década de 90, as orientações curriculares estavam em sintonia com as linhas propostas internacionalmente para o ensino das ciências. Por um lado, davam ênfase a uma aprendizagem contextualizada fomentando a inter-relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente de forma a contribuir para a literacia científica. Por outro lado, ao especificar as experiências educativas, apelam para uma participação ativa dos alunos na sala de aula, de modo a desenvolver competências nos domínios – conhecimento, raciocínio, atitudes e valores.

Em Portugal, no início do ano 2000, o Departamento da Educação Básica deu lugar à reorganização curricular, consignada no Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, que visava estabelecer os princípios orientadores da organização e da gestão curricular do ensino básico, bem como da avaliação das aprendizagens e do processo de desenvolvimento do currículo nacional. O Decreto-Lei n.º 6/2001 contribuiu para a construção de um currículo mais aberto e abrangente, adequado a cada contexto, às necessidades, aos interesses, e às possibilidades de cada aluno. Um efetivo currículo nacional, entendido como “o conjunto de aprendizagens e competências a desenvolver pelos alunos ao longo do ensino básico” (Artigo 2.º do Decreto – Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro). A reorganização inclui, para além deste diploma, a definição de um Currículo Nacional do Ensino Básico orientado por competências, associado a práticas de gestão curricular mais flexíveis e adequadas a cada contexto (Nota de apresentação do Currículo Nacional, 2001, p.1) O currículo, antes organizado por objetivos, passa agora a orientar-se por um conjunto de competências a adquirir pelos alunos no final do Ensino Básico, ou seja, o currículo fechado deu assim lugar a um currículo aberto.

Contudo, Portugal, nos finais de 2011 com o Despacho n.º 17169, de 23 de dezembro, vem dar por finda a aplicação do estabelecido no Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001). De acordo com este despacho, este documento foi considerado como não sendo “suficientemente claro nas recomendações que insere” e como contendo ideias “demasiado ambíguas para possibilitar uma orientação clara da aprendizagem” (Despacho n.º 17169/2011, p. 50080).

Em 2012, e após uma consulta pública, o Despacho n.º 15971, de 14 de dezembro, procedeu à homologação das Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico de Ciências Físico-Químicas, passando estas a explicitar os conteúdos e os objetivos a atingir, de forma organizada e sequenciada com vista a garantir a “normalização” das aprendizagens nas escolas frequentadas por alunos provenientes de contextos socialmente, economicamente e culturalmente favoráveis, como quaisquer outros meios por mais desfavorecidos que sejam.

Assim, quer as Orientações Curriculares para o Ensino Básico, quer as Metas Curriculares de Físico-Química do Ensino Básico – 3.º ciclo evidenciam a planificação de experiências, discussão em grupo, observação, interpretação de dados recolhidos, conclusões, previsões, argumentação, recolha de evidências, resolução de problemas, reflexão sobre conceitos científicos, questionamento das ideias, entre outros, reiterando a importância de promover um ensino por investigação.

2.2.2. Significados e modelos de ensino por investigação

Existe uma diversidade de significados de ensino por investigação, podendo estes serem descritos segundo três perspetivas: (i) relacionado com a atividade científica (por exemplo, conduzir investigações usando métodos científicos); (ii) caracterizado através dos processos científicos (por exemplo, investigar ativamente um fenómeno ou problema através de processos usados pelos cientistas); e (iii) associado à resolução de problemas ou ao ensino pela descoberta (por exemplo, abordagem pedagógica realizada pelos professores de forma a desenvolver investigações) (Minner et al., 2010).

Para Schwartz e Crawford (2006), o ensino por investigação está relacionado com a atividade científica, à semelhança do que acontece numa comunidade científica, já que durante o desenvolvimento de TI, os alunos argumentam, comunicam os resultados, partilham ideias, trocam exemplos e têm aceitação por parte dos pares de que aquele acontecimento é válido. Trata-se de um processo essencial para desenvolver com os alunos, de forma a levá-los a

construírem significados do mesmo modo que os cientistas o fazem e permite, simultaneamente, adquirir conhecimento científico, bem como a compreensão de como os cientistas estudam o mundo natural. Pretende-se que os alunos aprendam como é que a ciência se processa, através do conhecimento da natureza e conteúdo da ciência (NRC, 2000). Nesta ótica, o ensino por investigação é considerado como um método multifacetado que possibilita a: (i) realização de observações; (ii) colocação de questões; (iii) pesquisa em livros e outras fontes de informação; (iv) revisão do que já se sabe sobre a experiência; (v) utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados; (vi) exploração; (vii) previsão e a resposta à questão; e (viii) comunicação dos resultados (NRC, 1996). Portanto, as TI a realizar, em aula, devem colocar os alunos no centro das suas aprendizagens, valorizar a atividade científica através do desenvolvimento de explicações científicas e suportar a argumentação e a comunicação. Para tal, as tarefas devem conduzir os alunos a confrontarem-se com uma situação que lhes suscita um problema, podendo estas serem formuladas em termos de pergunta ou situações hipotéticas criadas pelo professor com o intuito de gerar nos alunos dificuldades e conseqüentemente uma motivação para os resolver (Carvalho, 2013). Através da pesquisa, o aluno sugere respostas para o problema em causa, planifica experiências que lhe possibilitem testar as soluções propostas, executa-as e analisa os resultados, permitindo-lhe obter uma resposta para o problema inicial, que pode ir ao encontro ou não das suas previsões iniciais (Woolnough, 1998). O problema deve levantar questões relacionadas com o interesse dos alunos, bem como das suas vivências, pois desta forma estimula-se a aprendizagem ativa, permitindo que os alunos conduzam as suas próprias investigações (Rocard et al., 2007).

Segundo os investigadores Ash e Klein (2000), aprende-se fazendo questões e previsões, formulando hipóteses e criando modelos ou teorias. Para estes autores, o ensino por investigação é entendido como um processo de exploração dos materiais e do mundo natural, conduzido pelos próprios alunos através da curiosidade, do interesse e da perseverança para compreender e resolver um problema (Koballa & Glynn, 2007). O ensino por investigação é uma abordagem para aprender ciência que é conduzida através do processo de levantar questões e obter respostas (Harrison, 2014; McLoughlin, Finlayson, & van Kampen, 2016). Todo este processo serve para ajudar o aluno a desenvolver progressivamente o seu conhecimento e a compreensão do mundo através da sua própria atividade mental e física (Harlen, 2012). Mas, para que um ensino por investigação contribua para o aumento dos conhecimentos dos alunos e estimulem o seu envolvimento, é fundamental saber o que os alunos sabem sobre os materiais e o mundo natural e usar essas ideias como ponto de partida para as investigações; usar as ideias dos alunos como linha de base para o crescimento dos seus conhecimentos; convidar os alunos

a expor as suas ideias, interesses, questões e sugestões, durante o processo investigativo; ajudar os alunos a fazer ligações entre as suas ideias/questões e as suas ideias do mundo exterior; e ajudar os alunos a refletir sobre as suas aprendizagens (Carlson et al., 2003).

Outros investigadores, Branch e Oberg (2004) referem que o ensino por investigação é um processo que envolve os alunos na aprendizagem, formulam perguntas, investigam e, de seguida, constroem novos entendimentos, significados e conhecimentos. O conhecimento adquirido pelos alunos é novo para eles e pode ser usado para responder a perguntas, para desenvolver uma solução para um problema ou sustentar uma tomada de posição (Branch & Oberg, 2004; Palmer, 2005). Nesta perspetiva, o ensino por investigação promove uma aprendizagem através da criatividade, resolução de problemas científicos e procedimentos de decisão sócio-científica ao envolver os alunos em investigações para satisfazer curiosidades (Morais, Paiva & Francisco, 2012). Para tal, deverá procurar-se promover a realização de experiências de aprendizagem que coloquem no aluno a responsabilidade de construir novos conhecimentos, desenvolvendo a sua proatividade e metacognição para fazer face à sociedade em constante mudança, enquadradas em situações que despertem a sua curiosidade e que tenham utilidade e aplicabilidade para si.

Com abordagens ativas de ensino e aprendizagem, os alunos têm mais controlo e assumem mais responsabilidade pela sua própria aprendizagem (Bevins & Price, 2016). Para tal, devem ser criadas oportunidades de aprendizagens que motivem os alunos e que sistematicamente os levem a entender o mundo físico ao seu redor (Eurydice, 2011; NRC, 2012). A experimentação desempenha frequentemente um papel importante no ensino por investigação, pois o envolvimento de imediato é benéfico para promover o interesse e a participação em atividades científicas (Trna & Trnova, 2012; Trnova & Trna, 2011). Porém, ao recorrer-se a experiências no ensino por investigação é importante que a atividade experimental seja desenvolvida de acordo com a questão científica a investigar e que conduza os alunos à solução científica desejada (Trna, 2012).

O envolvimento dos alunos em tarefas que evidenciem abordagens ativas contribui para, além de uma melhor compreensão dos conceitos científicos, uma análise do conhecimento científico e da forma como se adquire esse conhecimento, compreendendo a natureza da ciência, desenvolvendo as competências necessárias para interpretar e investigar de forma autónoma o mundo natural (Harlen, 2012). Assim, Khan e O'Rourke (2005) referem que no ensino por investigação as principais características da aprendizagem são: (i) os alunos estarem envolvidos num problema ou situação difícil em que várias soluções ou respostas são possíveis; (ii) os alunos terem controlo sobre a direção da investigação e dos métodos ou abordagens

adotados; (iii) os alunos recorrerem ao seu conhecimento e identificarem quais as suas necessidades de aprendizagem; (iv) a diversidade das tarefas estimularem a curiosidade dos alunos encorajando-os a continuar a procurar novos dados ou evidências; e (v) os alunos serem responsáveis pela análise das evidências e, também, por as apresentar de maneira adequada, de modo a defender a solução para o problema em causa.

Outros investigadores, Harlen e Allende (2006), referem que o ensino por investigação permite, aos alunos, o desenvolvimento de diferentes competências e capacidades, tais como: (i) desenvolver competências de organização e interpretação de dados e raciocínio; (ii) propor explicações e fazer previsões com base nas evidências; (iii) trabalhar colaborativamente, comunicar as suas ideias e respeitar as ideias dos outros; (iv) expressar-se através de uma linguagem científica adequada (escrita e oral); (v) envolver-se em discussões públicas em defesa do seu trabalho ou de explicações; (vi) aplicar as suas aprendizagens a contextos reais; e (vii) refletir criticamente sobre as estratégias utilizadas e os resultados obtidos nas suas investigações. Nesta dinâmica de ensino por investigação, os alunos estão totalmente envolvidos no processo de aprendizagem ativa. Assim, os alunos ao realizar observações, recolher os dados, analisar os dados, sintetizar as informações e tirar as conclusões desenvolvem competências de resolução de problemas. Além do referido, também desenvolvem o pensamento crítico, à medida que aprendem a resolver problemas usando uma lógica e raciocínio, permitindo-lhes desta forma tirar conclusões a partir dos resultados experimentais (McLoughlin, et al., 2016).

Em síntese, na revisão da literatura sobre o significado de ensino por investigação existem aspetos comuns que se congratulam, neste trabalho opta-se por entender o ensino por investigação como um processo intencional de confrontar os alunos com uma situação que lhes suscite um problema, prever soluções para resolver a situação-problema, procurar informação, realizar observações, planificar experiências/construir modelos que lhes permitam testar as soluções propostas, executar a planificação, analisar os resultados para obter uma solução para a situação-problema, comunicar os resultados, transpor os conhecimentos adquiridos a novas situações, e refletir sobre as suas aprendizagens.

No quadro europeu de competências essenciais para a aprendizagem ao longo da vida (Parlamento Europeu e Conselho, 2006) desenvolveram-se vários projetos, como por exemplo: S-TEAM (2009-2012), ESTABLISH (2010-2013), Fibonacci (2010-2013), PRIMAS (2010-2013) e Pathway (2010-2013), com o objetivo de apoiar os professores de ciências na mudança da pedagogia baseada numa abordagem dedutiva para uma abordagem de ensino por investigação. Estes projetos destacam a importância da educação científica baseada no ensino

por investigação, ao aumentar os níveis de empenho dos alunos e, ao mesmo tempo, perceber o que significa o ensino por investigação para os professores.

Acresce que entre 2012-2016 desenvolveu-se o projeto europeu intitulado *Strategies for Assessment of inquiry Learning in Science* (SAILS) que teve como objetivos desenvolver estratégias e estruturas apropriadas para a avaliação dos conhecimentos e competências do ensino por investigação e ensinar os professores a usar as abordagens do ensino por investigação, bem como a serem confiantes e competentes na avaliação da aprendizagem dos seus alunos. Neste projeto, os professores observam e ouvem as razões pelos quais os alunos tomam determinadas decisões, as inferências que os alunos fazem dos seus resultados e como interpretam esses resultados, com base na sua compreensão científica.

Praticamente em simultâneo com o projeto SAILS, entre 2013-2016, desenvolveu-se o projeto *IRRESISTIBLE* em que participaram dezasseis parceiros de dez países: Alemanha, Finlândia, Grécia, Holanda, Itália, Polónia, Portugal, Roménia, Turquia e Israel. Este projeto teve como finalidade envolver professores, alunos e público no processo de Investigação e Inovação Responsável (IIR), em prol de uma investigação e inovação que sejam, de facto, responsáveis. Para tal, constrói-se conhecimento sobre a investigação de temas científicos pertinentes e polémicos da época, seguido de discussão, numa perspetiva IIR. A abordagem de cada um dos temas privilegia, no contexto da estratégia *Inquiry Based Science Education*, o modelo dos seis E's, o qual pressupõe seis fase: motivar, explorar, explicar, desenvolver, avaliar e ampliar. Ao modelo dos seis E's a equipa portuguesa do IRRESISTIVEL da Universidade de Lisboa (Instituto de Educação) introduziu uma sétima etapa – empreendimento, inspirada no projeto “We Act”. As etapas – ampliar e empreendedorismo – implicam o desenvolvimento de exposições interativas com o objetivo de capacitar os alunos como críticos e produtores de conhecimento, em vez de colocá-los no simples papel de consumidores de conhecimento (Linhares & Reis, 2014; Reis & Marques, 2016).

Assim, dada a complexidade do exposto é importante proporcionar aos alunos um ambiente de aprendizagem em que estes sejam encorajados a investigar as situações que lhe são propostas a partir de TI realizadas em aula. Mas, o ensino por investigação, enquanto processo, pressupõe que à partida não esteja definido o caminho a seguir, não se podendo apresentar um modelo único para executar este tipo de tarefas, em aula (Vieira et al., 2014). Nesta ótica torna-se imprescindível desenvolver algumas considerações sobre como se promove o ensino por investigação na sala de aula.

2.2.2.1. Modelos para a condução de tarefas de investigação na sala de aula

As TI têm uma série de propósitos no que concerne às aprendizagens realizadas pelos alunos, daí que sejam propostos vários modelos para a condução de TI na sala de aula para atingir tais intenções.

Holbrook (2008) propõe um modelo para conduzir as TI, em aula, com três fases: (i) cenário – estímulo familiar; (ii) investigação – investigar a ciência subjacente à situação apresentada no cenário inicial; e (iii) – consolidação científica e processo de tomada de decisão sócio-científica – desenvolvimento de competências de tomada de decisão e reforço da capacidade/aplicação dos conceitos científicos subjacentes ao cenário em estudo, que se representa na Figura 13.

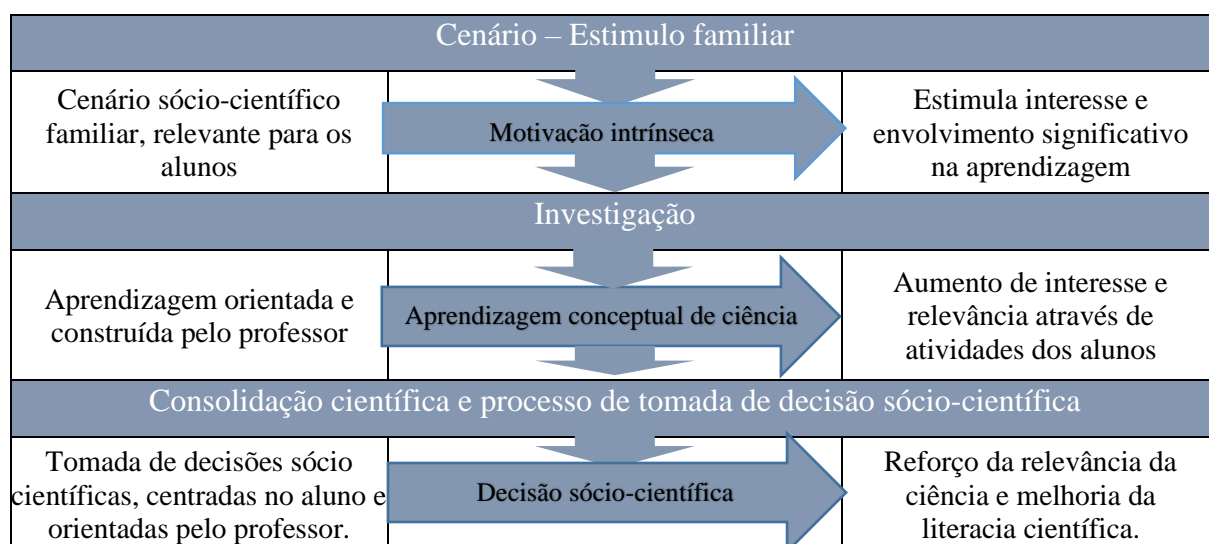


Figura 13. Modelo do desenvolvimento de uma tarefa de investigação (adaptado de Holbrook 2008)

A primeira fase, “Cenários”, é descrita como um meio de apresentar um fenómeno relevante na natureza, no quotidiano dos alunos ou questões sócio científicas (Bolte et al., 2012), no qual os alunos se identificam com a situação. A intenção é levar os alunos a refletirem sobre conhecimentos prévios em relação ao cenário, de forma a especificarem a questão científica a investigar. Os alunos ao refletirem sobre os seus conhecimentos prévios relacionados com o cenário apercebem-se de que não possuem conceitos científicos sólidos para aprofundar a discussão da temática em estudo (Hartikainen-Ahia, Sormunen, Jäppinen, & Kärkkäinen, 2014; Morais, Paiva, & Barros, 2012). A procura desses conceitos científicos sólidos constitui o ponto de partida para a segunda fase, “Investigação”. Esta segunda fase é essencialmente científica, mas também se releva a comunicação científica, a aprendizagem

cooperativa, o desenvolvimento da perseverança, da iniciativa e da criatividade (Morais, Paiva, & Francisco, 2012). Por último, na terceira fase, “Consolidação científica e processo de tomada de decisão sócio-científica”, pretende-se proporcionar a reflexão e a consolidação dos novos conhecimentos científicos, bem como o desenvolvimento da tomada de decisão e reforço da capacidade de transferência dos conceitos científicos subjacentes ao cenário em estudo, através da discussão e do raciocínio tomando uma decisão sócio-científica (Holbrook 2008; Moraes, Paiva, & Francisco, 2012; Vieira et al., 2014). Nesta ótica, é fundamental que a consolidação da aprendizagem ocorra com relevância, devendo-se para tal envolver capacidades de argumentação, de liderança, e de raciocinar, usando conceitos científicos (Morais, Paiva & Francisco, 2012).

Nesta linha de ação, surge um outro modelo constituído por quatro fases estruturantes, proposto por Worth, Duque e Saltiel (2009) que se representa na Figura 14.

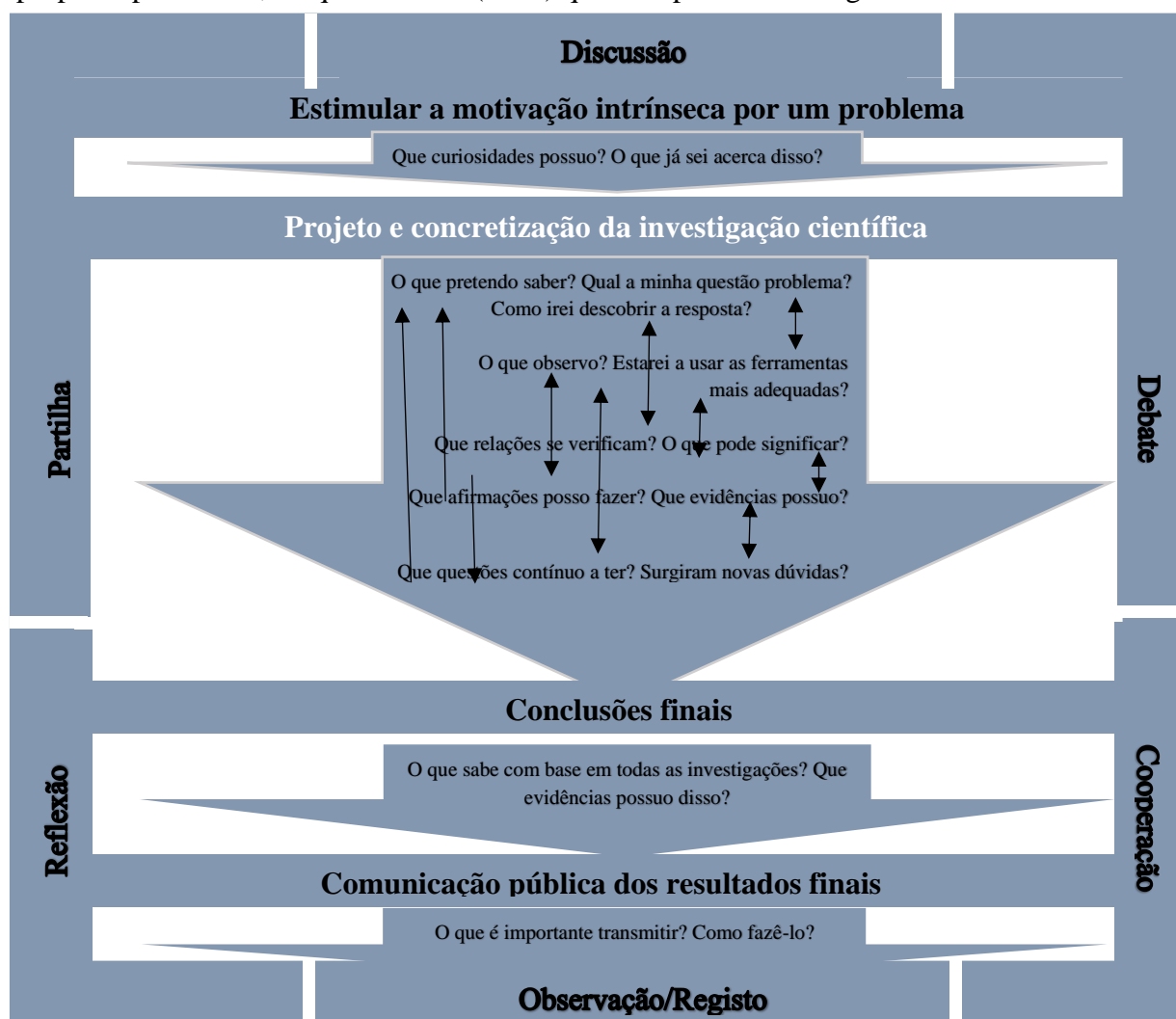


Figura 14. Modelo de desenvolvimento de uma tarefa de investigação (adaptado de Worth et al., 2009)

Segundo estes investigadores, o ensino por investigação é essencialmente um processo de iteração de resolução de problemas, em que se tenta progressivamente clarificar o cenário de partida até se alcançar a solução. No primeiro momento, “Fomentar a motivação intrínseca por um problema”, cria-se a curiosidade e a motivação no aluno para a investigação; no segundo, “Planificação e projeto”, planifica-se a investigação e procede-se à concretização da mesma, num processo iterativo; no terceiro, “Conclusões finais”, as conclusões são suportadas/evidenciadas; no quarto, “Comunicação pública dos resultados finais”, procede-se à comunicação dos resultados alcançados. Associado a estas etapas, o processo promove discussão/debate, reflexão, cooperação, observação/registo e partilha. (Worth, Duque, & Saltiel, 2009).

Magnusson, Palincsar e Templin (2006) propõem um modelo constituído por cinco fases: (i) motivar; (ii) preparar para investigar; (iii) investigar; (iv) preparar para comunicar; e (v) comunicar. Estes autores assumem que cada ciclo começa com a fase “Motivar”, o que normalmente envolve uma questão, seguindo-se, sequencialmente, para as fases “Preparar para investigar”, “Investigar”, “Preparar para comunicar” e “Comunicar”, como se representa na Figura 15.

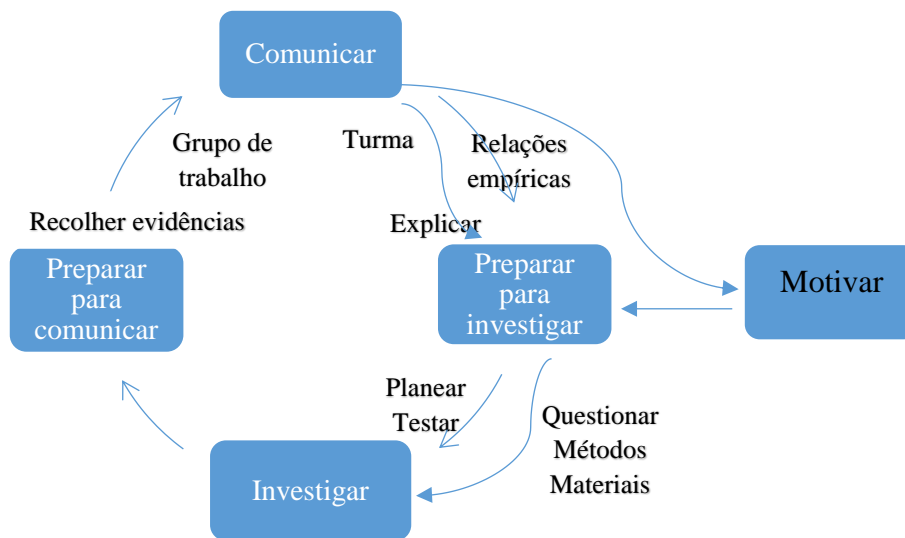


Figura 15. Fases para conduzir as tarefas de investigação (adaptado de Magnusson et al., 2006)

Neste modelo é essencial realçar a fase, “Comunicar”, por duas razões: em primeiro lugar, é necessário que os alunos compreendam a responsabilidade dos cientistas em publicar os resultados; em segundo, têm oportunidade de perceberem a importância de uma comunidade científica, neste caso representado pela turma, onde podem discutir as evidências recolhidas.

Wilfred (2010), ao assumir que não há investigação autêntica nem aprendizagem significativa se não existir um espírito que indaga uma resposta, uma solução, uma explicação ou uma decisão, defende que a realização de TI, em aula, compreende alguns passos estruturantes, tal como se indica esquematicamente na Figura 16.

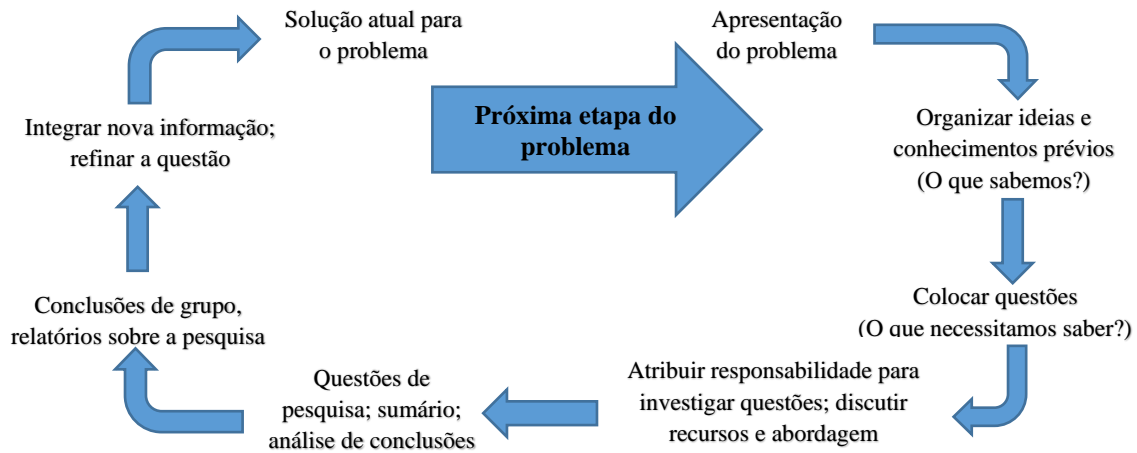


Figura 16. Modelo para conduzir as tarefas de investigação (adaptado de Wilfred, 2010)

Segundo o investigador, a realização das TI, em aula, visa melhorar a aprendizagem baseada no aumento do envolvimento dos alunos nas múltiplas formas de conhecimento e nas fases sequenciais da cognição. Para tal, deverá procurar-se promover a realização de investigações com base na iniciativa dos alunos, com a intenção de que, desta forma, o conhecimento assim construído seja mais relevante e significativo. Acresce que os alunos devem trabalhar em pequenos grupos, dado que a colaboração aluno-aluno neste processo é fundamental para reforçar a assimilação do conhecimento (Morais, Paiva, & Francisco, 2012).

Outro modelo de ensino que se pode adotar baseia-se na visão construtivista definida pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) e é conhecido como o modelo dos cinco E. Este modelo serviu de base para o presente estudo, visto que permite planificar uma aula que envolve conteúdos científicos, o processo do ensino por investigação e as competências do pensamento e de procedimento, sem criar consternação aos alunos (NSES, 2000). O modelo dos cinco E, como modelo de ensino, preocupa-se com a natureza da ciência baseada na investigação e com o processo de aprendizagem natural pelo qual os alunos aprendem (Cavallo & Laubach, 2001).

2.2.2.2. Modelo dos cinco E

No início da década de 60, do século XX, surgiu o ciclo de aprendizagem de Atkin e Karplus que foi, posteriormente, melhorado por diversos investigadores do *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS). No modelo SCIS (três E) destacam-se três fases cíclicas: (i) Explorar (*Exploration*), (ii) Inventar (*Invention*), e (iii) Descobrir (*Discover*). A fase explorar consiste na realização de experiências que permitem aos alunos recolherem nova informação; a fase inventar refere-se à linguagem científica dos conceitos em estudo; e na fase descobrir aplicam-se os conceitos em estudo a novas situações (Bybee et al., 2006).

O modelo dos cinco E utilizado neste estudo tem vindo a ser usado, desde os anos 80, nos Estados Unidos, como uma inovação no ensino e provém do modelo dos três E. Embora existam várias versões “E” (por exemplo, três E, quatro E, cinco E outras modificações), a premissa básica é que os alunos têm uma experiência com os fenómenos na aprendizagem de um conceito. O modelo cinco E (BSCS) é um melhoramento do modelo três E (SCIS), com algumas semelhanças em três fases - Explorar/Explorar; Inventar/Explicar; e Descobrir/Desenvolver – e introdução de mais duas fases: uma no início, o Motivar (*Engage*), e no fim, o Avaliar (*Evaluate*). Ambos os modelos estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas nas evidências do trabalho que desenvolvem. Segundo estes modelos, os alunos, através da observação, realizam experiências e estimulam o raciocínio, de forma a construírem os seus próprios modelos mentais (Drechsler, 2007), e a desenvolverem o conhecimento e a compreensão das ideias científicas (Bernard, Maciejowska, Krzeczowska, & Odrowaz, 2015). Desta forma, o conhecimento do aluno é uma construção formada pelo próprio. Para implementar estes pressupostos na prática, o modelo dos BSCS (cinco E) propõe cinco fases, tal como referido anteriormente, que se relacionam entre si, como mostra a Figura 17.

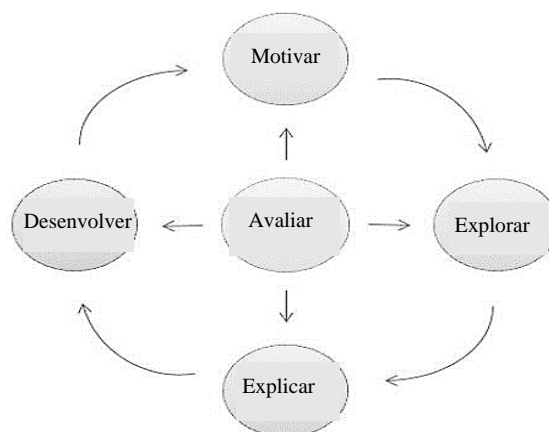


Figura 17. Modelo dos cinco E – Ciclo de Aprendizagem (ESTABLISH, 2010).

Assim, as TI, baseadas no modelo dos cinco E, têm uma série de pressupostos associados às aprendizagens realizadas pelos alunos. No Quadro 1. descrevem-se os pressupostos inerentes a cada uma das fases do modelo dos cinco E.

Quadro 1.

Descrição das Fases do Modelo dos cinco E (Bybee et al., 2006; Naade, Alamina, & Okwelle, 2018)

Modelo dos cinco E	
Fases	Descrição
<i>Engage</i> (Motivar)	Contextualização da tarefa, em que os alunos são motivados para o estudo de um determinado tópico/tema, promovendo a sua curiosidade e o seu interesse em relação ao mesmo.
<i>Explore</i> (Explorar)	Desenvolvimento da tarefa, em que os alunos são confrontados com tarefas onde formulam questões às quais tentam responder, fazem previsões, colocam hipóteses, planificam um modo de as testar, testam-nas, registam observações, discutem os resultados obtidos e redefinem as hipóteses se necessário.
<i>Explain</i> (Explicar)	Providencia uma oportunidade de os alunos articularem as observações, ideias, questões e hipóteses.
<i>Elaborate</i> (Desenvolver)	Desenvolvimento mais alargado dos conceitos/competências visados na tarefa, o que proporciona aos alunos irem mais além nos temas tratados. Nesta fase, os alunos estabelecem relações com outros conceitos, aplicam os conceitos e trabalham as capacidades adequadas a uma nova situação.
<i>Evaluate</i> (Avaliar)	Os alunos são encorajados a refletirem sobre o trabalho que desenvolveram (autoavaliação), o que lhes permite aferir quais os pontos que podem melhorar, ou onde tiveram mais dificuldades.

As cinco fases deste modelo visam ajudar os alunos a entender melhor os conceitos científicos, a gostar de ciência, a estimular o raciocínio, bem como a ultrapassar pré-conceitos errados relacionados com a ciência (Brown & Abell, 2007; Ceylan & Geban, 2009; Kaynar, Tekkaya, & Cakiroglu, 2009). Segundo Abdi (2014), Wilson, Taylor, Kowalski e Carlson, (2010), e Supasorn e Promarak (2015), o modelo dos cinco E potencia o ensino das ciências, dado que promove uma melhor aquisição dos conceitos ao eliminar as conceções alternativas, diligencia a atitude face à ciência e ao ensino das ciências, promove a capacidade de raciocínio, de argumentação e retém com mais qualidade o conhecimento adquirido quando comparado com o ensino tradicional. Nesta ótica, a eficácia do modelo dos cinco E na aprendizagem de ciências tem sido apoiada por uma ampla gama de trabalhos de investigação que relatam resultados positivos de aprendizagem para os alunos em termos de realização, entusiasmo, apropriação de conhecimentos e desenvolvimento de competências científicas (Minner, Levy, & Century, 2010; Minstrell & Van Zee, 2000).

Num estudo realizado por Čtrnáctová, Ganajová, Smejkal e Kristofová (2012) foi desenvolvido um conjunto de tarefas, com base nos cinco E, para promover um ensino por investigação, nas aulas de química. Neste estudo participaram 170 alunos da República Checa e 150 da Eslováquia, perfazendo um total de 320 alunos que frequentavam os ensinos básico e

secundário. Os resultados do estudo mostraram que 82% dos alunos consideraram que as TI foram muito interessantes e que 64% dos alunos desejaram realizar mais TI porque as consideraram muito úteis.

Um outro estudo foi realizado por Čtrnáctová, Čížková e Rezníčková (2014). Os investigadores desenvolveram, com base no modelo dos cinco E, um conjunto de TI. A investigação levada a cabo tinha como objetivo que os professores conseguissem identificar as competências científicas essenciais desenvolvidas pelos alunos de diferentes ciclos de escolaridade, durante a realização das TI. Neste estudo participaram 528 professores do primeiro ciclo, 191 do ensino secundário e 119 do ensino universitário. Os resultados mostraram que a maioria dos professores verificou que os alunos: formularam questões relacionadas com os temas das ciências; recolheram informações de várias fontes; organizaram e analisaram os resultados; e concluíram. Sendo que a competência científica essencial mais desenvolvida pelos alunos, perante as TI que integraram este estudo, tenha sido a organização dos resultados, e a menos desenvolvida a análise dos resultados.

A nível nacional, Baptista et al. (2013) realizaram um estudo cujo objetivo era conhecer como 39 alunos do 8.º ano de escolaridade encaravam uma nova situação de aprendizagem, identificar que dificuldades encontravam no desenvolvimento de TI com base nos cinco E, e o modo como as superavam. Os resultados permitem concluir que as dificuldades mais evidentes se prendem com a tomada de decisões, com a formulação de questões, com a pesquisa de informação e com a linguagem científica, sendo a partilha de ideias, entre os elementos do grupo, a estratégia de eleição que os alunos utilizaram para superar essas mesmas dificuldades.

Nos últimos anos, várias têm sido as publicações que apontam a aplicação do modelo dos cinco E para resultados positivos no ensino da ciência, em diferentes níveis de escolaridade, na conceção e realização de TI, em aula (Abell, Appleton, & Hanuscin, 2010; Anderson, 2002). Todavia, desenvolver práticas de ensino por investigação recorrendo ao modelo dos cinco E levanta desafios aos professores e aos alunos. Na secção que se segue, aborda-se os papéis do professor e do aluno às TI, em aula, bem como estudos relacionados com a sua dinâmica.

2.2.3. Desafios à realização das tarefas de investigação na sala de aula

A realização de aulas com TI comporta, de um modo geral, três momentos distintos: (i) introdução da tarefa ou formulação do problema; (ii) desenvolvimento do trabalho; e (iii) momento de síntese ou conclusão (Ponte, 2005). No momento inicial, o professor apresenta a

TI de uma forma decisiva com o intuito de envolver os alunos na sua realização, mostrando ou proferindo algo para suscitar perguntas ou despertar interesse nos alunos (Kaminska-Ostep, 2014). No momento do desenvolvimento do trabalho, os alunos devem adquirir uma atitude investigativa, por isso a aula deve ser centrada nos alunos e o professor deve ponderar que questões ou dicas poderão ajudá-los e que dados deve fornecer, assumindo um papel mais passivo do que no momento de introdução da tarefa. No momento do desenvolvimento da TI, devem ser criadas possibilidades aos alunos de procurarem as respostas, formularem conclusões e compreenderem os processos e regras subjacentes (Kaminska-Ostep, 2014). No momento de síntese ou conclusão, o professor deve conduzir uma discussão em grupo-turma, em que os alunos apresentam as suas conclusões, as suas justificações e quais as implicações interessantes a que chegaram, pelo que deve pensar como vai promover a participação dos vários alunos nessa discussão (Ponte, 2005; Trindade, 2002). Este momento da aula implica que o professor tenha um bom conhecimento do trabalho que os alunos desenvolveram.

Como se pode depreender a dinâmica de uma aula, em que o professor procura que os seus alunos desenvolvam TI, pode significar uma mudança em vários aspetos da sua pedagogia, desde a disposição do espaço de aprendizagem, até a ter uma postura interrogativa de apoio aos alunos. Questionar os alunos é uma forma de lhes fornecer uma retroação sobre o trabalho que estão a desenvolver (Baptista & Freire, 2006).

Anderson (2002) e Schmid e Bogner (2017) referem, a propósito da realização das TI na sala de aula que ao professor cabe a incumbência de desempenhar o papel de dinamizador/facilitador do desenvolvimento de competências, ajudar os alunos a processar a informação, comunicar com os grupos, dirigir as atividades dos alunos, facilitar-lhes o raciocínio, monitorizar os processos de aprendizagem e usar materiais diversos. De facto, no que se refere ao papel do professor, este centra-se sobretudo no processo de aprendizagem do aluno, desafiando as ideias dos mesmos com questões e não com respostas, para os ajudar a analisar e a refletir sobre as suas ideias durante a realização da tarefa de investigação, motivando-os, desta forma, para a resolução de problemas (Baptista & Freire, 2006; Llewellyn, 2005; Schmid & Bogner, 2017). Ou seja, o papel do professor é prestar ajuda no processo, criando condições para que os alunos possam concretizar a tarefa de investigação, permitindo que estes definam o caminho, agindo sempre numa tomada de confiança (Vieira et al., 2014). Nesta dinâmica de aula, o professor deve evitar informar os alunos de imediato quando deteta que o percurso seguido é infrutífero, mas sim dar algum tempo para que estes cheguem a essa conclusão, não os deixando, porém, demasiado tempo nesse caminho, pois poderá provocar-lhes alguma desmotivação. Aos alunos compete o papel de auto aprendizes, ou seja, colocar

hipóteses e planear as suas próprias atividades, processar informação, interpretar, explicar e partilhar conhecimento para construir significado, resolver problemas e encontrar respostas para as questões colocadas (Anderson, 2002; Schmid & Bogner, 2017). Assim, o professor deverá conceder aos alunos a liberdade para explorar/pesquisar/investigar, experimentar, falhar e ter êxito, como também para discutir dificuldades, bem como para apresentar e discutir resultados (Vieira et al., 2014). Neste trabalho, as TI visam dar especial atenção a cada uma das fases do modelo dos cinco E (Bybee et al., 2006) que durante as aprendizagens dos alunos se traduzem em diversas ações levadas a cabo pelos alunos e professores, encontrando-se indicadas no Quadro 2.

Quadro 2.

Modelo Teórico dos cinco E: O que faz o Professor e o Aluno? (Bybee et al., 2006).

Fases do Modelo	O que faz o professor?	O que faz o aluno?
Engage (Motivar)	<ul style="list-style-type: none"> • Gera curiosidade. • Coloca questões de forma a descobrir o que os alunos conhecem ou pensam sobre o conceito ou tópico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coloca questões, como "Por é que isto aconteceu?" "O que é que eu já sei sobre isto?" "O que posso descobrir sobre isto?". • Prevê.
Explore (Explorar)	<ul style="list-style-type: none"> • Encoraja os alunos a trabalharem em grupo sem lhes dar instruções de forma direta. • Observa os alunos enquanto trabalham em grupo. • Coloca questões para redirecionar as investigações dos alunos, quando necessário. • Dá tempo aos alunos para resolverem os seus próprios dilemas. • Atua como facilitador da aprendizagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensa, sem restrições, dentro dos limites da atividade. • Testa previsões e hipóteses. • Formula novas previsões e hipóteses. • Experimenta alternativas e discute-as com os colegas. • Regista observações e ideias.
Explain (Explicar)	<ul style="list-style-type: none"> • Encoraja os alunos a explicar conceitos e definições pelas suas próprias palavras. • Solicita justificação e esclarecimentos aos alunos. • Esclarece formalmente definições, explicações e novas definições, quando necessário. • Utiliza as experiências anteriores dos alunos para explicar novos conceitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explica possíveis soluções ou respostas aos outros. • Escuta, de forma crítica, as explicações dos outros. • Coloca questões sobre as explicações dos outros. • Escuta e tenta compreender as explicações do professor. • Refere-se a tarefas anteriores. • <u>Utiliza as observações registadas nas explicações</u>
Extend (Desenvolver)	<ul style="list-style-type: none"> • Espera que os alunos utilizem definições formais, e explicações já referidas. • Encoraja os alunos a aplicar ou ampliar os conceitos e capacidades em novas situações. • Solicita aos alunos explicações alternativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica novas definições, explicações e capacidades numa nova situação. • Utiliza conhecimentos anteriores para colocar questões, propor soluções, tomar decisões e planear experiências. • Regista observações e explicações.
Evaluate (Avaliar)	<ul style="list-style-type: none"> • Avalia os conhecimentos e capacidades dos alunos. • Permite que os alunos avaliem as suas próprias aprendizagens e o trabalho desenvolvido em grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avalia o seu progresso e o seu conhecimento.

Tendo em conta, o Quadro 2 torna-se imprescindível que o professor tome consciência que, para a realização de aulas com recurso a tarefas de investigação, construídas de acordo com o modelo dos cinco E, é necessário saber quais as questões a considerar na planificação de aulas, como iniciar a tarefa de investigação, quais os aspetos críticos na fase inicial, como manter e estimular o desenvolvimento do trabalho dos alunos, como promover a discussão, quais os melhores modos de trabalho, como dar retroação aos alunos, qual o ambiente necessário à aprendizagem dos alunos em causa e como utilizar a comunicação como processo de negociação dos significados (Van Uum, Verhoeff, & Peeters, 2016). Assim, a aula deve ser planificada de modo a que existam momentos definidos, com respetivo grau de importância, onde aluno e professor adotam os respetivos papéis. Porém, o processo de condução das TI tem implícitos quatro níveis de ensino por investigação definidos, sendo os níveis estabelecidos mediante a informação e orientação dadas aos alunos pelo professor e têm dificuldade crescente: "Confirmação"- em que é fornecida a questão e o procedimento (método) ao aluno, sendo os resultados conhecidos previamente; "Estruturada" - em que é fornecida a questão e o procedimento ao aluno, mas, no entanto, terá de ser o aluno a construir explicações suportadas pelas evidências que foram reunidas; "Guiada" - em que é apenas fornecida ao aluno a questão, tendo este de planificar o procedimento a seguir na investigação e a respetiva explicação, "Aberta" - em que o aluno tem a oportunidade de agir com elevado grau de autonomia, formulando as questões, planificando e levando adiante as investigações, construindo explicações e comunicando os seus resultados (Banchi & Bell, 2008).

Segundo Van Uum, Verhoeff e Peeters (2016), nas TI com questões abertas, os professores incentivam os alunos a conduzir uma investigação autodirigida e orientada por interesses, a fim de responder à sua própria questão de investigação ou à situação-problema que lhes é colocado. Durante este processo, o importante papel dos professores é direcionar para facilitar, apoiar e supervisionar os seus alunos (Zion, Cohen, & Amir, 2007). Assim, os professores recorrem a perguntas abertas ou perguntas investigativas para ajudar os alunos a partilharem as suas próprias ideias, em vez de dar a resposta correta (Carin, Bass, & Contant, 2005). Essas perguntas podem estimular o pensamento crítico e conduzir os alunos a questões de pensamento de organização de nível mais elaborado, onde estes, não se limitam a lembrar fatos ou a descrever os passos de uma experiência (Koufetta-Menicou & Scaife, 2000). À medida que os alunos percebem as suas investigações, as perguntas dos professores podem ajudá-los a usar evidências para desenvolver exigências científicas. Os professores ao perguntar "o que aconteceria ...?" ou "como?" podem ajudar os alunos a analisar diferentes aspetos dos fenómenos e a envolverem-se em pensamentos de organização de nível mais elaborado (Van

Booven, 2015). Envolver os alunos em “discursos reflexivos” permite que estes expressem os seus próprios pensamentos e crenças, em vez de reiterar uma explicação mencionada no seu manual (Benedict-Chambers, Kademian, Davis, & Palincsar, 2017; Van Zee & Minstrell, 1997).

No que se refere ao papel do professor durante a realização das TI em sala de aula, Van Uum et al. (2016) realizaram um estudo que visa perceber como estes podem apoiar os seus alunos durante as diferentes fases de uma tarefa de investigação, como seja, formular uma questão de investigação, planificar e realizar a(s) atividade(s) inerente(s) à tarefa de investigação. Os resultados mostram que os professores podem orientar com sucesso os seus alunos através de tarefas de investigação abertas, abordando explicitamente o domínio concetual, epistémico, social e/ou processual do conhecimento científico em cada fase do modelo dos cinco E.

Em Portugal, em relação aos desafios com que os professores se deparam relativamente à preparação e realização de tarefas de investigação em sala de aula, Baptista e Freire (2011) desenvolveram um estudo com seis professoras. Os resultados revelaram que, de um modo geral, as professoras mostraram desconforto em relação à elaboração e realização de TI com elevado grau de abertura. Contudo, após realização de algumas TI, em aula, e reflexão sobre as mesmas, este medo foi sendo ultrapassado. Os resultados também revelaram que as discussões sobre os contextos e aplicações e a sequência das atividades constituíram uma tarefa partilhada que as encorajou a enfrentar os dilemas com que se depararam. Quanto à realização das TI, em aula, os resultados referem que as dificuldades sentidas em adotar um novo papel nas primeiras aulas foram diminuindo ao longo da realização das TI e que as professoras realizaram aprendizagens relativas ao modo de gerir a sala de aula.

Para além do referido, há outros fatores importantes que influenciam a realização de TI em sala de aula, como, por exemplo, a relação professor-aluno (Baptista & Freire; 2006); o tempo em sala de aula; a gestão dos materiais de laboratório e dos equipamentos para os alunos realizarem uma exploração ativa das suas ideias e questões; o número de alunos por turma (Cheung, 2007); o espaço físico disponível; o tempo disponível para planificar e refletir sobre a prática; e a acessibilidade à internet (Songer, Lee, & Kam, 2002).

A realização deste tipo de tarefas levanta algumas dificuldades aos professores, bem como aos alunos. Uma das dificuldades prende-se com o quebrar da rotina a que os alunos estão habituados, especialmente se estes se sentirem confortáveis com o ensino centrado no professor (Baptista et al., 2013; Loughran, Berry, & Mulhall, 2006). Assim, numa fase inicial de realização da tarefa de investigação, os alunos podem mostrar alguma dificuldade em se

adaptarem a uma nova rotina, mas, progressivamente, vão tornando-se mais ativos no seu próprio processo de aprendizagem através do desenvolvimento de atividades inerentes à tarefa de investigação como sejam a comunicação à turma e o trabalho colaborativo desenvolvido em aula e/ou debates em aula (Freeman et al., 2014; Leilani & Bailey 2017).

Uma outra dificuldade revelada pelos alunos relaciona-se com o tempo despendido em cada uma das fases da tarefa de investigação. Os alunos necessitam de algum tempo para pensar no problema, mas o professor não pode estar sempre à espera dos alunos que demoram mais tempo a realizar a tarefa porque pode correr o risco de haver uma dispersão (Baptista et al., 2013).

O grau de desafio das TI é outra dificuldade para os alunos. Estas têm de ser acessíveis aos alunos, caso contrário pode-se promover um sentimento de frustração e desmotivação. A natureza da tarefa pode variar, de acordo com as capacidades dos alunos, envolvendo maior ou menor número de atividades com diferentes graus de dificuldade (Conselho da Europa, 2001). Todavia, perante qualquer tipo de tarefa ou atividade, no momento inicial da sua realização, em aula, os alunos rapidamente chamam o professor e dizem que não sabem o que é para fazer, pois não encontram nenhuma resposta ou solução imediata. Mas, com o tempo e a prática, os alunos, progressivamente, vão revelando uma maior independência em relação ao professor e uma maior familiarização com as tarefas de investigação.

Neste âmbito é de destacar que, durante todo este processo de aprendizagem dos alunos, deve existir um clima de autoconfiança e respeito mútuo entre aluno-professor e aluno-aluno de forma a decidirem em conjunto todas as questões da tarefa de investigação, bem como chegarem a conclusões que sejam aceites por todos os alunos envolvidos na tarefa de investigação em causa (Dkeidek, Mamlok-Naamã, & Hofstein, 2010). Os alunos nas diferentes fases do modelo dos cinco E são desafiados pelos professores através de questões interrogativas adequadas a encontrar e sintetizar informações, monitorizar as informações científicas, planear experiências e a tirar conclusões (Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamlok-Naaman, 2005).

Outras dificuldades dos alunos prendem-se com o tipo de linguagem, com a autoavaliação e com o trabalho desenvolvido em grupo. Perante a dificuldade dos alunos em usar linguagem da ciência para comunicar efetivamente as suas ideias, os professores precisam de usar práticas de questionamento que apoiem os alunos a recorrer a evidências e a estimular o raciocínio de forma a dar sentido aos fenómenos (Benedict-Chambers et al., 2017). As práticas de questionamento dos professores podem servir como ferramentas para ajudar os alunos a processar o conhecimento individualmente, articular conhecimento em grupo e apoiar a aprendizagem uns dos outros de forma colaborativa (Kawalkar & Vijapurkar, 2013). Por sua

vez, estimular os alunos a usar uma terminologia científica para articular as suas ideias pode ajudá-los a desenvolver explicações mais sofisticadas e cientificamente precisas (Chin, 2007). A habilidade do professor consiste em fazer perguntas que abordem as ideias dos alunos e que antecipem o grau de detalhe necessário numa resposta (Harrison, 2015).

Quanto à avaliação das aprendizagens pelos próprios alunos, bem como ao trabalho desenvolvido em grupo, os alunos revelam dificuldades em abandonar o seu papel tradicional de recetor passivo (Baptista & Freire, 2006). Isto pode ser causado pelo facto de os alunos não estarem acostumados a expressarem as suas opiniões, bem como a avaliarem-se objetivamente, pois a maioria dos alunos superestima-se ou subestima-se.

Em suma, embora os alunos e os professores sintam dificuldades na conceção e realização das TI, em aula, há que evidenciar as enormes potencialidades das mesmas na facilitação da aquisição de conhecimento sobre a ciência e no desenvolvimento de competências essenciais ao aluno do século XXI. As TI podem seguir vários modelos de ensino, mas em qualquer um deles torna-se imprescindível uma mudança das práticas de ensino tradicional que se revela um desafio motivador para os professores e para os alunos. A realização das TI por parte dos alunos leva-os a identificar um problema específico e significativo; explorar; criar possíveis estratégias para o resolver; analisar os dados; avaliar os efeitos dos procedimentos realizados e aprender a partir da avaliação. Por sua vez, a conceção e realização das TI, em aula, leva os professores a correr riscos; enfrentar as situações; quebrar a sua rotina associada a um ensino tradicional e a tomar decisões, de forma a ultrapassarem os obstáculos com que se deparam.

Os estudos empíricos apresentados mostram o impacto do uso de TI em sala de aula, nomeadamente, no papel do professor e na sua prática. Além disso, vários investigadores discutem os desafios que os professores enfrentam ao ensinar ciência através de TI.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Este capítulo inicia-se com a fundamentação da opção metodológica assumida. Posteriormente, caracterizam-se os professores que participam no estudo, a escola e apresenta-se a experiência de formação. De seguida, explicita-se o processo de recolha de dados e o procedimento de análise dos mesmos.

3.1. Opções metodológicas

O presente estudo tem como objetivo conhecer a influência de uma experiência de formação, centrada no trabalho colaborativo e na reflexão sobre a prática, no desenvolvimento de aprendizagens de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. Para dar resposta ao problema de investigação opta-se por uma metodologia qualitativa e uma estratégia de investigação de estudo de caso (Creswell, 2014).

De acordo com Creswell (2014), o investigador ao decidir por uma investigação em que os dados recolhidos são obtidos por contacto direto, do investigador com os participantes, e em que se usa uma diversidade de fontes de dados, está a vincular-se a uma abordagem qualitativa que segundo Creswell (2013), Hatch (2002) e Marshall e Rossman (2011) possui oito características que passo a descrever. Em primeiro lugar, a fonte direta dos dados é o ambiente natural, sendo o investigador o principal instrumento de recolha de dados. O investigador está presente no local onde ocorrem naturalmente os fenómenos e que constitui o seu problema de estudo. Os dados recolhidos são obtidos pelo contacto direto do investigador com os participantes em contexto real, geralmente durante algum tempo. Este tipo de investigação qualitativa designa-se por naturalista. Em segundo lugar, na investigação qualitativa o investigador constitui o principal instrumento para a recolha de dados. Os investigadores

qualitativos na recolha dos dados podem usar instrumentos para recolher dados, mas, efetivamente, são os investigadores que recolhem as informações. Em terceiro lugar, na investigação qualitativa os dados recolhidos contemplam múltiplas fontes de dados. Os investigadores qualitativos geralmente recolhem várias formas de dados, como entrevistas, observações, documentos e informações audiovisuais. Seguidamente, analisam e interpretam todos os dados e organizam-nos em categorias ou temas que abrangem todas as fontes de dados. Em quarto lugar, a análise dos dados é feita de forma indutiva e dedutiva. Os investigadores analisam e interpretam os dados que recolhem dos participantes, construindo as suas categorias, temas ou padrões. Este processo indutivo ilustra o trabalho do investigador em estabelecer relação entre as categorias e o banco de dados. De seguida, dedutivamente, os investigadores analisam, os dados de cada uma das categorias definidas por forma a procurar mais evidências que possam apoiar cada umas das categorias pré-definidas pelo investigador. Portanto, o procedimento dedutivo-indutivo desempenha um papel importante à medida que o processo de análise de dados se desenvolve. Em quinto lugar, a investigação qualitativa preocupa-se com as perspetivas dos participantes. Os investigadores interessam-se em aprender o significado que os participantes têm sobre o problema ou questão(ões) do estudo e não o significado que os investigadores trazem para a investigação ou que os autores expressam na literatura relacionada com o assunto em estudo. Em sexto lugar, na investigação qualitativa, o desenho da investigação é emergente. Isto significa que o plano inicial da investigação não pode ser rigorosamente prescrito dado que algumas ou todas as fases do processo podem mudar. A ideia principal da investigação qualitativa é aprender sobre o problema ou questão(ões) em estudo e abordar a investigação para obter essas informações. Em sétimo lugar, na investigação qualitativa, o investigador reflete sobre como as suas experiências pessoais e culturais podem modificar as suas interpretações, as categorias definidas e até mesmo o significado que atribui aos dados recolhidos, podendo estas numa situação extrema alterar o problema ou questão(ões) em estudo. Em oitavo lugar, e última característica, os investigadores qualitativos desenvolvem uma descrição completa do problema ou questão(ões) em estudo, relatando várias perspetivas, identificando os vários fatores envolvidos numa situação e, em geral, delinear uma perspetiva holística da situação a estudar.

Por sua vez, tendo em conta que este estudo é centrado no trabalho desenvolvido pelos professores participantes, na própria escola, o investigador, também, opta por uma estratégia de investigação de estudo de caso. Acresce que a adequação do estudo de caso a este estudo, resulta do facto de se debruçar deliberadamente sobre uma experiência de formação que se supõe ser única em muitos aspetos, procurando conhecer a influência desta no desenvolvimento de

aprendizagens de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”.

Para Yin (2005), os estudos de caso são apropriados para “investigar um fenómeno contemporâneo situado no contexto de vida real; onde as fronteiras entre o fenómeno e o contexto não são claramente evidentes; e no qual múltiplas fontes de evidências são usadas” (p. 23). Em relação ao “caso” Yin (1993; 2005), Stake (1995, 2006) e Merriam (1998, 2009) defendem que é algo bem definido ou concreto, como um indivíduo, um grupo ou uma organização, mas também pode ser algo menos definido ou definido num plano mais abstrato como decisões, programas, processo de implementação ou mudanças organizacionais. Por sua vez, Stake (1995, 2003) defende que o investigador deve encarar o caso como um “sistema fechado limitado” e investigá-lo como um objeto e não como um processo. Stake embora se preocupe com o rigor dos processos focaliza-se no que é estudado (o caso) e não na forma como é estudado (o método) (Yazan, 2015). O estudo de caso, para Stake (1995), analisa as particularidades e complexidades de um único caso, por forma a compreender não só como surgem e se desenvolvem determinados fenómenos do caso, mas também como evoluem durante um período de tempo prolongado. Neste trabalho, a experiência de formação é o único “caso”, durante a qual se pretende estudar a sua influencia nas aprendizagens de professores sobre o ensino por investigação nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”.

Em suma, tendo em conta o problema em estudo, opta-se por uma metodologia qualitativa e uma estratégia de investigação de estudo de caso, uma vez que os dados são recolhidos pela investigadora por contacto direto com os professores de Física e Química envolvidos neste estudo no seu ambiente natural, entre novembro de 2013 e maio de 2014 e entre setembro de 2014 e fevereiro de 2015. Os dados foram recolhidos através de entrevistas individuais, observação participante e documentos escritos. Adota-se um procedimento indutivo e dedutivo para a análise dos dados qualitativos. Efetivamente, as transcrições das entrevistas, as transcrições dos registos de gravação vídeo, as notas de campo e os documentos escritos são considerados pequenos textos que constituem a fonte de dados deste trabalho e objeto de interpretação. Para além do referido, privilegia-se as perspetivas dos professores participantes, estando em contacto pessoal e direto com estes em todas as sessões de trabalho. Em relação à reflexividade, esta foi tida em conta pelo investigador ao ser neutro na análise e interpretação dos dados recolhidos. Deste modo, conhecer a influência da experiência de formação no desenvolvimento de aprendizagens de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” envolve o estudo do

fenómeno como um todo, atendendo à diversidade das aprendizagens de cada um dos professores que surgem da situação.

3.2. Participantes

Participam neste estudo professores de Física e Química. A seleção dos professores de Física e Química foi intencional uma vez que teve por base os pressupostos: (i) num primeiro momento lecionarem o 7.º ano, visto que o tema “Materiais” é ensinado neste ano de escolaridade; e (ii) confirmação por parte do diretor do agrupamento de Escolas X de que no ano letivo seguinte, 2014/2015, estes mesmos professores lecionariam o 8.º ano às mesmas turmas, dado que o tema “Reações Químicas” é ensinado no 8.º ano. Na Escola X existem três professores da área disciplinar de Física e Química nesta situação.

Um outro aspeto a considerar na escolha dos participantes deste estudo foi abarcar uma diversidade em relação à experiência profissional, à formação pedagógica e académica, e à situação profissional, de modo a identificar o contributo desta experiência de formação em professores com diferentes características. Acresce que três professores mostraram-se interessados em participar nesta experiência de formação, considerando que constituía uma boa oportunidade para desenvolver um trabalho em colaboração com os seus pares e em construir TI.

3.2.1. Caracterização dos professores

Os três professores que participam neste estudo têm idades compreendidas entre os 36 e os 49 anos de idade, um tem formação em ensino de Física e Química, variante de Química, outro em engenharia Química e o outro em Química, ramo via ensino. Quanto à experiência profissional, esta varia entre os 13 e os 17 anos de serviço. Salienta-se, ainda, que dois destes professores são do quadro de zona pedagógica da Lisboa e Vale do Tejo e o outro pertence ao quadro do agrupamento de escolas X. O Quadro 3 sintetiza a informação relativa aos dados demográficos dos professores.

Quadro 3

Informação Demográfica relativa aos Professores

Professores	Idade (anos)	Licenciatura	Situação Profissional	Experiência de ensino (anos)
Ana	36	Ensino de Física e Química (variante Química)	Quadro de Zona Pedagógica	13
Rita	40	Engenharia Química Química (ramo ensino)	Quadro de Zona Pedagógica	15
Vasco	49	Engenharia Química	Quadro de Agrupamento	17

Os professores envolvidos neste estudo são pessoas bastante distintas e com percursos académicos e profissionais diferentes, mas têm em comum a valorização que atribuem ao trabalho colaborativo entre pares e o desejo de mudar as suas práticas letivas. De seguida, desenhou-se o percurso profissional e o perfil o mais pormenorizado de cada um dos professores participantes.

Ana, após o estágio, durante anos, exerceu a sua prática em escolas de várias regiões do país, sempre distante da sua residência. Contudo, no ano letivo 2013/2014, a escola X, onde ficou colocada, está muito próxima de sua casa. Na atual escola, ensina a disciplina de Física e Química aos 7.º, 8.º e 9.º anos e desempenha os cargos de diretora de turma e coordenadora do secretariado de exames nacionais. Embora Ana, por vezes, sinta algum desalento face à sua instabilidade profissional, pensa que escolheu a profissão certa. Para ela, trabalhar com jovens é muito compensador, considerando esta interação muito enriquecedora. Descreve-se como uma professora preocupada com os seus alunos e atenta aos seus problemas e, essencialmente, com um forte sentido de responsabilidade profissional. É uma pessoa franca e direta e com um elevado nível de exigência consigo própria. Ana é vista, pelos seus pares, como uma professora que reflete bastante sobre a sua prática letiva, estando sempre disponível para aprofundar os seus conhecimentos profissionais e para ajudar os alunos a ultrapassarem as suas dificuldades de aprendizagem. A participação nesta experiência de formação representa para ela uma oportunidade de não estar isolada na escola e, assim, desenvolver-se profissionalmente. Além disso, considera que a conceção e a realização das TI, em aula, podem trazer benefícios aos seus alunos e a ela própria. Deste modo, na sua perspetiva, a participação nesta experiência de formação representa uma vantagem para todos.

Rita, após terminar a licenciatura em engenharia química, exerceu funções com esta valência numa Empresa Multinacional, durante dois anos, mas, por motivos pessoais, interrompeu esta atividade profissional. Em 1998/1999 realizou a profissionalização em serviço e desde 2007/2008 está a lecionar na escola X. Na escola onde exerce funções leciona a disciplina de Física a alunos do 7.º, 9.º anos e 12.º ano, e desempenhando os-cargos de diretora

de turma e de coordenadora do projeto tecnológico de educação. Rita evidencia que está familiarizada com a profissão de professor, pois é a terceira geração de professores no seio da sua família e que, neste momento, não mudaria de profissão, pois não se imagina a fazer outra coisa. A forma como fala, o entusiasmo e a alegria que transmite, traduzem uma atitude positiva e interessada pela profissão que exerce. O que mais a entusiasma é estar em sala de aula com os alunos a ensiná-los. Descreve-se como sendo uma professora preocupada com os seus alunos e atenta aos seus problemas, valoriza muito a boa relação que estabelece com estes. É reconhecida, pelos seus pares, como uma profissional empenhada, competente e que está sempre disponível para aprofundar os seus conhecimentos profissionais e para colmatar as dificuldades de aprendizagem evidenciadas pelos alunos. A introdução de TI em sala de aula representa para ela e para os alunos um desafio, uma vez que permite a ambos um papel diferente em sala de aula. Além disso, considera que esta experiência de formação representa uma oportunidade, podendo desenvolver um trabalho colaborativo com professores da mesma área disciplinar e, se for o caso, de mudar as suas práticas.

Quanto ao Vasco, este é licenciado em Engenharia Química, tendo trabalhado na área durante vários anos, mas, devido à falência da empresa, fica desempregado. Em 2000/2001 realiza a profissionalização em serviço e, nos últimos cinco anos, está a lecionar na escola X, como professor do quadro. Ensina aos 7.º, 8.º e 9.º anos a disciplina de Física e Química e desempenha os cargos de diretor de instalações, elemento da equipa do secretariado de exames e é o responsável por um clube de ciência. Vasco não pensa mudar de profissão, pois gosta do que faz e dá-lhe prazer interagir com os seus alunos, mantendo com estes uma boa relação. No entanto, refere que ao longo da sua atividade profissional como professor tem valorizado a vertente dos conhecimentos de Química e de Física em detrimento dos conhecimentos didáticos. Descreve-se como uma pessoa preocupada com as aprendizagens dos seus alunos, atenta aos seus problemas, insegura, emotiva, franca, individualista e “paternal com os seus alunos”. Vasco é visto, pelos seus pares, como uma pessoa simpática, afável, meiga, sensível, apaziguador, modesto face aos seus conhecimentos e capacidades e mostra-se, na maioria das vezes, muito inseguro. Vasco está disposto a introduzir em sala de aula as TI, uma vez que pensa que estas podem constituir uma mais-valia para os problemas com que se depara no seu dia-a-dia, nomeadamente a falta de interesse dos alunos em aprender. Além disso, também refere que a participação nesta experiência de formação permitir-lhe-á poder trocar ideias com pessoas com mais experiência que ele, principalmente ao nível do conhecimento didático, e desenvolver-se profissionalmente.

3.3. Escola

Esta experiência de formação foi implementada na Escola X do 2.º/3.º ciclo e ensino secundário do agrupamento de escolas X, situada numa vila no extremo sul-ocidental da Península de Lisboa, sensivelmente a 28 km da capital. A escola tem cerca de 25 anos e é frequentada por alunos oriundos de vários países, sendo assim uma escola multicultural. Localiza-se num meio com raízes rurais muito marcadas, no entanto, a maioria dos seus residentes desloca-se, diariamente, para Lisboa, onde trabalha.

3.3.1. Características gerais das turmas

Este estudo, para além de outros objetivos, visa conhecer as aprendizagens realizadas por cada um dos três professores participantes, sobre a realização das TI, em sala de aula, e conhecer de que forma a reflexão sobre a sua própria prática contribuem para o desenvolvimento dessas aprendizagens. Por conseguinte, cada um dos três professores participantes necessitaram de uma turma para concretizar os objetos mencionados. Assim, no primeiro momento da experiência de formação, entre novembro de 2013 e maio de 2014, a cada um dos professores, Ana, Rita e Vasco, foi atribuída, pela comissão responsável pela elaboração de horários do agrupamento de escolas X, uma turma do 7.º ano, em que cada um deles tinha no seu horário um bloco de 90 minutos coincidente com o horário da investigadora. Esta condição visou a participação da investigadora durante a realização das TI em sala de aula. No ano letivo seguinte, 2014/15, estes professores continuaram a lecionar nas turmas envolvidas neste projeto apesar de alguns alunos terem ficado retidos e de haver alunos que passaram a integrar as turmas. Assim, no ano letivo 2014/15 que correspondeu ao segundo momento da experiência de formação, entre setembro de 2014 e fevereiro de 2015, a comissão responsável pela elaboração de horários da escola X teve, novamente, em consideração os procedimentos atrás referidos. O Quadro 4 sintetiza a informação relativa aos dados dos alunos de cada professor ao longo dos dois momentos desta experiência de formação.

Quadro 4

Dados relativos às Turmas de cada Professor

Alunos dos Professores	N.º Total de Alunos		N.º Total de Alunos com NEE ¹		N.º Total de Alunos Estrangeiros		Escolaridade dos Encarregados de Educação	Classe Social
	7.º	8.º	7.º	8.º	7.º	8.º		
Ana	21	22	3	4	2	2	Ensino Secundário	Classe Média
Rita	30	30	0	0	0	0	Ensino Secundário Ensino Superior	Classe Média Classe Média-Alta
Vasco	30	22	2	2	4	4	3.º Ciclo do Ensino Básico	Classe Média-Baixa

Este estudo envolveu 81 alunos dos três professores participantes que frequentaram o 7.º ano de escolaridade na escola X, sendo 40 rapazes e 41 raparigas. Destes 81 alunos, 74 participaram, no ano letivo seguinte, ao frequentarem o 8.º ano de escolaridade, sendo que três alunos ficaram retidos no 7.º ano e outros quatro mudaram de residência.

Os encarregados de educação dos alunos das turmas lecionadas por Ana e Rita são, na sua generalidade, participativos e prestam apoio escolar aos seus educandos. Por sua vez, os encarregados de educação dos alunos da turma lecionada pelo Vasco são, na sua maioria, pouco participativos na vida escolar dos seus educandos, estando, apenas, presentes nas reuniões para que são convocados. Na turma lecionada pelo Vasco, quer no 7.º, quer no 8.º ano, é de salientar que dois alunos têm problemas graves de comportamento.

3.4. A experiência de formação

A experiência de formação que está na base desta investigação desenvolve-se com professores da área disciplinar de Física e Química, na escola X, assente: (i) no ensino por investigação; (ii) na colaboração; e (iii) na reflexão centrada na prática. Na vertente ensino por investigação, é dada ênfase à seleção, adaptação e construção de TI baseadas no modelo dos cinco E, bem como à planificação das aulas. A dinâmica de construção das TI visa um forte envolvimento dos professores na discussão dos conceitos científicos inerentes aos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” e na análise de situações de ensino-aprendizagens destes mesmos domínios programáticos. Por sua vez, na vertente reflexão centrada na prática, é tido em conta a recolha de dados durante a realização das diferentes TI em aula e a reflexão em

¹ NEE – necessidades educativas especiais

grupo baseada nesses dados. Nos momentos de reflexão é privilegiada a interação entre os professores acerca do ensino por investigação nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”. E, por último, a vertente colaboração, é valorizada ao longo das quatro unidades da experiência de formação, tal como se apresenta na Figura 18



Figura 18. Processo cíclico de desenvolvimento da experiência de formação

Atendendo à disponibilidade dos professores, são marcadas várias sessões de trabalho para o desenvolvimento das quatro unidades, com vista a promover as aprendizagens dos professores acerca do ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. Por isso, tornou-se fundamental apresentar as finalidades e os objetivos da experiência de formação, a sua calendarização e a descrição dos aspetos mais relevantes sobre o desenvolvimento de cada uma das unidades com os professores.

3.4.1. Finalidades e objetivos da experiência de formação

A experiência de formação orientada para o trabalho colaborativo entre professores de Física e Química e para a reflexão centrada na prática, visa contribuir para o desenvolvimento de aprendizagens de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. Para atingir as finalidades foram definidos os seguintes objetivos:

1. Aprofundar os conhecimentos dos professores de Física e Química sobre tarefas de natureza investigativa de modo a fomentar um ensino por investigação.

Os professores têm a oportunidade de analisar as TI baseadas no modelo dos cinco E referenciadas no livro intitulado “Boas práticas doentes: Histórias de sucesso e superação de dificuldades” (Tiburcio & Bossler, 2012) e artigos científicos sobre este mesmo tema.

2. Identificar e discutir em colaboração as propostas de TI a realizar em aula.

Os professores selecionam e discutem, em conjunto, a construção de várias TI que, posteriormente, foram realizadas em aula.

3. Discutir, em grupo colaborativo, as dificuldades e as aprendizagens evidenciadas pelos alunos quando estes estão envolvidos em TI, em aula.

Pretendeu-se criar condições para cada professor, em grupo colaborativo, analisar e discutir as dificuldades e as aprendizagens que os seus alunos evidenciaram durante a realização das TI.

4. Discutir, em grupo colaborativo, o modo de como ultrapassar as possíveis dificuldades reveladas pelos alunos quando estes realizam as TI em aula.

Os professores durante a construção das TI discutem a melhor forma de como ultrapassar as possíveis dificuldades que os alunos pudessem revelar durante a realização das mesmas. Pretende-se desenvolver nos professores hábitos de partilha de experiências e de problemas.

5. Analisar e discutir, em grupo colaborativo, as práticas de cada um dos professores.

Os professores após realização de cada uma das TI em aula analisam e discutem, em grupo colaborativo, os dados recolhidos.

3.4.2. Calendarização da experiência de formação

Tendo em conta o calendário escolar definido pelo Ministério da Educação e as Metas Curriculares do 3.º ciclo do ensino básico de Físico-Química, a experiência de formação contempla o estudo dos domínios “Materiais” e das “Reações Químicas” que se inserem nos temas *Terra em transformação - 7.º ano -* e *Sustentabilidade na Terra – 8.º ano*, respetivamente, de forma a tornar o estudo sustentável. Desta forma, o primeiro momento da experiência de formação que aborda o domínio “Materiais” decorreu entre 6 de novembro de 2013 e 23 de maio de 2012, com interrupções entre 21 de dezembro e 3 de janeiro e entre 7 de abril de 2014 e 21 de abril de 2014. Durante este período realizaram-se doze sessões de trabalho colaborativo e 19 aulas para aplicação das TI com os alunos. Em relação ao segundo momento da experiência

presente em quatro sessões de trabalho, sendo três delas no primeiro momento da experiência de formação) e o Vasco participou em 77% das sessões (não esteve presente em cinco sessões de trabalho, sendo três delas no primeiro momento da experiência de formação), tendo havido em todas elas um clima de respeito e de confiança entre os professores. Todo o trabalho desenvolvido nas sessões de trabalho foi negociado, discutido e refletido pelos professores em conjunto com a investigadora.

No primeiro momento da experiência de formação, os professores realizaram as mesmas TI em momento mais díspares do que no segundo momento. Das 14 TI, construídas nas 22 sessões de trabalho colaborativo, apenas os professores Ana e o Vasco não realizaram uma TI, em aula, pois teve de ser feito um reajusto à planificação das atividades letivas das suas turmas. A investigadora participou em todas as aulas de 90 minutos em que se realizaram as TI, num total de 40 aulas.

3.4.3. Processo cíclico de desenvolvimento da experiência de formação

Tendo em conta as finalidades da experiência de formação foram marcadas várias sessões de trabalho colaborativo para o desenvolvimento de quatro unidades da experiência de formação de professores que se inter-relacionam numa sequência contínua e de forma cíclica para cada TI, sendo elas: (0) Planificação do processo de ensino aprendizagem; (1) Preparação de aula; (2) Prática na sala de aula; e (3) reflexão sobre os dados recolhidos.

Unidade 0:

Planificação do processo de ensino aprendizagem

Esta unidade da experiência de formação inicia-se com a análise conjunta, professores e investigadora, de um artigo intitulado “Ensinando astronomia nas aulas de Física: A investigação como motor de mudança no professor” (Baptista et al., 2012). A investigadora selecionou três TI do artigo citado e discutiu-as com o grupo de professores participantes. A análise e a discussão destas TI tiveram como propósito levar os professores a refletir sobre a conceção das TI e a realização das mesmas na sua prática, no que respeita a mudanças de papéis do aluno e professor em sala de aula. Além disso, permitiu a introdução do modelo dos cinco E para a conceção das TI. Assim, em colaboração, as cinco fases do modelo dos cinco E foram identificadas em cada uma das três TI propostas para análise pela investigadora. Salienta-se que

durante as sessões de planificação estes aspetos foram sendo, novamente, analisados tendo em conta as dificuldades manifestadas por cada professor.

Após esta abordagem, os professores, em dois momentos distintos da experiência da formação, identificaram, em conjunto com a investigadora, os domínios temáticos das Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico em que alunos em anos anteriores revelaram mais dificuldades no 7.º e 8.º anos de escolaridade, bem como os domínios em que os próprios professores manifestaram desejo de mudar as suas práticas de ensino. Assim, propuseram abordar no 7.º e 8.º anos de escolaridade os domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, respetivamente. Em seguida, selecionaram os subdomínios temáticos das Metas Curriculares de Físico-Química do 3.º Ciclo do Ensino Básico dos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” que pretenderam desenvolver no âmbito desta experiência de formação, identificando os respetivos objetivos gerais, como se especifica no Quadro 6.

Quadro 6

Tarefas de Investigação versus Domínios Temáticos, Subdomínios e Objetivos Gerais

Domínios	Subdomínios	Objetivos Gerais
Materiais - 1.º Momento	• Constituição do mundo material	• Reconhecer a enorme variedade de materiais com diferentes propriedades e usos, assim como o papel da química na identificação e transformação desses materiais.
	• Substâncias e misturas	• Compreender a classificação dos materiais em substâncias e misturas. • Caracterizar, qualitativa e quantitativamente, uma solução e preparar laboratorialmente, em segurança, soluções aquosas de uma dada concentração, em massa.
	• Transformações físicas e químicas	• Reconhecer transformações físicas e químicas e concluir que as transformações de substâncias podem envolver absorção ou libertação de energia.
	• Propriedades físicas e químicas dos materiais	• Reconhecer propriedades físicas e químicas das substâncias que as permitem distinguir e identificar.
	• Separação das substâncias de uma mistura	• Conhecer processos físicos de separação e aplica-los na separação de componentes de misturas homogéneas e heterogéneas usando técnicas laboratoriais.
Reações Químicas - 2.º Momento	• Explicação e representação de reações químicas	• Reconhecer a natureza corpuscular da matéria e a diversidade de materiais através das unidades estruturais das suas substâncias; compreender o significado da simbologia química e da conservação da massa nas reações químicas.
	• Tipos de reações químicas	• Conhecer diferentes tipos de reações químicas, representando-as por equações químicas.
	• Velocidade das reações químicas	• Compreender que as reações químicas ocorrem a velocidades diferentes, que é possível modificar e controlar.

Posteriormente, nestes mesmos dois momentos distintos da experiência de formação, os professores em conjunto com a investigadora decidiram o número de TI que foram constituindo cada um dos subdomínios dos domínios temáticos “Materiais” e “Reações Químicas” e, em simultâneo, manifestaram as suas ideias sobre as principais dificuldades reveladas pelos alunos

aquando da abordagem destes subdomínios em anos transatos, tal como se apresenta no Quadro 7.

Quadro 7

Domínios Temáticos, Dificuldades Identificadas pelos Professores e Tarefas de Investigação

Domínio	Subdomínio	Dificuldades Identificadas pelos Professores	Tarefa
Materiais – 1.º Momento	• Constituição do mundo material	• Distinguir materiais sintéticos de materiais naturais manufacturados.	² TI-1M
	• Substâncias e misturas	• Classificar materiais como substâncias ou misturas a partir de descrição da sua composição em rótulos de embalagens.	TI-2M
		• Distinguir o significado de material “puro” no dia-a-dia e em química.	
		• Classificar pelo seu aspeto macroscópico um material em substância ou mistura homogénea.	
	• Transformações físicas e químicas	• Definir a concentração, em massa, e usá-la para determinar a composição quantitativa de uma solução.	TI-3M
		• Identificar e ordenar as etapas necessárias à preparação, em laboratório, de uma solução aquosa, a partir de um soluto sólido.	
	• Propriedades físicas e químicas dos materiais	• Associar transformações físicas a mudanças nas substâncias para além das situações em que ocorra mudança de estado.	TI-4M
• Concluir qual o estado físico de uma substância, a uma dada temperatura e pressão, dados os seus pontos de fusão e de ebulição a essa pressão.		TI-5M	
• Interpretar gráficos temperatura-tempo para materiais, identificando estados físicos e temperaturas de fusão e de ebulição.		TI-6M	
• Definir densidade de um material e os cálculos matemáticos associados.			
• Separação das substâncias de uma mistura	• Distinguir massa volúmica de concentração mássica.	TI-7M	
Reações Químicas – 2.º Momento	• Explicação e representação de reações químicas	• Descrever a composição qualitativa e quantitativa de moléculas a partir de uma fórmula química e associar essa fórmula à representação da substância e da respetiva unidade estrutural.	³ TI-1R
		• Definir ião como corpúsculo com carga elétrica positiva (catião) ou negativa (anião) que resulta de um átomo ou grupo de átomos que perdeu ou ganhou eletrões e distinguir iões monoatômicos de iões poliatômicos.	TI-2R
		• Escrever fórmulas iónicas a partir de iões e respetivo nome do sal e vice-versa.	TI-3R
	• Representar reações químicas através de equações químicas, aplicando a lei da conservação da massa.		
	• Tipos de reações químicas	• Associar as reações de combustão, a corrosão de metais e a respiração a um tipo de reações químicas que se designam por reações de oxidação-redução.	TI-4R
		• Representar reações de combustão, realizadas em atividades laboratoriais, por equações químicas.	
		• Representar reações ácido-base por equações químicas.	TI-5R
• Identificar reações de precipitação, no laboratório e no ambiente (formação de estalactites e de estalagmites).		TI-6R	
• Relacionar, a partir de informação selecionada, propriedades da água com a sua dureza, referindo consequências do seu uso industrial e doméstico, e identificando processos usados no tratamento de águas duras.			
• Velocidade das reações químicas	• Indicar que os catalisadores e os inibidores não são consumidos nas reações químicas, mas podem perder a sua atividade.	TI-7R	
	• Interpretar a variação da velocidade das reações químicas com base no controlo dos fatores que a alteram.		

Ainda durante esta unidade – planificação do processo de ensino aprendizagem -, com base na experiência profissional de cada um dos professores participantes, identificaram-se as

²Tarefa de investigação 1 do domínio “Materiais”.

³Tarefa de investigação 1 do domínio “Reações Químicas”.

dificuldades dos alunos, em cada um dos subdomínios temáticos, bem como os conteúdos científicos a englobar em cada uma das TI. Salienta-se que durante as unidades de planificação das aulas e de reflexão este aspeto foi, novamente, analisado tendo em conta as dificuldades manifestadas pelos alunos e professores, ao longo da experiência de formação. No quadro 8 relacionam-se as TI com os conteúdos científicos a abordar.

Quadro 8

Tarefa de Investigação e Conteúdo Científico

Domínio	Tarefa	Conteúdo Científico
Materiais – 1.º Momento	TI-1M	• Classificação dos materiais.
	TI-2M	• Substâncias e misturas de substâncias.
	TI-3M	• Caracterização, qualitativa e quantitativa, de uma solução.
	TI-4M	• Transformações físicas e químicas.
	TI-5M	• Propriedades físicas e químicas – ponto de fusão e ponto de ebulição.
	TI-6M	• Propriedades físicas e químicas – densidade de um material.
	TI-7M	• Separação das substâncias de uma mistura.
Reações químicas – 2.º Momento	TI-1R	• Átomos, moléculas e fórmulas químicas de substâncias elementares e de substâncias compostas.
	TI-2R	• Iões, fórmulas iónicas e nome das substâncias iónicas.
	TI-3R	• Reações químicas em termos de rearranjos de átomos.
	TI-4R	• Reações de oxidação-redução.
	TI-5R	• Reações ácido-base.
	TI-6R	• Reações de precipitação e dureza da água.
	TI-7R	• Fatores que afetam a velocidade das reações químicas.

Todos os procedimentos adotados ao longo da unidade 0 apontam para o desenvolvimento da capacidade de integrar o conhecimento de Química nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” e o conhecimento dos alunos por parte dos professores, recorrendo à análise e discussão de TI baseadas no modelo dos cinco E e à interpretação das Metas Curriculares, possibilitando desta forma a análise do processo de aprendizagem dos alunos e da prática do professor.

Neste sentido, as finalidades da unidade 0 foram: (i) promover a reflexão sobre o ensino e aprendizagem de Química e as tarefas de índole investigativo, em aula; (ii) discutir os papéis do aluno e do professor em aula; (iii) discutir a construção das TI baseadas no modelo dos cinco E; e (iii) planear o desenvolvimento dos domínios temáticos “Materiais” e “Reações Químicas”.

Relativamente às 22 sessões de trabalho colaborativo realizadas ao longo da experiência de formação, quatro visam a implementação desta unidade – Planificação do processo de ensino aprendizagem, como se ilustra no Quadro 9.

Quadro 9

Unidade 0: Calendário das Sessões de Trabalho Colaborativo e Assuntos Abordados

Sessão	Assuntos Abordados e Material de Apoio
Materiais – 1.º Momento	1.ª ST – 6/11/13 <ul style="list-style-type: none"> • Negociação do projeto com os professores – a investigadora elabora as propostas das TI. • Análise, discussão e reflexão sobre o ensino e a aprendizagem de ciência a partir de artigos científicos. • Análise, discussão e reflexão sobre o modelo dos cinco E – TI em textos/artigos científicos. • Seleção dos subdomínios e conteúdos científicos a abordar no domínio “Materiais”. • Listagem das dificuldades dos alunos no domínio “Materiais” - experiência dos professores. • Listagem de sete TI a realizar no domínio “Materiais”.
	2.ª ST – 27/11/13 <ul style="list-style-type: none"> • Análise, discussão e reflexão sobre as cinco fases do modelo dos cinco E com base em três TI retiradas de um artigo científico. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões das TI e ao papel do aluno e professor neste tipo de atividades.
Reações Químicas – 2.º Momento	13.ª ST – 9/9/14 <ul style="list-style-type: none"> • Renegociação do projeto com os professores – cada professor fica responsável por elaborar a proposta de duas TI. • Seleção dos subdomínios temáticos e conteúdos científicos a abordar no domínio “Reações Químicas” com as TI. • Listagem das dificuldades reveladas pelos alunos no domínio “Reações Químicas” - experiência dos professores. • Listagem de sete TI a realizar no domínio “Reações Químicas”.
	14.ª ST – 17/9/14 <ul style="list-style-type: none"> • Reflexão e discussão em relação à contemplação das cinco fases do modelo teórico dos cinco E’s na construção das questões das TI - tarefas de investigação em textos/artigos científicos. • Análise, discussão e reflexão em relação ao papel do aluno e professor neste tipo de atividades.

*Unidade 1:**Preparação de aula*

A unidade 1, preparação de aula, iniciou-se pela conceção das TI seguida de planificação, onde estratégias, competências, recursos educativos e a previsão de possíveis respostas dos alunos às questões formuladas nas TI foram assuntos a serem discutidos em colaboração. Pretendeu-se que o modelo dos cinco E (Bybee et al., 2006) fosse tido em conta no decorrer desta unidade da experiência de formação, promovendo-se discussões e reflexões sobre o seu uso. Salienta-se que para os professores a estruturação das TI é um trabalho bastante complexo, havendo uma preocupação constante no sentido de ir ao encontro dos gostos e interesses dos alunos, bem como à elaboração de instruções nas TI de forma a contemplar as cinco fases do modelo dos cinco E.

Nesta perspetiva, no domínio “Materiais”, a conceção de cada uma das sete TI foi elaborada pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir de propostas de TI elaboradas, previamente, pela investigadora. Todas as propostas de TI foram discutidas e renegociadas com os professores, tendo sido, várias vezes, reformuladas. Por sua vez, no domínio “Reações Químicas”, a investigadora elaborou a proposta da TI-1R; a professora Ana a proposta da TI-2R e da TI-5R; a professora Rita da TI-3R e da TI-6R; e por último, o professor Vasco da TI-4R e TI-7R. Neste segundo momento da experiência de formação, todas as

propostas de TI foram discutidas, previamente, entre o professor responsável pela proposta da TI e a investigadora e só depois discutidas e renegociadas em grupo colaborativo, sendo que, muitas vezes, foram reformuladas. Em todas as catorze TI ocorreu reflexão e discussão em relação à contemplação das cinco fases do modelo dos cinco E, tendo-se traduzido cada uma das fases do modelo por experiências educativas nas TI que se encontram indicadas no Quadro 10.

Quadro 10

Modelo dos cinco E: Experiências Educativas Referenciadas nas Tarefas de Investigação

Fases do modelo cinco E's	Experiências Educativas	Tarefas – “Materiais”							Tarefas – “Reações Químicas”							
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Engage</i> (Motivar)	Observação de imagem	◇	◇													
	Análise de rótulo		◇				◇			◇			◇			
	Identificação de um problema			◇												
	Leitura de um texto			◇	◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇	◇	◇	◇	◇
	Visualização de vídeo				◇						◇				◇	
	Leitura de banda desenhada							◇	◇	◇						
<i>Explore</i> (Explorar)	Formulação de previsões à questão colocada					◇	◇					◇				◇
	Planificação e realização de uma atividade laboratorial/modelos			◇		◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
	Elaboração de listagens por critérios	◇	◇		◇											
	Registo de observações					◇						◇	◇			
	Construção de tabelas e registo de informações ou medições						◇			◇	◇					◇
	Elaboração de um resumo após visualizar um vídeo e da leitura de um texto											◇				◇
	Elaboração de respostas em pequeno texto e discussão destas em grupo de trabalho	◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇	◇						
<i>Explain</i> (Explicar)	Tirar conclusões			◇		◇	◇	◇				◇	◇	◇	◇	◇
	Apresentação das conclusões/resultados à turma	◇	◇		◇		◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
<i>Extend</i> (Desenvolver)	Elaboração de um texto	◇	◇		◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
	Realização de cálculos			◇												
	Pesquisa de informação	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
	Atribuir um título	◇	◇		◇											
<i>Evaluate</i> (Avaliar)	Reflexão sobre o trabalho que realizaram	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇

Em relação à conceção das catorze TI, é de referir que os professores, para além da preocupação em contemplar as cinco fases do modelo dos cinco E, também refletiram e discutiram, em colaboração, a construção de cada uma das questões das TI, bem como anteciparam possíveis respostas dos alunos às questões formuladas. Ainda durante esta unidade,

a preparação de aula, foi também outro aspeto discutido em colaboração. Evidencia-se que todas as atividades propostas nas TI foram previamente realizadas e discutidas em grupo colaborativo, bem como a seleção e organização dos recursos educativos utilizados em cada uma das aulas. O Quadro 11 apresenta os recursos educativos que serviram de apoio à unidade 1 - planificação de aulas.

Quadro 11

Recursos Educativos de Apoio da Unidade – Preparação de Aula

Planificação de aulas	Materiais de Apoio	
Materiais – 1.º Momento	TI-1M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; imagens de materiais/objetos retiradas da internet para construção de uma figura; páginas Web; manual da disciplina; e câmara de filmar.
	TI-2M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; imagens de materiais/rótulos de materiais retiradas da internet; manual da disciplina; e câmara de filmar.
	TI-3M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; imagem de uma embalagem de medicamento retirada da internet; manual da disciplina; e câmara de filmar.
	TI-4M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; vídeos do <i>youtube</i> para adaptação e conceção de um único vídeo ilustrando transformações químicas e físicas; manuais escolares e cadernos de atividades do 7.º ano (não adotados na escola X); manual da disciplina; e câmara de filmar.
	TI-5M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; imagens/gráficos da variação da temperatura da água e da água salgada à medida que é aquecida; manual da disciplina; copos; termómetros digitais; sal; gelo; espátula; e câmara de filmar.
	TI-6M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; páginas Web sobre impacte ambiental da indústria petrolífera; manual da disciplina; caixa de chumbadas utilizadas na pesca; proveta; esguicho com água; balança digital; vidro de relógio; e câmara de filmar.
	TI-7M	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; banda desenhada em formato digital; páginas Web sobre processos de separar o petróleo da água do mar; textos de artigos científicos; manual da disciplina; petróleo da refinaria de Sines; água do mar; vareta; ampola de decantação; copo; suporte universal; e câmara de filmar.
Reações Químicas – 2.º Momento	TI-1R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; banda desenhada em formato digital; manual da disciplina; papéis, canetas e plasticina de várias cores; artigo de revista científica; e câmara de filmar.
	TI-2R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; banda desenhada e rótulo de uma garrafa de água em formato digital; manual da disciplina; puzzle de iões previamente construído (peças com nome e fórmula iónica efetuadas em computador; papel; impressora; tesoura); manual da disciplina; e câmara de filmar.
	TI-3R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; vídeos do <i>youtube</i> para adaptação e conceção de um único vídeo ilustrando a lei das massas estabelecidas por Lavoisier e o seu contributo para a Ciência; manual da disciplina; e câmara de filmar.
	TI-4R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; banda desenhada em formato digital; imagens de exemplos de reações de oxidação-reação; textos/artigos de revistas; manuais escolares (não adotados); manual da disciplina; enxofre em pó; magnésio; lamparina; fósforos; colher de combustão; copo de combustão; placa de vidro; pinça de madeira; e câmara de filmar.
	TI-5R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; imagem de uma embalagem de leite de magnésia e de hortênsias; manual da disciplina; ácido clorídrico diluído; leite de magnésia; tubo de ensaio; suporte de tubo de ensaio; indicador colorimétrico – tintura azul de tornesol; e câmara de filmar.
	TI-6R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; páginas Web sobre formação de estalactites e estalagmites; imagens em formato digital; manual da disciplina; duas amostras de água; tubos de ensaio; conta-gotas; água de sabão, suporte de tubos de ensaio; e câmara de filmar.
	TI-7R	●TI (proposta de trabalho); computador portátil; imagens em formato digital – embalagem de Ceccrisina, rótulo de um pacote de bolachas; páginas Web sobre antioxidantes e aditivos; banda desenhada; embalagem de Ceccrisina; tubos de ensaio, esguicho com água, faca; cronometro; placa de aquecimento; tina; manual da disciplina; termómetro; e câmara de filmar.

No decorrer da unidade 1- preparação de aula, o trabalho desenvolvido em colaboração, estimulou a integração dos conhecimentos adquiridos na unidade 0, possibilitando desta forma a construção de TI abertas de cariz investigativo que contemplem as cinco fases do modelo dos cinco E ao visar a exploração de conceitos e ideias de Química. Assim, “mais do que contexto

para aplicar conceitos já aprendidos, as TI servem principalmente para promover o desenvolvimento de novos conceitos e para aprender novas representações e procedimentos [de Química]” (Ponte, Quaresma, & Branco, 2012, p. 10). Em simultâneo, e em colaboração, os professores discutiram possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI e sugeriram estratégias para ultrapassar possíveis dificuldades reveladas pelos mesmos. Numa fase posterior, nas TI em que se recorreu a atividade laboratorial, a sua realização foi previamente realizada e discutida em grupo colaborativo. Neste sentido, as finalidades da unidade 1 foram: (i) construir TI para desenvolver em aula; e (ii) planear o desenvolvimento da prática em sala de aulas.

Relativamente às sessões de trabalho colaborativo, destaca-se que das 22 sessões de trabalho colaborativo realizadas ao longo da formação, quinze destas visaram entre outros assuntos a implementação da unidade 1- preparação de aula, como se ilustra no Quadro 12.

Quadro 12

Unidade 1: Calendário das Sessões de Trabalho Colaborativo e Assuntos Abordados

Sessão	Assuntos Abordados
3. ^a ST 18/12/13	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-1M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da construção de uma imagem. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das cinco fases do modelo dos cinco E, da TI-1M. • Discussão sobre as possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI-1M e sugestões de estratégias para ultrapassar possíveis dificuldades reveladas pelos alunos.
4. ^a ST 15/01/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-2M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da investigadora. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das cinco fases do modelo dos cinco E, da TI-2M. • Discussão sobre as possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI-2M e sugestões de estratégias para ultrapassar possíveis dificuldades reveladas pelos alunos.
6. ^a ST 30/1/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-3M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da investigadora. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das cinco fases do modelo dos cinco E, da TI-3M. • Discussão sobre as possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI-3M.
8. ^a ST 19/2/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-4M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da investigadora. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das cinco fases do modelo dos cinco E, da TI-4M. • Discussão sobre as possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI-4M.
9. ^a ST 26/2/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-5M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da investigadora. • Realização da atividade laboratorial da TI -5M e seleção do material para a realizar em sala de aula. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das possíveis respostas dos alunos às mesmas -TI-5M. • Reflexão e discussão em relação à contemplação das cinco fases do modelo dos cinco E's da TI-5M.
10. ^a ST 12/3/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-6M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da investigadora. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das cinco fases do modelo dos cinco E, da TI-6M. • Realização da atividade laboratorial da TI -6M e seleção do material para a realizar em sala de aula.
12. ^a ST 14/5/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-7M pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir de uma proposta realizada pela investigadora, e reflexão e discussão em relação à construção das questões da TI-7M. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das cinco fases do modelo dos cinco E, da TI-7M. • Realização da atividade laboratorial da TI -7M e seleção do material para a realizar em sala de aula.
15. ^a ST 25/9/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-1R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da investigadora. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões da TI-1R e das cinco fases do modelo dos cinco E. • Discussão sobre as possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI-1R.
16. ^a ST 13/10/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-2R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta da Ana – puzzle. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e de possíveis respostas dos alunos às mesmas - TI-2R. • Reflexão e discussão em relação à contemplação das cinco fases do modelo dos cinco E da TI-2R.

(continua)

Quadro 3.11.(continuação)	
17. ^a ST 22/10/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-3R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta realizada por Rita. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e de possíveis respostas dos alunos às mesmas - TI-3R. • Reflexão e discussão em relação à contemplação das cinco fases do modelo dos cinco E da TI-3R.
18. ^a ST 12/11/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-4R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta realizada por Vasco. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões da TI-4R e das cinco fases do modelo dos cinco E. • Discussão sobre as possíveis respostas dos alunos a cada uma das questões da TI-4R. • Realização da atividade laboratorial da TI -4R e seleção do material necessário para a realizar em aula.
19. ^a ST 19/11/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-5R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta realizada por Ana • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das possíveis respostas dos alunos às mesmas - TI-5R • Reflexão e discussão em relação à contemplação das cinco fases do modelo dos cinco E da TI-5R.
20. ^a ST 10/12/14	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-6R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta realizada pela Rita. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das possíveis respostas dos alunos às mesmas -TI-6R. • Realização da atividade laboratorial da TI -5R e seleção do material necessário para a realizar em aula.
21. ^a ST 14/1/15	<ul style="list-style-type: none"> • Realização da atividade laboratorial da TI - 6R e seleção do material necessário para a realizar em aula.
22. ^a ST 27/1/15	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção da TI-7R pelos professores em conjunto com a investigadora, a partir da proposta realizada pelo Vasco. • Reflexão e discussão em relação à construção das questões e das possíveis respostas dos alunos às mesmas -TI-7R. • Realização da atividade laboratorial da TI - 7R e seleção do material necessário para a realizar em aula.

O trabalho nas sessões colaborativas, respeitante à construção das TI, apresentou-se em dois modos, o trabalho autónomo que envolveu a apresentação da proposta de TI para posterior discussão em grupo colaborativo e a discussão, propriamente dita, em grupo sobre possíveis resoluções e a sistematização dos conceitos evidenciados, estabelecendo-se conexões com conteúdos temáticos de Química e com as vivências dos alunos.

Unidade 2:

Prática na sala de aula

A unidade 2 da experiência de formação corresponde à implementação da unidade 1 – preparação da aula - e recolha de dados em sala de aula. Em sala de aula, os alunos trabalharam em pequeno grupo, cerca de quatro alunos, a ficha da TI fornecida pelo professor, partilhando cada um as suas ideias e discutindo possíveis estratégias de resolução de modo a iniciar-se a discussão das situações apresentadas. Neste estudo optou-se por os alunos trabalharem em grupo, porque, por um lado, reduz a complexidade das práticas, visto que os alunos distribuem a responsabilidade e o trabalho entre si (Edelson & Reiser, 2007). Por outro lado, a troca de ideias e as discussões no seio do grupo estimula o desenvolvimento de competências necessárias para a realização das mais variadas ações, como sejam: planificar atividades, fazer medições, construir tabelas, comunicar, entre outras (Lazarowitz & Tamir, 1994). No início da aula, o professor fornece em papel uma TI aos vários grupos que depois a trabalharam, independentemente, nas questões que constavam da TI. O professor da turma e a investigadora

circularam entre os grupos, de forma a facilitar o processo de reflexão dos alunos, ajudando-os a pensar sobre as suas próprias dúvidas. No caso, das TI em que foi necessário planificar uma atividade, os materiais para a sua realização só foram fornecidos após a planificação da atividade pelos diferentes grupos de trabalho. De imediato, contemplou-se a partilha das diversas conclusões e a discussão generalizada do trabalho desenvolvido por cada um dos grupos de trabalho à turma. Promoveu-se a discussão de várias estratégias de resolução, analisando a compreensão dos conceitos envolvidos. Nesta abordagem, o professor assegurou-se que todos os alunos tiveram feedback sobre o trabalho produzido na aula. Após a conclusão de cada TI, o professor apresentou, com a colaboração dos vários grupos, os diferentes modos de abordagem à situação colocada, podendo envolver em algumas situações o aprofundamento de alguns conceitos.

Relembrando o processo cíclico das quatro unidades desta experiência de formação evidencia-se que a qualidade de promoção do sucesso da unidade 2, prática em sala de aula, sucede do trabalho colaborativo desenvolvido na unidade 1- preparação da aula. Neste sentido, as finalidades da unidade 2 – prática na sala de aula, são: (i) realizar a TI em sala de aula; e (ii) implementar a planificação da aula.

As aulas de realização das TI têm a duração de 90 minutos. Estava previsto todos os professores realizarem, em sala de aula, as catorze TI construídas em sessões de trabalho colaborativo, no entanto, Ana não realizou a TI-7M (separação das misturas de uma substância) e Vasco não concretizou a TI-5M (propriedades físicas e químicas – ponto de fusão e de ebulição), ambas no primeiro momento da experiência de formação. A investigadora, conjuntamente com cada um dos professores participantes neste estudo, participou em todas as aulas desta unidade (40 aulas). Em todas as aulas procede-se à recolha de dados, utilizando para isso a observação com registo de gravação-vídeo e os documentos escritos pelos alunos no decorrer das TI.

Unidade 3:

Reflexão sobre os dados recolhidos

A unidade 3 consistiu na partilha, discussão e reflexão sobre os dados recolhidos em sala de aula. Todos os professores, em colaboração com a investigadora, após realização da TI, em sala de aula, partilharam, discutiram e refletiram numa sessão de trabalho logo a seguir, à sua “experiência”, tendo analisado os documentos escritos pelos seus alunos. Salienta-se que houve situações em que os professores realizaram a TI na sua turma, após a reflexão da

“experiência” de um dos colegas. Nessa partilha, os professores procuraram interpretar as dificuldades, as aprendizagens e os processos de raciocínio revelados pelos seus alunos na realização de cada uma das TI, bem como as estratégias usadas ou a usar para colmatar as dificuldades e os problemas comportamentais de alguns alunos. Esta linha de ação é corroborada por Nickerson e Masarik (2010) quando defendem que a análise de respostas dos alunos é uma atividade importante da prática do professor. Esta análise de respostas dos alunos proporciona oportunidades de aprendizagem contextualizadas, contribuindo para o desenvolvimento dos professores, da compreensão do raciocínio dos alunos e da capacidade de tomada de decisão em situações necessárias no ensino (Crespo, 2000; Nickerson & Masarik, 2010). Ainda, nesta unidade, após a reflexão sobre os dados recolhidos fizeram-se reajustes, quando foi pertinente, nas TI que ainda não tinham sido realizadas por todos os professores e/ou quando se teve em conta os dados recolhidos na conceção da TI seguinte. De destacar que, no primeiro momento da experiência de formação desta unidade, os professores Rita e Vasco realizaram todas as TI à exceção da TI-1M (Constituição do mundo material), após partilha e reflexão da “experiência” da professora Ana. No segundo momento da experiência de formação, a partilha e reflexão das “experiências” de cada um dos professores ocorreu, com frequência, em simultâneo, na mesma sessão de trabalho. Esta dinâmica de partilha, discussão e reflexão sobre os dados recolhidos durante a prática em sala de aula visou refletir sobre: (i) as ideias manifestadas pelos alunos durante a realização das TI, em aula; (ii) as propostas de planificação da aula; e (iii) as mudanças introduzidas em aula.

Relativamente às sessões de trabalho colaborativo, é de referir que das 22 sessões de trabalho colaborativo realizadas ao longo da experiência de formação, doze destas visam entre outros assuntos a implementação da unidade 3, como se ilustra no Quadro 13.

Quadro 13

Unidade 3: Calendário das Sessões de Trabalho Colaborativo e Assuntos Abordados

Sessão	Assuntos Abordados
5. ^a ST 22/1/14	<ul style="list-style-type: none"> • Cada professor partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-1M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Reformulação da TI-1M de modo a melhorá-la. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos dos alunos na realização da TI-1M.
6. ^a ST 30/1/14	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexão em grupo sobre atitude e/ou estratégia a adotar durante a realização das TI em aula.
7. ^a ST 05/2/14	<ul style="list-style-type: none"> • Cada professor partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-2M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos na realização da TI-2M. • Ana partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-3M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI.
9. ^a ST 26/2/14	<ul style="list-style-type: none"> • Vasco e Rita partilharam e refletiram em grupo as suas “experiências” de realização da TI-3M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos na realização da TI-3M.
10. ^a ST 12/3/14	<ul style="list-style-type: none"> • Ana e Vasco partilharam e refletiram em grupo as suas “experiências” de realização da TI-4M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos na realização da TI-4M. • Ana partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-5M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI.
11. ^a ST 26/3/14	<ul style="list-style-type: none"> • Rita partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-4M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos de Rita na realização da TI-4M. • Ana partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-6M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos dos alunos de Ana na realização da TI-6M.
12. ^a ST 14/5/14	<ul style="list-style-type: none"> • Rita partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-5M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos de Rita na realização da TI-5M. • Rita e Vasco partilharam e refletiram em conjunto as suas “experiências” de realização da TI-6M em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos seus alunos na realização da TI-6M.
16. ^a ST 13/10/14	<ul style="list-style-type: none"> • Cada professor partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-1R em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos durante a realização da TI-1R.
17. ^a ST 22/10/14	<ul style="list-style-type: none"> • Ana e Rita partilharam e refletiram em grupo as suas “experiências” de realização da TI-2R em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos durante a realização da TI-2R.
19. ^a ST 19/11/14	<ul style="list-style-type: none"> • Vasco partilhou e refletiu em grupo as dificuldades reveladas pelos seus alunos durante a realização da TI-2R. • Ana e Vasco partilharam e refletiram em grupo as suas “experiências” de realização da TI-3R em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos durante a realização da TI-3R.
20. ^a ST 10/12/14	<ul style="list-style-type: none"> • Cada professor partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-4R em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos durante a realização da TI-4R.
21. ^a ST 14/01/15	<ul style="list-style-type: none"> • Cada professor partilhou e refletiu em conjunto com investigadora, a sua “experiência” de realização da TI-5R em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos durante a realização da TI-5R.
22. ^a ST 27/01/15	<ul style="list-style-type: none"> • Cada professor partilhou e refletiu em grupo a sua “experiência” de realização da TI-6R em aula e as dificuldades reveladas pelos seus alunos na realização desta TI. • Discussão e reflexão sobre os documentos escritos pelos alunos durante a realização da TI-6R.

3.4.4. Grupo colaborativo

Atendendo às disponibilidades dos professores envolvidos neste estudo, cada sessão de trabalho colaborativo tem a duração mínima de duas horas, à exceção das aulas que têm a duração de 90 minutos. No trabalho desenvolvido em grupo colaborativo, todos os professores partilham entre si as suas experiências profissionais, durante a planificação do processo de ensino aprendizagem, bem como na construção das TI, ou seja, todos os professores têm algo a dar e algo a receber do trabalho conjunto. Desta forma, pode afirmar-se que há uma certa mutualidade na relação entre os professores envolvidos nestas sessões de trabalho. No grupo colaborativo existe um ambiente favorável à partilha e discussão de ideias onde a confiança mútua é um aspeto muito evidente nas sessões de preparação de aulas e de prática em sala de aula. Por várias vezes, os professores, na construção das TI, sentiram-se à vontade para explicitar os seus receios em implementar algo nas suas aulas. Nestas situações todos os professores tiveram disponíveis para ouvir os receios do colega e sugeriram estratégias para os superar. Além disso, a negociação e a divisão de tarefas, também, são muito importantes durante as sessões de preparação de aulas. Ao longo de toda a experiência de formação, todas as propostas das TI foram discutidas em grupo. Em algumas situações através do diálogo/discussão surgem novas ideias, levando a reformular praticamente toda a proposta da TI. Quanto às sessões de reflexão centrada na prática, nem todos os professores implementaram as mesmas TI, em sala de aula, ao mesmo tempo e, por conseguinte, o professor que a realizou primeiro ao refletir em grupo a sua aula, aumenta o grau de motivação dos restantes professores, bem como o grau de confiança.

3.5. Papel da investigadora

Esta investigação tem por base a concretização de uma experiência de formação que é proposta pela investigadora a um grupo de três professores/formandos. As sessões de trabalho colaborativo e de reflexão centrada na prática são organizadas pela investigadora. Durante as sessões de trabalho e na sala de aula, a investigadora tem a oportunidade de observar as aprendizagens realizadas por cada um dos professores sobre o ensino por investigação.

Assim, neste estudo a investigadora assume o papel de investigadora-formadora. Enquanto investigadora-formadora a complexidade das sessões de trabalho foca-se em dois aspetos, por um lado, no que respeita às diversas variáveis que surgem e às suas relações e, por

outro lado, no momento da decisão. Enquanto formadora é necessário agir perante situações diversificadas e muitas vezes inesperadas que ocorrem num determinado momento. Esta ação tem de ocorrer de modo a compreender os professores e a promover a sua aprendizagem, por meio de comentários e pelo questionamento pensados em função dessa compreensão e aprendizagem.

Contudo, a proximidade que se verifica entre a investigadora e o objeto faz surgir algumas críticas que requerem a definição clara e rigorosa dos métodos (Ponte, 2002). No entanto, a recolha e a análise de dados, bem como os aspetos referentes à organização da experiência de formação, clarificam os diferentes métodos e formas de registos usados, assim como os momentos em que ocorrem, visando o rigor na recolha e na análise e garantindo o distanciamento da investigadora relativamente ao objeto de estudo (Ponte, 2002).

3.6. Preocupações éticas

A obtenção do consentimento dos participantes num estudo de investigação é um princípio ético a ter em conta. Neste estudo, começa-se por solicitar autorização ao diretor do agrupamento de escolas X para implementar um projeto, na escola, denominado “Práticas para a promoção do sucesso escolar dos alunos na disciplina de Física e Química”, o qual integra os objetivos do estudo, o papel a desempenhar pelos professores, a sua duração, as estratégias inerentes ao processo de investigação, bem como as condições a satisfazer. Este projeto foi sujeito a aprovação do conselho pedagógico do agrupamento de escolas X e consentido pelo diretor da escola X como contexto da experiência de formação. De seguida, foi comunicado aos professores selecionados os propósitos deste estudo, os objetivos e as estratégias inerentes ao processo investigativo. Para além disso, foram criadas condições para que estes se sentissem à vontade para solicitarem esclarecimentos adicionais e para que pensassem sobre a solicitação que lhe estava a ser pedida. Foi ainda mencionado pela investigadora que, a qualquer momento, os professores participantes podiam revogar o seu consentimento. Só após este processo gravado em vídeo é que se formalizou o consentimento dos professores.

Os alunos que participaram na realização das TI, bem como os seus encarregados de educação, foram esclarecidos acerca dos propósitos deste estudo, das estratégias inerentes ao processo investigativo, do papel a desempenhar pelos alunos, e a sua duração. Em reunião, foram criadas condições para que estes alunos e os seus encarregados de educação se sentissem à vontade para solicitarem esclarecimentos adicionais e para que pensassem sobre a solicitação

que lhes estava a ser requerida. Só após este processo, foi então formalizado o consentimento em documento próprio que continha as informações prestadas oralmente. Assim, foram salvaguardados os elementos fundamentais do consentimento informado: a informação foi transmitida ao indivíduo competente; foi avaliada a compreensão dos elementos em causa por parte do indivíduo; e assegurada a voluntariedade do mesmo em participar (Gall, Gall, & Borg, 2007).

O respeito pela privacidade e confidencialidade constituíram, igualmente, preocupações éticas a ter em conta, em qualquer estudo de investigação que envolva indivíduos (Folkman, 2000) e, como tal, recorre-se ao anonimato dos professores, sendo fictícios os nomes atribuídos aos mesmos, e sempre que se torne necessário mencionar algum aluno, também; se recorre ao anonimato através do uso de números fictícios. Acresce a preocupação com a justiça, o respeito pelos participantes e pelo seu bem-estar (Flick, 2009). Para além dos princípios atrás referidos, este estudo teve, igualmente, em conta a precisão dos dados e da sua interpretação, pois houve a preocupação de não acrescentar significados ou comentários à mensagem original, nem alterar o sentido da mensagem (Léssard-Hébert, Goyette, & Boutin, 2008).

3.7. Recolha de dados

Neste trabalho são usados diversos métodos de recolha de dados, visando obter dados que descrevam com pormenor as situações vivenciadas pelos participantes ao longo da experiência de formação. Creswell (2014) sugere que, num estudo desta natureza, a recolha de dados envolva diversas fontes, nomeadamente, documentos escritos pelos professores, transcrições de entrevistas, registos de gravação-vídeos e notas de campo. Este processo de recolha de dados deve ser sólido e consistente, pois dele depende a viabilidade das conclusões. Nesta perspetiva, neste estudo opta-se por efetuar uma recolha de dados por meio de entrevistas gravadas, individualmente, em vídeo aos três professores de Física e Química, documentos produzidos pelos professores, e notas de campo retiradas pela investigadora referentes à observação das aulas de realização das TI e das sessões de trabalho inerentes à experiência de formação, complementadas por gravação-vídeo.

Os métodos e as fontes foram diversificados assim como os momentos em que os dados foram recolhidos. O uso de diversos métodos de recolha de dados recomendados para os estudos de caso (Bogdan & Biklen, 1994; Creswell, 2014, Denzin & Lincoln, 2005) permite, aquando da análise de dados, triangular diferentes fontes de informação, procurando desta forma

confrontar evidências obtidas a partir de dados de natureza distinta (Creswell, 2014). Essa triangulação é possível entre os dados da observação participante como observador e dos documentos escritos recolhidos e entre os dados das entrevistas e dos documentos escritos, bem como entre os dados da observação participante e das entrevistas. Para Creswell (2014), a triangulação de dados constitui um acréscimo à validação do estudo visto que a realidade objetiva não pode ser capturada. Ao utilizar uma diversidade de fontes de dados durante dois momentos distintos da experiência de formação, ajuda a compreender com rigor e profundidade o fenómeno em estudo e a aumentar a credibilidade do relato narrativo (Creswell, 2014; Morse, 1998). O Quadro 14 refere o tipo de instrumento a utilizar nos diferentes métodos de recolha de dados.

Quadro 14

Instrumentos usados nos Diferentes Métodos de Recolha de Dados

Recolha de dados	Instrumentos
Observação participante	<ul style="list-style-type: none"> • Notas de campo • Registo de gravação-vídeo
Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> • Guião semiestruturado • Registo de gravação-vídeo
Documentos escritos	<ul style="list-style-type: none"> • Registos escritos pelos professores

Porém, para que a recolha de dados tenha a qualidade desejada, os instrumentos de recolha de dados devem ser validados, pelo menos ao nível da validade de conteúdo, por especialistas que sejam familiarizados com o assunto em investigação (McMillan & Schumacher, 2014). De seguida, descreve-se detalhadamente os objetivos de utilização para cada um dos métodos de acordo com as questões de estudo, as suas principais características, bem como a validação dos guiões das entrevistas.

3.7.1. Observação participante

A observação possibilitou um contexto pessoal e estreito da investigadora com o fenómeno a estudar, permitindo-lhe chegar perto dos participantes e compreender a situação a ser descrita, sendo as suas principais vantagens: (i) apreender os comportamentos e os acontecimentos que ocorrem com o participante no próprio momento; (ii) recolher informação dos comportamentos e das atitudes que ocorrem, sem juízos de valor; (iii) discutir temas/tópicos desconfortáveis para os participantes e (iv) anotar aspetos incomuns revelados pelos participantes durante a observação (Creswell, 2014). Existem várias formas de tipificar as

técnicas de observação. Uma forma usual de o fazer é distingui-las de acordo com o envolvimento do observador: (i) participante completo – o investigador oculta o papel; (ii) observador participante – o papel do investigador é conhecido; (iii) participante observador – papel de observação secundário ao papel de participante; e (iv) observador completo – o investigador observa sem participar (Creswell, 2014). A outra é quanto ao grau de estruturação da observação: (i) estruturada; (ii) semiestruturada; e (iii) não estruturada.

Assim, a possibilidade deste estudo fornecer uma visão profunda, ampla e integradora, da influência desta experiência de formação no desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” está relacionada com a questão da observação que pode envolver investigadores em papéis que variam de um não participante a um participante completo. Desta forma, a observação é entendida como um método iterativo de recolha de dados que requer uma implicação do investigador nos acontecimentos e fenómenos que está a observar (Rodríguez, Flores, & Jiménez, 1999), sendo estas observações abertas para permitir que os participantes facultem livremente as suas opiniões. Esta opinião é defendida por Creswell (2014) e Stake (2006) quando referem que compreender a realidade do caso requer que o investigador vivencie em contexto os acontecimentos e fenómenos que está a observar. Nesta ótica, Stake (2006) releva o papel do investigador como essencial no processo.

Neste estudo, a investigadora assumiu o papel de observadora participante com a finalidade de identificar as aprendizagens realizadas por cada um dos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, durante a experiência de formação, nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, e conhecer de que forma o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática contribuem para o desenvolvimento das aprendizagens de cada um dos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação. Durante o decorrer de todas as unidades da experiência de formação, a investigadora foi o principal instrumento de observação (Lessard-Hébert et al., 2008).

Foi realizada pela investigadora a observação de todas as sessões de trabalho colaborativo (unidades 0, 1, 2 e 3) e de todas as aulas de realização das TI, tendo feito o registo em notas de campo. Dado que assume o papel de formadora-investigadora, as 22 sessões de trabalho colaborativo (unidades 0, 1, 2 e 3) e as 40 aulas de realização das TI, que foram alvo de recolha de dados, foram também gravadas em vídeo. A observação participante permitiu à investigadora ter uma maior proximidade da realidade vivida pelos professores no decorrer de todas as unidades, o que lhe proporcionou um melhor conhecimento das aprendizagens realizadas por cada um dos professores, bem como a influência do trabalho colaborativo e da

reflexão centrada na prática no desenvolvimento dessas aprendizagens sobre ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, durante o período em que decorreu a recolha de dados.

Segundo Creswell (2014), nas notas de campo, o investigador regista o comportamento e as atividades dos indivíduos que vivencia durante a realização da observação como participante. Nestas notas de campo, a investigadora regista de maneira não estruturada ou semiestruturada alguns fenómenos relacionados com o problema do estudo e as atividades realizadas em contexto (Creswell, 2014). Estes registos podem ser realizados no local durante o decorrer do acontecimento ou posteriormente, depois de terminado o momento de observação (Lessard-Hébert et al., 2008). Neste estudo, o redigir as notas de campo ocorreu tão cedo quanto possível após a observação, sendo, muitas vezes, realizado logo após o final de cada sessão de trabalho/aula.

O papel da investigadora como observadora participante exige um grau de preparação bastante elevado no que se refere à definição do que é objeto de observação e dos respetivos objetivos (Bogdan & Biklen, 1994). Assim, para cada momento de observação colocou-se previamente um conjunto de questões a que no final se responde com base na observação. Estes registos de notas de campo, em geral, estão relacionados com a condução das TI, em sala de aula; as dificuldades e aprendizagens manifestadas pelos professores na construção das TI; os aspetos da prática letiva que os professores refletem em grupo colaborativo; a partilha de conhecimentos científicos e de estratégias usadas pelos professores na construção e realização das TI, em aula; relação e dinâmica de trabalho entre os professores durante as sessões de trabalho colaborativo (unidades 0, 1, 2 e 3); entre outros.

Por sua vez, no decorrer das unidades da experiência de formação, tal como foi referido atrás, um outro procedimento de recolha de dados é tido em conta, a gravação em vídeo que visa complementar a recolha de dados por meio da observação (Creswell, 2014). Todas as sessões de trabalho são gravadas em vídeo. Os registos-vídeo contêm as interações que aconteceram nos principais momentos de partilha de ideias e de discussão entre os professores e entre a formadora-investigadora e os professores, durante as sessões de trabalho colaborativo e de reflexão centrada na prática, (unidades 0, 1 e 3) bem como as aprendizagens realizadas por cada um dos professores durante as sessões de trabalho colaborativo e de reflexão centrada na prática sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” (unidades 1, 2 e 3). Nesta investigação, estes registos foram analisados, posteriormente, com o intuito de auxiliarem a reprodução de diálogos identificados pela observação participante e identificados nos registos de notas de campo como relevantes para este estudo.

3.7.2. Entrevista

A entrevista permite a desocultação das concepções que sustentam as opiniões emitidas, bem como o aprofundamento dos significados atribuídos às experiências vivenciadas na primeira pessoa (Bogdan & Biklen, 1994; Creswell, 2014). Este procedimento permite recolher dados de natureza descritiva, cabendo ao entrevistador ouvir o que os participantes têm para dizer pelas suas próprias palavras, linguagem e narrativa, de forma a delinear a conversação que se segue (Lichtman, 2006). Para Cohen e Manion (1994), a entrevista é uma conversa iniciada pelo entrevistador que visa obter informação relevante para a investigação. Assim, a entrevista é usada essencialmente: como o principal meio de se obter dados diretos para atingir as finalidades da investigação e, na conjugação com outros métodos de recolha de dados, permitir a triangulação dos dados (Creswell, 2014). O investigador quando opta pela entrevista como técnica de recolha de dados tem que ter em conta se o problema em estudo pode ser solucionado a partir deste procedimento, se conhece o tema sobre o qual faz as questões e se está capacitado para fazer a análise dos dados recolhidos.

Tendo em conta o nível de estruturação das questões, as entrevistas podem ser classificadas em três tipos diferentes: entrevista através de uma informação informal (entrevista não estruturada); entrevista semiestruturada e estruturada, variando da informal, que assenta numa conversação, até à estruturada que pressupõe uma resposta instituída (Afonso, 2005; Lichtman, 2006; Patton, 2004; Rosa & Arnoldi, 2006).

Neste estudo, opta-se por uma entrevista semiestruturada, em que os tópicos e as perguntas são previamente especificados e explorados no decurso da entrevista, sendo o investigador livre para fazer questões espontaneamente (Patton, 2004). Como referem Vásquez e Angulo (2003), comparadas com as entrevistas estruturadas, as entrevistas semiestruturadas não pressupõem uma especificação verbal ou escrita do tipo de perguntas a formular nem, necessariamente, da ordem de formulação. Para além de possuírem características diferentes, também Flick (2009) aponta algumas vantagens das entrevistas semiestruturadas sobre as estruturadas, dado que estas últimas limitam o ponto de vista do entrevistado ao impor quando, em que sequência e como tratar os assuntos. Logo, a entrevista semiestruturada não segue uma ordem pré-estabelecida na formulação das perguntas, deixando maior flexibilidade para colocar essas perguntas no momento mais apropriado, conforme as respostas do entrevistado. Este tipo de entrevista possibilita captar a perspetiva individual de cada professor (Afonso, 2005), dado que «é mais provável que os professores entrevistados expressem os seus pontos de vista numa situação de entrevista desenhada de forma relativamente aberta do que numa entrevista

estandardizada ou num questionário» (Flick, 2009, p.89). Neste estudo, foram realizadas três entrevistas individuais semiestruturadas aos professores Ana, Rita e Vasco, em três momentos do percurso da experiência de formação, a primeira antes da concretização da experiência de formação, entre 1 e 5 de novembro de 2013; a segunda após a materialização do primeiro momento da experiência de formação, entre 24 e 27 de maio de 2014; e a terceira após a execução da experiência de formação, entre 9 e 13 de fevereiro de 2015. Todas as entrevistas foram efetuadas na sala contígua ao laboratório de química, em datas acordadas com os professores, e tiveram duração média de uma hora. Estas entrevistas permitiram recolher dados descritivos na linguagem dos próprios professores, de forma a descrever o percurso académico e profissional de cada um dos professores participantes; conhecer as potencialidades que cada um dos professores participantes atribuem à influência da experiência de formação, orientada para a reflexão centrada na prática e trabalho colaborativo, no seu desenvolvimento profissional, em três momentos diferentes; identificar e descrever as aprendizagens que cada um dos professores referem ter realizado relativamente aos diversos aspetos do ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” (2.^a e 3.^a entrevistas); e descrever o modo como cada um dos professores interpreta o desenvolvimento das suas aprendizagens sobre os diversos aspetos do ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” (2.^a e 3.^a entrevistas).

Salienta-se que, no início de cada uma das entrevistas, os professores foram informados dos seus objetivos e foi-lhes garantido que o seu conteúdo teria um tratamento confidencial. Nas entrevistas focaram-se aspetos comuns, mas também aspetos distintos de acordo com o momento em que se realizaram. O Quadro 15 sintetiza as dimensões principais que constituíram cada uma das entrevistas.

Quadro 15

Dimensões Principais das três Entrevistas

Primeira entrevista	Segunda entrevista	Terceira entrevista
<ul style="list-style-type: none"> • Percurso académico e profissional. • Perspetivas sobre a experiência de formação. • Conhecimento sobre o trabalho colaborativo. • Conhecimento sobre o ensino por investigação. • Conhecimento sobre o modelo dos cinco E. 	<p>-----</p> <p>-----</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabalho colaborativo nas sessões de trabalho 0, 1 e 3. • Aprendizagens realizadas sobre o ensino por investigação no domínio “Materiais”. • Conhecimento sobre o modelo dos cinco E na construção das TI. • Trabalho nas aulas – condução das TI. • Aprendizagens realizadas através da reflexão centrada na prática no domínio “Materiais”. 	<p>-----</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perspetivas sobre a experiência de formação. • Trabalho colaborativo nas sessões de trabalho 0, 1 e 3. • Aprendizagens realizadas sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. • Conhecimento sobre o modelo dos cinco E na construção das TI. • Trabalho nas aulas – condução das TI. • Aprendizagens realizadas através da reflexão centrada na prática nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”.

A elaboração das entrevistas envolveu da parte da investigadora um planeamento prévio de questões a colocar aos professores participantes neste estudo. Nesta ótica, para cada momento de experiência de formação foi construído um guião de entrevista (Anexos I, II e III) que foi validado por três especialistas em educação em ciências após verificarem a pertinência das dimensões, bem como dos objetivos a elas associadas e ainda das questões formuladas para recolher informação que permitam alcançar cada um desses objetivos.

Os especialistas sugeriram pequenas alterações relacionadas com a formulação dos objetivos e com a relação destes com as questões. Assim, o guião da primeira entrevista foi estruturado de modo a recolher dados académicos e profissionais de cada um dos professores participantes com vista à realização da caracterização dos mesmos, bem como recolher dados de opinião sobre a experiência de formação proposta e sobre o trabalho em colaboração, e averiguar os conhecimentos de cada um dos professores sobre o ensino por investigação e sobre o modelo dos cinco E. Quanto ao guião da segunda entrevista, foi estruturado de modo a identificar as aprendizagens realizadas por cada um dos professores sobre a conceção das TI, segundo o modelo dos cinco E, no domínio “Materiais”, bem como a realização das mesmas em sala de aula; recolher dados sobre o modo como os professores interpretam a aquisição das suas aprendizagens sobre o ensino por investigação nas sessões de reflexão centrada na prática e trabalho colaborativo, no domínio “Materiais”; e descrever as aprendizagens que cada um dos professores referem ter realizado relativamente aos diversos aspetos do ensino por investigação nos domínios “Materiais”. Por último, o guião da terceira entrevista foi estruturado tendo por base o guião da segunda entrevista, mas relativamente aos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, bem como recolher dados de opinião sobre a experiência de formação proposta.

Após a reflexão, cada um dos guiões foi de novo submetido aos referidos especialistas, que os consideraram prontos para serem testados com professores semelhantes aos participantes no estudo, a fim de avaliar a adequação das questões. Os guiões, foram, então, testados, pela investigadora, nos diferentes momentos da experiência de formação, com dois professores, não pertencentes à amostra, com o objetivo de averiguar se eles entendiam as questões. Durante esse processo de validação, não se detetou necessidade de introduzir qualquer alteração, sendo considerados prontos para serem utilizados na recolha de dados.

No entanto, apesar da investigadora ter realizado um planeamento prévio de questões a colocar aos professores, durante as entrevistas a ordem pela qual as questões foram colocadas mudaram e foram colocadas questões não previstas, de acordo com as respostas dos mesmos a questões anteriores, como defende Kajornboon (2005). No entanto, a existência de um guião de

entrevista comum para os três professores em cada momento da experiência de formação permitiu, que as entrevistas aos diferentes professores tivessem uma estrutura comum (Bogdan & Biklen, 1994) e que os três professores respondessem a um mesmo conjunto de questões fundamentais para o estudo. As entrevistas foram gravadas em vídeo, com o consentimento de cada um dos professores, e depois integralmente transcritas.

3.7.3. Documentos escritos

A recolha de dados expressos em documentos escritos complementou a recolha realizada por outros instrumentos como a observação e a entrevista (Bogdan & Biklen, 1994; Creswell, 2014). Além disso, este tipo de documentos permitiu conhecer os pensamentos e as ideias sobre os quais os participantes deram especial atenção (Creswell, 2014), recolhendo, desta forma, informações para dar resposta às questões de estudo. É, também, de salientar que os documentos escritos permitem ao investigador obter as próprias palavras do participante (Creswell, 2014) e ao poderem serem consultados várias vezes conferem confiança nos resultados obtidos. Neste estudo utilizaram-se documentos escritos pelos professores, dos quais constam as TI construídas na unidade 1 - TI-1M a TI-7M e TI-1R a TI-7R (Anexo IV). Os documentos escritos construídos pelos professores, no primeiro momento da experiência de formação, resultaram do trabalho desenvolvido entre os professores participantes nas sessões de trabalho colaborativo da unidade 1, a partir das TI (proposta de trabalho) elaborada previamente pela investigadora. Em relação ao segundo momento da experiência de formação, os documentos escritos construídos pelos professores resultaram, também, do trabalho desenvolvido entre os professores nas sessões de trabalho colaborativo da unidade 1, mas a partir das TI (proposta de trabalho) previamente elaborada por um dos professores participantes. Neste contexto, cada professor no segundo momento da experiência de formação elaborou duas propostas de TI. Os registos escritos pelos professores permitiram, nomeadamente, ilustrar e confrontar a informação registada nas notas de campo por meio da observação e nas entrevistas.

Acresce dizer, ainda, que com a finalidade de conhecer a influência da experiência de formação no desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química sobre ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, os documentos escritos construídos pelos próprios professores permitem identificar as aprendizagens que cada um deles desenvolveu ao construir e ao implementar as TI, em sala de aula, durante as várias sessões da unidade 1 – preparação de aula.

3.8. Análise de dados

A análise dos dados consiste na atividade que o investigador desenvolve na procura e organização da informação recolhida com a finalidade de obter conhecimento e de a tornar compreensível aos outros quando fora do contexto em que está inserida (Bogdan & Biklen, 1994; Gall et al., 2007). Ao tratar-se de uma experiência de formação, que ocorreu em momentos distintos, a organização dos dados começou por se efetuar antes da implementação da experiência de formação com as transcrições das entrevistas individuais, de cada um dos três professores envolvidos no estudo, durante o primeiro momento da experiência de formação e após a sua conclusão. Após terminar o primeiro momento da experiência de formação, procedeu-se à leitura global dos dados para entendê-los e, por conseguinte, segmentá-los e desmontá-los para numa fase posterior mais específica de análise criar-se categorias através de um processo de codificação e categorização. A codificação é um processo que permite a segmentação e conceptualização de conteúdo a considerar como unidade base de análise (Bardin, 2011). Os segmentos que têm partes em comum são agregados e codificados. De acordo com Corbin e Strauss (2007), existem três tipos de codificação: (i) aberta, em que os conceitos são identificados e as suas propriedades e dimensões são retiradas a partir dos dados obtidos; (ii) axial, cujos códigos emergem em torno das categorias e o posicionamento num modelo teórico; e (iii) seletiva, que integram e aperfeiçoam todas as categorias e subcategorias numa categoria global de modo a emergir uma teoria.

Assim, neste primeiro momento, agruparam-se cronologicamente os documentos referentes às transcrições de todas as sessões de trabalho e de aulas gravadas em vídeo e procedeu-se à codificação aberta e categorização destes dados, bem como das respetivas notas de campo decorrentes da observação. Acresce referir que, neste mesmo momento da experiência de formação, à medida que um novo segmento das transcrições das entrevistas individuais e das notas de campo referentes a cada um dos três professores envolvidos no estudo é selecionado, é comparado com os outros já codificados e categorizados, surgindo duas situações possíveis: ou lhe é atribuído o mesmo código e colocado na mesma categoria, se tiver um significado semelhante aos segmentos já selecionados, ou surge um novo código e, conseqüentemente, uma nova categoria, se não houver, nos conjuntos de significados existentes, nenhum que se adapte ao significado do novo segmento.

A leitura global de análise dos dados, referente ao primeiro momento da experiência de formação, permitiu agrupá-los num pequeno número de categorias consoante as questões de estudo (Creswell, 2013), sendo necessário suprimir alguns dados visto que nem toda a

informação pode ser usada (Guest, McQueen, & Namey, 2012). Esta dinâmica inicial de análise dos dados permitiu a realização de alguns ajustes na experiência de formação relativos a assuntos a explorar ou a assuntos a que deve ser dada mais relevância, revisitando a conjectura da experiência de formação (Collins, Joseh, & Bielaczyc, 2004), por exemplo, a construção da proposta da TI para análise e discussão em grupo colaborativo pelos professores participantes e não, unicamente, pela formadora- investigadora, tal como se verificou no primeiro momento da experiência de formação. Ao longo do segundo momento da experiência de formação, a organização da informação recolhida das diferentes fontes, bem como a análise dessas informações foi realizada à medida que a investigação decorreu, contudo foi mais sistemática e formal quando a recolha de dados terminou (Creswell, 2014), ou seja, a fase substancial de análise aprofundada dos dados teve início no final da implementação da experiência de formação.

Depois de organizados os dados recolhidos, ao longo de toda a experiência de formação, fez-se novamente uma análise global do seu conjunto e uma análise mais específica agrupando toda a informação nas categorias já definidas na primeira abordagem de análise de dados e, caso seja pertinente, cria-se outras categorias através de um processo de codificação aberta e categorização relacionadas com as questões de estudo. Nesta fase tornou-se imprescindível o cruzamento dos dados obtidos por diferentes fontes face a uma mesma categoria, sendo este processo considerado como um acréscimo à validade do estudo.

Assim, tendo em conta a organização dos dados por categorias nos três momentos distintos da experiência de formação, em cada um destes momentos procura-se conhecer: (i) as aprendizagens realizadas pelos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, durante a experiência de formação, sobre os domínios “Materiais” e “Reações Químicas”; (ii) a forma como o trabalho colaborativo, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química; e (iii) a forma como a reflexão centrada na prática, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química.

Deste modo, os dados deste trabalho foram organizados manualmente por categorias e subcategorias relacionadas com o ensino por investigação, a colaboração e a reflexão centrada na prática, ao longo da experiência de formação. Acresce ainda que esta organização de dados é realizada para cada um dos professores envolvidos no estudo. Novas leituras dos dados já codificados e categorizados para cada um dos três professores em relação às suas aprendizagens sobre o ensino por investigação, e sobre a forma como o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática contribuem para o desenvolvimento das suas aprendizagens sobre ensino

por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, fizeram com que se reduzissem os dados em torno de categorias e das subcategorias que visavam ordenar, organizar e sistematizar a informação, bem como rotular essas categorias e subcategorias com um termo (Creswell, 2014). No respeitante às aprendizagens realizadas pelos professores Ana, Rita e Vasco, no quadro desta experiência de formação, recorreu-se ao processo de codificação e categorização dos dados para descrever as aprendizagens de cada um dos professores sobre ensino por investigação, ao longo da experiência de formação, bem como a forma como o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática contribuem para esse desenvolvimento. A descrição do desenvolvimento das aprendizagens de cada um dos professores sobre ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” envolve uma abordagem rigorosa das informações sobre o professor nas sessões de reflexão centrada na prática e de trabalho colaborativo no âmbito desta experiência de formação.

Posteriormente, evidencia-se a pertinência de realizar uma descrição detalhada das categorias e subcategorias definidas, bem com a interconexão entre elas que relatasse uma cronologia das aprendizagens de cada um dos professores acerca do ensino por investigação no âmbito desta experiência de formação orientada para a reflexão centrada na prática e trabalho colaborativo. Neste sentido, a análise dos dados assume, essencialmente, um cunho interpretativo do significado das categorias/descrições e procura compreender de que forma a experiência de formação orientada para a reflexão centrada na prática e trabalho colaborativo promove a aprendizagem dos professores acerca do ensino por investigação e no desenvolvimento das suas aprendizagens, de um modo particular. A análise interpretativa permite documentar a aprendizagem dos professores e evidenciar a forma como o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática contribuem para o desenvolvimento dessa aprendizagem. Esta abordagem proporciona a organização dos dados de modo a descobrir regularidades relativas das ações e significados atribuídos pelos professores.

Em virtude da natureza das questões que conduzem este trabalho recorre-se ao método de questionamento que, segundo Creswell (2014), constitui uma técnica que conduz o investigador na procura de padrões implícitos nos dados. Para este autor, colocar questões com base nos dados obtidos ajuda os investigadores a ter uma ideia do significado dos dados; e sugere perguntas que não haviam sido previstas no início do estudo. Neste estudo, o método de questionamento é usado pela investigadora para a análise indutiva dos dados, levando-a a criar categorias através do processo de codificação e categorização e pela orientadora desta investigação que codificou 10% dos dados selecionados aleatoriamente, criando categorias e subcategorias. A fiabilidade intercodificadores entre os dois investigadores medida pelo

coeficiente Kappa de Cohen foi de 0,82 (Cohen, Manion, & Morrison, 2007). As ambiguidades detetadas foram discutidas e resolvidas entre a investigadora e a orientadora, chegando a um consenso sobre as categorias e subcategorias a utilizar na análise dos resultados.

Descreve-se, em seguida, o processo de análise dos dados provenientes dos registos das notas de campo, das transcrições das gravações vídeo das sessões de trabalho e das aulas, das transcrições das entrevistas e dos documentos escritos. Salienta-se em separado o quadro de categorias e de subcategorias, atendendo às questões de estudo que orientam este trabalho.

Aprendizagens dos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”

Ao longo da experiência de formação, conhecer o desenvolvimento das aprendizagens de cada um dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, constitui um dos objetivos deste estudo. Na identificação destas são utilizadas as transcrições das gravações-vídeo das entrevistas de cada um dos professores realizadas antes da realização da experiência de formação, após o primeiro momento da realização da experiência de formação e após a conclusão da experiência de formação, seguido das transcrições das gravações-vídeo das sessões de trabalho relativas à unidade 0 – planificação do processo de ensino aprendizagem, à unidade 1 – preparação de aula, à unidade 2 – prática na sala de aula, e à unidade 3 – reflexão sobre os dados recolhidos, registos escritos pelos professores, transcrições das gravações-vídeo das aulas e as notas de campo após cada entrevista individual e cada sessão das unidades 0, 1, 2 e 3.

Em primeiro lugar, faz-se uma leitura longitudinal das transcrições das gravações-vídeo das entrevistas, de todos os professores e de todas as notas de campo referentes às mesmas, dando início ao processo de codificação aberta. O texto é segmentado manualmente e a cada segmento é atribuído um código. Salienta-se que é atribuído o mesmo código aos que possuem significados semelhantes. Sempre que um segmento não pode ser codificado em nenhum dos existentes, usa-se um novo código. A aplicação do método do questionamento (Creswell, 2014) faz emergir as categorias: conceção das TI, e condução das TI. O nome das categorias é atribuído de forma a serem incluídas as afirmações segmentadas com o mesmo código. As categorias atrás mencionadas dizem respeito a ideias mais amplas, havendo necessidade de as subdividir em subcategorias, por forma a facilitar a composição e a apresentação dos dados. Todas as subcategorias surgem de uma nova codificação das afirmações, presentes nas

transcrições das gravações-vídeo das entrevistas individuais, incluídas em cada categoria. Novamente, após a aplicação do método do questionamento (Creswell, 2014), emergem, para a categoria conceção das TI, três subcategorias – modelo dos cinco E, grau de abertura, e contextos e aplicações; para a categoria condução das TI, duas subcategorias – adoção do novo papel do professor, e gestão e organização da sala de aula.

Num segundo momento procede-se à codificação das transcrições das gravações-vídeo das sessões de trabalho relativas às unidades 1 e 3, bem como das transcrições das gravações-vídeo das aulas registam-se algumas anotações relativas à informação lida e emerge para a subcategoria adoção do novo papel do professor duas novas subcategorias – papel do professor, e retroação aos alunos; e para a subcategoria gestão e organização da sala de aula três novas subcategorias – trabalho em grupo, gestão do tempo, e gestão dos comportamentos disruptivos. Evidencia-se que todas as novas subcategorias emergiram de um novo processo de codificação dos segmentos, presentes na categoria condução das TI, e de aplicação da técnica do questionamento (Creswell, 2014).

Num terceiro momento, procede-se à codificação das notas de campo, retiradas pela investigadora, após cada entrevista individual, cada aula de realização das TI, e de cada sessão das unidades 0, 1, 2 e 3. Os textos que constam nestas são segmentados de acordo com as categorias e subcategorias definidas. Evidencia-se que todos os segmentos encontrados correspondem a uma categoria e subcategoria já existente, levando à “saturação teórica” (Strauss & Corbin, 1998).

As categorias e subcategorias que se incluem nas aprendizagens sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas” que os professores atribuem à experiência de formação, durante as sessões de trabalho relativas às unidades 0, 1, 2 e 3, encontram-se no Quadro 16.

Quadro 16

Categorias e Subcategorias de Análise – Aprendizagens dos Professores sobre o Ensino por Investigação durante a Experiência de Formação.

Questão do Estudo	Instrumentos de Recolha de Dados	Categorias	Subcategorias	
Que aprendizagens realizam os professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, durante a experiência de formação, nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”?	Registos de gravações-vídeo das entrevistas	Conceção das TI	Modelo dos cinco E	
			Grau de abertura	
			Contextos e aplicações	
	Registos de gravações-vídeo das ST	Condução das TI	Adoção do novo papel do professor	Papel do professor
				Retroação aos alunos
			Gestão e organização da sala de aula	Trabalho em grupo
Registos de gravações-vídeo das aulas			Gestão do tempo	
			Gestão dos comportamentos disruptivos	
	Notas de campo			

De seguida, enumeram-se as categorias e subcategorias envolvidas nos procedimentos adotados no trabalho colaborativo durante a análise de situações de ensino por investigação que contribuem para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores.

Contributo do trabalho colaborativo para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação

Apresentam-se os procedimentos seguidos para conhecer de que forma o trabalho colaborativo, orientado para a análise de situações de ensino por investigação, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores. Utilizam-se as transcrições das gravações-vídeo das sessões de trabalho relativas às unidades 0 - planificação do processo de ensino-aprendizagem - e 1 - preparação de aula, para fazer emergir as categorias de análise. Todas as transcrições são alvo de leitura e o texto é segmentado. A cada segmento é atribuído um código, de acordo com as categorias que apresentam. Após a utilização do método do questionamento (Creswell, 2014) a cada segmento codificado, surgem as categorias: interação entre os professores, e estratégias para estimular novas práticas. As duas categorias referidas são abrangentes, havendo necessidade de constituir subcategorias de forma a facilitar a composição e apresentação dos dados. Todas as subcategorias surgem de uma nova codificação dos segmentos de texto incluídos em cada categoria. Após a aplicação do método do questionamento (Creswell, 2014), emergem, para a categoria interação entre os professores, quatro subcategorias – apresenta propostas, questiona as propostas, propõe novas ideias e

decisões tomadas; para a categoria estratégias para estimular novas práticas, duas subcategorias – previsão das dificuldades dos alunos, e previsão das respostas dos alunos às TI. Por sua vez, para a subcategoria previsão das dificuldades dos alunos emergem quatro novas subcategorias – confiança mútua, encorajar, vontade de inovar e fazer melhor, e interajuda; e para a subcategoria previsão das respostas dos alunos às TI três novas subcategorias – apoio mútuo, respeito pelo outro e encorajar. Evidencia-se que todas as subcategorias emergiram de um novo processo de codificação dos segmentos, presentes na categoria dificuldades dos alunos, e de aplicação da técnica do questionamento (Creswell, 2014).

Numa segunda etapa, as transcrições das entrevistas individuais, sobre o trabalho colaborativo desenvolvido ao longo da experiência de formação, nas sessões de trabalho relativas às unidades 0 e 1 também são codificadas e categorizadas, tendo em conta as categorias e subcategorias formadas. Todos os segmentos codificados são incluídos nas categorias e subcategorias já existentes. Evidencia-se que emergiram tantas categorias e subcategorias quantas as necessárias para levar à “saturação teórica” (Strauss & Corbin, 1998).

Numa terceira etapa momento, procede-se à codificação dos registos escritos pelos professores, sendo incluídos na categorização já estabelecida. Evidencia-se que não existe necessidade de criar novas categorias.

Por último, passa-se à codificação das notas de campo, retiradas pela investigadora, após cada entrevista individual e cada sessão das unidades 0 e 1. Os textos que constam nestas são segmentados de acordo com as categorias e subcategorias definidas. Evidencia-se que todos os segmentos encontrados correspondem a uma categoria e subcategoria já existente, levando à “saturação teórica” (Strauss & Corbin, 1998). As categorias e subcategorias que se incluem nos procedimentos adotados no trabalho colaborativo, durante a experiência de formação, que contribuem para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação, sistematizam-se no Quadro 17.

Quadro 17

Categorias e Subcategorias de Análise – Contributo do Trabalho Colaborativo para as Aprendizagens dos Professores sobre o Ensino por Investigação.

Questão do Estudo	Instrumentos de Recolha de Dados	Categorias	Subcategorias	
De que forma o trabalho colaborativo, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química?	Registos de gravações-vídeo das 2. ^a e 3. ^a entrevistas	Interação entre os professores	Apresenta propostas	
			Questiona as propostas	
			Propõe novas ideias	
			Decisões tomadas	
	Registos de gravações-vídeo das ST-0 e ST-1	Estratégias para estimular novas práticas	Previsão das dificuldades dos alunos	Confiança mútua
			Previsão das respostas dos alunos às TI	Encorajar
				Vontade de inovar e fazer melhor
				Interajuda
Registos escritos pelos professores – Propostas de fichas de TI	Estratégias para estimular novas práticas	Previsão das respostas dos alunos às TI	Apoio mútuo	
			Respeito pelo outro	
Notas de campo			Encorajar	

De seguida, descrevem-se as categorias e subcategorias envolvidas nos procedimentos adotados na reflexão centrada na prática durante a análise de situações de ensino por investigação que contribuem para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores.

Contributo da reflexão centrada na prática para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química sobre o ensino por investigação

O desenvolvimento deste quadro categorial ocorre a partir das transcrições, das sessões de trabalho referentes às unidades 1, 2 e 3, das transcrições das gravações-vídeo das aulas e das notas de campo, após cada um destes instrumentos de recolha de dados, que são alvo de codificação e categorização. Assim, em primeiro lugar, faz-se uma leitura global das transcrições das sessões do trabalho referentes à unidade 3 e o texto é segmentado. A cada segmento é atribuído um código de acordo com as características que apresentam. Após a aplicação do método do questionamento (Creswell, 2014), surge a categoria: reflexão sobre as práticas. Por sua vez, surge necessidade de subdividir estas categorias em quatro subcategorias—expõe as suas próprias experiências de sala de aula, analisa as suas práticas, aceita propostas de melhoria, e apresenta sugestões de melhoria. No aceita propostas de melhoria contemplam-se três outras subcategorias: o aceita sem justificação, questiona e rejeita. Quanto ao questiona emergem duas novas subcategorias – solicita explicação, e promove reflexão. É de evidenciar, mais uma vez, que todas as subcategorias emergiram de um novo processo de codificação dos segmentos, presentes na categoria interação entre os professores e de aplicação da técnica do questionamento (Creswell, 2014).

Em segundo lugar, procede-se à codificação das transcrições-vídeo das sessões de trabalho referente à unidade 1 registam-se algumas anotações relativas à informação lida e emerge a categoria – reflexão sobre as ideias da investigadora. Ainda, relativamente à categoria reflexão sobre as propostas da investigadora, esta é dividida em quatro subcategorias: aceita sem justificação, questiona, apresenta sugestões de melhoria, e rejeita. Quanto à subcategoria questiona, esta é dividida em duas: solicita explicações, e promove reflexão. Todo o processo de codificação dos segmentos e a aplicação da técnica do questionamento que deram origem à emergência da categoria e das subcategorias foram tidas em conta.

Em terceiro lugar, procedeu-se à codificação das transcrições vídeo das aulas individuais, tendo-se em conta as categorias e subcategorias formadas. Todos os segmentos codificados são incluídos nas categorias e subcategorias já existentes, não sendo necessário criar outras. Por fim, as notas de campo retiradas também são codificadas e categorizadas, tendo em conta as categorias e subcategorias formadas. Todos os segmentos codificados são incluídos na categorias e subcategorias já existentes, não sendo necessário criar outras.

Evidencia-se que emergiram tantas categorias e subcategorias quanto as necessárias para levar à “saturação teórica” (Strauss & Corbin, 1998). As categorias e subcategorias que se incluem nos procedimentos adotadas pelos professores durante a reflexão centrada na prática que contribuem para o desenvolvimento das suas aprendizagens sobre ensino por investigação, sistematizam-se no Quadro 18.

Quadro 18

Categorias e Subcategorias de Análise – Contributo da Reflexão Centrada na Prática para as Aprendizagens dos Professores sobre o Ensino por Investigação.

Questão do Estudo	Instrumentos de Recolha de Dados	Categorias	Subcategorias
De que forma a reflexão centrada na prática, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química?	Registos de gravações-vídeo das ST-1 e 3	Reflexão sobre as práticas	Expõe as suas próprias experiências de sala de aula
			Analisa as suas prática
			Aceita sem justificação
			Questiona Solicita explicação
			Promove reflexão
	Registos de gravações-vídeo das aulas	Reflexão sobre as propostas da investigadora	Rejeita
			Apresenta sugestões de melhoria
			Aceita sem justificação
			Questiona Solicita explicação
			Promove reflexão
Notas de campo	Reflexão sobre as propostas da investigadora	Apresenta sugestões de melhoria	
		Rejeita	

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se os resultados procurando-se responder às questões de investigação. Para isso, é importante ter em conta que este estudo assenta numa experiência de formação que visa o desenvolvimento e implementação de tarefas de investigação em quatro unidades cíclicas, sendo elas: sessões 0 - planificação do processo de ensino-aprendizagem (ST-0); sessões 1 - preparação de aulas (ST-1); sessões 2 - prática na sala de aula (ST-2); e sessões 3 - reflexão sobre os dados recolhidos (ST-3). No decurso da experiência de formação foram recolhidos dados, através de observação participante, entrevistas e documentos escritos, que permitem conhecer a sua influência no desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”.

Os resultados estão organizados em três subcapítulos referentes às questões de investigação. No primeiro subcapítulo (4.1.), descrevem-se os resultados relativos ao desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, em dois momentos diferentes da experiência de formação. No segundo subcapítulo (4.2.), são referenciados os contributos do trabalho colaborativo que influenciaram as aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação no primeiro e segundo momentos da experiência de formação. Por último, no terceiro subcapítulo (4.3.), analisam-se os contributos da reflexão centrada na prática, durante as sessões de reflexão sobre os dados recolhidos, para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação, em dois momentos distintos da experiência de formação.

4.1. Aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”

Neste subcapítulo, apresentam-se os resultados relativos ao desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação, atendendo às categorias, conceção das TI e condução das TI, em três momentos distintos: (i) antes da experiência de formação que correspondem aos dados recolhidos nas entrevistas individuais realizadas aos professores antes de se iniciar a experiência de formação; (ii) primeiro momento da experiência de formação que correspondem aos dados recolhidos nas sessões das unidades 0, 1, 2 e 3 sobre o domínio “Materiais”; e (iii) segundo momento da experiência de formação que correspondem aos dados recolhidos nas sessões das unidades 0, 1, 2 e 3 referentes ao domínio “Reações Químicas”.

4.1.1. Conceção das tarefas de investigação

No decorrer da experiência de formação, vários aspetos relacionados com a conceção das TI foram alvo de discussão, reflexão e negociação entre Ana, Rita e Vasco. Todas as TI foram desenvolvidas nas ST-0 e ST-1, emergindo deste modo vários aspetos sobre a sua conceção, mais concretamente acerca, do modelo dos cinco E, do grau de abertura das questões e dos contextos e das aplicações mencionados nas TI, ao longo da experiência de formação. Descrevem-se, em seguida, as aprendizagens desenvolvidas pelos professores sobre o modo como usam o modelo dos cinco E na conceção das TI, nos dois momentos distintos da experiência de formação.

4.1.1.1. Modelo dos cinco E

Antes da experiência de formação, apenas um dos professores conhecia o modelo dos cinco E, mas não o usava. Durante as ST-0 foi discutido o modelo teórico dos cinco E (Bybee et al., 2006) e a sua utilização pelos professores para a conceção das TI. Os professores desenvolveram aprendizagens acerca do modelo e das suas fases, do primeiro momento da experiência de formação para o segundo momento da experiência de formação (Quadro 19).

Quadro 19

Aprendizagens dos Professores sobre o Uso do Modelo dos cinco E na Conceção de Tarefas de Investigação, nos dois Momentos Distintos da Experiência de Formação.

Professores	Antes da experiência de formação	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
Fases do Modelo dos cinco E			
Ana	<i>Evaluate</i> (Avaliar)	<i>Explain</i> (Explicar) <i>Extend</i> (Desenvolver) <i>Evaluate</i> (Avaliar)	<i>Explore</i> (Explorar) <i>Explain</i> (Explicar) <i>Extend</i> (Desenvolver) <i>Evaluate</i> (Avaliar)
Rita		<i>Explore</i> (Explorar) <i>Extend</i> (Desenvolver) <i>Evaluate</i> (Avaliar)	<i>Engage</i> (Motivar) <i>Explore</i> (Explorar) <i>Explain</i> (Explicar) <i>Extend</i> (Desenvolver) <i>Evaluate</i> (Avaliar)
Vasco		<i>Explain</i> (Explicar) <i>Extend</i> (Desenvolver) <i>Evaluate</i> (Avaliar)	<i>Explore</i> (Explorar) <i>Explain</i> (Explicar) <i>Extend</i> (Desenvolver) <i>Evaluate</i> (Avaliar)

Antes da experiência de formação

Antes de iniciarem esta experiência de formação, Rita e Vasco não conheciam o modelo dos cinco E, enquanto Ana já o identificava. Porém, nenhum dos professores tinha construído tarefas com base no modelo dos cinco E. Ana, na primeira entrevista, referiu:

Eu estive numa ação de formação em que a formadora falou do modelo dos cinco E, referindo que as cinco fases do modelo são: *engage* (motivar); *explore* (explorar); *explain* (explicar); *extend* (desenvolver); e *evaluate* (avaliar). Nessa mesma formação fiquei apenas com a noção que a fase *evaluate* (avaliar) é essencial para o aluno avaliar os conhecimentos que adquiriu após a realização de uma tarefa e pouco mais. (1.ª Entrevista, novembro de 2013).

Na segunda sessão de trabalho de planificação, as cinco fases do modelo dos cinco E foram aprofundadas e discutidas em grupo durante a análise de duas TI e, em simultâneo, foram analisados artigos científicos sobre este mesmo tema.

Primeiro momento da experiência de formação

Durante o primeiro momento da experiência de formação, o uso do modelo dos cinco E na construção das TI levou Ana a desenvolver aprendizagens, essencialmente, no que respeita à compreensão do significado das fases *explain* (explicar), *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar) do modelo dos cinco E e à exploração das mesmas nas TI. Em relação ao uso da fase

explain (explicar) deste modelo, Ana revela aprendizagens, como se evidencia no diálogo que se segue, entre a Ana e Rita, durante a conceção da TI-2M (Substâncias e misturas):

Ana - Questão 4. Justifiquem as razões que vos levaram a agrupar os materiais dessa forma.

Rita – Eu não colocava esta questão pois se os alunos já agruparam os materiais por critérios diferentes é porque têm as suas razões! As razões estão implícitas por isso não é necessário escreverem-nas!

Ana – Mas os alunos têm que dizer exatamente aos colegas e ao professor as razões que os levaram a agrupar os materiais daquele modo. Os materiais podem estar agrupados do mesmo modo e a justificação dos grupos pode ser diferente.

Rita – Ok! Eu acho que estamos a repetir.

Ana - Então, tu, perante um dado grupo de materiais, consegues saber exatamente as razões que levaram os alunos a agrupar os materiais daquele modo? [...]Tu, apenas, supões as razões pelas quais os alunos agruparam daquele modo? Uma coisa é tu achares outra coisa é o que os alunos acham. (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

Sobre o uso da fase *extend* (desenvolver), como se ilustra no diálogo entre Ana e Vasco, durante a conceção da TI-4M (Transformações físicas e químicas):

Vasco – Questão 5: Atribuem um título a cada um dos grupos...

Ana – Não basta! A questão 5 incentiva os alunos a encontrarem os termos químicos corretos para cada um dos grupos. Então, como é que os alunos, por eles próprios, chegam aos termos: transformações físicas e transformações químicas?

Vasco – Podem consultar o seu manual!

Ana - Se não colocarmos na questão 5, algo nesse sentido, temos de ser nós, professores, a dizer-lhes.

Vasco – Então! Questão 5: Atribuem um título a cada um dos grupos. Para isso podem realizar uma pesquisa no vosso manual nas páginas 68 e 69.

Ana – Sim! E depois, na Questão 6, pedíamos-lhes mais exemplos de transformações físicas e de transformações químicas.

(8.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Acresce, ainda, que durante a conceção da TI-1M (Constituição do mundo material), Ana desenvolveu aprendizagens em relação ao uso da fase *evaluate* (avaliar) nas TI, ao compreender o significado desta fase do modelo dos cinco E e ao explorar nas TI questões que visam a autoavaliação dos alunos sobre os conhecimentos adquiridos, durante a sua realização, como seja: “Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa” (3.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2013).

No final do primeiro momento da experiência de formação, Ana refere que, das cinco fases do modelo dos cinco E, usado para a conceção das TI, “as questões relacionadas com o *engage* (motivar), ou seja, (...) uma questão que envolvesse os alunos numa situação-problema

e que tivesse por base a antevisão das dificuldades previamente identificadas (...) e com o *explore* (explorar) são as mais difíceis de interpretar” (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Quanto à Rita, o uso do modelo dos cinco E na construção das TI, durante o primeiro momento da experiência de formação, levou-a a desenvolver aprendizagens, fundamentalmente, sobre a fase *evaluate* (avaliar), ao explorar nas TI questões em que os alunos avaliam o seu próprio progresso de aprendizagem, tais como: “Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa; e todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa?, e ouviram as ideias uns dos outros?” (3.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2013), mas também sobre as fases *explore* (explorar) e *extend* (desenvolver). Em relação à fase *explore* (explorar), o diálogo entre Rita e Vasco, durante a construção da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição) mostra o mencionado:

Rita - Questão 2. Planifiquem uma atividade que vos permita testar as vossas previsões. Questão 3. Realizem a atividade ...

Vasco – Eu não colocava a questão 3, pois os alunos ao planificarem a atividade já estão a realizá-la.

Rita – Então! Na questão 2, os alunos indicam o material que necessitam para realizar a atividade e escrevem todos os passos que precisam de efetuar.

Vasco – Ok! Mas ao realizarem a atividade têm em conta esses passos.

Rita - Mas uma coisa é escrevê-los e outra é fazê-los! Primeiro, escrevem e só depois executam. Os alunos quando estão a realizar a atividade têm que ter em conta a ordem pela qual escreveram os passos que precisam de efetuar e além disso têm que registar o que observam....

(9.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

E ainda no modo como se usa a fase *extend* (desenvolver) na construção das TI, como mostra o diálogo entre Rita e Ana, durante a conceção da TI-7M (Processos físicos de separação de misturas heterogéneas):

Rita – Estivemos a separar o petróleo da água do mar [...] Agora no “vai mais além” podíamos abordar a destilação do petróleo ...

Ana – ... apresentamos um pequeno texto sobre a destilação do petróleo ...

Rita – ...até podíamos ilustrar uma coluna de destilação. No final apresentávamos uma questão para os alunos explicarem com base nos pontos de ebulição [...] Por exemplo: Elabora um pequeno texto onde apresenta a resposta à questão: Por que razão a gasolina destila primeiro que o diesel? (12.^a ST-1, registo vídeo, maio de 2014).

Na segunda entrevista, Rita mencionou que: “das cinco fases do modelo dos cinco E, aprendi, efetivamente, a construir questões sobre as fases *evaluate* (avaliar), *explore* (explorar) e *extend* (desenvolver)” (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Em relação ao Vasco, no primeiro momento da experiência de formação, a aplicação do modelo dos cinco E na conceção das TI, permitiu-lhe desenvolver aprendizagens relacionadas

com a compreensão do significado da fase *explain* (explicar) do modelo dos cinco E e a exploração desta mesma fase nas TI, como se ilustra no diálogo que se segue, entre Rita e Vasco, durante a conceção da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição):

Rita – Os alunos planificam e executam a atividade de forma a testar as suas previsões.

Vasco - E a seguir têm de apresentar as conclusões a que chegaram. Então, pode-se escrever: apresentem as vossas conclusões de forma a dar resposta à questão colocada.

Rita – O *explain* (explicar) já está! Vamos elaborar o “vai mais além” (9.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

No modo como se usa a fase *extend* (desenvolver) deste mesmo modelo nas TI, foram reveladas aprendizagens, como se evidencia no diálogo entre Ana e Vasco, na construção da TI-3M (Concentração):

Vasco – Estamos a falar dos conceitos de concentração, concentrado, diluído e agora no “vai mais além”, podíamos fazer um caso prático?

Ana - Mas qual? Relacionar com uma dada dose de comprimido receitada pelo médico? com a composição de um dado comprimido!

Vasco – Isso mesmo! A partir de uma embalagem de um dado medicamento fazemos uma dose receitada pelo médico em que se tenha de fazer cálculos matemáticos.

Ana – Então, vamos lá elaborar a questão: A Rita para se curar necessita de tomar 100 mg de acetilcisteína três vezes ao dia. Efetuem os cálculos necessários e indiquem o volume de xarope que a Rita deve tomar de cada vez para que a dosagem seja a correta (6.^a ST-1; registo vídeo, janeiro de 2014).

Quanto à fase *evaluate* (avaliar), Vasco revelou ter desenvolvido aprendizagens ao nível da compreensão do seu significado e da exploração desta fase nas TI, ao levar o aluno a avaliar a sua compreensão da TI, tal como: “Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa? E o menos interessante? Porquê?” (3.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2013).

No final do primeiro momento da experiência de formação, Vasco referiu que “aprendeu o significado das fases: *explain* (explicar), *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar) e a explorar estas mesmas fases, nas TI (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Em suma, no primeiro momento da experiência de formação, Ana, Rita e Vasco desenvolveram aprendizagens sobre como se usa as fases *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar) do modelo dos cinco E, na construção das TI. Acresce que, neste momento da experiência de formação, Ana e Vasco também revelam aprendizagens sobre a fase *explain* (explicar) e Rita sobre a fase *explore* (explorar) deste mesmo modelo, na construção das TI.

Segundo momento da experiência de formação

Ao iniciar o segundo momento da experiência de formação, cada um dos professores ficou responsável por elaborar duas propostas de TI. Neste contexto, Ana, ao construir a proposta da TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iônicas), revelou ter adquirido aprendizagens sobre a fase *explore* (explorar) na TI ao elaborar as seguintes questões:

Questão 2.1. Planifiquem uma atividade que vos permita escrever as fórmulas químicas das substâncias iônicas a partir dos iões referidos no rótulo da garrafa do Pedro.

Questão 2.2. Construam uma tabela para resumir informação sobre as substâncias iônicas existentes no rótulo da água do Pedro: iões constituintes da substância, número de iões para neutralizar a carga, representação esquemática, fórmula química e nome das substâncias iônicas. (16.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Além do referido, também revelou ter reforçado as aprendizagens adquiridas durante o primeiro momento da experiência de formação sobre a fase *explain* (explicar), ao explorar nesta mesma TI a questão 2.4. “Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam as potencialidades e as limitações dos modelos usados para escrever as fórmulas químicas das substâncias iônicas existentes na garrafa de água do Pedro” (16.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014). Em relação ao uso da fase *extend* (desenvolver) nas TI, Ana evidenciou, também, o reforço das aprendizagens adquiridas, no primeiro momento da experiência de formação, ao compreender o significado da fase *extend* (desenvolver) e ao explorar o “vai mais além” na TI-5R (Reação química ácido-base), como se evidencia no excerto abaixo:

Que tratamento químico devo fazer ao terreno do jardim para que as hortênsias do canteiro apresentem flores azuis? Elabora um pequeno texto com a resposta à questão colocada pelo pai da Rita e enumera possíveis substâncias a utilizar (19.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2015).

Assim, Ana, após a experiência de formação, aprendeu a explorar as fases *explore* (explorar), *explain* (explicar), *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar) do modelo dos cinco E (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015). Quanto à exploração da fase *engage* (motivar) nas TI, Ana, na terceira entrevista, mencionou: “eu tive muita dificuldade em construir questões que evidenciassem a fase *engage* (motivar) da TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iônicas) e da TI-5R (Reação química ácido-base) e não as ultrapassei!”, tenho “tendência a colocar muita informação (...) tenho dificuldades na seleção da informação” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015) e, por conseguinte, em elaborar questões de forma a gerar curiosidade nos alunos.

Quanto à Rita, no segundo momento da experiência de formação, ao construir a proposta da TI-3R (Escrita de equações químicas), revelou ter adquirido aprendizagens sobre como usar as fases *engage* (motivar) e *explain* (explicar) nas TI, como seja:

Questão 1 – Visualizem atentamente o vídeo.

Questão 2 – Leiam com atenção o texto que se segue (*engage* (motivar) – 17.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Questão 8. Tirem conclusões e expliquem como podem relacionar a atividade realizada com a célebre frase de Lavoisier referida no vídeo: “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma” (*explain* (explicar) - 17.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Em relação à construção de questões sobre a fase *extend* (desenvolver), Rita evidenciou, também, o reforço das aprendizagens adquiridas no primeiro momento da experiência de formação ao elaborar o “vai mais além” desta mesma TI, como se refere a seguir:

A respiração celular é uma reação química que ocorre no corpo humano [...] Faz uma pesquisa que te permita aprofundar este assunto e conhecer a(s) equação(ões) química(s) envolvida(s) na respiração celular (17.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Desta forma, a Rita, no final da experiência de formação, mostrou ter desenvolvido aprendizagens relacionadas com a construção de questões que evidenciam cada uma das cinco fases do modelo dos cinco E. Rita mencionou que “esta experiência de formação contribuiu nas suas vertentes para o meu desenvolvimento como professora, mas, para mim, a construção das TI segundo o modelo dos cinco E foi uma grande mais-valia” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Em relação a Vasco, no segundo momento da experiência de formação, evidenciou ter adquirido aprendizagens relativas à construção de questões relacionadas com a fase *explore* (explorar) e aperfeiçoado os seus conhecimentos alusivos às fases *explain* (explicar) e *extend* (desenvolver) do modelo dos cinco E. Assim, Vasco, ao conceber a proposta da TI-7R (fatores que afetam a velocidade de uma reação química), revelou ter adquirido aprendizagens no que respeita à compreensão do significado da fase *explore* (explorar) e à aplicação desta mesma fase do modelo dos cinco E, como seja:

3. Planifiquem uma atividade que vos permita testar as previsões da turma.
4. Construam uma tabela para registar as vossas medições.
5. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as medições na tabela que construíram (22.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2015).

Acresce-se o aperfeiçoamento na construção de questões sobre as fases *explain* (explicar) e *extend* (desenvolver):

6. Tirem conclusões sobre os registos que efetuaram sobre as vossas medições, na tabela que construíram, e comparem com a resposta que deram na questão 1 (*explain* (explicar), 22.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2015). “Vai mais além” (rótulo de um pacote de bolachas, seguido de uma banda desenhada) – Elabora um pequeno texto onde presentes, de forma fundamentada, a resposta à questão colocada pela Rita relacionando os antioxidantes com a capacidade de alterar a velocidade das reações químicas. (*extend* (desenvolver), 22.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2015).

De facto, à semelhança do que aconteceu no primeiro momento da experiência de formação, Vasco, após a experiência de formação, continua a revelar dificuldades na construção de questões sobre a fase *engage* (motivar) do modelo dos cinco E. Mas, em contrapartida, aprendeu a usar as restantes quatro fases do modelo dos cinco E – *explore* (explorar), *explain* (explicar), *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar) nas TI, sendo, essencialmente, as questões relacionadas com a fase *extend* (desenvolver) construídas de uma forma criativa.

Em síntese, o trabalho desenvolvido nas sessões de preparação de aulas (ST-1) levou os professores a desenvolver aprendizagens sobre a aplicação do modelo dos cinco E na conceção de TI. No final do primeiro momento da experiência de formação, Ana, Rita e Vasco aprenderam a elaborar questões sobre as fases *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar) do modelo dos cinco E. Neste mesmo momento da experiência de formação, Ana e Vasco, em relação à conceção de TI, baseadas no modelo dos cinco E, também, evidenciaram ter adquirido aprendizagens relacionadas com a construção de questões sobre a fase *explain* (explicar) e Rita sobre a conceção de questões sobre a fase *explore* (explorar). Do primeiro momento para o de segundo momento da experiência de formação, todos os professores desenvolveram as aprendizagens adquiridas durante o primeiro momento da experiência de formação. No entanto, acresce dizer que Ana e Vasco, no segundo momento da experiência de formação, aprenderam a usar a fase *explore* (explorar) nas TI, e Rita a usar as fases *engage* (motivar) e *explain* (explicar) do modelo dos cinco E, nas TI.

Ana e Vasco, ao longo de toda a experiência de formação, revelaram dificuldades em construir o *engage* (motivar) do modelo dos cinco E e não as conseguiram superar até ao fim da experiência de formação. Em contrapartida, ao longo da experiência de formação, Rita revelou ter superado as dificuldades com que se deparou ao construir questões sobre cada uma das fases do modelo dos cinco E, sendo que as fases *engage* (motivar) e *explain* (explicar) são as mais difíceis de serem contempladas.

4.1.1.2. Grau de abertura

Antes de iniciarem esta experiência de formação, todos os professores envolvidos neste estudo conheciam e defendiam as TI com elevado grau de abertura, mas nunca as tinham construído. Durante as ST-1, discute-se em grupo o grau de abertura das TI, com vista a construir TI que permitissem aos próprios alunos definir a questão-problema e estratégias para darem resposta ao problema inicial – tarefas abertas. No Quadro 20 evidencia-se a evolução das

aprendizagens de cada um dos professores sobre a conceção das TI, ao longo da experiência de formação, face às suas perspetivas iniciais em relação ao grau de abertura das TI.

Quadro 20

Aprendizagens Evidenciadas pelos Professores sobre o Grau de Abertura das Tarefas de Investigação, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Classificação das TI (Banchi & Bell, 2008)	Antes da experiência de formação	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
	Professores		
Nível 1 - Confirmação ⁴			
Nível 2 - Estruturadas ⁵			
Nível 3 - Guiadas ⁶	Ana, Rita	Ana, Vasco	Ana, Vasco
Nível 4 - Abertas ⁷	Vasco	Rita	Rita

Antes da experiência de formação

Na primeira entrevista, Ana defendia que as TI deviam ser orientadas pelo professor, ou seja, “perante uma situação-problema, o professor apenas apresenta a questão aos alunos e estes investigam, por si próprios, sobre o problema que lhes é colocado e sugerem resposta(s) para a questão-problema” (1.ª Entrevista, novembro de 2013). Por sua vez, Rita, na sua primeira entrevista, também mencionou que “os alunos perante uma questão-problema devem ser encorajados a definir o caminho que os levem a propor solução(ões) para resolver o problema” (1.ª Entrevista, novembro de 2013). Em contrapartida, Vasco referiu que as TI devem ser construídas “de forma a levar os alunos a definirem o problema e o caminho para chegarem a uma conclusão/solução” (1.ª Entrevista, novembro de 2013).

Acresce dizer que na primeira entrevista, dada a complexidade do processo de aprendizagem desenvolvido pelos próprios alunos, Ana referiu que “as TI são muito ambiciosas para a maioria dos nossos alunos do 7.º ano de escolaridade”, enquanto Rita afirmou que “as TI surtem efeitos positivos nos alunos que frequentam o ensino secundário e no ensino básico só em turmas “boas” e Vasco defendeu que “as TI requerem que os alunos estejam motivados e que não sejam indisciplinados”. Os professores, no início desta experiência de formação,

⁴ Os alunos conhecem a questão e o procedimento, assim como os resultados esperados.

⁵ Os alunos investigam uma resposta para a questão colocada pelo professor, sendo-lhes dado o procedimento.

⁶ O professor apresenta a questão, mas as estratégias e a solução ficam à responsabilidade dos alunos.

⁷ Os alunos definem a questão e as estratégias para chegarem a uma solução.

mostraram-se apreensivos em relação aos resultados das TI, nomeadamente, acerca dos seus efeitos nas aprendizagens dos alunos.

Primeiro momento da experiência de formação

Durante as quatro primeiras ST-1, Ana e Vasco, contrariamente ao que defenderam na primeira entrevista em relação à construção de TI com um grau de abertura que permitisse aos alunos definir o(s) caminho(s) para chegar(em) a uma conclusão/solução, manifestaram alguns desconfortos. Neste contexto, Ana e Vasco referiram que os alunos, perante uma TI sem orientações para a sua concretização, não conseguem decidir sobre o que fazer e como o fazer, como se pode verificar no diálogo abaixo, entre ambos.

Vasco – Como é que os alunos vão agrupar os materiais a partir da figura?

Ana – Temos de escrever na própria tarefa a definição de materiais naturais e sintéticos! E depois colocamos uma tabela com o título – materiais naturais – e outra tabela com o título – materiais sintéticos – e pedimos aos alunos para distribuírem os materiais referidos na figura pelas respetivas tabelas.

Vasco – Os alunos só assim é que conseguem ver a diferença entre os dois grupos de materiais ou então dizemos para consultarem o seu manual.

Ana – Se não se escrever as definições de materiais naturais e sintéticos, os alunos não agrupam os materiais corretamente (3.^a ST-1, dezembro de 2013).

Contudo, após a realização das quatro primeiras TI, em sala de aula, e reflexão sobre as mesmas, Ana e Vasco revelaram-se mais confortáveis, mas ainda com algum receio. O excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da nona sessão de trabalho sobre a construção da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição), mostra um dos diálogos entre Ana e Vasco:

Ana – Nesta TI a questão é apresentada aos alunos – Por que razão se adiciona sal quando se forma gelo nas estradas? Então o texto não pode ter toda a informação para os alunos responderem de imediato à questão!

Vasco – Exato! Os alunos têm de investigar para responder à questão e para investigar não podemos dar a informação toda!

Ana – E além disso, para os alunos pensarem sobre essa questão, temos de os deixar pensar sobre as suas próprias ideias e sobre possíveis caminhos que mostrem evidências para responder à questão.

Vasco – É isso! Os alunos, ao pensarem por si próprios, também definem o caminho para chegarem a uma resposta e essa resposta pode é não ser a que nós pretendemos, mas é uma resposta! (9.^a ST-1, fevereiro de 2014).

Na segunda entrevista, Ana referiu que: “nas TI deve-se dar oportunidade aos alunos de desenvolverem o seu próprio raciocínio e não sermos nós, professores, a impor-lhes a maneira

de fazer as coisas” (2.^a Entrevista, maio de 2014). Por sua vez, Vasco, na sua primeira entrevista mencionou: “eu inicialmente julguei que os alunos é que deveriam definir o problema, mas hoje considero que o professor é que deve apresentar o problema aos alunos através de uma questão, pois este é que sabe qual o objetivo da TI, mas os alunos é que têm que o fazer!” (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Quanto à Rita, durante o primeiro momento da experiência de formação, mostrou-se recetiva à conceção de TI com elevado grau de abertura, ou seja, em que os alunos definem a questão e a estratégia para chegarem a uma solução. Neste contexto, Rita, durante a conceção da TI-4M (Transformações físicas e químicas), em grupo, mencionou:

Nesta TI, não é necessário colocarmos nenhuma questão. Os alunos veem o vídeo e leem o texto e, com base nestes, definem a questão subjacente ao mesmos e sobre os inúmeros exemplos abordados no vídeo e no texto estabelecem critérios à sua escolha para chegarem a uma conclusão, ou seja, para os classificarem como exemplos de transformações físicas ou de transformações químicas (8.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Ao longo do primeiro ano de experiência de formação, Rita tomou consciência de que quanto maior o grau de abertura das TI mais desafiantes se tornam para os alunos, uma vez que lhes dão uma margem maior para eles próprios fazerem as suas opções. Na segunda entrevista, Rita referiu:

Para mim, faz sentido construir TI abertas, pois os alunos têm de aprender a pensar por eles próprios. No início, a minha preocupação era, essencialmente, apresentar o problema aos alunos, daí considerar que era importante o professor definir a questão, mas hoje em dia estou mais preocupada com os processos de aprendizagem dos alunos (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Por sua vez, em relação à complexidade do processo de aprendizagem desenvolvido pelos próprios alunos, Ana, no final do primeiro momento da experiência de formação, referiu que: “as TI que evidenciaram uma situação-problema surtiram efeitos positivos nos seus alunos porque estes são empenhados, persistentes, autónomos e curiosos” (2.^a Entrevista, maio de 2014). Enquanto Rita afirmou que: “as TI são uma mais-valia para os seus alunos pois estes são muito curiosos, participativos; e com espírito crítico” (2.^a Entrevista, maio de 2014). E Vasco defendeu que: “as TI não se ajustam a todos os seus alunos pois nem todos estão abertos a novos desafios, têm uma postura comportamental adequada para uma sala de aula e são autónomos” (2.^a Entrevista, maio de 2014). Ana e Vasco continuaram a manifestar dúvidas quanto ao facto de as TI abertas surtirem efeitos positivos em todos os alunos que frequentam o ensino básico, pois nem todos os alunos deste ciclo de escolaridade têm autonomia suficiente para investigarem sem qualquer tipo de orientação.

Segundo momento da experiência de formação

No início do segundo momento da experiência de formação, Ana, em relação à construção das TI, referiu que: “os alunos após investigarem sobre uma resposta para a questão que nós lhe colocamos, como seja sobre um desafio sobre a escrita de fórmulas químicas de substâncias iónicas, vão planificar uma atividade que lhes permita escrever essas fórmulas químicas com base em materiais fornecidos por nós”, ficando, desta forma, apenas, o procedimento e a solução à responsabilidade dos alunos. (16.^a ST-1, TI-2R, registo vídeo, outubro de 2014). Neste contexto, na proposta da TI-5R (Reação química ácido-base), sugeriu que: “os próprios alunos, perante o problema do pai da Rita que lhes foi colocado em texto, devem investigar sobre uma possível resolução e, numa fase seguinte, planificar uma atividade, com base no material referenciado na TI, que lhes permita resolver o problema” (19.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014). Desta forma, Ana, no final do segundo momento da experiência de formação, referiu que: “se sente mais segura em construir as TI em que, apenas, o procedimento e a solução fica à responsabilidade do aluno” (3.^a Entrevista, fevereiro, 2015).

Nesta mesma perspetiva, Vasco, durante o segundo momento de formação, sentiu-se mais confortável em conceber as TI em que os alunos investiguem uma resposta para a questão colocada pelo professor, sendo que na escolha da estratégia para chegarem a uma solução, o professor fornece-lhes parte do material ficando desta forma, apenas, o procedimento à responsabilidade dos alunos. Assim, durante a construção da proposta da TI-4R (Reação química de combustão) sugeriu que escrevesse na TI: “Planifiquem uma atividade laboratorial que vos permita produzir uma luz intensa e de diferentes cores. Para isso, podem recorrer à fita de magnésio e ao enxofre em pó” (18.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014).

Assim, no final do segundo momento da experiência de formação, Vasco referiu “eu tenho muita dificuldade em construir questões que não sejam orientadas, ou seja, em construir TI em que os alunos definem a questão-problema e o material para elaborarem por eles próprios o procedimento para chegarem a uma dada solução (3.^a Entrevista, fevereiro, 2015).

Em relação à professora Rita, no início do segundo momento da experiência de formação, mencionou que: “a questão-problema pode ou não ser referenciada na TI, enquanto a definição da estratégia para chegarem a uma solução é da responsabilidade dos alunos” (15.^a ST-1, registo vídeo, setembro de 2014). Assim, Rita, durante a conceção da proposta da TI-3R (Escrita de equações químicas) referiu que: “o aluno ao visionar o vídeo já está a investigar uma resposta para a questão levantada no próprio vídeo” (17.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014) e, por conseguinte, neste caso, não são os alunos que definem a questão, mas sim o

professor quando está a construir o vídeo. Contrariamente, na proposta da TI-6R (Reação química de precipitação), “o vídeo e o texto são recursos utilizados, apenas, para favorecer o envolvimento/motivação dos alunos nas atividades, encorajando-os a explorar e a investigar sobre o tópico reações de precipitação” (20.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2014), sendo necessário, nesta situação, os alunos definirem a questão subjacente aos recursos mencionados.

Nesta ótica, após a experiência de formação Rita afirmou:

Numa TI têm de ser os alunos a definir a questão. Tem de se dar oportunidade aos alunos para investigarem uma resposta para a questão colocada pelos próprios e de definirem a estratégia para chegarem a uma solução. Se cada grupo de alunos definir estratégias diferentes torna-se interessante o diálogo/discussão que se possa gerar (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Por sua vez, acresce referir que Rita, no final da experiência de formação, quando questionada sobre a aplicabilidade das TI nos seus alunos, mencionou que: “os seus alunos reagiram muito bem às TI pois estes estão sempre abertos a novos desafios, são muito curiosos e desinibidos, participativos, autónomos e com algum espírito crítico” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015). Neste contexto, Ana, quando questionada sobre este mesmo assunto, afirmou que: “os seus alunos ajustaram-se às TI porque são muito empenhados, persistentes e curiosos” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015). Em contrapartida, Vasco, no final da experiência de formação, continuou a referir que “as TI não se ajustaram a todos os seus alunos pois nem todos foram abertos a novos desafios, tiveram uma postura comportamental adequada para uma sala de aula, foram empenhados e persistentes” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Em síntese, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, Rita revela ter adquirido aprendizagens relacionadas com a conceção das TI, ao defender que estas devem descrever uma situação que leve os alunos a definirem uma questão, escolher o material e o procedimento para chegarem a uma solução/resolução. Em contrapartida, Vasco inicia a experiência de formação a considerar que as TI devem ser construídas por forma a que os alunos definam a questão e a estratégia para chegarem a uma solução, mas no final do primeiro momento da experiência de formação, defende que a TI deve descrever a situação, bem como a questão inerente à situação apresentada, ficando a escolha do material e o procedimento para chegar a uma solução à responsabilidade dos alunos. Em relação a Ana, esta inicia a experiência a considerar que as TI devem apresentar uma questão-problema que permita aos alunos delinear a estratégia para chegarem a uma solução e ao longo do primeiro momento da experiência de formação desenvolveu aprendizagens neste sentido.

Por sua vez, do primeiro momento para o de segundo momento da experiência de formação, Ana e Vasco aprenderam a construir TI com um grau de abertura que permite aos

alunos definir os procedimentos para chegarem a uma conclusão/solução. Após a experiência de formação, Ana e Vasco afirmam que as questões-problema devem ser elaboradas pelo professor de forma a que os alunos investiguem, utilizando os materiais sugeridos pelo professor sendo os procedimentos definidos pelos próprios para dar resposta/solução à questão - TI guiadas. No entanto, Vasco, no segundo momento da experiência de formação, em que cada um dos professores participantes ficou responsável por elaborar duas propostas das TI, revelou dificuldades em elaborar a situação-problema, bem como questões que levem os próprios alunos a elaborar a estratégia para dar resposta/solução à questão. Em relação a Rita, ao longo da experiência de formação aprendeu a construir TI em que se referencia uma situação e os alunos definem a questão, escolhem os materiais e elaboram os procedimentos para chegarem a uma resposta/solução.

4.1.1.3. Contextos e aplicações

Os professores envolvidos neste estudo, em geral, associavam às tarefas um texto que descrevia uma situação-problema concreta do quotidiano dos alunos. Neste âmbito, durante as ST-1 e ST-3 são discutidos em grupo colaborativo os contextos a associar às TI, bem como as situações-problema do quotidiano dos alunos a relevar, com vista a construir TI que levassem os próprios alunos a desenvolverem aprendizagens sobre os temas a abordar. No Quadro 21 apresentam-se as aprendizagens evidenciadas por cada um dos professores relativamente às inúmeras propostas de contextos e aplicações a associar às TI, nos primeiro e segundo momentos da experiência de formação face às suas perspetivas iniciais.

Quadro 21

Aprendizagens Evidenciadas pelos Professores em relação aos Contextos e Aplicações a Associar às Tarefas de Investigação, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Contextos das TI	Aplicações associadas às TI	Antes da experiência de formação	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
		Professores		
Texto	Preparação de café a partir de café em pó-TI-3M	Ana, Vasco	Ana	
	Neve na estrada – TI-5M		Ana	
	Equipamento de pesca (Chumbadas) – TI-6M		Vasco	
	Fogo de artifício – TI-4R	Ana, Vasco		Rita, Vasco
	Saúde (Constipação) – TI-7R	Ana, Vasco		Ana, Rita, Vasco
Texto e vídeo	Confeção de alimentos e outras transformações do conhecimento do dia a dia dos alunos – TI-4R		Rita	
	Obra de Lavoisier – TI-3R			Rita
	Grutas – TI-6R			Ana, Rita
Texto e banda desenhada	Impacte ambiental da indústria petrolífera (Marés negras) – TI-7R		Rita	
	Biblioteca (Consulta de livros sobre os principais componentes do ar) – TI-1R			Ana, Rita, Vasco
Texto e imagem	Saúde (azia) – TI-5R			Ana
Imagens	Lazer numa quinta (Materiais) – TI-1M		Ana, Rita, Vasco	
	Dia da Ciência (Exposição de diferentes materiais) – TI-2M		Ana, Rita, Vasco	
Imagens e banda desenhada	Rótulo de uma garrafa de água – TI-2R			Ana

Antes da experiência de formação

Na primeira entrevista, Ana e Vasco consideram que as TI deveriam ser construídas tendo por base um texto sobre uma situação-problema concreta do quotidiano dos alunos. Neste sentido referem:

Nas TI o texto deve permitir ao aluno investigar uma questão problemática concreta do seu dia a dia. Nas TI, os alunos formulam hipóteses, testam as suas hipóteses não na prática – fazendo – mas sim no papel, especulam sobre as mesmas e chegam a uma conclusão/resolução (Ana, 1.ª Entrevista, novembro de 2013).

O texto pode constar da ficha da TI ou pode-se pedir aos alunos para investigarem sobre um assunto problemático na *internet* e com base neste o aluno elabora a sua questão-problema (Vasco, 1.ª Entrevista, novembro de 2013).

Por sua vez, Rita na primeira entrevista referiu que na conceção das TI deve-se ter em conta contextos concretos reais que se aplicam em situações conhecidas dos alunos.

Rita, na primeira entrevista, afirma que, por exemplo: “ao abordar a destilação temos que associá-la a algo que os alunos conhecem como seja a destilação do vinho e esta destilação deve ser realizada experimentalmente para os alunos ficarem a saber como se faz” (1.^a Entrevista, novembro de 2013).

Primeiro momento da experiência de formação

Nas primeiras duas TI construídas nesta experiência de formação, Ana, Rita e Vasco enfatizaram a necessidade de evidenciar as imagens da figura com os respectivos objetos ao “vivo” (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014), pois consideraram que se os alunos visualizarem fisicamente os objetos torna-se mais fácil agrupá-los de acordo com critérios à sua escolha. Ana acrescentou que, no caso da TI-1M (Constituição do mundo material), “esta pode-se complementar com etiquetas de roupa para incentivar os alunos a lê-las e com estas classificar o material de que o objeto é feito (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014). No caso da TI-2M (Substâncias e misturas), Ana também referiu que colocaria:

os materiais e os dois rótulos das garrafas de água da imagem num tabuleiro na sala para os alunos terem a possibilidade de visualizarem os materiais. O granito ao “vivo” vê-se muito melhor os vários constituintes, pois têm cores diferentes e na imagem a preto e branco não se consegue distinguir os vários constituintes. (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Desta forma, Ana considerou que os objetos reais apoiam a introdução de conceitos, e também podem ser utilizados pelos alunos nas suas atividades ao longo da aula como um meio de apoio e de exploração da(s) questão(ões) definidas no contexto da TI. Neste primeiro momento da experiência de formação, todos os contextos propostos pela Ana – imagens e texto - visavam contextualizar as aprendizagens em acontecimentos vivenciados pelos alunos, tornando-os mais efetivos e facilitando a sua aplicação noutras situações de forma a conferir à química utilidade e significado.

Nesta mesma ótica, Rita, durante a conceção da TI-2M (Substâncias e misturas), sugeriu que “se coloque substâncias separadas num tabuleiro. Depois pergunta-se: Dá para as juntar? E se juntar, será a mesma coisa? Tentar juntar substâncias!” (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014). Assim, para Rita, os objetos reais contextualizam as aprendizagens no quotidiano dos alunos, tornando-as mais pessoais. Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, propôs contextos para as TI – imagens, texto, banda desenhada e vídeo - que visem contextualizar e ampliar/reforçar as aprendizagens dos alunos como seja, “na TI-7M (Processos físicos de separação de misturas homogéneas) propõe simular uma situação real de maré negra,

em que os próprios alunos pesquisam na *internet* sobre os processos usados para retirar o petróleo da água do mar” (12.^a ST-1, registo vídeo, maio de 2014). Acresce, ainda, que Rita defendeu que os contextos das TI devem ser o mais diversificados possível para alertar os alunos que se consegue aprender a partir de uma banda desenhada, de um vídeo, de um pequeno texto, de uma imagem e não, apenas, a partir dos seus manuais escolares ou com a professora a transmitir informação nas aulas (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Vasco referiu que uma possível aplicação a associar à TI-6M (densidade) pode ter a ver com a falsificação de uma moeda (10.^a ST-1, registo vídeo, março de 2014). Durante este primeiro momento da experiência de formação, todos os contextos propostos por Vasco – imagens e textos - visaram contextualizar as aprendizagens dos alunos. Nesta perspetiva, Vasco enfatizou a necessidade de recorrer a objetos reais bem como a situações do conhecimento dos alunos para integrar a situação problemática evidenciada em cada uma das TI, ou para dar um carácter prático à TI, de modo a que os alunos transponham situações que vivenciaram ou do seu dia a dia para o “laboratório” e vice-versa.

No final do primeiro momento da experiência de formação, Ana, Rita e Vasco aprenderam a associar as TI a contextos e a situações/acontecimentos vivenciados pelos alunos, de forma a conferir à química utilidade e significado.

Segundo momento da experiência de formação

No segundo momento da experiência de formação, a relevância em associar contextos que envolvessem situações reais do conhecimento dos alunos que os levassem a aprender conceitos abstratos foi um “assunto” em que os professores desenvolveram e reforçaram as suas aprendizagens. O diálogo entre os professores na ST-1, no início da construção da TI-1R (Átomos e moléculas) reitera o referido atrás:

Ana - Como vamos começar esta TI? Isto é tão abstrato!

Rita - Pode-se recorrer a uma simulação. Era giro! Vou procurar na internet !Não vejo nada de interessante!

Vasco - E se fosse um texto com a diferença entre átomos e moléculas?

Ana - Não gosto muito da ideia, pois não é nada de novo! Para isso os alunos leem o manual. Estes conceitos são muito abstratos e difíceis de compreender! Temos de arranjar algo de diferente.

Rita - Podia ser um pequeno texto em que incluíamos uma banda desenhada, mas ambos à volta dos conceitos de átomos e moléculas

Ana - Mas ambos tinham de levar os alunos a pesquisar a diferença entre átomo e molécula.

Rita - Nós próprios podíamos fazer a banda desenhada!

Ana - Tudo bem, recorremos a um texto informativo com um diálogo em banda desenhada! Mas na tarefa temos de levar os alunos a planificar uma atividade para representarem simbolicamente átomos e moléculas.

Vasco - Aí na planificação da atividade, os alunos podem recorrer a modelos de plasticina, papéis

Rita - ... ou até de borrachas ou de canetas. Aí devemos deixar os alunos criarem os seus próprios modelos. (15.^a ST-1, registo vídeo, setembro de 2014).

O diálogo transcrito evidencia como a partilha e o confronto de ideias entre professores os levaram a desenvolver aprendizagens sobre a importância do contexto a associar à TI-1R (Átomos e moléculas). O recorrer a objetos reais para contextualizar as situações problemáticas apresentadas nas TI foi um outro aspecto que levou os professores a desenvolverem aprendizagens. Ana ao apresentar a proposta da TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iónicas) ao grupo para posterior reflexão e discussão, referiu:

Eu lembrei-me que uma boa maneira de contextualizar os iões era através de um rótulo de garrafa de água, pois todos os alunos bebem água e a maioria não está habituada a retirar informação dos rótulos. Mas, só o rótulo é pouco! [...] Também temos de fazer um texto com informação sobre iões e escrita de fórmulas iónicas! A planificação da atividade fica à responsabilidade dos alunos, podendo recorrer a modelos (16.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Após apresentação desta proposta ao grupo de trabalho, a Ana, a Rita e o Vasco discutiram a importância deste contexto e da aplicação de um modelo à responsabilidade dos alunos, dado que a TI evidencia uma situação do dia a dia dos alunos e, cumulativamente, pretende levar os alunos a aprender conceitos abstratos. As reflexões e discussões entre os professores sugerem que Ana, Rita e Vasco aprenderam a aplicar este tipo de contexto nas TI, levando-os a elaborar um pequeno diálogo em banda desenhada em que são levantadas questões sobre as informações contidas no rótulo da garrafa de água.

No segundo momento da experiência de formação, Ana, Rita e Vasco também desenvolveram aprendizagens relacionadas com as aplicações a associar às TI de modo a levar os alunos a transpor situações/acontecimentos vivenciados para uma situação de aplicação prática laboratorial. Assim, na décima oitava sessão de trabalho, quando Vasco apresentou a proposta da TI-4R (Reação química de combustão) ao grupo para posterior reflexão e discussão, mencionou:

Eu e a [Luísa] estivemos a pensar sobre possíveis contextos e aplicações para esta TI. Eu não consegui lembrar-me de nenhuma aplicação a associar a esta TI, mas a [Luísa] lembrou-se do fogo de artifício! Em Cascais existe com alguma frequência fogo de artifício no verão e na passagem de ano. Tendo em conta esta realidade dos alunos, propomos esta TI. Vejam lá se gostam! (18.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014).

Após a apresentação da proposta da TI-4R (Reação química de combustão) foi discutido, em grupo, a importância desta aplicação, bem como o seu contexto, visto que envolve os alunos nas suas vivências e, cumulativamente, permite transpor a situação “fogo de artifício” para a prática laboratorial. As reflexões e discussões entre Rita e Vasco parecem ter contribuído para o desenvolvimento das suas aprendizagens a este nível, levando-os a elaborar um pequeno texto, referenciando a situação problemática em torno do fogo de artifício.

No que respeita às aplicações e contextos a associar às TI, Ana, na proposta da TI-5R (Reação química ácido-base), apresentou um pequeno texto onde se evidencia a situação de uma pessoa que está com azia e que não tem medicamentos em casa para ultrapassar esta indisposição, pois o medicamento que costuma tomar - leite de magnésia – acabou e questiona-se sobre o que fazer (19.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014). Vasco, na proposta da TI-7R (Fatores que afetam a velocidade de uma reação química), mostrou um pequeno texto que refere o facto de uma pessoa estar constipada e necessitar de tomar um comprimido, mas não saber como deve prepará-lo para que este se dissolva rapidamente na água (22.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2015). Os contextos propostos para as TI-5R (Reação química ácido-base) e TI-7R (Fatores que afetam a velocidade de uma reação química) foram discutidos em grupo, levando os professores a recorrer a situações reais possíveis de transpor para uma situação de aplicação prática laboratorial.

De referir que, no segundo momento da experiência de formação, também foram discutidos, em grupo, contextos relacionados com a história da ciência e com fenómenos naturais possíveis com recurso a vídeos. Assim, na décima sétima sessão de trabalho, Rita apresentou a proposta da TI-3R (Escrita de equações químicas) ao grupo para posterior discussão e referiu:

Esta TI visa entre outras coisas abordar a escrita de equações químicas que tem por base a lei de Lavoisier e eu pensei que também era interessante saber um pouco da vida de Lavoisier e do seu contributo para a Ciência. E, assim, fui à *internet* pesquisar! Não gostei de nenhum! Gostei de partes de vários vídeos! Fiz um vídeo com as partes que gostei dos vários vídeos. Vamos ver! Isto altera-se facilmente! (17.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Posteriormente, foi discutida em grupo a importância deste contexto e da sua aplicação na lei das massas. As reflexões e discussão entre os professores do grupo colaborativo contribuíram para o desenvolvimento das suas aprendizagens a este nível, levando-os a complementar a informação sobre a lei das massas apresentada no vídeo com um texto informativo.

Em relação à construção da TI-6R (Reação química de precipitação), na vigésima sessão de trabalho foi discutida a proposta previamente elaborada pela Rita, como se ilustra no diálogo que se segue:

Rita - Eu fiz o esboço TI-6R, tal como me foi estipulado e recorri aos processos de formação das estalagmites e das estalactites. Vejam lá, se gostam deste contexto!?

Vasco - Está giro! Mas se em vez da imagem recorrêssemos a um vídeo de uma gruta em que se evidenciasse o processo de formação das estalagmites e das estalactites.

Ana - Era interessante! Mas será fácil encontrar um vídeo com esses pressupostos e que fale do solo das grutas (20.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2014).

O excerto anterior evidencia como a aceitação das ideias sugeridas por todos os professores intervenientes nesta experiência de formação, bem como o desejo por parte de Rita de que Ana e Vasco se sentissem confortáveis, foi importante para decidir o contexto da TI-6R (Reação química de precipitação). O recurso a um vídeo relacionado com o fenómeno natural que ocorre no interior das grutas e a um texto informativo sobre a formação de estalactites e estalagmites, em vez de uma imagem, tal como a proposta apresentada pela Rita sugeria, foi um dos assuntos discutidos em grupo. Um outro assunto discutido em grupo teve a ver com o item “águas duras e águas macias”, em que o grupo de trabalho sugeriu o mapa de Portugal com a identificação das regiões calcárias e regiões graníticas e basálticas em vez de um texto informativo sobre este tópico. Após a elaboração do contexto da TI-6R (Reação química de precipitação), Rita referiu que “todos tinham contribuído com as suas ideias e tinha-se aproveitado as ideias de todos!” (20.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2014).

Em síntese, ao longo da experiência de formação, os professores desenvolveram aprendizagens em relação aos contextos e às aplicações a associar às TI de forma a levar os alunos a aprender conceitos reais e abstratos. Quanto aos contextos a associar nas TI, Ana, Rita e Vasco, do primeiro para o de segundo momento da experiência de formação, desenvolveram aprendizagens ao recorrer a textos, banda desenhada, vídeo, e imagens. No entanto, Ana e Vasco, no segundo momento da experiência de formação, evidenciaram dificuldades na conceção dos contextos a aplicar nas suas duas propostas das TI.

Em seguida, apresenta-se a análise das aprendizagens evidenciadas pelos professores e as alterações que se verificaram em relação à condução das TI, ao longo da experiência de formação.

4.1.2. Condução das tarefas de investigação

Durante a realização das TI, os professores desenvolveram aprendizagens, nomeadamente na forma de organização do trabalho dos alunos, na criação de uma cultura de aprendizagem pelos próprios alunos, em sala de aula, no desenvolvimento e na regulação das aprendizagens dos alunos. Uma das questões mais complexas para o professor foi a adoção de um novo papel e a gestão e organização da sala de aula. Descrevem-se, em seguida, a evolução das aprendizagens na condução das TI, em relação à adoção do novo papel do professor.

4.1.2.1. Adoção do novo papel do professor

Durante a condução das TI em sala de aula, os professores manifestaram várias aprendizagens inerentes à adoção do seu novo papel. No Quadro 22 evidencia-se a evolução das aprendizagens de cada um dos professores, em relação à adoção do seu novo papel em sala de aula, ao longo da experiência de formação, face às perspetivas iniciais de cada um dos professores sobre o seu papel.

Quadro 22

Aprendizagens Evidenciadas pelos Professores em relação ao seu papel, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Papel do professor		Antes da experiência de formação	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
		Professores		
Papel do professor	Transmissor de conhecimentos	Ana, Rita, Vasco	Vasco	
	Orientador das aprendizagens dos alunos		Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco
Retroação aos alunos	Questão(ões) do professor – resposta do aluno	Ana, Vasco		
	Questão do aluno-resposta direta do professor	Rita	Vasco	
	Questionar os alunos de forma a orientar a resposta destes face às suas dúvidas –“pistas”		Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco

Antes da experiência de formação

Ana, na primeira entrevista, evidenciou uma visão do ensino que valorizava, sobretudo, o discurso do professor em detrimento do discurso do aluno. Valorizou o discurso do professor pelo tipo de linguagem científica que utilizava na exploração de conceitos químicos e pela capacidade de “desmontar” o raciocínio dos alunos. No entanto, considerou a ação indissociável da atividade dos alunos nos seus processos de aprendizagem. Segundo Ana, compete ao professor questionar os alunos e explorar as suas respostas, quer sejam corretas ou incorretas:

O professor coloca uma questão aos alunos e espera que o aluno chegue à resposta. Se a resposta não for a esperada pelo professor, este faz uma outra questão que complemente a questão inicial por forma a que o aluno responda. Depois parece que de repente se faz “luz na cabeça” do aluno e responde à questão (1.^a Entrevista, novembro de 2013).

Por sua vez, Rita, na primeira entrevista, deu destaque ao professor como transmissor do conhecimento ao referir que “os subdomínios temáticos devem ser transmitidos pelo professor para este ter a certeza de que os conceitos científicos inerentes a esse subdomínios foram ensinados sem erros científicos e que todos os alunos ouviram os mesmos exemplos e explicações” (1.^a Entrevista, novembro de 2013). Ao manifestar preocupação em que os alunos aprendam, efetivamente, “desafia os alunos a questionar o professor sobre os conceitos de química que lhes estão a ser ensinados” (1.^a Entrevista, novembro de 2013).

Quanto ao Vasco, antes de iniciar a experiência de formação, também, deu realce ao professor como transmissor de conhecimento, ao referir que o professor “tem de transmitir de uma forma clara os conteúdos a ensinar, tem de os conhecer muito bem e não cometer erros científicos” (1.^a Entrevista, novembro de 2013). Acrescentou ainda que “o professor durante a exposição dos subdomínios temáticos deve questionar os alunos para poder esclarecer possíveis dúvidas que estes tenham sobre o que lhes está a ser ensinado” (1.^a Entrevista, novembro de 2013).

Em síntese, Ana, Rita e Vasco, antes de iniciar a experiência de formação, valorizavam, preferencialmente, o papel ativo do professor. Deste modo, ao longo da experiência de formação, foram várias as discussões em torno do papel do professor em contexto de sala de aula.

Primeiro momento da experiência de formação

Durante a realização das primeiras TI, especialmente na primeira e segunda, Ana e Rita sentiram-se inseguras em adotar o papel de orientadoras das aprendizagens dos alunos, evidenciando constrangimentos em direcionar o trabalho dos alunos para que aprendessem por

si próprios sem lhes transmitir explicitamente os conhecimentos. Na quinta sessão de trabalho, Ana e Rita referiram:

Quando um grupo de alunos bloqueia numa questão, tenho dificuldades em saber o que dizer – “Dar-lhes pistas” de forma a desbloquearem e a orientá-los para a resposta à questão em causa (Ana, 5.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2014).

A minha maior dificuldade prende-se com o não saber o que dizer quando os alunos me colocam dúvidas sobre as TI e dar “pistas” aos alunos de forma a orientá-los para a resposta à questão em que revelam dúvidas (Rita, 5.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2014).

Contudo, as dificuldades sentidas por Ana e Rita foram diminuindo à medida que as TI se realizaram. Rita, na sétima sessão de trabalho sobre os dados recolhidos em aula da TI-2M (Substâncias e misturas), mencionou já ter ultrapassado as dificuldades que sentia em gerir a retroação dada aos alunos. Rita na sétima sessão de trabalho explicitou de que forma ultrapassou essas dificuldades:

Eu optei por primeiro ouvir o que a [Luísa] dizia aos alunos quando lhe colocavam dúvidas e depois quando outros grupos me perguntavam as mesmas dúvidas ou similares dizia o mesmo que a [Luísa] tinha dito ao outro grupo e em outras situações, bastou apontar as situações contraditórias escritas pelo grupo, por exemplo na TI-2M: água e açúcar, e rótulo da água de S. Martinho estarem agrupados em grupos diferentes. (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

A este respeito, Ana salientou, na décima sessão de trabalho de reflexão sobre os dados recolhidos em aula de realização durante a realização da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição), que tinha assumido uma postura de questionamento de forma a orientar as dúvidas que os alunos lhe colocavam, como se referencia a seguir:

Nas “pistas” que dou aos alunos, coloco em questão o que os alunos estão a dizer! Os alunos colocam-me uma questão e eu questiono-os novamente até eles perceberem. Como os alunos estão a trabalhar em grupo, há sempre um que diz algo mais acertado e então eu pego nessa ideia e vou questionando-os de forma a construir o conceito pretendido com a ajuda dos alunos (10.^a ST-3, registo vídeo, março de 2014).

E, Rita, na décima primeira sessão de trabalho, disse:

Na TI-4M, um dos grupos colocou os exemplos segundo os critérios: formação de novas substâncias e mudanças de estado. Eu questionei-os: e o cortar a pera em que grupo é que o coloca? Deixei os alunos chegarem por eles próprios aos conceitos, apesar de não referirem linguagem cientificamente correta. Numa fase posterior é que os alunos, consultando o manual ou com a minha ajuda é que vão ter conhecimento do termo cientificamente correto. (11.^a ST-3, registo vídeo, março de 2014).

Contudo, no final do primeiro momento da experiência de formação, Ana referiu:

Eu, na realização das primeiras TI em sala de aula, senti-me insegura, pois não sabia o que dizer aos alunos sem lhes dar a resposta na totalidade. Mas ao ver-

-te [Luísa] a conduzir a minha aula perante as questões que os alunos te colocavam e através da planificação em grupo sobre as possíveis dificuldades que os alunos iriam manifestar na realização das TI em sala de aula, bem como as possíveis estratégias de atuação face a estas dificuldades, fui aprendendo a questionar os alunos de forma a orientá-los nas suas dúvidas, mas há dúvidas em que eu dou logo a resposta, pois não sei fazer de outra forma (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Neste mesmo momento da experiência de formação, Rita, na segunda entrevista, disse:

Eu, em vez de responder diretamente às dúvidas que os alunos me colocam, limito-me a questioná-los sobre as suas próprias dúvidas. Eu, durante este período da experiência de formação, fui assumindo um papel cada vez mais passivo. Neste tipo de ensino, o professor não dá nenhuma “receita” aos alunos, pois são os alunos que investigam por eles próprios e à medida que estes se vão confrontando com as dúvidas, o professor orienta-os de forma a que eles se autocorrijam e obtenham uma resposta para a dúvida colocada ao professor. O professor tem que pôr os alunos a pensar (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Quanto ao Vasco, no primeiro momento da experiência de formação, apenas evidenciou aprendizagens de retroação aos alunos durante a realização da TI-7M (Processos físicos de separação de misturas heterogéneas). A transcrição das notas de campo da aula TI-7M, retiradas pela investigadora, é uma evidência deste facto:

Vasco, apesar de os alunos poderem estar a proceder/responder de uma forma não muito correta cientificamente, não interveio sem os alunos lhe solicitarem dúvidas. Quanto às dúvidas colocadas pelos alunos, limitou-se a questioná-los sobre dúvidas que os alunos lhe colocaram, mas tendo por base as respostas dos alunos (Notas de campo, A-7M, maio de 2014).

Neste primeiro momento da experiência de formação, o Vasco sentiu-se desconfortável com o papel de professor orientador do trabalho dos alunos. O receio de os alunos não aprenderem conhecimentos científicos, pelo facto de mudar o seu papel em sala de aula, não estando, assim, a seu cargo a transmissão de conhecimentos, foi um dos aspetos focados pelo Vasco, na segunda entrevista:

Estou habituado a transmitir-lhes implicitamente os conceitos e até mesmo a ditar para que os alunos escrevam no seu caderno diário tudo corretamente. Estou a ter dificuldades em adotar este novo papel de professor, apesar de reconhecer as suas vantagens para os alunos. Tenho dificuldades nas pistas a dar aos alunos. Tenho dificuldade em lançar questões para que os alunos construam a sua própria resposta. Até este momento da experiência de formação, geralmente, quando os alunos me colocaram dúvidas eu respondi-lhes diretamente por forma a tirar-lhes as dúvidas (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Em síntese, Ana e Rita, em momentos distintos do primeiro momento da experiência de formação, evidenciaram aprendizagens relacionadas com a adoção do papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos. De referir que, ao longo do primeiro momento da

experiência de formação, Ana e Rita foram assumindo um papel cada vez mais passivo, cabendo-lhes a orientação dos trabalhos com recurso a “pistas”. Este facto implicou uma mudança de papel das professoras, dado que em vez de responderem diretamente às questões que os alunos lhes colocaram, se limitaram a questioná-los. Ao responder às perguntas dos alunos através do questionamento, adotaram o papel de orientadoras das aprendizagens dos alunos e, em simultâneo, promoveram um papel ativo dos alunos na sala de aula. Em contrapartida, Vasco adotou um papel ativo em sala de aula e, por conseguinte, continuou a assumir o papel de professor transmissor de conhecimentos, só que, em vez de lançar as questões para os alunos responderem, tal como referiu na primeira entrevista, são os alunos que colocam as questões e o professor responde diretamente a essas mesmas perguntas.

Segundo momento da experiência de formação

Em relação ao segundo momento da experiência de formação, Ana e Rita evidenciaram um desenvolvimento/aperfeiçoamento das aprendizagens em relação ao papel do professor orientador das aprendizagens dos alunos. Por exemplo, na décima sexta sessão de trabalho, Ana e Rita referiram:

Quando um grupo de alunos me colocou dúvidas em relação à construção da tabela de observação/medição, eu, apenas, lhe dei “pistas”, recorrendo ao questionamento, mas nunca lhes dei a resposta na sua totalidade, nem de uma forma indireta (Ana, 16.^a ST-3, registo vídeo, outubro de 2014).

Durante a realização, em aula, da TI-1R (Átomos e moléculas) e TI-2R (Escrita de fórmulas iónicas) houve necessidade de ajudar os meus alunos através de “pistas”. Os alunos construíram os seus próprios modelos de átomos e de moléculas com “pistas” dadas por mim, como seja a necessidade de elaborarem uma legenda para que todos os colegas percebam os seus modelos. Os meus alunos também referiram as limitações dos seus próprios modelos através das “pistas” que lhes fui dando quando estes elaboraram a legenda (Rita, 16.^a ST-3, registo vídeo, outubro de 2014).

E na vigésima sessão de trabalho a Rita acrescentou:

Na TI-4R (Reação química de combustão), alguns alunos só perceberam que um dos reagentes da combustão era o oxigénio e não o fogo através do questionamento das suas próprias dúvidas (20.^a ST-3, registo vídeo, dezembro de 2014).

Nesta perspetiva, no final do segundo momento da experiência de formação, Ana e Rita afirmaram:

O professor, quando solicitado pelo aluno para lhe esclarecer dúvidas, nunca deve dar a resposta, mas sim “pistas”, para que o aluno consiga por si próprio chegar a uma conclusão/esclarecer a sua própria dúvida. O professor deve dar

oportunidade aos alunos de exprimirem as suas ideias. Eu, antes desta experiência de formação, geralmente fazia a síntese da aula e transmitia-a aos alunos, hoje são os próprios alunos que a fazem. Eu achava que perdia tempo a permitir que fossem os alunos a fazer a síntese da aula, atualmente não acho que seja uma perda de tempo. (Ana, 3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Nas TI, os professores não podem ser transmissores da informação, os professores têm de lhes dar tempo para pensarem por si próprios e quando solicitados apenas darem “pistas” de forma a que estes cheguem, por eles próprios, ao pretendido. As “pistas” têm de ser direcionadas, tendo em conta a dúvida colocada pelo aluno ou pelo seu grupo de trabalho. As “pistas” não podem ser *standard*. O professor precisa de captar a essência da dúvida do aluno em causa e só depois dar-lhe “pistas” para ele próprio refletir sobre a sua dúvida (Rita, 3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Quanto ao Vasco, só após a realização da TI-4R (Reação química de combustão), é que evidenciou ter adquirido aprendizagens em relação ao papel do professor como orientador das aprendizagens dos alunos. Vasco, na 20.^a ST-3 sobre os dados recolhidos na aula de realização da TI-4R, referiu:

Eu dei oportunidade aos alunos para exprimirem as suas ideias sobre o fogo de artifício e de se corrigirem uns aos outros. Não falei diretamente do conteúdo programático abordado nesta TI, mas os alunos envolveram-se na situação evidenciada na TI de forma a aprender o conteúdo programático em causa (Vasco, 20.^a ST-3, registo vídeo, dezembro de 2014)

Ao longo do segundo momento da experiência de formação, Vasco foi assumindo, gradualmente, o papel de orientador das aprendizagens dos alunos com o recurso a “pistas” de forma a orientar as dúvidas que os alunos lhe colocavam. De facto, a partilha de ideias e as discussões em grupo sobre as suas propostas das TI levaram Vasco a adotar o papel de orientador das aprendizagens dos alunos e a adquirir uma maior confiança. Vasco, após a experiência de formação, revelou:

Contrariamente ao primeiro momento da experiência de formação, andei sempre a ver o que os alunos escreviam/discutiam em grupo e sempre que considerei oportuno intervim, recorrendo a “pistas”, mas dar “pistas boas” é um grande desafio! Nas TI o professor, perante uma dúvida do aluno, não lhe pode dar a resposta (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Em síntese, todos os professores, ao longo da experiência de formação, sentiram dificuldades em adotarem o papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos, sendo a aquisição das aprendizagens, ao nível da retroação dada aos alunos, evidenciada por cada um dos professores em momentos diferentes da experiência de formação. Ana e Rita evidenciaram aprendizagens no seu novo papel de professor, especialmente a partir da terceira TI, através do questionamento dos alunos sobre as suas próprias questões e com recurso a “pistas”. Por sua vez, Vasco só evidenciou aprendizagens relativas à adoção do papel de professor enquanto

orientador das aprendizagens dos alunos, após ter realizado a décima primeira TI, em sala de aula. Inerente à mudança do papel do professor em sala de aula, está a gestão e organização da sala de aula. Descrevem-se, a seguir, as aprendizagens desenvolvidas pelos professores relativamente a esta matéria, nos dois momentos distintos da experiência de formação.

4.1.2.2. Gestão e organização da sala de aula

Durante a condução das TI em sala de aula, Ana, Rita e Vasco revelaram várias aprendizagens relacionadas com a gestão e organização da sala de aula. No Quadro 23 evidencia-se a evolução das aprendizagens de cada um dos professores sobre a gestão e organização da sala de aula, ao longo da experiência de formação.

Quadro 23

Aprendizagens Evidenciadas pelos Professores sobre a Gestão e Organização da Sala de Aula, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Gestão e organização da sala de aula		Antes da experiência de formação	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
		Professores		
Trabalho em grupo	Composição do grupo	Rita	Rita	Ana, Rita
	Função atribuída a cada aluno	Rita	Ana, Rita, Vasco	Ana, Rita, Vasco
Gestão do tempo			Ana, Rita	Ana, Rita
Gestão dos comportamentos disruptivos			Vasco	Vasco

Antes da experiência de formação

Ana, na primeira entrevista, manifestou preocupação com o tempo necessário para a realização das TI e com a realização das TI em grupo. Antes de participar neste estudo, Ana não tinha por hábito realizar tarefas em grupo, daí revelar alguns receios em colocar os alunos a trabalhar em grupo. Neste sentido referiu:

Ao preparar uma TI tem de se ter em atenção que esta tem de ser totalmente concluída em aula, pois a maioria dos alunos não realiza trabalhos em casa. Antes de distribuir a TI pelos grupos, tenho de falar um pouco sobre o tópico que os alunos vão desenvolver na TI. Tenho de arranjar forma de manter os alunos a trabalhar em grupo durante toda a aula (1.ª Entrevista, novembro de 2013).

Segundo Ana, a introdução da TI em aula é um aspeto muito importante, especialmente, quando os alunos não estão familiarizados com este tipo de tarefas, bem como o tempo em aula para a sua realização.

Por sua vez, antes de iniciar este estudo, Rita tinha por hábito recorrer a *softwares* informáticos, privilegiando nas suas aulas, geralmente, o trabalho em grupo de três ou quatro alunos. Contudo, na primeira entrevista, Rita disse:

Apesar de estar habituada a realizar tarefas em grupo continuo a ter dificuldades em gerir a discussão entre os alunos, pois, estes, geralmente, são muito desorganizados na exposição das suas ideias (1.^a Entrevista, novembro de 2013).

Em relação ao Vasco, antes de participar neste estudo, não tinha por hábito realizar tarefas em grupo, tendo revelado algum desconforto em pôr os seus alunos a trabalhar em grupo, porque alguns deles revelavam comportamentos desajustados em sala de aula (1.^a Entrevista, novembro de 2013). Vasco, na primeira entrevista, mencionou:

Eu não estou habituado a realizar trabalho em grupo pois tenho dificuldades em organizar o trabalho em grupo e como os alunos são muito inquietos torna-se ainda mais difícil. A maioria dos alunos aproveita o trabalhos em grupo para brincar! Um ou dois trabalha e os outros brincam! Eu tenho alunos com comportamentos muito complicados e portanto tenho medo de não conseguir fazer com que estes trabalhem em grupo (1.^a Entrevista, novembro de 2013).

Em síntese, Ana e Vasco, antes de participarem nesta experiência de formação, não tinham por hábito realizar trabalhos em grupo, em sala de aula. Deste modo, ao longo da experiência de formação, um dos assuntos que mereceu frequentes discussões e reflexões foi o trabalho em grupo.

Primeiro momento da experiência de formação

Ana, na terceira sessão de trabalho, evidenciou alguns receios em colocar os alunos a trabalhar em grupo:

Apesar de considerar que os alunos têm de aprender a trabalhar em grupo, estou apreensiva, pois não sei se consigo fazer com que todos os alunos trabalhem efetivamente em grupo e que terminem a TI em sala de aula, pois eles têm muita facilidade em se distraírem. Facilmente um ou dois trabalha e os restantes elementos do grupo estão a “olhar para o boneco” (3.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2013).

Estes receios também são mencionados por Vasco, após a realização das duas primeiras TI em sala de aula:

A maioria dos meus alunos não trabalha muito bem em grupo pois há sempre o líder em cada grupo que é quem faz a leitura, quem dá as opiniões e os outros só dizem que sim ou que não! (5.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2014; 7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Em contrapartida, Rita mostrou entusiasmo e em relação a este modo de trabalhar com os alunos, mas evidenciou alguma preocupação face à composição dos grupos de trabalho:

Eu defendo que, em grupo, os alunos aprendem mais, mas para isso os grupos têm de ser heterogéneos. O trabalho em grupo é bom, pois mesmo que um aluno tenha uma ideia “disparatada” estão lá os outros elementos do mesmo grupo para o corrigir/alertar. Em cada grupo, sempre que possível, deve haver um aluno que saiba minimamente pensar, pois ajuda os restantes alunos a construir o saber. (5.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2014).

Os receios que Ana e Vasco mostraram, em colocar os alunos a trabalhar em grupo, parecem ter sido ultrapassados à medida que as TI se realizaram. Ana na segunda entrevista referiu como conseguiu ultrapassar alguns dos seus receios:

Em cada um dos grupos atribui a cada aluno funções bem definidas – um aluno escreve; outro mantém a ordem do grupo; outro organiza as ideias que vão sendo referidas pelos diferentes alunos do grupo e outro controla o tempo – as funções dos alunos por grupo foram mudando à medida que se realizaram as TI. Os grupos de trabalho foram constituídos pelos próprios alunos, sendo quatro o número máximo de alunos por grupo. (2.^a Entrevista, maio de 2014).

A este respeito, Vasco, na segunda entrevista, mencionou:

Em cada um dos grupos defini funções específicas para cada um dos alunos, mas estas não foram totalmente acatadas pelos alunos. Os grupos de trabalho foram constituídos à medida que os alunos chegaram à sala de aula, sendo quatro o número máximo de alunos por grupo. (2.^a Entrevista, maio de 2014).

E, Rita, no final do primeiro momento da experiência de formação, em relação à composição e funções a atribuir a cada um dos alunos de cada grupo de trabalho registou:

Os grupos foram formados tendo por base a planta de sala de aula – os dois alunos da mesa da frente viraram-se para a mesa de trás – sendo quatro o número máximo de alunos por grupo. Em cada grupo, cada aluno teve funções bem definidas, sendo estas estipuladas pelos próprios alunos (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Assim, pode-se afirmar que Ana e Rita, ao longo do primeiro momento, desenvolveram aprendizagens em relação à composição e funções a atribuir a cada um dos alunos de cada grupo de trabalho. Relativamente ao Vasco, evidenciou aprendizagens ao nível das funções a atribuir a cada um dos alunos de cada grupo de trabalho, mas apresentou dificuldades ao nível do apoio a prestar aos alunos.

A duração das TI e a gestão dos comportamentos disruptivos em sala de aula foram também assuntos que mereceram discussão e reflexão em grupo nas ST-1 e ST-3. Em relação à duração das TI, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, o Vasco considerou que as TI demoraram mais tempo que o previsto, constituindo este facto, do seu ponto de vista, uma dificuldade que tentou ultrapassar solicitando aos alunos que terminassem a atividade em casa. Por exemplo, a TI-4M (Transformações físicas e químicas) “demorou mais tempo do que pensara”, pois os alunos “tiveram o visionamento do vídeo e a leitura do texto, que para eles foi difícil, [...] levaram muito tempo e depois não fizeram o “vai mais além” nem o “reflete sobre o trabalho que realizaste”, foi trabalho para casa!” (9.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014). Na opinião do Vasco, “a gestão do tempo foi muito complicada porque os alunos ainda não são autónomos daí que alguns grupos não tenham terminado as TI” (9.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Por sua vez, Ana e Rita consideram que é muito importante que os alunos terminassem as TI, em aula. Ana, na quarta sessão de trabalho em grupo durante a construção da TI -2M (Substâncias e misturas), apelou “para que se estipule o tempo máximo para os alunos realizarem cada uma das questões das TI” (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014) e Rita reforçou esta mesma necessidade na quinta sessão de trabalho – unidade 1. As notas de campo retiradas pela investigadora corroboram o que foi referido pelas professoras.

Durante a aula, Ana esteve sempre a olhar para o seu relógio e a movimentar-se entre os grupos de trabalho para saber qual a questão da TI que cada grupo estava a realizar. Quando achava oportuno dizia: Já estão há muito tempo nessa questão, vamos lá avançar!” (A-2M, notas de campo, janeiro de 2014),

No início da aula, a Rita escreveu no quadro o tempo máximo estipulado para cada uma das questões da TI (A-3M, notas de campo, janeiro de 2014; A-6M, notas de campo, maio de 2014; A-7M, notas de campo, maio de 2014).

Rita, na segunda entrevista, referiu que “à medida que se realizaram as TI, em sala de aula, estas foram sendo concretizadas na sua totalidade, recorrendo para tal a estratégias, como seja, estipular tempos para cada questão das TI ou para um grupo de questões” (2.^a Entrevista, maio de 2014). Por sua vez, Ana, no final do segundo momento da experiência de formação, mencionou que: “foi difícil, mas os meus alunos já conseguem realizar na totalidade as TI, em aula” (2.^a Entrevista, maio de 2014). Assim, Ana e Rita desenvolveram aprendizagens relacionadas com a gestão do tempo, de modo a levar os alunos a realizarem na totalidade as TI, em sala de aula, enquanto o Vasco revelou dificuldades que tentou superar, solicitando aos alunos que as terminassem em casa para que, na aula seguinte, um aluno de cada um dos grupos

à sua escolha apresentasse as conclusões a que o grupo tinha chegado e, em simultâneo, explicasse o “vai mais além” à turma.

A gestão de comportamentos disruptivos durante a realização das TI foi uma das situações com que o Vasco teve de se confrontar. Na primeira e segunda TI, os grupos de trabalho nem sempre tiveram um comportamento adequado, trabalhando apenas quando o Vasco se dirigia ao grupo. As notas de campo que se seguem, retiradas pela investigadora durante a aula A-2M evidenciam um dos diálogos entre Vasco e um dos seus alunos:

(Na porta da sala o aluno questiona o professor)

Aluno 21E– Onde é que me sento?

Vasco – Podes sentar-te onde quiseres

(O aluno senta-se no grupo onde estão os seus melhores amigos da turma e começam a conversar sobre assuntos extra aula)

[...]

Vasco – Vá lá trabalhem! Despachem-se a fazer isso!

(Quando Vasco se dirige aos grupos os alunos calam-se e começam a trabalhar, mas de imediato recomeçam a conversar sobre assuntos extra aula) (A-2M, notas de campo, janeiro de 2014).

Contudo, Vasco, na segunda entrevista, afirmou: “já consegui que os alunos realizassem as TI sem conversas paralelas, mas a um ritmo muito lento. O comportamento está melhor!” (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Segundo momento da experiência de formação

No final do segundo momento da experiência de formação, Ana e Rita afirmaram que os seus alunos se adaptaram à realização das TI em grupo:

Os meus alunos já sabem trabalhar em grupo, pois já os vi a assumiram as diferentes funções atribuídas sem serem estipuladas, explicitamente, por mim e/ou por um dos elementos do grupo (Ana, 3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Os meus alunos revelam saber trabalhar em grupo as TI com relativa facilidade. À medida que se realizavam as TI assumiram em grupo as diferentes funções que lhes foram inculcadas, tendo por base a rotatividade dessas funções (Rita, 3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Na opinião da Ana, os seus alunos “tornaram-se mais autónomos e adaptaram-se a esta nova maneira de trabalhar em grupo, realizando uma exploração ativa das suas ideias com vista a construírem o seu próprio conhecimento” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Face à concretização de toda a T1, quer Ana, quer Rita mostraram receios que parecem ter sido ultrapassados à medida que as TI se realizaram. Na terceira entrevista, ambas afirmaram:

Os alunos têm tempo suficiente para realizar na totalidade as TI em aula. Se durante a planificação da aula se estipular o tempo máximo para cada grupo de questões da TI, há tempo para realizar toda a TI em aula e, além disso, fica bem apreendido (Ana, 3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Os alunos conseguem realizar na íntegra as TI em 90 minutos de aula pois já conseguem gerir o tempo ao seu ritmo de aprendizagem (Rita, 3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Em relação ao Vasco, após a experiência de formação, afirmou que a maior parte dos seus alunos já adquiriu hábitos de trabalhar em grupo, pois “na maioria dos grupos de trabalho, cada aluno já assumiu o seu papel de uma forma espontânea e já não trabalham a um ritmo tão lento” (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015). No que se refere à concretização da totalidade das TI em sala de aula, Vasco ao longo da experiência da formação revelou dificuldades, superando-as ao solicitar aos alunos que terminassem as TI em casa.

Quanto à gestão dos comportamentos disruptivos dos alunos em sala de aula, Vasco, no segundo momento da experiência de formação, durante a primeira, segunda e quarta TI voltou a mostrar dificuldades em utilizar estratégias que levassem alguns dos seus alunos a terem comportamentos adequados em trabalho de grupo. A primeira e a segunda TI visavam a construção de modelos, tendo, desta forma, os alunos acesso a plasticina. Antes de iniciar a TI-1R (Átomos e moléculas) a “maioria dos grupos começou a usar a plasticina para brincar em vez de idealizar os seus próprios modelos. Vasco dirigiu-se aos grupos que estavam a ter esta atitude e explicou-lhes a utilidade da plasticina no seu processo de aprendizagem” (A-1R, notas de campo, outubro de 2014). Durante a TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iónicas). Vasco evidenciou aprendizagens a este nível, disponibilizando os materiais apenas na altura da execução da atividade. No início da quarta TI, “os alunos tiveram dificuldade em se concentrarem e daí ter havido muita conversa paralela entre grupos” (A-4R, notas de campo, novembro de 2014). O Vasco, sendo uma pessoa muito complacente, teve necessidade de impor a sua autoridade para “relembrar que, nestas TI, são os alunos que têm de delinear os procedimentos e, além disso, têm de dar a resposta à questão: *A que se deve as diferentes cores no fogo de artifício?* por isso, têm de estar concentrados no que estão a fazer.” (A-4R, notas de campo, novembro de 2014).

Vasco, ao longo da experiência de formação, desenvolveu aprendizagens em relação à gestão de comportamentos disruptivos, que levaram os seus alunos a ter um comportamento adequado em trabalho de grupo. Assim, durante a realização da TI-6R (Reação química de precipitação) um dos seus alunos revelou um comportamento desajustado e este reagiu de imediato, referindo: “explica-me, por favor por que motivo reagiste desse modo? Achas que

tiveste uma atitude correta? O que te levou a fazer isso? O que pretendes com essa atitude incorreta? Muda para este grupo, se faz favor?”(A-6R, notas de campo, janeiro de 2015).

Concluindo, todos os professores, ao longo da experiência de formação, promoveram o trabalho de grupo e não tiveram receios de arriscar novas situações em sala de aula. Tanto Ana como Vasco, ao longo da experiência de formação, demonstraram aprendizagens relacionadas com o trabalho em grupo, em momentos diferentes da experiência de formação. Ana e Rita, ao longo da experiência de formação, evidenciaram aprendizagens em relação à gestão do tempo durante a execução das atividades da TI, em sala de aula. No entanto, Vasco não conseguiu gerir o tempo de realização das TI, pois a maior parte das TI não foi concluída em sala de aula, mas sim em casa. Quanto à gestão dos comportamentos disruptivos dos alunos, apenas Vasco se sentiu desconfortável a este nível. Mas, ao longo da experiência de formação, manifestou ter desenvolvido aprendizagens relacionadas com a gestão dos comportamentos dos alunos durante a realização das TI.

4.2. Contributo do trabalho colaborativo para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação

Neste subcapítulo, os resultados relativos ao contributo do trabalho colaborativo no desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação estão organizados em duas secções: interação entre os professores e estratégias para estimular novas práticas (Figura 19).

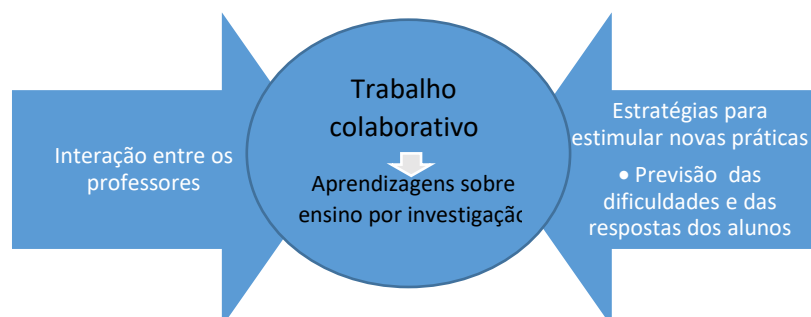


Figura 19. Organização das secções do trabalho colaborativo

Para a categoria, interação entre os professores, aborda-se a participação de cada um dos professores no seio do grupo e para a categoria estratégias para estimular novas práticas

descrevem-se as situações criadas pelos professores em grupo, durante a previsão das dificuldades e das respostas dos alunos às TI, em dois momentos distintos: (i) primeiro momento da experiência de formação que correspondem aos dados recolhidos nas ST-0 e ST-1 referentes à conceção das TI e planificação da condução das TI, em sala de aula, no domínio “Materiais”; e (ii) segundo momento da experiência de formação em que se revelam os dados recolhidos nas ST-0 e ST-1 relativos à conceção das TI e planificação da condução das TI, em sala de aula, no domínio “Reações Químicas”.

4.2.1. Interação entre os professores

Durante as sessões de trabalho colaborativo, as interações entre os professores estão subjacentes à negociação de vários aspetos relacionados com a conceção das TI e com a planificação da condução das TI em sala de aula. Efetivamente, através das interações entre os professores, em que se chegou a consensos sobre apresentar propostas, questionar as propostas, propor novas ideias, bem como tomada de decisões de cada um dos professores em grupo colaborativo, contribuíram para o desenvolvimento das suas aprendizagens sobre o ensino por investigação (Quadro 24).

Quadro 24

Interações Evidenciadas pelos Professores nas Sessões de Trabalho colaborativo, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Interação entre os professores	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
	Professores	
Apresenta propostas	Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco
Questiona as propostas	Ana, Rita, Vasco	Ana, Rita, Vasco
Propõe novas ideias	Ana, Rita, Vasco	Ana, Rita, Vasco
Tomada de decisões	Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco

Primeiro momento da experiência de formação

Nas sessões de trabalho colaborativo, as interações estabelecidas entre os professores foram fundamentais para a conceção das TI, para a planificação da condução das TI, em sala de aula, bem como para a reflexão sobre os dados recolhidos em sala de aula, levando, desta

forma, os professores a evidenciarem aprendizagens sobre o ensino por investigação. Ao longo do primeiro momento da experiência de formação, as interações entre Ana e Rita levou-as a apresentar propostas de “vai mais além”, fase *extend* (desenvolver) do modelo dos cinco E, a elaborar itens que permitissem a sequência das atividades nas TI, bem como a apresentarem estratégias a ter em conta na realização das TI em sala de aula. Em relação à apresentação de propostas relativas ao “vai mais além”, Ana e Rita, na décima segunda ST-1 referentes à conceção da TI-7M (Processos físicos de separação de misturas heterogéneas), propuseram a destilação fracionada do petróleo e em relação à elaboração de itens que permitissem a sequência das atividades nas TI, apresentando propostas, como se evidencia no diálogo que se segue:

Ana – Eu tenho por hábito falar de líquidos imiscíveis quando abordo este processo de separação. Nós podemos criar uma questão 2 com uma frase em que os termos sublinhados não são corretos em termos de linguagem química e pedimos aos alunos que as reescrevam em termos de química. Aí os alunos vão ter de escrever miscíveis e imiscíveis.

Rita – Pode-se, mas julgo que fica melhor após a planificação da atividade...

Ana - ... após eles constatarem que o petróleo e a água do mar não se misturam.

Rita – Pois, sim! Mas também podemos levar os alunos a falar destes dois conceitos quando discutem com a turma as diferentes formas de remover o petróleo da água do mar.

Ana – E no “vai mais além”, o que vamos abordar? Podemos falar de outro processo físico de separação, mas agora de misturas homogéneas, por exemplo, a separação dos constituintes da água do mar.

Rita – Estivemos a separar o petróleo da água do mar. Agora no “vai mais além” podíamos abordar a destilação do petróleo (12.^a ST-1, registo vídeo, maio de 2014).

Assim, pode-se afirmar que Ana e Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, ao interagirem entre si, apresentaram propostas construtivas e produtivas durante a realização da maioria das TI, levando-as a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação no domínio “Materiais”.

Em relação ao questionar as propostas de outros professores, Ana, Rita e Vasco, ao interagirem entre si sobre o *engage* (motivar) sugerido, desenvolveram aprendizagens como se evidencia num dos diálogos retirado da gravação-vídeo da quarta ST-1 durante a conceção da TI-2M (Substâncias e misturas):

Ana – Uma imagem de garrafa de água das pedras não é um bom exemplo pois se ela estiver sem bolhas é uma mistura homogénea e se ...

Rita – ... já não tiver as bolhas já não tem gás. Já não é água com gás! já é uma mistura homogénea!

Vasco – E como é que os alunos ao olharem apenas para a imagem de uma garrafa de água das pedras conseguem ver que esta é uma mistura homogénea ou heterogénea e até mesmo se é uma mistura homogénea e não uma substância! Não é um bom exemplo!

Ana – Temos que usar rótulos de garrafas de água! E para não criar ambiguidade, em vez do rótulo da garrafa da água das pedras que é uma água gaseificada colocamos o rótulo da garrafa da água do Luso ou de S. Martinho, que acham! (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

Ainda, em relação ao questionar as propostas, Ana, Rita e Vasco interagiram ativamente face à proposta do “vai mais além” mencionada na TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição) – Indica qual dos gráficos corresponde à água na situação da confeção do arroz pela Rita e pela sua mãe -, como se ilustra no diálogo que se segue:

Ana – Na situação da Rita temos uma mistura, pois a Rita colocou o arroz e a água ao mesmo tempo a cozer, certo!? Enquanto a sua mãe primeiro aqueceu a água e depois desta estar a ferver é que lhe colocou o arroz.

Rita – Lembrem-se que a água da torneira já é uma mistura!

Vasco – Mas no caso da Rita demora mais tempo a cozer o arroz.

Rita – Mas nos gráficos não bate certo, pois nenhuma destas situações é um “patamar” [linha paralela ao eixo do tempo de aquecimento]

Ana – Ao adicionar arroz à água apenas está a aumentar o número de impurezas mais cedo. É isso! As duas são impuras!

Vasco – Pois são! As duas situações são misturas e, portanto, nenhuma das situações vai dar um “patamar”! Temos que mudar os gráficos e manter o texto ou alterar o texto e manter os gráficos! O que querem fazer? (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

As interações entre os professores, no que respeita ao questionar as propostas, evidenciadas nos excertos anteriores parecem ter contribuído para os professores confrontarem, negociarem, acrescentarem ideias e construírem novas compreensões, levando-os a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação no domínio dos “Materiais”.

Quanto à interação entre os professores, com vista a proporem novas ideias durante a conceção das TI, Ana, Rita e Vasco participaram ativamente, como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da nona ST-1 durante a conceção da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição) através de um dos diálogos entre Ana, Rita e Vasco:

Ana – Eu não sei exatamente qual a constituição dos anticongelantes! Sei, apenas, que os anticongelantes baixam o ponto de fusão.

Vasco – Temos que saber a que temperatura o anticongelante faz derreter o gelo do radiador do carro.

Rita – E se em vez de anticongelante no radiador do carro abordássemos a colocação de sal quando as estradas estão bloqueadas devido à neve (9.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Neste contexto, é elucidativo o diálogo entre Ana e Vasco, retirado da gravação-vídeo da sexta ST-1, durante a concepção da TI-3M (Concentração):

Ana – E se usássemos café em vez do Sunquik?

Vasco – Ou um chá muito colorido e com muito cheiro!

Ana – Ou chá de maçã! (6.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

As interações entre os professores, em relação ao propor novas ideias durante a concepção das TI, evidenciadas nos excertos anteriores parecem ter contribuído para os professores questionarem as ideias uns dos outros, partilharem os conhecimentos e experiências e para tomarem decisões, levando-os a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação no domínio dos “Materiais”.

No que respeita à tomada de decisões, Ana e Rita evidenciaram aprendizagens a este nível como se ilustra no diálogo que se segue, retirado da gravação-vídeo da oitava ST-1 durante a concepção da TI-4M (Transformações físicas e químicas)

Ana – Temos que passar mais que uma vez o vídeo!

Rita – Uma vez no início da aula, depois deixamos os alunos realizarem a questão 1 – Visualizem atentamente o vídeo e elaborem um pequeno texto.

Ana – Depois dos alunos realizarem a questão passamos novamente o vídeo!

Rita - E depois após discutirem com a turma passamos novamente o vídeo. (8.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

As interações entre os professores, no que respeita à tomada de decisões evidenciadas no excerto anterior, mostram influenciar as estratégias e os procedimentos pedagógicos concretos a implementar na realização da TI em sala de aula.

Em suma, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, as interações entre Ana, Rita e Vasco, em sessões de trabalho colaborativo, sustentadas no questionar as propostas apresentadas e em propor novas ideias mostram ter contribuído para os professores confrontarem ideias, tomarem decisões, construírem novas compreensões, partilharem conhecimentos e experiências, levando-os a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação no domínio dos “Materiais”. Por sua vez, Ana e Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, também realçaram as suas interações em grupo colaborativo, na apresentação de propostas e na sugestão de estratégias e procedimentos pedagógicos concretos a implementar na realização das TI em sala de aula, levando-as a uma participação mais ativa e, como consequência, uma aprendizagem mais consistente face ao ensino por investigação no domínio “Materiais”.

Segundo momento da experiência de formação

No início do segundo momento da experiência de formação, foi negociado com Ana, Rita e Vasco uma nova dinâmica de trabalho com vista à conceção das TI. Assim, tal como referido no capítulo da metodologia, a investigadora apresentou uma proposta da TI-1R ao grupo para ser trabalhada, Ana apresentou a proposta da TI-2R e da TI-5R, Rita da TI-3R e da TI-6R e, por último, Vasco da TI-4R e da TI-7R. Por exemplo, na proposta da TI-6R (Reação química de precipitação) apresentada pela Rita, ao grupo, todos participaram ativamente na melhoria da referida proposta, como se evidencia no diálogo que se segue, retirado da gravação-vídeo da 20.^a ST-1:

Ana – O vídeo e o texto sobre a formação das estalactites e estalagmites estão giros e servem de motivação para o que se pretende com esta TI.

Vasco – A imagem sobre o processo de formação das grutas é que acho que já é de mais! é muita informação!

Rita – Pode-se tirar! Eu não sabia se deveria colocar ou não. Estava indecisa, mas concordo convosco. Mas pode-se construir um texto único com a informação dos dois textos. vou tentar!

Vasco – Não pode é ficar um texto muito denso porque, senão, os alunos não leem.

Ana – Nós podemos é explorar este mapa de Portugal que assiná-la as regiões com solos calcários e solos basálticos e levá-los ao conceito de águas duras e águas macias ...

Vasco – E aí fazemos uma atividade laboratorial!

Rita – Gosto dessa sugestão! (20.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2014).

As interações entre os professores, em relação à apresentação de propostas evidenciadas no excerto anterior, mostram disponibilidade para ouvir com atenção os outros professores, valorizando os contributos de cada um deles.

Em relação ao questionar as propostas de outros professores, Ana, Rita e Vasco, tal como no primeiro momento da experiência de formação, participaram ativamente sobre as propostas das TI, como se evidencia nas notas de campo retiradas da 19.^a ST-1 durante a conceção da TI-5R (Reação química ácido-base), a partir da proposta da Ana:

Vasco – Se o pai da Rita pediu leite de magnésia à Rita porque tinha azia, então porque é que ele vai tomar esse medicamento! Não percebo esta questão!?

Ana – Porque tem ácido clorídrico a mais no estômago.

Vasco – Então porque é que eu preciso dessa informação escrita no texto!

Ana – Para nada! ... (19.^a ST-1, notas de campo, novembro de 2014).

Neste contexto, acrescenta-se um excerto retirado da gravação vídeo da 17.^a ST-1 durante a conceção da TI-3R (Escrita de equações químicas) a partir da proposta da Rita:

- Ana – Então o vídeo mostra a água e agora fazes questões sobre o ácido sulfúrico!?
- Rita – A água é muito evidente e eu não consegui encontrar mais nada sobre a água em vídeo, mas eu posso tirar a água do vídeo!
- Ana – A minha questão não é tirar a água.
- Rita – Mas depois como é que vamos desenvolver a TI? No vídeo tens duas moléculas de hidrogénio e uma molécula de oxigénio!
- Ana – E que o número total de partículas no início é igual ao número de partículas no fim
- Rita – uma questão pode ser: Planifiquem uma atividade que vos permita verificar a Lei de Lavoisier.
- Ana – Mas isso é fácil! Fica só a água e recorremos ao “modelo das bolinhas” para acerto dos esquemas químicos e depois constroem uma tabela para resumir as representações esquemáticas e as fórmulas químicas nas diferentes fases da reação química (17.^a ST-1, gravação-vídeo, outubro de 2014).

No segundo momento da experiência de formação, acresce que as interações entre os professores, no que concerne ao questionar as propostas, parecem ter contribuído para anular contradições e para desenvolverem novas compreensões.

No que se refere a propor novas ideias, Ana, Rita e Vasco, tal como no primeiro momento da experiência de formação, evidenciaram propor novas ideias durante a conceção das TI, como constata no excerto que se segue, retirado da 17.^a ST-1 através do diálogo entre Ana e Rita:

- Rita – Eu costumo dar o conceito de reação química com uma espécie de dança em que inicialmente está a dançar o A com B e C com o D e depois trocam de par.
- Ana – Também se pode usar imagens ou visualizações, não! Nas visualizações dá para se perceber bem que os átomos se dissociam e depois que se rearranjam (17.^a ST-1, gravação-vídeo, outubro de 2014).

E no excerto retirado da 20.^a ST-1 durante a conceção da TI-6R (Reação química de precipitação) a partir da proposta da Rita:

- Vasco – Nas reações de precipitação podemos falar das estalactites e das estalagmites, mas também podemos abordar as “pedras nos rins”, pois no nosso organismo, nos rins, podem ocorrer reações de precipitação
- Rita – Nessa perspetiva, também podemos falar da cárie dentária, que diz mais aos nossos alunos.
- Ana – Eu proponho que se aborde no “vai mais além” a utilização dos anticalcários nas máquinas de lavar pois é algo que todos os nossos alunos sabem e podemos fazer a ligação com as águas duras e macias (20.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2014).

Quanto à interação entre os professores em grupo, Ana e Rita, durante a conceção das TI, tomaram decisões, como exemplifica o excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da

17.^a ST-1 durante a conceção da TI-3R (Escrita de equações químicas) a partir da proposta da Rita:

- Ana – O que lecionamos antes de realizares esta TI, em sala de aula?
 Rita – A Lei de *Lavoisier*!
 Ana – Não! Eu estava a pensar que antes de aplicar a TI só fazia uma pequena revisão sobre reagentes e produtos da reação.
 Rita – A TI tem a haver apenas a escrita de equações químicas!
 Ana – Eu pensava que também se abordava o cálculo da conservação da massa.
 Rita – Também se pode! Temos é que decidir o que se pretende com esta TI.
 Ana – Por mim, pode ficar apenas a escrita de equações químicas e, por conseguinte, o acerto de esquemas químicos está incluído!
 Rita – Então lecionamos antes a Lei de Lavoisier – conservação da massa!
 Ana – OK! (17.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

A tomada de decisões, como uma das interações entre os professores, também foi evidenciada num dos diálogos entre Rita e Vasco, durante a conceção da TI-4R (Reação química de combustão), a partir da proposta do Vasco:

- Vasco – As reações de oxidação-redução explicadas através da transferência de eletrões de modo a que os alunos percebam, não é fácil!
 Rita – Podemos basearmo-nos apenas em exemplos que ocorrem no dia a dia.
 Vasco – Acho bem! Damos exemplos dos vários tipos de reações de oxidação-redução e aprofundamos as reações químicas de combustão.
 Rita – Existem várias reações químicas de oxidação-redução, entre elas fazem parte as reações químicas de combustão.
 Vasco – Tudo bem! Mas no “vai mais além” podemos aprofundar exemplos de outras reações de oxidação-redução com exemplos (18.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014).

No segundo momento da experiência de formação, as interações entre os professores, no que se refere à tomada de decisões, parecem igualmente ter influenciado as estratégias a implementar nas TI e contribuído para os professores negociarem ideias.

Concluindo, nas sessões de trabalho colaborativo as interações entre Ana, Rita e Vasco baseadas na apresentação de propostas, no questionar as propostas apresentadas, no propor novas ideias e na tomada de decisões, que se estabeleceram durante a construção das TI e da planificação da condução destas, em sala de aula, mostram ter contribuído para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. É de salientar que as interações de Ana e de Rita nas sessões de trabalho colaborativo, ao longo de toda a experiência de formação, foram mais baseadas na apresentação de propostas e no questionar as propostas do que as do Vasco, levando-as a desenvolver aprendizagens mais consistente sobre o ensino por investigação. Nas

sessões de trabalho colaborativo, as interações do Vasco foram, essencialmente, baseadas no propor novas ideias.

De seguida, evidencia-se o contributo das situações criadas em grupo colaborativo durante a elaboração de estratégias para novas práticas no desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação.

4.2.2. Estratégia para estimular nova práticas

Nas sessões de trabalho colaborativo, durante a conceção e planificação das TI, em sala de aula, os professores desenvolveram aprendizagens sobre o ensino por investigação, nomeadamente ao conceber estratégias para estimular novas práticas. Uma das condições mais complexas para, em colaboração, se conceber estratégias para estimular novas práticas dos professores são as situações criadas no seio do grupo durante a previsão das dificuldades e das respostas dos alunos às TI. Tendo em conta o referido atrás, evidencia-se o contributo das situações criadas entre Ana, Rita e Vasco, em grupo, para fomentar estratégias que estimulassem novas práticas, emergindo, deste modo, as subcategorias: previsão das dificuldades dos alunos e previsão das respostas dos alunos às TI. A seguir, descrevem-se as situações criadas pelos professores em grupo colaborativo ao preverem as dificuldades dos alunos que influenciaram as estratégias para estimular novas práticas, em dois momentos distintos da experiência de formação.

4.2.2.1. Previsão das dificuldades dos alunos

Nas sessões de trabalho colaborativo, as situações criadas entre Ana, Rita e Vasco, durante a previsão das dificuldades dos alunos, influenciaram a evolução das suas aprendizagens sobre o ensino por investigação (Quadro 25).

Quadro 25

Situações Criadas entre os Professores nas Sessões de Trabalho Colaborativo durante a Previsão das Dificuldades dos Alunos, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Previsão das dificuldades dos alunos	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
	Professores	
Confiança mútua	Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco
Encorajar (ser estimulado)	Ana, Vasco	Vasco
Vontade de inovar e fazer melhor	Rita	Ana, Rita
Interajuda	Ana, Rita, Vasco	Ana, Rita, Vasco

Primeiro momento da experiência de formação

No primeiro momento da experiência de formação, as sessões de trabalho colaborativo sobre a previsão das dificuldades dos alunos, em cada um dos subdomínios temáticos a englobar nas TI, criaram entre Ana, Rita e Vasco situações que mostraram confiança mútua, interajuda, encorajamento e vontade de inovar e fazer melhor.

Ana, Rita e Vasco durante a conceção da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição), ao preverem que a maior parte dos alunos revelava dificuldades em associar os pontos de fusão à temperatura em que ocorre a mudança de estado fusão, propuseram a realização de uma atividade laboratorial que, ao ser trabalhada no seio do grupo, gerou uma situação de confiança mútua entre Ana e Rita, como se evidencia no diálogo que se segue, retirado da gravação-vídeo da nona ST-1:

- Ana – O termómetro evidencia que estamos a medir a temperatura! Mas de quê?
- Rita – De quando a água passa do estado sólido ao estado líquido!
- Ana – Então, os alunos têm que perceber que só vão medir a temperatura da mudança de estado!
- Rita – Os dois copos têm a mesma massa de gelo, mas um deles tem sal
- Ana – Está igual! Mede lá a temperatura a que o gelo passa a água líquida.
- Vasco - -0,6 °C.
- Ana – O gelo é da água da torneira logo nunca pode ser 0 °C. Está perfeito!
- Rita – E no copo que tem sal, a que temperatura é que começa o gelo passa a água líquida?
- Vasco -14 °C
- Ana – Está ótimo! A temperatura de fusão é mais baixa quando adicionamos sal ao gelo. Esta experiência evidencia bem o que pretendemos!
- Rita – Dá logo para ver! Fizemos bem em optar pela água com gelo em vez do anticongelante, pois sobre o anticongelante não tínhamos informação suficiente! (9.ª ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

A confiança entre Ana e Rita é, também, evidenciada no diálogo entre elas, durante a conceção da TI-4M (Transformações físicas e químicas):

Rita – Quando fizemos a listagem das dificuldades dos alunos em relação aos subdomínios temáticos a lecionar, o Vasco referiu as transformações físicas.

Ana – Nesta TI temos que trabalhar os exemplos de ambas as transformações, mas vamos relevar as transformações físicas. O que achas?

Rita – No vídeo podemos mostrar exemplos, como sejam: cortar papel, cortar uma fruta. Não evidenciar, apenas, exemplos em que ocorram mudanças de estado! (8.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Nas sessões de trabalho colaborativo, ao se prever as possíveis dificuldades dos alunos em determinados subdomínios temáticos, as situações de confiança mútua foram aumentando à medida que se construíram as TI. Acresce que a gestão das dificuldades dos alunos durante a realização das TI, em sala de aula, também em grupo, foram analisadas e discutidas estratégias a implementar, por forma a encorajar os professores a alterarem as suas práticas. Ana recorreu -se de estratégias previamente referenciadas no grupo para superar as dificuldades com que se deparou, como seja, solicitação aos alunos para, previamente, discutir as dúvidas que surgissem durante a realização das TI, no grupo, e, caso a dúvida persistisse, poderiam consultar o manual. Por sua vez, o trabalho desenvolvido em colaboração parece ter contribuído para encorajar Rita a apoiar os grupos por ordem, facultando, deste modo, tempo para os alunos refletirem sobre o que já realizaram da TI e inculcar nestes o respeito pelo outro, saber aguardar a vez, entre outras. Atendendo às dificuldades dos alunos de Ana e de Vasco em realizar trabalhos em grupo, dado que não estavam habituados a este modo de trabalho, também levaram o grupo colaborativo a encorajá-los a alterar o modo de trabalho dos seus alunos, em sala de aula, como seja: estipular tempos para cada questão das TI ou para um grupo de questões, levar os alunos a refletirem sobre o seu próprio comportamento, atribuir funções a cada um dos elementos do grupo e levar os alunos a falar sobre as vantagens e desvantagens de trabalhar em grupo. No entanto, apesar da colaboração do grupo ter incentivado Vasco a alterar o modo de trabalho dos seus alunos, este continuou a revelar dificuldades em mudar as suas práticas.

Em relação a Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, nas sessões de trabalho colaborativo ao se prever as dificuldades dos alunos, esta mostrou, várias vezes, a vontade de inovar e de fazer melhor. O excerto que se segue retirado da gravação-vídeo da quarta ST-1 evidencia o referido no seio do grupo colaborativo:

Rita – Nós, na TI-2M, vamos recorrer também a critérios! Os meus alunos não tiveram muitas dificuldades. É que depois abordamos as TI sempre do mesmo modo.

Ana – A TI-2M acaba por abordar um conteúdo em que se pretende classificar segundo critérios. Logo tem que ser do mesmo modo!

Vasco – um componente, dois componentes, não deixa de ser outro critério!

Rita – Não há problema, pois, apesar de também ser sobre critérios podemos aprofundar mais os conceitos. Podemos construir a TI-2M com base nas dificuldades reveladas pelos alunos em anos anteriores nestes subdomínios temáticos e nas dificuldades que os nossos alunos revelaram na realização da TI-1M. Mas a partir da TI-2M já é diferente, já podemos abordar de outra forma porque senão é sempre igual (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

Uma outra situação criada entre Ana, Rita e Vasco, nas sessões de trabalho colaborativo ao se prever as dificuldades dos alunos na seleção/identificação do material necessário para a realização das atividades laboratoriais, foi a interajuda. A transcrição das notas de campo, retiradas pela investigadora durante a preparação da atividade laboratorial da TI-6M, (Densidade) mostra a interajuda que se estabeleceu entre Ana, Rita e Vasco:

Vasco – O material necessário para a realização da atividade laboratorial não pode estar à vista dos alunos antes de eles escreverem no caderno diário qual o material que necessitam para realizar a atividade laboratorial.

Ana – Senão fazem como na atividade laboratorial anterior! Escrevem todo o material que está à vista sem pensarem o que vão fazer com ele!

Vasco -Temos que levar o material em recipiente opaco ou quando um de nós achar oportuno sai da sala e vai ao laboratório buscar o material.

Ana – Eu não tenho aula na hora da aula da Rita logo posso lavar o material usado pelo Vasco no turno anterior e quando a Rita achar oportuno leve o material à sala. A Rita tem aula no mesmo piso do laboratório!

Vasco – E eu posso fazer o mesmo com a Ana, pois também não tenho aula na hora da aula dela! E em relação à minha aula que é no outro pavilhão? No intervalo anterior levamos o material todo em sacos opacos fechados.

Ana – Mas é muito material!

Vasco –Quatro pessoas conseguem! A [Luísa] também ajuda! Na aula vamos precisar da ajuda da [Luísa] nem que seja na distribuição do material pelos grupo (10.^a ST-1, notas de campo, março de 2014).

As notas de campo retiradas pela investigadora, durante a preparação da atividade laboratorial da TI-7R (Processos físicos de separação de misturas homogéneas), mostram a interajuda que se estabeleceu entre Ana, Rita e Vasco, nas sessões de trabalho colaborativo:

Rita – Se tivermos, previamente, preparado o material todo e colocado nos sacos opacos e fechados, eu, quando o Vasco achar oportuno, levo o material à sala dele! Não há problema!

Vasco – O problema é que, após 45 min, vou ter outro grupo de alunos e tenho que ter o material lavado!

Rita – Eu não tenho tempo de lavar o material que usaste e levá-lo novamente à tua sala, mas, em vez de prepararmos material para uma aula, preparamos para duas! Aí já não há problema, pois tenho tempo para te levar novamente o material à sala!

Vasco – A [Luísa] também ajuda e, se for necessário, vem buscar o material, basta que o material já esteja dentro dos sacos! (12.^a ST-1, notas de campo, maio de 2014).

Em síntese, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, as situações de confiança mútua, de interajuda, de encorajamento e de vontade de inovar e de fazer melhor, criadas de forma gradual e progressiva em grupo durante a previsão das dificuldades dos alunos permitiram que Ana e Rita ultrapassassem os seus receios, levando-as a aprofundar os seus conhecimentos da prática. Por sua vez, Vasco, neste mesmo momento da experiência de formação, nas sessões de trabalho colaborativo ao se prever as dificuldades dos alunos, esteve, apenas, envolvido em situação de interajuda e de encorajamento, o que o levou a resistir à mudança das suas práticas.

Segundo momento da experiência de formação

Durante o segundo momento da experiência de formação, Ana, Rita e Vasco apresentaram ao grupo as propostas de TI, tendo por base a previsão das dificuldades que a maior parte dos alunos apresentou em anos anteriores, nos respetivos assuntos abordados em cada uma das TI. Tal como aconteceu para o assunto abordado na TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iónicas), Ana, Rita e Vasco, em grupo, referem que “os alunos revelaram mais dificuldades em indicar o nome de um sal a partir da fórmula química do que a escrita da fórmula química a partir do nome do sal” (13.^a ST-1, registo vídeo, setembro de 2014). Assim, Ana, durante a conceção da proposta da TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iónicas), propõe uma atividade – puzzle de iões, que, ao ser trabalhada no seio do grupo, gerou situações de confiança entre Ana, Rita e Vasco, como se evidencia no diálogo que se segue, retirado da gravação-vídeo da décima sexta ST-1:

Ana – Os iões positivos e negativos têm reentrâncias diferentes para os alunos perceberem que, apesar de ambos serem iões, são diferentes.

Rita – E além disso os alunos não sabem se um dado ião tem uma, duas ou três reentrâncias. Cada peça deve ter o símbolo do respetivo ião.

Ana – Sim! Sim! Cada peça do puzzle tem desenhado o símbolo do ião e as respetivas reentrâncias. Vejam lá as peças que já fiz!

Vasco – Que trabalhão, mas julgo que, para além do símbolo do ião, deve ter o nome do ião.

Rita – Sim! Pois os alunos têm dificuldades na escrita da fórmula química do sal, mas têm mais dificuldades em escrever o nome a partir da fórmula química

Vasco – Assim faz-se tudo ao mesmo tempo! Dá logo para ver tudo!

Ana – Está ótimo! Basta apenas acrescentar nas peças o nome do respetivo ião (16.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Nas sessões de trabalho colaborativo, ao longo do segundo momento da experiência de formação, as situações de confiança mútua foram reforçadas por Ana e Rita e evidenciadas por Vasco ao se prever as possíveis dificuldades dos alunos, durante a construção das TI, bem como nas estratégias definidas em relação ao apoio simultâneo a prestar aos alunos, em sala de aula. Vasco, no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da terceira entrevista evidencia o citado atrás:

Eu, neste grupo, deveria ter tido uma atitude menos defensiva, pois deveria ter confiado mais nas pessoas e neste tipo de ensino. Como esta estratégia de ensino era novidade e eu não o dominava senti-me inseguro. Mas no segundo momento da experiência de formação posso afirmar que já percebi o conceito de ensino por investigação. Demorou tempo! À medida que fui compreendendo o que eram as TI e as apliquei em aula, envolvi-me mais nas discussões do grupo e entre nós criaram-se momentos de confiança (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Convém dizer que, no segundo momento da experiência de formação, o trabalho desenvolvido em colaboração sobre as possíveis dificuldades dos alunos perante um determinado subdomínio temático parece ter, efetivamente, encorajado Vasco a realizar um ensino mais centrado nos alunos e, por conseguinte, a alterar as suas práticas. Vasco, durante a conceção da proposta da TI-5R (Reação química de ácido-base) apresentada por Ana ao grupo, revelou que foi incentivado por Ana a tornar os seus alunos ativos no seu próprio processo de aprendizagem, como se verifica no diálogo que se segue, retirado da gravação-vídeo da décima nona ST-1:

Vasco – Os meus alunos não vão conseguir escrever a equação química que traduz a reação do ácido clorídrico com o hidróxido de magnésio sozinhos. Eu tenho que lhes dizer que se forma um sal e a água! Como é que os alunos vão saber isto sozinhos!?

Ana – Vamos lá ver! Os alunos sabem que no HCl existe o ião H^+ e o ião Cl^-
 Vasco – E no hidróxido de magnésio os iões OH^- e Mg^{2+} .

Ana – E também já sabem em que consiste uma reação química e que a carga de uma molécula é neutra! Falamos disto nas TI anteriores!

Vasco – É verdade! Podem fazer uma troca de iões nos reagentes e obtêm os produtos da reação. Esta estratégia é boa! Eu nunca tinha pensado desta forma! Assim, eu não lhes tenho que dizer nada!

Ana – Não precisamos de lhes dizer que um dos produtos da reação formados é o sal e o outro é a água!

Vasco – Os alunos por eles chegam lá! O que interessa é que escrevam a equação química que é uma das dificuldades reveladas pelos alunos (19.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014).

Quanto à Ana e Rita, ao longo do segundo momento da experiência de formação, nas sessões de trabalho colaborativo ao prever as dificuldades dos alunos, Rita reforçou e Ana evidenciou, muitas vezes, a vontade de inovar e de fazer melhor. Ana, durante a concepção da proposta da TI-5R (Reação química ácido-base), ao prever que a maior parte dos alunos apresenta dificuldades em indicar o nome de um sal a partir da fórmula química, bem como na escrita de equações químicas, evidencia o desejo de inovar no *engage* (motivar) da respetiva TI, ao usar o “leite de magnésia” (hidróxido de magnésio), em vez do tradicional ENO como remédio para aliviar a azia, solicitando, posteriormente, a escrita da equação química que traduz a reação química entre o hidróxido de magnésio e o excesso de ácido clorídrico existente no estômago do pai da Rita.

Nesta mesma perspetiva, Ana referiu:

Em grupo, estamos todos a trabalhar no mesmo sentido, logo se não corre bem na primeira vez, corre bem para a próxima, vamos refletir sobre os dados recolhidos e vamos tentar outra vez! Vamos modificar! Vamos fazer de modo diferente! Em grupo ajuda muito a querer experimentar coisas diferentes! Eu sozinha adapto o que já fazia, mas não gosto de inovar muito! Eu sozinha nunca faria a TI-6R (Reação química de precipitação) desta forma, mas gosto muito mais assim! (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Por sua vez, Ana e Rita, durante a concepção da TI-4R (Reação química de combustão) a partir da proposta apresentada por Vasco, também evidenciaram o desejo de inovar e de fazer melhor ao proporem a realização de uma atividade laboratorial baseada em sais de metais para responder à questão colocada pela Rita à tia: *A que se devem as cores diferentes no fogo de artifício?*, tendo em vista que os alunos revelam dificuldades em planificar atividades laboratoriais.

Uma outra situação criada entre Ana, Rita e Vasco, quer no primeiro, quer no segundo momento da experiência de formação nas sessões de trabalho colaborativo ao se prever as dificuldades dos alunos, foi a interajuda. Assim, Vasco, durante a concepção da proposta da TI-7R (Fatores que afetam a velocidade das reações químicas), propôs uma atividade laboratorial composta por três partes, que, ao ser trabalhada na vigésima segunda ST-1, em grupo colaborativo, criou situações de interajuda entre Ana, Rita e Vasco, como se evidencia no diálogo que se segue:

Ana – Vamos precisar de muito material e até de água quente!

Rita – Levamos uma chaleira com água para a sala de aula e aquecemos lá a água.

Vasco – Não temos chaleira na escola! Temos que preparar o material para todos os grupos! Temos que ver quantas embalagens de “Cecrisina” temos que comprar!

- Ana – Eu trago a minha chaleira de casa! E como é do transporte do material para a sala de aula?
- Rita – No intervalo anterior à aula levamos o material para a sala! É muito material, mas nós somos muitos! Não há copos suficientes!
- Ana – Fazemos em copos de plástico!
- Vasco – Não é necessário! À medida que cada grupo faz uma experiência limpamos os copos.
- Ana – E onde colocamos a água com o comprimido dissolvido? Temos que arranjar um recipiente para colocar as “substâncias já observadas”.
- Rita – Isso resolve-se! Vamos preparar o material para o laboratório!?
- (22.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2015).

Ao longo de toda a experiência de formação, as situações criadas entre Ana, Rita e Vasco, em grupo, ao preverem as possíveis dificuldades dos alunos em compreender determinados subdomínios temáticos, levaram Ana, Rita e Vasco a modificarem as suas práticas e, por conseguinte, a desenvolverem aprendizagens sobre o ensino por investigação.

Em suma, estes resultados evidenciam que, ao longo de toda a experiência de formação, a confiança mútua e a interajuda entre Ana, Rita e Vasco criadas pelos próprios professores nas sessões de trabalho colaborativo, ao prever as dificuldades dos alunos, levaram-nos a modificar as suas rotinas, a resolver dilemas e a correr riscos, em momentos distintos da experiência de formação, conduzindo-os a novas experiências e ao desenvolvimento de novas aprendizagens sobre o ensino por investigação. É de referir que, as situações de encorajamento e de vontade de inovar e de fazer melhor geradas entre Ana, Rita e Vasco, ao longo da experiência de formação, influenciaram as estratégias para estimular novas práticas. Neste processo, Vasco foi encorajado, por Ana e Rita, a modificar as suas rotinas em sala de aula, sendo que, no segundo momento da experiência de formação, Vasco evidenciou ter desenvolvido aprendizagens sobre o ensino por investigação. Por sua vez, no primeiro momento da experiência de formação Rita, ao encorajar Ana e Vasco, criou condições para ela desejar inovar e fazer melhor e, no segundo momento da experiência de formação, Ana e Rita, ao encorajar Vasco, criaram condições para elas próprias desejarem inovar e fazer melhor e, consequentemente, criar situações propícias ao desenvolvimento profissional.

Seguidamente, descrevem-se as situações criadas pelos próprios professores nas sessões de trabalho colaborativo ao preverem as respostas dos alunos às TI que influenciaram as estratégias para estimular novas práticas, em dois momentos distintos da experiência de formação.

4.2.2.2. Previsão das respostas dos alunos às tarefas de investigação

Nas sessões de trabalho colaborativo, as situações criadas entre Ana, Rita e Vasco, durante a previsão das respostas dos alunos às TI, influenciaram o desenvolvimento das suas aprendizagens sobre o ensino por investigação (Quadro 26).

Quadro 26

Situações Criadas entre os Professores nas Sessões de Trabalho Colaborativo durante a Previsão das Respostas dos Alunos às Tarefas de Investigação, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Previsão das respostas dos alunos às tarefas de investigação	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
	Professores	
Apoio mútuo	Ana, Rita, Vasco	Ana, Rita, Vasco
Respeito pelo outro	Ana, Rita, Vasco	Ana, Rita, Vasco
Encorajar (ser estimulado)	Ana, Vasco	Vasco

Primeiro momento da experiência de formação

Nas sessões de trabalho colaborativo, sobre as possíveis respostas dos alunos às TI, geraram-se entre Ana, Rita e Vasco situações que evidenciaram apoio mútuo, respeito pelo outro e encorajamento que, por sua vez, os levou a modificar as suas rotinas em sala de aula. O apoio mútuo entre Ana, Rita e Vasco que se estabeleceu nas sessões de trabalho colaborativo, ao se prever as possíveis respostas dos alunos às questões formuladas nas TI, é evidenciado no seguinte diálogo, retirado da gravação-vídeo da terceira ST-1:

Ana – O que se quer que os alunos respondam no “vai mais além”?

Rita – Quais os processos de transformação químicos que ocorrem na madeira até se obter o papel ...

Vasco – Se pegares numa madeira e fizeres desta uma folha de papel e escreveres nela, consegues escrever! Mas passado alguns anos está tudo degradado porque os bichos comem a madeira. O papel é obtido da madeira que é tratado quimicamente para os bichos não a degradarem. O papel já não é madeira!

Ana – Mas os alunos não sabem! Ainda não deram!

Rita – Vão pesquisar! Eles têm que ir à *internet* e pesquisar vários *sites*. Os alunos têm que começar a procurar informação e desta retirar a informação que lhes interessa ...

Vasco – ...também podem pesquisar em livros! Mas se eles não conseguirem, como fazemos!?

Ana – Pesquisamos com eles! A seguir os alunos selecionam a informação que lhes interessa e respondem ao “vai mais além”.

Rita - Eu já pesquisei na internet e tenho aqui três sites sobre este assunto que vos posso dar (3.^a ST-1, registo vídeo, dezembro de 2013)

A previsão, em grupo, de possíveis respostas dos alunos às questões formuladas nas TI levou Ana, Rita e Vasco a apoiarem-se, mutuamente, nas suas fragilidades, conduzindo-os a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação.

Quanto ao respeito pelo outro que se estabeleceu entre os professores, durante as sessões de trabalho colaborativo, ao se prever as possíveis respostas dos alunos às questões formuladas nas TI, levou Ana, Rita e Vasco a desenvolverem aprendizagens sobre o ensino por investigação. O excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da oitava ST-1 comprova um dos diálogos entre Ana e Rita face às possíveis respostas dos alunos ao “vai mais além” da TI-4M (Transformações físicas e químicas):

Rita – Eles vão responder que identificam o dióxido de carbono com água de cal porque turva e o carbonato de cálcio com ácido. Mas eu não sei com que ácido se identifica o carbonato de cálcio!

Ana – Com ácido clorídrico!

Rita - E o que é que acontece?

Ana – Faz efervescência. Se fizer efervescência é porque tem na sua constituição carbonato de cálcio.

Rita – Ah! É só isso! Então os próprios alunos é que vão pesquisar e discutir entre eles! E também têm que dizer a que se deve a efervescência! (8.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

As discussões em grupo colaborativo sobre possíveis *engage* (motivar) para as TI, bem como sobre possíveis respostas dos alunos a outras questões formuladas nas TI, levaram Rita e Vasco a afirmarem:

Em todas as sessões de trabalho, cada um de nós manifestou as nossas ideias e foram sempre respeitadas. Cada um foi livre de dar a sua opinião e ninguém foi impedido de o fazer, nem desrespeitado por ninguém por ter uma opinião contrária sobre um mesmo assunto (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Esta opinião é corroborada por Rita ao referir:

Não houve agressividade, nem falta de respeito em relação a opiniões diferentes sobre um mesmo assunto, não houve nada disso! Quando algum de nós colocava em causa a veracidade de algo todos debatíamos sobre o que estava na base dessa afirmação/opinião e chegávamos a uma decisão confortável para todos (2.^a Entrevista, maio de 2014).

Nas sessões de trabalho colaborativo também foram criadas situações para encorajar Ana e Vasco a alterarem as suas rotinas em sala de aula. O excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da quarta ST-1 sobre as possíveis respostas de alunos à questão 3. Agrupem os

materiais recorrendo a um critério diferente dos que estudaste até ao momento, da TI-2M (Substâncias e misturas) evidencia um dos momentos de encorajamento de Ana e Vasco:

- Ana – Quais são os grupos de materiais que os alunos poderiam formar? Uns têm água e outros não têm água.
- Vasco – E perante essa situação, o que é que tu dizes?
- Rita – E ainda existem diferenças entre os que têm água ...
- Ana – ... em um deles tens água e açúcar e a solução final fica líquida ...logo líquidos!
- Vasco – Os estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso não dão pois é um critério que já estudaste!
- Ana – Pois é! Os que têm água e os que não têm água e têm aquela coisa ou não têm aquela coisa. Se os alunos disserem isto eu não sei dar a volta!
- Rita – Em alguns materiais tu consegues identificar que têm duas coisas e no outro tu sabes que há duas coisas, nomeadamente água e açúcar, mas não as consegues ver... Nesta situação, temos que levar o aluno a agrupar os materiais com duas ou mais coisas!
- Vasco – Mas é aí que tu vais chegar às misturas homogéneas e às heterogéneas. E as substâncias ficam para trás?
- Rosário – O fio de cobre fica para trás ...
- Vasco – Os alunos vão colocar o fio de cobre e o granito juntos pois não têm água. Mas o fio de cobre e o granito também podem ser separados!
- Ana – Claramente separados! Mas eu julgo que os alunos vão juntá-los!
- Vasco – Eles vão juntá-los para os sólidos e não podem! Este critério já é do conhecimento deles!
- Rita – Os alunos vão dizer: o granito tem brilho e o fio de cobre não!
- Ana – E a que se deve o brilho no granito?
- Rita – Aí os alunos identificam a constituição do granito! (4.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

Em síntese, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, as situações de apoio mútuo e de respeito pelo outro, geradas entre Ana, Rita e Vasco nas sessões de trabalho colaborativo, durante a previsão das possíveis respostas dos alunos às questões formuladas nas TI, mostraram ter influenciado o desenvolvimento das aprendizagens de Ana, Rita e Vasco sobre o ensino por investigação. Por sua vez, Ana e Vasco, nesta fase da experiência de formação, evidenciaram receios em alterar as suas rotinas em sala de aula, sendo encorajados por Rita e pelas condições de apoio mútuo e de respeito pelo outro concebidas entre os próprios professores, nas ST-1, na previsão das respostas dos alunos às TI.

Segundo momento da experiência de formação

Durante o segundo momento da experiência de formação, a previsão das possíveis respostas dos alunos às questões formuladas nas TI continuou a ser analisada e discutida em grupo, conduzindo ao desenvolvimento das aprendizagens adquiridas por Ana, Rita e Vasco,

no primeiro momento da experiência de formação, e a adquirir outras aprendizagens sobre o ensino por investigação. O apoio mútuo vivido no grupo colaborativo é evidenciado no diálogo entre Rita e Vasco que se segue, retirado da gravação-vídeo da décima oitava ST-1 durante a previsão das respostas dos alunos à questão 4. Escrevam as equações químicas que traduzem as reações químicas que efetuaram, da TI-4R (Reação química de combustão):

Vasco – Está a arder e forma-se algo diferente! Os alunos vão ter dificuldades em identificar o oxigénio como reagente, não achas?

Rita – Alguns, provavelmente vão dizer álcool, chama! E aí nós temos que os levar a pensar! Podemos referir, para comparação, a velinha acesa com o copo por cima ou uma lamparina acesa com um copo por cima ... passado um tempo a vela... a chama apaga, porque ...

Vasco – ... não há oxigénio!

Rita – Então está a arder, logo tem que haver oxigénio como reagente!
(18.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014).

Nesta perspetiva, após a experiência de formação, Ana e Rita afirmam:

Durante toda a experiência de formação, o apoio que demos uns aos outros, quando estivemos a prever as respostas dos alunos às questões das TI, foi fundamental para que ultrapassássemos os receios e assumíssemos riscos ao implementar as TI e que aprendêssemos! (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Em relação às situações criadas pelo grupo colaborativo, relacionadas com o respeito pelo outro, que contribuíram para mudarem as suas rotinas em sala de aula foram mais relevantes no segundo momento da experiência de formação. O excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da 15.^a ST-1, evidencia um dos diálogos entre Ana, Rita e Vasco sobre as possíveis respostas dos alunos ao “vai mais além”, da TI-1R (Átomos e moléculas):

Ana – O que queremos que os alunos respondam no “vai mais além” quando perguntamos qual a diferença entre a sacarose e a glicose?

Rita – As moléculas de sacarose encontram-se à volta de uma estrela e a molécula de glicose no gás que rodeia a estrela IRAS [...] Será isso que nós pretendemos como resposta?

Vasco – Julgo que não! Pretende-se é que respondam em termos de constituição.

Ana – Então! Temos que elaborar a questão de outra forma. Que achas Rita, pois não fui eu que fiz a proposta desta TI e temos que ouvir a pessoa que a fez!

Rita – Sim! Sim! Pois quem a elaborou tinha uma intenção e pode não ser em termos de constituição. Que achas? (15.^a ST-1, registo vídeo, setembro de 2014).

Ao longo do segundo momento da experiência de formação, nas sessões de trabalho colaborativo, ao prever as respostas dos alunos às TI, Ana e Rita criam situações para encorajar Vasco a alterar as suas rotinas de sala de aula. Neste contexto, no final do segundo momento da experiência de formação, Vasco menciona:

Ao termos previsto possíveis respostas dos alunos às questões referenciadas nas TI, em colaboração, levou-me a mudar o meu papel e o dos meus alunos em sala de aula, mas foi muito difícil! Eu tinha muitos receios! Para mim, não foi fácil este processo. Só o consegui no final e valeu-me muito o incentivo do grupo e aquela transmissão de confiança. Tenta, pois estamos todos no mesmo barco. O gostar de estar a aprender convosco foi muito importante para mim (3.^a Entrevista, fevereiro de 2015).

Em conclusão, estes resultados evidenciam que, ao longo de toda a experiência de formação, as condições de apoio mútuo e de respeito pelo outro entre Ana, Rita e Vasco, criadas pelos próprios professores nas sessões de trabalho colaborativo, ao prever as respostas dos alunos às TI, levaram-nos a modificar as suas rotinas e a adotarem o papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos. Neste processo, Ana e Vasco foram encorajados por Rita a alterarem as suas práticas, tendo estes evidenciado mudanças das mesmas em momentos distintos da experiência de formação.

4.3. Contributo da reflexão centrada na prática para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação

O contributo da reflexão centrada na prática para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação, ao longo de dois momentos distintos da experiência de formação, está organizado em duas secções: reflexão sobre as práticas e reflexão sobre as propostas da investigadora (Figura 20).

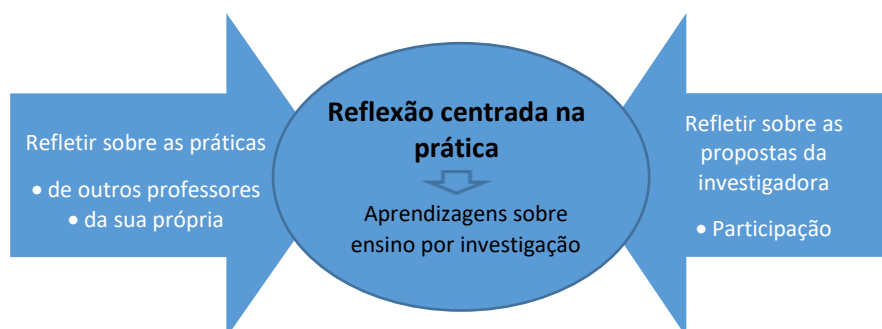


Figura 20. Organização das secções da reflexão centrada na prática

No primeiro momento da experiência de formação que correspondem aos dados recolhidos nas ST-3 referentes à reflexão de cada um dos professores sobre as suas práticas e sobre as práticas de outros professores do grupo, bem como a participação de cada um dos professores face às propostas das TI apresentadas pela investigadora; no segundo momento da

experiência de formação mostram-se os dados recolhidos nas ST-1 e ST-3 relativos à reflexão de cada um dos professores sobre as suas práticas e sobre as práticas de outros professores do grupo, bem como sobre as propostas das TI apresentadas pela investigadora e pelos próprios professores.

4.3.1. Reflexão sobre as práticas

Durante as sessões de reflexão centradas na prática, os professores refletiram sobre as experiências de condução das TI, em sala de aula. Neste processo, os professores ao refletir em grupo colaborativo sobre a condução das TI, em sala de aula, estão a progredir no desenvolvimento das suas aprendizagens sobre o ensino por investigação e a construir a sua forma pessoal de conhecer. No Quadro 27 evidenciam-se as aprendizagens de cada um dos professores sobre o ensino por investigação, em relação à reflexão sobre as práticas, em dois momentos distintos da experiência de formação.

Quadro 27

Aprendizagens Evidenciadas pelos Professores sobre a Reflexão das Prática, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Reflexão sobre as práticas	1.º Momento da	2.º Momento da	
	experiência de formação	experiência de formação	
Professores			
Expõe as suas próprias experiências em sala de aula	Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco	
Analisa as suas práticas	Ana, Rita	Ana, Rita	
Aceita propostas de melhoria	Aceita sem justificação	Vasco	
	Questiona	Solicita explicações	Ana
		Promove reflexão	Ana, Rita, Vasco
	Rejeita	Rita	Ana
Apresenta sugestões de melhoria	Ana, Rita	Ana, Rita, Vasco	

Primeiro momento da experiência de formação

Ana e Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, nas ST-3, várias vezes, de forma espontânea relataram as suas próprias experiências sobre a condução das TI, em sala de aula. Neste contexto, o excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da sétima ST-3, evidencia a descrição de Ana sobre a realização da TI-2M (Substâncias e misturas), em sala de aula:

A maioria dos meus alunos agrupa os materiais ilustrados no *engage* segundo a quantidade de componentes de cada um – água e açúcar, e água e azeite; água destilada e fio de cobre; granito e água de S. Martinho. Mas quando vão responder à questão 5 – atribuem um título a cada grupo – reformulam o critério usado, dado que a dois dos grupos de materiais atribuem o mesmo título – mistura. Sendo assim, agrupam os materiais em dois grupos: o grupo das misturas -água e azeite, água e açúcar, granito, e água de S. Martinho; e o grupo das substâncias – água destilada e fio de cobre. Alguns grupos ficaram por aqui, mas dois ou três grupos de alunos, verificaram a existência de outras características diferentes nos materiais a que atribuíram o título de misturas, e, assim, surge: água destilada e fio de cobre – substância; água e azeite, e granito – mistura heterogénea; e água e açúcar, e água de S. Martinho – mistura homogénea. Depois facilmente conseguiram justificar as razões que os levaram a agrupar de determinada forma, mas só o fizeram quando lhes pedi explicitamente (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Com esta mesma espontaneidade Rita ao refletir sobre a sua experiência ao realizar a TI-1M (Constituição do mundo material), em sala de aula, descreve:

No início, dois grupos começaram a agrupar objetos em vez de materiais. Um dos grupos quando necessitou de agrupar o martelo ficou baralhado. O martelo, geralmente, é de metal e de madeira ou então de plástico, onde o colocamos? De repente um aluno do grupo diz: estamos a fazer isto tudo mal! Estamos a agrupar objetos em vez de materiais! Este grupo de alunos reformulou o que tinham realizado e agrupou os materiais: metais; plástico; madeira. Outro grupo de alunos juntou a roupa que está vestida nos miúdos e na senhora e a manta de lã que a senhora está a tricotar no grupo dos manufaturados. Este grupo de alunos agrupou os materiais em naturais e em manufaturados. Outro grupo de alunos reuniu algo que não estava na imagem, ou seja: em vez de árvore escreveu resina, cola, papel, entre outros (5.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2014).

Por sua vez, Vasco só expôs as suas experiências de condução das TI, em sala de aula, quando foi solicitado pela investigadora e/ou pelos restantes professores do grupo e apenas descreveu superficialmente questões que os alunos lhe colocaram não relacionadas diretamente com a TI em causa, como seja, na TI-6M (Densidade) o porquê dos *icebergs* e o funcionamento do densímetro. Esta situação de reflexão não espontânea, evidenciada por Vasco revela pouca confiança por parte do professor, particularmente no que concerne ao modo como se conduzem as TI, em sala de aula. Acresce que, neste momento da experiência de formação, Vasco também apresentava dúvidas quanto ao facto de as TI surtirem efeitos positivos nos alunos o que lhe impedia de considerar novos problemas e de assumir novas ideias.

No que diz respeito à análise das suas próprias práticas, Ana e Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, a partir das suas experiências de condução das TI, em sala de aula, avaliaram o que pensaram e o que fizeram, através de um encadeamento ordenado

de ideias de maneira a compreenderem a sua prática. Ana, no excerto que se segue retirado da gravação-vídeo da nona ST-3 sobre a TI-3M (Concentração), evidencia o mencionado:

Todos os alunos consideraram o café servido à mãe da Rita como uma mistura homogénea constituída por água, café e açúcar. A maioria dos alunos chegou facilmente ao conceito de soluto, solvente e concentrado, mas em vez de diluído referem menos concentrado. Todos os alunos resolveram favoravelmente o problema da Rita, mas esqueceram-se do pouco doce, pois pouco doce não é não saber a açúcar. Tiveram algumas dificuldades em passar para o papel a planificação da atividade – elaboraram um “texto corrido” e as ações não estavam sequenciadas. Este assunto tem que ser trabalhado! No “vai mais além” os alunos tiveram dificuldades em perceber que a quantidade de xarope é o volume, e o três vezes ao dia. Eu tive necessidade de escrever no quadro a diferença entre o que são unidades de massa e de volume e de explicar o que se pretende quando se diz: três vezes ao dia (9.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

E Rita, no excerto que se segue retirado da gravação-vídeo da décima segunda ST-3 sobre a TI-6M (Densidade), refere:

Principalmente, nesta TI, a maior parte dos alunos teve dificuldades na organização dos passos (ações) quando lhes foi pedido para planificarem a atividade, bem como a sua formulação. Houve necessidade de levar os alunos a perceberem que a cada passo do procedimento experimental corresponde algo que se pretende procurar ou recolher em condições definidas e que este procedimento é sequencial. Alguns alunos também tiveram dificuldade em construir tabelas com as medições que realizaram, não estão habituados a fazê-lo! Contudo, dois grupos de alunos revelaram que não sabiam muito bem a diferença entre as medições que realizam e as que requerem cálculos, pois colocam tudo junto na tabela de medições. O tirar conclusões a partir dos dados que recolhem, todos os alunos conseguiram! (12.^a ST-3, registo vídeo, maio de 2014).

A análise das próprias práticas, evidenciadas nos excertos anteriores parecem ter contribuído para Ana e Rita consciencializarem-se das possíveis lacunas que ocorreram durante a realização das TI, em sala de aula, levando-as a encontrar formas de agir, no sentido da sua progressiva melhoria e desenvolvimento.

Quanto ao aceitar propostas de melhoria, Ana, Rita e Vasco tiveram oportunidade de refletir sobre estas, adotando algumas das medidas sugeridas. Ana, face à reflexão da condução das TI de outros professores, em sala de aula, questionou as práticas destes, solicitando explicações e promovendo a reflexão do assunto exposto pelo professor sobre o qual lhe levantou dúvidas. O excerto retirado da gravação-vídeo da décima primeira ST-3 referente à descrição da experiência de Rita ao realizar a TI-4M (Transformações físicas e químicas), em sala de aula, destaca Ana a solicitar explicação sobre a representação das transformações físicas que envolvem mudança de estado:

Ana – Tu escreveste equações químicas nas transformações físicas em que há mudança de estado?

Rita – Não, porque não há formação de novas substâncias, mas escrevi uma equação, como seja, $\text{H}_2\text{O} (\ell) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{g})$. Eu não devo é chamar equação química! (11.^a ST-3, registo vídeo, março de 2014).

Em relação ao questionar a sua própria prática e a de outros professores, no que concerne ao promover a reflexão, Rita e Vasco, tal como Ana, aceitam propostas de melhoria, como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da sétima ST-3, durante a reflexão da TI-2M (Substâncias e misturas) através de um dos diálogos entre Ana, Rita e Vasco:

Rita – Um dos materiais que os meus alunos incluíram no grupo das substâncias foi fio de ouro.

Ana – Os nossos fios de ouro não são apenas ouro [...] é uma mistura homogénea!

Vasco – Há é fios de ouro mais puros do que outros, mas puros é difícil! Mas aí vamos entrar no conceito de substância pura!

Rita – Os alunos, ainda não sabem os símbolos químicos! [...] Como é que representamos o ouro como substância!?

Vasco – Uma hipótese é uma barra de ouro e escreve-se por baixo ouro! [...] Os meus alunos também identificaram o sal da cozinha como substância!

Rita – Mas o sal da cozinha é cloreto de magnésio, cloreto de sódio, ...

Vasco – Mas como é que tu dizes aos alunos que o sal da cozinha, não é só sal!

Ana – Podemos ir pela constituição da água salgada, pois eles já deram essa matéria nas Ciências.

Rita – O sal surge quando a água evapora, é isso! Isso eles sabem! (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Vasco, ao questionar através da promoção da reflexão, os relatos das experiências de Ana e de Rita sobre a realização das TI, em sala de aula, referiu vários exemplos/situações que evidenciem a mesma situação em estudo, o que Ana mencionou: “tens que controlar o número de exemplos/situações que dás em aula porque senão os alunos perdem-se e não consegues concluir a TI, em sala de aula” (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014). Vasco perante o referido aceitou sem justificação e na realização da TI-4M (Transformações físicas e químicas) foi mais contido nos exemplos.

Por sua vez, Ana durante a descrição da sua experiência em realizar a TI-6M (Densidade) refere que alguns dos seus alunos na elaboração dos procedimentos escreveu determinar o peso da chumbada e que não relevou este erro científico, dado que no dia a dia usa-se com frequência este termo. Rita rejeita esta prática, pois, segundo ela, “qualquer momento é oportuno para se corrigir erros científicos e se os alunos estão a efetuar a medição da chumbada na balança, então estão a determinar a massa da chumbada e nunca o peso!” (11.^a ST-3, registo vídeo, de março de 2014).

No que respeita a apresentar sugestões de melhoria, Ana, durante a descrição da experiência de Rita em realizar a TI-3M (Concentração), referiu que: “em vez de água e açúcar poderia estar mencionado água açucarada ou água doce, pois, desta forma, os alunos, identificam os dois componentes – Mistura – e que não os conseguem distinguir macroscopicamente – homogénea” (7.^a ST-3, registo vídeo, fevereiro de 2014). Por sua vez, Ana durante a descrição da sua experiência em realizar a TI-6M (Densidade) mencionou que os seus alunos não sabem o nome do material de laboratório o que lhes dificultou a elaboração da planificação da atividade, o que levou Rita a sugerir-lhe a “elaboração de um pequeno folheto com o desenho e respetivo nome de materiais de laboratório mais usado, bem como algumas regras básicas de segurança que agrafam no seu caderno diário” (11.^a ST-3, registo vídeo, março de 2014). Desta forma, Ana e Rita tomaram consciência das alternativas que possuem, tendo a possibilidade de poder escolher, de entre as diferentes abordagens, a que mais se adequa à estruturação da realidade da sua prática.

Em suma, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, Ana e Rita ao descreverem as suas próprias experiências de condução das TI, em sala de aula, em grupo, permitiu-lhes refletir sobre os seus conhecimentos teóricos e estratégicos. Acresce-se que Ana e Rita, também, refletiram sobre a descrição das experiências dos outros professores, sendo esta sustentada no questionar a partir da promoção da reflexão em grupo colaborativo por forma a compreenderem as práticas e as consequências que delas advêm. Ana, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, também evidenciou, uma reflexão sustentada no questionar a partir da solicitação de explicações. Quanto ao Vasco, a reflexão sobre a sua própria prática foi encorajada por Ana e Rita em grupo colaborativo, sendo esta, essencialmente, sustentada na promoção da reflexão em grupo colaborativo, de maneira a compreender a prática fundamentada em conhecimentos teóricos face aos assuntos em estudo.

Segundo momento da experiência de formação

Durante o segundo momento da experiência de formação, Ana e Rita continuaram a expor espontaneamente as suas próprias experiências sobre a condução das TI, em sala de aula. Quanto a Vasco, contrariamente ao sucedido no primeiro momento da experiência de formação, encorajado por Ana e Rita parece ter ganhado confiança e ao sentir-se como pertença do grupo começou a expor, naturalmente, as suas próprias experiências sobre a condução das TI, em sala de aula. O excerto retirado da gravação-vídeo da 19.^a ST-3, durante a exposição de Vasco sobre

a sua experiência ao realizar a TI-3R (Escrita de equações químicas), em sala de aula, evidencia o referido:

Os meus alunos não identificaram as três partes essenciais do vídeo. Eu tive que passar três vezes o vídeo para eles identificarem as partes essenciais do vídeo. A maioria dos alunos no primeiro visionamento apenas identificou a Lei das massas, A partilha do resumo à turma foi repetitiva, superficial e confusa. Após a partilha à turma passei novamente o vídeo e os alunos em grupo completaram o seu resumo. A planificação da atividade foi com “bolinhas de plasticina” e os alunos conseguiram, mas tiveram dificuldade em fazer a legenda! Os alunos desta forma perceberam o termo rearranjos de átomos que ocorrem numa equação química. A construção da tabela para resumir a informação que permite verificar a Lei das massas levou os alunos a perceberem a diferença entre reagentes e produtos da reação, entre átomos e moléculas e que o número do mesmo átomo mantém-se numa equação química. Os alunos demoraram muito tempo a elaborar o resumo do vídeo e a construir a tabela e, por conseguinte, não terminaram a TI em aula, ficando o “vai mais além” como trabalho para casa (19.^a ST-3, registo vídeo, novembro de 2015).

Nas ST-3 também foram criadas situações para os professores analisarem as suas próprias aulas de realização das TI. Na 17.^a ST-3, sobre a realização da TI-2R (Escrita de fórmulas químicas iónicas), Rita refere:

Todos os alunos iniciaram a planificação da atividade com base no “modelo das bolinhas”. Uma bolinha para o ião Ca^{2+} e outra bolinha para o Cl^- então necessitam de outra bolinha de Cl^- . Os alunos estão a seguir este caminho! Só depois é que apresentei o *puzzle* de iões e os alunos, inicialmente, ficaram baralhados. Necessitaram de algum tempo para perceberem o encaixe do *puzzle* dos iões, ou seja, a apoderarem-se deste novo modelo. Eu daria logo aos alunos o *puzzle* de iões para os alunos planificarem, pois rentabilizava mais o tempo de realização da TI e aprofundava as potencialidades e as limitações do modelo do *puzzle* de iões para a escrita de fórmulas iónicas das substâncias iónicas, na discussão com a turma (17.^a ST-3, registo vídeo, outubro de 2014).

Neste contexto Ana, na 16.^a ST-3 sobre a realização da TI-1R (Átomos e moléculas), disse:

A maioria dos alunos constrói a tabela para resumir a informação sobre o oxigénio, nitrogénio, dióxido de carbono, água e ozono: modelo, representação simbólica, composição quantitativa e composição qualitativa. Na coluna composição quantitativa e composição qualitativa escrevem exatamente o mesmo pois eles têm dificuldade em distinguir quantitativo de qualitativo! Eu em vez de desenhar uma coluna para a composição quantitativa e outra para a composição qualitativa desenhava apenas uma coluna e colocava como título: constituição da molécula, pois este é que é o objetivo desta TI! (16.^a ST-3, registo vídeo, outubro de 2014).

Em relação a Vasco, a não realização da análise das suas práticas parece revelar pouca consciência das falhas e lacunas ocorridas durante a realização das TI, em sala de aula, levando-o a ter dificuldades em alterar as suas práticas.

Quanto ao aceitar propostas de melhoria, Ana, Rita e Vasco promovem a reflexão sobre a sua prática e a dos outros professores, desenvolvendo desta forma as aprendizagens adquiridas no primeiro momento da experiência de formação sobre o ensino por investigação. O excerto retirado da gravação-vídeo da 19.^a ST-3, durante a descrição da experiência de Ana ao realizar a TI-3R (Escrita de equações químicas), em sala de aula, evidencia a sua própria reflexão e a de Vasco sobre o conceito de equação química:

Ana – Uma das minhas alunas estrangeiras ao escrever por palavras suas o conceito de equação química refere: numa equação química os átomos criam-se. Cria-se algo novo!

Vasco – Criar! Não se criam átomos!

Ana – Usou criar átomos em vez de transformar! Para a aluna fazia-se um átomo novo. Não compreendia o significado da palavra transformar.

Vasco – Para a aluna criar átomos eram ser novos, não era um rearranjo. O significado químico das palavras tem que ser trabalhado, principalmente, com os alunos estrangeiros (19.^a ST-3, registo vídeo, novembro de 2014).

Nesta mesma perspetiva, o excerto retirado da gravação-vídeo da 21.^a ST-3 durante a descrição de Rita sobre a sua experiência ao realizar a TI-5R (Reação química ácido-base), em sala de aula, evidencia a sua reflexão e a de Ana e de Vasco sobre como resolver o problema da azia:

Rita – Os meus alunos começaram logo a planificar a atividade com pastas de dentes! O pai tinha excesso de ácido no estômago, logo tinha de comer qualquer coisa básica e a pasta de dente é básica!

Ana – Não leram com atenção a questão 2, pois refere que é com leite de magnésia! Não é viável comer muita pasta de dentes! Para isso comiam banana!

Vasco – Tem que ser algo que neutralize! O ingerir água, por exemplo, não neutraliza, apenas dilui!

Ana – Não está completamente errado! Não neutraliza, dilui, mas no fundo torna-se menos ácido e fica com menos azia enquanto a esposa não chega com o medicamento (21.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2015).

Por sua vez, o excerto retirado da gravação-vídeo da 22.^a ST-3 reforça a reflexão de Ana e Vasco em relação à reflexão de Rita sobre a sua experiência ao realizar a TI-6R (Reação química de precipitação), em sala de aula:

Ana – Então! Os teus alunos [Rita] entenderam pouco solúvel como algo que demora tempo a dissolver, mas acaba por se dissolver!

Rita – Para os meus alunos, um sal pouco solúvel não é um precipitado, pois passado algum tempo deixa de ser sólido.

Vasco – Para os alunos, o solúvel e o pouco solúvel tem apenas a ver com uma questão de tempo, pois ambos se dissolvem, não há formação de sólido, ou seja, de precipitado!

Ana – Os termos químicos! A linguagem química tem que ser explicada ao pormenor aos nossos alunos! (22.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2015).

Quanto ao questionar a reflexão sobre a descrição das experiências dos outros professores, também foi evidenciado por Ana, ao solicitar explicações sobre o “vai mais além” da TI-4R (Reação química de combustão), durante a descrição de Vasco sobre a sua experiência de realização desta TI, em sala de aula, como se pode verificar no diálogo abaixo, entre ambos:

Ana – O que é que tu queres que os alunos digam no “vai mais além”?

Vasco – Como é que se faz para impedir a corrosão da chave de fendas, por exemplo? [...] pintas, envernizas, colocas em óleo ...

Ana – E, no caso da explosão e da respiração celular? No incêndio é fácil!

Vasco – No caso da explosão colocas dinamite no meio! O que estás a fazer é retirar o oxigénio! No caso da respiração celular, como seja, por exemplo, fungos nas paredes da nossa casa, pinta-se com tinta de óleo, pois esta forma uma película de plástico que não deixa respirar os fungos e estes morrem, desaparece o bolor da parede! (20.^a ST-3, registo vídeo, dezembro de 2014).

Acresce que Ana, durante a reflexão de Rita sobre a sua experiência, ao realizar a TI-5R (Reação química ácido-base), em sala de aula, no que respeita à abordagem das curvas de titulação, rejeita essa prática, como se evidencia no excerto retirado da gravação-vídeo da 21.^a ST-3:

Rita – Quando os alunos apresentaram as conclusões à turma de forma a resolver o problema da azia, eu levei-os a traçarem a curva de titulação da atividade laboratorial realizada pois desta forma os alunos apercebem-se que o pH aumenta logo torna-se menos ácido e não apenas que deixa de ser ácido quando a tintura azul de tornesol muda de cor.

Ana – Eu não vou abordar as curvas de titulação com os meus alunos, pois julgo que para o 8.º ano de escolaridade é muito ambicioso. Mas como é óbvio referi e vou reforçar nas próximas aulas que à medida que se junta hidróxido de magnésio ao ácido clorídrico o pH aumenta, pois a solução torna-se menos ácida! (21.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2015).

Em relação à apresentação de sugestões de melhoria, Ana, Rita e Vasco evidenciaram aprendizagens, como é elucidativo no diálogo entre Ana e Rita retirado da gravação-vídeo da 16.^a ST-3 durante a reflexão de Ana sobre a sua experiência ao realizar a TI-1R (Átomos e moléculas), em sala de aula:

Ana – Os meus alunos fizeram bolinhas todas da mesma cor e juntavam-nas!

Rita – No caso do dihidrogénio referi que podia arrancar dois cabelos da aluna 21 e juntava-os, logo tinha uma molécula a que chamei dihidrogénio [...] mas se quiser fazer o dióxigénio já não posso tirar dois cabelos da aluna 21! tiro dois cabelos da aluna 6, por exemplo! Então a cor do cabelo da aluna 21 é preto e da

aluna 6 é loiro, então as bolinhas de plasticina não podem ser todas da mesma cor! Na legenda deve-se escrever 1 átomo de enxofre; um átomo de oxigénio e não apenas enxofre ou oxigénio! (16.^a ST-3, registo vídeo, outubro de 2014).

Nesta perspetiva, o diálogo entre Ana e Vasco retirado da gravação-vídeo da 22.^a ST-3 durante a reflexão de Rita sobre a sua experiência ao realizar a TI-6R (Reação química de precipitação), em sala de aula, reforça o mencionada atrás:

Ana – Para a próxima vez, antes de se realizar esta TI, em sala de aula, temos que levar os alunos a entender o conceito de sal solúvel e de sal pouco solúvel (insolúvel)!

Vasco – Não é só dizer! Tem que se mostrar sais para os alunos verem que podem ser de várias cores e que o sal da cozinha é um dos sais que existe! Fazer uma atividade com sais solúveis e insolúveis para eles verem o aspeto.

Ana – Nos sais pouco solúveis ou insolúveis ficam resíduos no fundo não se dissolve que não é mais do que o precipitado! (22.^a ST-3, registo vídeo, janeiro de 2015).

Em síntese, os resultados da reflexão sobre a sua própria prática e a de outros professores evidenciados por Ana, Rita e Vasco, demonstram ter ajudado cada um dos professores, em momentos diferentes da experiência de formação, a desenvolver-se e a construir as suas próprias aprendizagens sobre o ensino por investigação. Ana e Rita ao descreverem e analisarem as suas próprias experiências de condução das TI, em sala de aula, avaliaram o que pensaram e o que fizeram, confrontando as suas ideias e hábitos, de maneira a compreender a sua prática fundamentada em conhecimentos teóricos sobre o assunto em causa.

Em relação à reflexão sobre as experiências dos outros professores do grupo durante a realização das TI, em sala de aula, esta foi, essencialmente, suportada por Ana, Rita e Vasco na promoção da reflexão e na apresentação de sugestões de melhoria. Desta forma, refletiram sobre o que aconteceu, o que se observou, qual o significado atribuído e que outros significados se podem atribuir ao que aconteceu. Ana, ao longo da experiência de formação, também, sustenta a sua reflexão sobre a reflexão de Rita e de Vasco ao solicitar explicações, preferencialmente, sobre determinados subdomínios temáticos a abordar nas TI, contribuindo desta forma para a tomada de decisões, a compreensão e a troca de conhecimentos e de experiências.

Acresce que Ana e Rita, em momentos distintos da experiência de formação, rejeitaram o modo como se abordou determinados subdomínios temáticos. Este processo envolveu um equacionar e reequacionar de uma dada situação associada a um subdomínio temático específico. Num primeiro momento houve o reconhecimento de um problema e a identificação do contexto em que surgiu e, num segundo momento, a reflexão sobre as teorias que lhe estão inerentes, por forma a rejeitar uma nova maneira de ver a abordagem destes subdomínios temáticos.

Em seguida, descreve-se as aprendizagens desenvolvidas pelos professores relativamente à reflexão das ideias da investigadora, nos dois momentos distintos da experiência de formação.

4.3.2. Reflexão sobre as propostas da investigadora

Durante as sessões de reflexão centradas na prática, as situações criadas entre Ana, Rita, Vasco e a investigadora, a partir das propostas de TI apresentadas pela investigadora, possibilitou o confronto de ideias, influenciando as aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação (Quadro 4.10).

Quadro 28

Aprendizagens Evidenciadas pelos Professores sobre o Ensino por Investigação em Relação às Propostas Apresentadas pela Investigadora, nos Primeiro e Segundo Momentos da Experiência de Formação.

Reflexão sobre as propostas da investigadora	1.º Momento da experiência de formação	2.º Momento da experiência de formação
	Professores	
Aceita sem justificação		
Questiona	Solicita explicações	Ana
	Promove reflexão	Ana, Rita, Vasco
Apresenta sugestões de melhoria	Ana, Rita	Ana, Rita
Rejeita	Ana, Vasco	

Primeiro momento da experiência de formação

Durante a reflexão das quatro primeiras TI propostas pela investigadora, Ana e Vasco, no início da discussão sobre a construção das diferentes TI, sugeriram alteração, essencialmente, no que respeita ao grau de abertura dos seus itens, pois mostraram algum receio na realização das TI por parte dos seus alunos com questões abertas. Neste contexto, Ana e Vasco, também rejeitaram a proposta de *engage* (motivar) da TI-3M (Concentração) apresentada pela investigadora, como se evidencia no excerto retirado da gravação-vídeo da sexta ST-1:

Inv – A minha proposta de *engage* consiste num texto pequeno que relata a situação de uma menina que quer fazer uma surpresa à mãe no dia do seu

aniversário. A surpresa consiste na preparação de um lanche, em que se inclui a toma de chá, para a mãe e para duas amigas da mãe. [...] A mãe gosta de chá muito doce e as amigas sem açúcar, mas a menina colocou açúcar em todas as chávenas de chá!

Vasco – Mas se está doce não tens maneira de fazer, o mais que pode acontecer é ficar diluído! Pode é ficar menos doce, mas tem açúcar! Outra hipótese é chá muito forte ou muito fraco

Ana – Mas o termo forte e fraco é mais usado no dia a dia no café! Através da cor do café também podemos ver se está mais ou menos diluído!

Vasco – Os chás tradicionais pela cor é difícil! Pode ser café em vez de chá!

Ana – Acho uma boa sugestão (6.^a ST-1, registo vídeo, janeiro de 2014).

Acresce que Ana, Rita e Vasco perante a proposta da investigadora da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição) questionaram o *engage* (motivar), promovendo desta forma a reflexão sobre a proposta apresentada, bem como a rejeição deste, como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da nona ST-1:

Inv – A minha proposta de *engage* consiste num texto pequeno que relata uma manhã de temperaturas negativas, na Serra da Estrela, cujos motores dos carros não trabalham. Colocação de anticongelantes nos radiadores dos carros para estes começarem a funcionar!

Ana – Na questão relativa à planificação da atividade coloca-se um pouco de gelo num copo e verte-se por cima anticongelante e derrete!? O gelo para derreter é porque vai atingir uma temperatura próxima de 0 °C

Vasco – Não sei se derrete logo! O efeito do anticongelante é baixar o ponto de fusão do gelo, mas baixa a temperatura de modo a que o gelo derreta!?

Rita – Eu não sei qual a constituição do anticongelante! O anticongelante terá o mesmo efeito que o sal quando se coloca na estrada com neve/gelo!

Ana – É comum, nos dias de temperaturas negativas a Câmara de Seia colocar sal na estrada! Nós vimos na televisão! Este procedimento, a maioria dos nossos alunos conhece, nem que seja no peixe congelado, mas o do anticongelante não sei! Se os alunos me perguntarem a constituição do sal eu sei dizer, mas do anticongelante não sei!

Rita – E será que dá logo para se ver? Nós não temos aqui para experimentar, é um risco! (9.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

Ainda, em relação à proposta da investigadora da TI-5M (Pontos de fusão e de ebulição) questionaram o “vai mais além” promovendo desta forma a reflexão sobre a proposta apresentada, mostrando sugestões de melhoria, como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da nona ST-1:

Inv – A minha proposta de “vai mais além” evidencia dois gráficos de temperatura em função do tempo de aquecimento, durante a confeção do arroz cozido. Um gráfico corresponde à introdução no tacho de todos os ingredientes – arroz, água e sal – no início da confeção do arroz cozido; e o outro ao arroz cozido, quando se coloca o arroz e o sal após a água estar a ferver.

Ana – Mas a água da torneira já é uma mistura e tu não vais fazer arroz com água destilada!

- Rita – Nas duas situações tens impurezas, mas ambas as situações correspondem ao mesmo gráfico – misturas.
- Ana – Só se tu colocares os dois gráficos e solicitares aos alunos que indiquem o gráfico que traduza a confeção do arroz.
- Rita – Ou simulas uma situação prática em que tens dois frascos, cujos rótulos estão ilegíveis, mas sabes que um dos frascos contém água destilada e o outro frasco água salgada. Para identificar o conteúdo de cada um dos frascos procede-se ao aquecimento de cada uma das amostras até à passagem completa ao estado gasoso, traçando os gráficos de temperatura em função do tempo. De seguida, solicita-se que os alunos identifiquem o gráfico correspondente a cada uma das amostras de água (9.^a ST-1, registo vídeo, fevereiro de 2014).

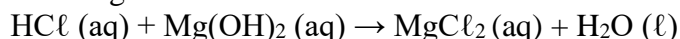
Em suma, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, Ana, Rita e Vasco ao refletirem sobre as ideias da investigadora revelaram ter tido oportunidade para se envolverem teoricamente nos conteúdos que ensinam, bem como na perspetiva teórica subjacente à construção das TI, baseadas no modelo dos cinco E. Ana e Rita, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, promoveram a reflexão e apresentaram sugestões de melhoria face às propostas de TI apresentadas pela investigadora. Acresce que Ana, no início da experiência de formação, rejeitou propostas de TI sugeridas pela investigadora, mas à medida que se torna mais confiante, apresenta sugestões de melhoria face ao apresentado pela investigadora. Por sua vez, Vasco, tal como Ana, no início da experiência de formação rejeitou propostas de TI sugeridas pela investigadora, por se sentir desconfortável neste tipo de ensino, mas à medida que se torna mais confiante, questiona as propostas de TI apresentadas pela investigadora ao promover a reflexão sobre o modelo dos cinco E, subjacente na conceção das TI.

Segundo momento da experiência de formação

Ana e Vasco perante a proposta da investigadora relativamente às questões 4 e 5 da TI-5R (Reação química ácido-base) questionaram a escrita da equação química e a designação de sal ao cloreto de magnésio ao promover a reflexão sobre a proposta apresentada, como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da 19.^a ST-1:

- Ana – Os alunos só sabem os reagentes: ácido clorídrico e hidróxido de magnésio. É difícil saber o que se forma! É difícil escrever a equação química! Se fosse escrever a equação química através da equação de palavras, aí, sim, os alunos já conseguiam!
- Vasco – Então vamos lá! Ácido clorídrico, H^+ e Cl^- ; hidróxido de magnésio, OH^- , Mg^{2+} . Os iões positivos reagem com os iões negativos do outro reagente e vice-versa.

Ana – O ião magnésio vai reagir com o ião cloreto; e o ião hidróxido vai reagir com o ião hidrogénio. Vai ficar:



Vasco – Ao escrever MgCl_2 os alunos revêm as regras da escrita de fórmulas iónicas e depois acertam-na.

Ana – Dessa forma pode ser! Os alunos não sabem que o MgCl_2 é um sal?

Inv – Pois não! Tu, na partilha, dás essa informação ou dizes aos alunos para consultarem o livro e solicitas que um dos grupos escreva no quadro a equação geral da reação química ácido base e outro grupo que atribua a cada um dos reagentes e ao cloreto de magnésio o caráter químico – ácido, base, sal (19.^a ST-1, registo vídeo, novembro de 2014).

Neste contexto, acresce que Ana e Rita refletiram sobre a proposta da investigadora no que concerne à planificação da atividade da TI-2M (Iões), como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da 16.^a ST-1:

Inv – Os alunos devem planificar a atividade à maneira deles! Se não conseguirem aí, sim, disponibilizamos o nosso puzzle de iões! As peças do puzzle devem evidenciar, se possível, o conceito de ganhar e perder eletrões [...]

Ana – Pode-se associar o ganhar e perder eletrões às reentrâncias?

Rita – Puzzle com cavidade perdeu eletrões; com reentrância saída ganhou eletrões!

Ana – É ao contrário daquilo que eu fiz! Mas concordo! Eu escrevi em cada peça o símbolo do ião.

Rita – O símbolo ajuda-os a escrever a fórmula iónica, mas eles têm é dificuldades em escrever o nome.

Ana – Escreve-se o nome do ião também! Assim apercebem-se que o nome lê-se ao “contrário”(16.^a ST-1, registo vídeo, outubro de 2014).

Ainda em relação ao questionar, Ana perante a proposta de *engage* (motivar) da investigadora da TI-1R (Átomos e moléculas) solicitou explicações, como se evidencia no excerto que se segue, retirado da gravação-vídeo da 15.^a ST-1:

Inv – No diálogo entre Rita e o Pedro, a minha proposta de *engage* refere: Sabias que os átomos se podem ligar quimicamente entre si? E designam-se moléculas!

Ana – Juntar ou ligar?

Rita – Ligar!

Vasco – Qual é a diferença entre juntar e ligar? Se estão apenas unidos juntam-se, mas se partilham algo entre eles, ligam-se!

Rita – Numa molécula existem átomos ligados entre si! Porque para se “desligarem” tem que haver uma quebra. Juntar pode ser só estar próximos, não há uma ligação! (15.^a ST-1, registo vídeo, setembro de 2014).

Ana e Rita, ao longo do segundo momento da experiência de formação, ao construírem as suas propostas das TI, apresentaram sugestões de melhoria relativamente às propostas

apresentadas pela investigadora durante o primeiro momento da experiência de formação, como se evidencia nos excertos que se seguem:

Rita nas propostas apresentadas das TI-3R (Escrita de equações químicas) e TI-6R (Reação química de precipitação) ao grupo de trabalho, a partilha do resumo com a turma consta no início das TI e não no fim, como tinha vindo a ser prática. A partilha é um dos aspetos fundamentais para os alunos pois eles como cidadãos ativos necessitam de saber partilhar as suas ideias (Notas de campo, 17.^a ST-1, outubro de 2014; 20.^a ST-1, dezembro de 2014).

Ana, na proposta apresentada da TI-2R (Iões) sugere um puzzle. Das catorze TI realizadas durante a experiência de formação, esta é a única que refere um jogo. Para Ana os alunos têm que gostar do que estão a realizar e praticamente todos os alunos constroem *puzzle* e gostam! (16.^a ST-1, notas de campo, outubro de 2014)

Concluindo, os resultados da reflexão de Ana, Rita e Vasco sobre as ideias da investigadora, demonstram ter ajudado cada um dos professores a desenvolver-se e a construir as suas próprias aprendizagens sobre o ensino por investigação. Ana e Rita, ao longo da experiência de formação, promovem a reflexão e apresentam sugestões de melhoria face às ideias da investigadora, em relação à construção das TI. Desta forma, envolvem-se teoricamente nos conteúdos que ensinam, bem como na perspetiva teórica subjacente à construção das TI, baseadas no modelo dos cinco E. Por sua vez, Vasco, ao longo da experiência de formação, sente-se cada vez mais confiante, envolvendo-se cada vez mais na promoção da reflexão sobre as propostas apresentadas pela investigadora no que respeita à perspetiva teórica subjacente à construção das TI, baseadas no modelo dos cinco E.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Este último capítulo pretende discutir a relevância dos resultados referentes às questões que orientaram o estudo, fazendo-se emergir as conclusões deste trabalho. Por fim, na última parte, elabora-se uma síntese final sobre o estudo desenvolvido, na qual se apontam algumas limitações e sugestões para futuras investigações.

5.1. Discussão dos resultados

Conscientes da importância que o trabalho colaborativo e a reflexão sobre a prática têm no desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química acerca do ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”, formulou-se o seguinte problema de investigação: Como é que uma experiência de formação, orientada para o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática, promove o desenvolvimento profissional de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”? Mais concretamente pretendeu-se dar resposta às seguintes questões de investigação: (i) que aprendizagens realizam os professores de Física e Química sobre o ensino por investigação, durante a experiência de formação, nos temas “Materiais” e “Reações Químicas”?, (ii) de que forma o trabalho colaborativo, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química?, e (iii) de que forma a reflexão centrada na prática, durante a experiência de formação, contribui para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química?

Os professores participantes no estudo, ao longo da experiência de formação, desenvolveram gradual e progressivamente aprendizagens sobre o ensino de investigação, quer no tema “Materiais”, quer no tema “Reações Químicas”, no que respeita à conceção e condução

das TI, em sala de aula. No entanto, verificou-se, de um modo geral, que Rita evidencia ter superado as dificuldades com as quais foi confrontada na conceção e na condução das TI, em sala de aula, mais rapidamente do que Ana, e esta mais do que Vasco.

Quanto às aprendizagens realizadas pelos professores, durante a elaboração das TI, todos eles desenvolveram aprendizagens, em relação à elaboração de questões sobre as diferentes fases do modelo dos cinco E, contextos e aplicações a englobar nas TI, bem como sobre o grau de abertura das TI. Em relação ao modelo dos cinco E, Rita revelou ter aprendido a elaborar questões sobre as cinco fases – *engage* (motivar), *explore* (explorar), *explain* (explicar), *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar), sendo que para ela as fases *engage* (motivar) e *explain* (explicar) são as mais difíceis de serem contempladas. Enquanto que Ana e Vasco desenvolveram aprendizagens em relação à elaboração de questões sobre quatro das fases do modelo dos cinco E, *explore* (explorar), *explain* (explicar), *extend* (desenvolver) e *evaluate* (avaliar), mas mostraram dificuldades em contemplar a fase *engage* (motivar) deste modelo. Nos trabalhos realizados por Brown e Abell (2007), Ceylan e Geban (2009) e Kaynar, Tekkaya e Cakiroglu (2009), à semelhança do presente estudo, estes também destacam a importância do uso do modelo dos cinco E para a condução de TI, uma vez que permite aos alunos uma compreensão mais aprofundada dos conceitos, bem como o desenvolvimento do seu raciocínio, das suas capacidade de comunicação e das suas atitudes.

Ademais, Ana, Rita e Vasco, ao longo da experiência de formação, desenvolveram aprendizagens em relação aos contextos e às aplicações a associar às TI, de forma a levar os alunos a aprender conceitos reais e abstratos. Estas aprendizagens vão ao encontro de resultados de outros estudos (e.g., Chng, Yew & Schmidt, 2011; Chulkov & Nizovtsev, 2015; Čtrnáctová et al., 2012; Ungaretti et al., 2015) que apontam que o ensino por investigação envolve processos de exploração dos materiais e do mundo material ao permitir criar modelos ou teorias que levem os alunos a aprender conceitos reais e abstratos.

Quanto ao grau de abertura das TI, Ana e Vasco aprenderam a construir TI com um grau de abertura que permite aos alunos definir os procedimentos para chegarem a uma conclusão/solução. Enquanto Rita aprendeu a construir TI em que se referencia uma situação e os alunos definem a questão, escolhem os materiais e elaboram os procedimentos para chegarem a uma resposta/solução, ao longo da experiência de formação, Ana e Vasco mostraram alguma dificuldade em relação à elaboração de TI com elevado grau de abertura, apesar de valorizarem TI abertas. No estudo efetuado por Baptista e Freire (2011), os professores também mostraram dificuldades e desconforto em relação à elaboração de TI com elevado grau de abertura.

No que respeita às aprendizagens realizadas pelos professores, durante a condução das TI em sala de aula, Ana, Rita e Vasco sentiram dificuldades em adotarem o novo papel de professor no decorrer da realização das TI, em sala de aula, sendo o desenvolvimento das aprendizagens, ao nível do papel do professor e da retroação aos alunos, mostrados por cada um dos professores em momentos diferentes da experiência de formação. Ana e Rita mostraram aprendizagens no seu papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos, especialmente a meio do primeiro momento da experiência de formação, através do questionamento dos alunos sobre as suas dúvidas e com recurso a “pistas”. Vasco, no entanto, só revela ter desenvolvido aprendizagens relativas à adoção do papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos com recurso a “pistas” no final do segundo momento da experiência de formação. Os dados relativos ao papel do professor e à retroação aos alunos estão em sintonia com os alcançados por Baptista e Freire, (2011), Bramwell-Rejskind, Halliday e McBride (2008), Harrison (2015); Kaminska-Ostep (2014), Llewellyn (2005), Schmid e Bogner (2017) e Vieira et al. (2014).

Quanto à gestão e organização de sala de aula, Ana, Rita e Vasco mostraram ter desenvolvido aprendizagens, nomeadamente, na organização do trabalho dos alunos em grupo, na gestão do tempo e na gestão dos comportamentos disruptivos. Ana e Rita, em relação à organização do trabalho dos alunos em grupo, mostraram ter desenvolvido aprendizagens ao nível da composição e funções a atribuir a cada um dos alunos em grupo de trabalho, enquanto que Vasco apenas mostrou ter desenvolvido aprendizagens ao nível das funções a atribuir a cada um dos alunos do grupo. Estes resultados são corroborados por outros estudos, como o desenvolvido por Van Uum et al. (2016). Os autores defendem que o professor deve estimular o desenvolvimento do trabalho dos alunos ao planificá-lo, de modo a que existem momentos definidos com o respetivo grau de importância, onde aluno e professor adotam os respetivos papéis. Ana e Rita também mostraram ter desenvolvido aprendizagens relacionadas com a duração da TI ao estipular tempo para a elaboração de cada questão ou grupo de questões das TI, bem como pedir aos grupos que se encontravam mais atrasados uma maior celeridade na realização das TI; já Vasco não desenvolveu aprendizagens a este nível, pois a maior parte dos grupos trabalhou a um ritmo lento, não concluindo as TI em sala de aula. Em sintonia com estudos realizados por Baptista e Freire (2009) e Baptista et al. (2013), durante a realização das TI em sala de aula, os professores para colmatar as dificuldades sentidas na gestão do ritmo de trabalho dos grupos decidiram solicitar uma maior celeridade na realização das atividades. Neste âmbito, é, também, de destacar que os estudos realizados por Abell e McDonald (2006), à semelhança de Vasco neste estudo, os professores não revelaram aprendizagens significativas

na gestão do tempo na realização das TI, em sala de aula. Ainda em relação à gestão e organização de sala de aula, Vasco foi o único professor participante que teve necessidade de desenvolver aprendizagens associadas à gestão de comportamentos disruptivos. Vasco revela ter aprendido a tomar decisões mais assertivas, bem como levar os alunos a falar sobre a razão de tal comportamento.

Falar de aprendizagens desenvolvidas pelos professores, durante a experiência de formação, implicou, também, fazer referência às vertentes da experiência de formação que contribuíram para o desenvolvimento profissional dos professores de Física e Química. Os resultados deste estudo permitem concluir que as interações que ocorreram entre Ana, Rita e Vasco, em grupo colaborativo, durante as sessões de trabalho, de planificação do processo de ensino aprendizagem, de preparação de aulas e de reflexão sobre os dados recolhidos durante a prática de sala de aula, bem como as situações criadas entre eles durante a previsão das dificuldades e das respostas dos alunos às TI, influenciaram o desenvolvimento das suas aprendizagens sobre o ensino por investigação.

Nas sessões de trabalho colaborativo, durante a construção das TI e o planeamento das aulas, as interações entre os professores baseadas na apresentação de propostas, no questionar as propostas apresentadas, no propor novas ideias e na tomada de decisões mostraram ter contribuído para os professores confrontarem ideias, tomarem decisões, construírem novas compreensões, partilharem conhecimentos e experiências, levando-os a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. As interações valorizadas em grupo colaborativo estão em sintonia com estudos levados a cabo por Raposo e Maciel (2005). De facto, para que os professores se desenvolvam profissionalmente, é preciso que as interações entre eles ocorram através de questionamento, negociações e exemplificações, de modo a que expressem o que sentem sobre o assunto em estudo. Acresce que, Ana e Rita, ao longo da experiência de formação, nas sessões de trabalho colaborativo, sustentaram, preferencialmente, as suas interações mais no enriquecimento e no desenvolvimento, em detrimento das lacunas, do que o Vasco, levando-as a uma participação mais ativa em grupo e, por conseguinte, a uma aprendizagem mais consistente sobre o ensino por investigação. Na investigação realizada por Lima e Fialho (2015), à semelhança do presente estudo, Ana e Rita, ao interagirem em grupo a um nível mais aprofundado, aprenderam novas estratégias de trabalho e adotaram novas perspetivas que as ajudam a desenvolver aprendizagens sobre um dado conteúdo.

Os resultados deste estudo permitem, também, afirmar que as situações de confiança mútua, de encorajamento, de vontade de inovar e fazer melhor, e de interajuda entre os

professores, durante a previsão das dificuldades dos alunos contribuíram para desenvolverem as suas aprendizagens sobre o ensino por investigação.

As relações de confiança mútua e de interajuda construídas por Ana, Rita e Vasco nas sessões de trabalho colaborativo, ao prever as dificuldades dos alunos, levaram-os a modificar as suas rotinas, a resolver dilemas e a correr riscos, em momentos distintos da experiência de formação. Porém, ao longo do primeiro momento da experiência de formação, Vasco revelou insegurança o que o levou, neste momento da experiência de formação, a resistir à mudança das suas rotinas. Estes resultados estão em sintonia com os alcançados por Baptista e Freire (2011), DeLuca, Bolden e Chan (2017). Estes investigadores defendem que um dos fatores potenciadores do trabalho colaborativo é o estabelecer relações de confiança e de interajuda entre colegas. É também de referir que, neste estudo, a relação de confiança mútua e o desejo de inovar e de fazer melhor revelados por Ana e Rita, durante a previsão das dificuldades dos alunos, estão em sintonia com os resultados alcançados por Saraiva e Ponte (2003). Quanto às situações de encorajamento geradas por Ana e Rita, durante a previsão das dificuldades dos alunos, permitiu-lhes a criação de um sentimento de autoconfiança e de confiança mútua, e a partilha de receios que facilitaram o desenvolvimento profissional de cada uma das professoras em causa.

Para além do referido, as situações de apoio mútuo, respeito pelo outro e de encorajamento criadas por Ana, Rita e Vasco, em grupo colaborativo, durante a previsão das respostas dos alunos às TI, também contribuíram para o desenvolvimento das suas aprendizagens. Os resultados deste estudo revelam que, ao longo de toda a experiência de formação, as condições de apoio mútuo e de respeito pelo outro entre Ana, Rita e Vasco, criadas pelos próprios professores nas sessões de trabalho colaborativo, ao prever as respostas dos alunos às TI, levaram-os a modificar as suas rotinas e a adotarem o papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos. Estes resultados estão de acordo com estudos realizado anteriormente por Forte & Flores (2012), Passos (2001) e Raposo e Maciel (2005), que valorizam no trabalho em grupo, a partilha de ideias, o saber ouvir os outros, o respeitar as ideias uns dos outros, e a ajuda mútua que se estabelece entre os professores. Desta forma, podem surgir sentimentos de maior eficácia entre os professores e, conseqüentemente, de menores perceções de dificuldade na condução das TI, em sala de aula

Acresce que neste processo, Ana e Vasco foram encorajados por Rita a alterarem as suas práticas, tendo estes evidenciado mudanças em momentos distintos da experiência de formação. Em sintonia com o estudo realizado por Baptista e Freire (2011), nesta investigação, a colaboração durante a previsão das respostas dos alunos às TI encoraja Ana e Vasco a

arriscarem situações novas em aula, centradas no aluno, envolvendo um modo de trabalho diferente ao que estavam habituados.

Por último, há necessidade de se fazer referência à vertente reflexão centrada na prática, da experiência de formação, e como contribuiu para o desenvolvimento profissional dos professores de Física e Química. Os professores participantes no estudo consideraram que a reflexão ocorreu essencialmente ao nível da reflexão sobre as práticas, sobre a sua própria prática e a de outros professores, e sobre as propostas da investigadora. Os resultados da reflexão sobre a sua própria prática e sobre a descrição de outros professores sobre a sua prática, evidenciados por Ana, Rita e Vasco, mostraram ter permitido a cada um dos professores, em momentos diferentes da experiência de formação, desenvolver as suas próprias aprendizagens sobre o ensino por investigação. Ana e Rita, ao descreverem e analisarem as suas próprias experiências de condução das TI, em sala de aula, avaliaram o que pensaram e o que fizeram, confrontando as suas ideias e hábitos, de maneira a compreender a sua prática. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por Marzábal, Rocha e Toledo (2015) e Korthagen (2001). Vasco manifestou sérias dificuldades em refletir sobre a sua prática, estando estes resultados em conformidade com o estudo realizado por Viseu e Ponte (2012), em que os professores, no início da sua formação, manifestam dificuldades em refletir sobre a sua prática.

Em relação à reflexão sobre as experiências descritas por cada um dos professores do grupo colaborativo, os outros professores do grupo promoveram a reflexão sobre estas e apresentaram sugestões de melhoria. Desta forma, refletiram sobre o que foi descrito, qual o significado atribuído e que outros significados se poderiam atribuir ao descrito. Ana, ao longo da experiência de formação, também sustenta a sua reflexão narrada por Rita e por Vasco ao solicitar explicações, preferencialmente, sobre determinados subdomínios temáticos a abordar nas TI, contribuindo desta forma para a tomada de decisões, a compreensão e a troca de conhecimentos e de experiências. Estes resultados, também, estão de acordo com os alcançados por Kim et al. (2013), Linn (2009) e Yoon e Kim (2010).

Por último, no que se refere à reflexão sobre as propostas da investigadora, Ana e Rita promoveram a reflexão e apresentaram sugestões de melhoria às ideias propostas pela investigadora, enquanto que Vasco, à medida que se sentiu mais confiante, foi promovendo a reflexão sobre as ideias apresentadas pela investigadora apenas no que respeita à perspetiva teórica subjacente à construção das TI, baseadas no modelo dos cinco E. Estes resultados estão em sintonia com os alcançados por Porlán e Martín (2001), Roget (2013) e Talenquer (2004) em que a investigadora é fundamental para promover o processo reflexivo e interativo.

5.2. Conclusões

O desenvolvimento profissional dos professores de Física e Química, no contexto de uma experiência de formação, assentou no progresso em três dimensões (o ensino por investigação, a colaboração e a reflexão centrada na prática) que permitiram um exercício da profissão com maior eficácia na resolução de problemas práticos e na adequação das soluções aos recursos existentes. De facto, a dinâmica reflexiva estabelecida no grupo de trabalho colaborativo, onde se refletiu sobre as práticas e sobre as propostas da investigadora, permitiu aos professores a vivência de experiências positivas, indo ao encontro das necessidades de cada um dos professores e promovendo o seu desenvolvimento profissional. Assim, a experiência de formação foi um contexto adequado e desafiante para os professores desenvolverem de forma gradual e progressiva as suas capacidades de refletir e de colaborar profissionalmente.

Nas sessões de reflexão sobre as práticas, os professores descreveram e analisaram as suas próprias experiências, em sala de aula, apresentaram sugestões e aceitaram propostas de melhoria, levando-os a desenvolver aprendizagens sobre o ensino por investigação. Nas sessões de reflexão sobre as propostas da investigadora, os professores questionaram e apresentaram sugestões de melhoria das propostas da investigadora, o que lhes permitiu distanciarem-se da sua prática, conduzindo-os a novas experiências e à aquisição de novas aprendizagens e, por conseguinte, a fomentar o desenvolvimento profissional dos professores. Globalmente, Ana, Rita e Vasco criaram condições, durante as sessões de reflexão, para que as aprendizagens sobre o ensino por investigação fossem um processo dinâmico, contínuo e estreitamente ligado às práticas profissionais.

Por sua vez, as interações entre os professores nas sessões de trabalho colaborativo da experiência de formação assentaram na apresentação de propostas e no seu questionamento. A apresentação de novas ideias e as decisões tomadas, durante as sessões de conceção, de planificação e de concretização das TI, permitiram que os professores ligassem as novas ideias às que já detinham; mudassem essas ideias e criassem novas; modificassem algumas conceções acerca do ensino por investigação; e desenvolvessem estratégias para estimular novas práticas, como sejam, a previsão das dificuldades dos alunos e a previsão das respostas dos alunos às TI.

Nas sessões de trabalho colaborativo esteve sempre presente o diálogo, respeito pelo outro, apoio mútuo, confiança mútua, interajuda, confronto de ideias e chegada a consensos. O clima de confiança e de respeito pelo outro criado em grupo permitiu que os professores partilhassem os seus receios e a reflexão sobre estes permitiu-lhes não só superar os obstáculos com que se depararam, como também conduzi-los a novas experiências e à aquisição de novas

aprendizagens. Desta forma, Vasco foi encorajado por Ana e Rita a arriscar situações novas em sala de aula, o que o levou a modificar as suas rotinas e a adotar o papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos levando-os a modificar as suas rotinas e a adotarem o papel de professor orientador das aprendizagens dos alunos.

Algumas das aprendizagens estiveram relacionadas com a conceção das TI. À medida que os professores planificavam e construía as TI, a estruturação segundo o modelo dos cinco E, o grau de abertura e os contextos e aplicações destas foram sendo discutidos. Os professores ao longo da experiência de formação foram tendo a noção que a conceção das TI segundo o modelo dos cinco E é uma estratégia de ensino que lhes permite envolver ativamente os alunos na sua própria aprendizagem (Blonder, Rap, Mamlok-Nssman, Hofstein, 2014). Contudo, os professores ao construírem as TI segundo o modelo dos cinco E foram tendo a noção que quanto mais abertas são as tarefas, mais estimulantes se tornam para os alunos, uma vez que lhes permitem desenvolver mais competências e dão maior margem para eles fazerem as suas opções. Além disso, as discussões sobre os contextos e aplicações das TI constituíram uma tarefa partilhada que os encorajou a enfrentar os dilemas com que se depararam. A maioria dos professores no final da experiência de formação reconheceu que conseguiu envolver os próprios alunos no seu processo de aprendizagem e que conseguiu ultrapassar o dilema do grau de abertura das tarefas, contribuindo a experiência de formação para se centrar na construção de tarefas guiadas/abertas.

Os professores realizaram ainda aprendizagens relacionadas com a condução das TI, em sala de aula, essencialmente, na adoção do novo papel do professor e na gestão e organização da sala de aula. À medida que os professores implementaram as TI, em sala de aula, o papel do professor e a retroação aos alunos foram sendo refletidos nas sessões de reflexão centradas na prática. Os professores ao longo da experiência de formação, foram tendo a noção que os alunos perante as TI têm de ter margem para eles próprios fazerem as suas opções, levando o professor a desenvolver aprendizagens, ao nível do seu papel e da retroação aos alunos. Nesta perspetiva, as discussões em sessões de trabalho centradas na prática, sobre o papel do professor e a retroação aos alunos constituíram uma tarefa partilhada que os encorajou a enfrentar os dilemas com que se depararam. Os professores, nesta subcategoria realizaram ainda aprendizagens sobre gestão e organização da sala de aula, tendo sido discutidos e refletidos aspetos sobre o trabalho em grupo, gestão do tempo e gestão dos comportamentos disruptivos. Os professores no final do desenvolvimento da experiência de formação reconheceram que os receios face ao trabalho em grupo, a gestão do tempo e à gestão dos comportamentos disruptivos foram sendo ultrapassados através do apoio transmitido pelo grupo de trabalho colaborativo e reflexivo.

Neste quadro, a experiência de formação desenvolvida com professores de Física e Química proporcionou aprendizagens que contribuíram para o desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”. No desenvolvimento da experiência de formação o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática desenrolam-se ao ritmo de cada professor e no contexto natural do trabalho da escola. Por sua vez, as finalidades da experiência de formação foram atingidas, promovendo-se um ensino por investigação ao conceber TI, segundo o modelo dos cinco E, e ao implementar TI, em sala de aula.

Este estudo contribui para aumentar o corpo de investigação em relação, à forma como o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática influencia o desenvolvimento das aprendizagens dos professores de Física e Química, e ao impacto de uma formação, orientada para a reflexão centrada na prática e trabalho colaborativo, no desenvolvimento profissional de professores de Física e Química sobre o ensino por investigação nos domínios “Materiais” e “Reações Químicas”.

5.2. Limitações e recomendações

Constituíram-se como fator limitativo da realização deste estudo aspetos institucionais que tiveram a ver com a não atribuição por parte da direção de carga horária para a realização das sessões de trabalho colaborativo e de reflexão centradas na prática, de horário compatível para os professores assistirem às aulas uns dos outros e de disponibilidade das salas de laboratório para alunos do 7.º e 8.º anos de escolaridade. Sendo o papel das lideranças bastante importante no trabalho a desenvolver com os professores, no seu próprio local de trabalho, seria pertinente que a comissão de horários, no início do ano escolar, tivesse em conta estes pressupostos. Outra limitação tem a ver com o número reduzido de professores envolvidos no estudo, o que impossibilita a generalização dos resultados obtidos na investigação. Para futuras investigações sugere-se um aumento do número de professores envolvidos na experiência de formação. E, por fim, o papel duplo da investigadora-formadora ao ser desenvolvido no contexto de trabalho da investigadora e dos professores participantes, trouxe como limitação o envolvimento emocional com os participantes do estudo, apesar do cuidado de isenção e ética na análise e tratamento de dados das observações. Neste sentido, sugere-se que, em investigações futuras, possa existir um investigador externo ao grupo colaborativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, A. (2014). The Effect of Inquiry-Based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course. *Universal Journal of Educational Research*, 2, 37-41.
- Abell, S., Appleton, D., Hanuscin, L. (2010). *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. New York, NY: Routledge.
- Abell, S., & McDonald, J. (2006). Envisioning a curriculum of inquiry in the elementary school. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer.
- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação: um guia prático e crítico*. Lisboa: ASA Editores.
- Ait, K., Rannikmäe, M., Soobard, R., Reiska, P., & Holbrook, J. (2015). Students' self-efficacy and values based on a 21st century vision of scientific literacy – a pilot study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 177, 491-495.
- Al Mahmud, A. (2013). Constructivism and reflectivism as the logical counterparts in TESOL: Learning theory versus teaching methodology. *TEFLIN Journal*, 24(2), 237-257.
- Amiguinho, A., Valente, A., Correia, H., & Mandeiro, M. J. (2003). Formar-se no projeto e pelo projeto. In: R. Canário (Org.), *Formação e situações de trabalho*. (pp. 101- 146). Porto: Porto Editora.
- Anderson, R. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Anderson, C. (2014). Perspectives on science learning. In S. Abell, & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 3-30). New York, NY: Roudledge.
- Arends, R. I. (2008). *Aprender a Ensinar* (7.^a ed.). Madrid: McGraw Hill.
- Ash, D., & Klein, C. (2000). Inquiry in the informal learning environment. In J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science*. (pp. 216-240). Washington, CA: Corwin Press.
- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27, 10 - 20.
- Baca, L., Onofre, M., & Paixão, F. (2014). O conhecimento didático do conteúdo do professor e sua relação com a utilização de atividades práticas nas aulas de química: um estudo com professores peritos do sistema educativo angolano. *Investigação em Ensino de Ciências*, 19(2), 29-54.
- Badia, A., & Becerril, L. (2016). Renaming teaching practice through teacher reflection using critical incidents on a virtual training course. *Journal of Education for Teaching*, 42(2), 224-238. doi:10.1080/02607476.2016.1143146.

- Baldwin, M. (2004). Critical reflection: Opportunities and threats to professional learning and service development in social work organisations. In N. Gould & M. Baldwin (Eds.), *Social work, critical reflection and the learning organisation* (pp. 41–56). Aldershot: Ashgate.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(26), 26-29.
- Banilower, E. R., Trygstad, P. J., & Smith, P.S. (2015). The first five years: What the 2012 national survey of science and mathematics education reveals about novice science teachers and their teaching. In J. A. Luft & S. Dubois (Eds.), *Newly hired teachers of science: a better beginning* (pp. 3-29). Rotterdam: Sense.
- Baptista, M., & Freire, A. M. (2006). Investigações em aulas de Ciências Físico-Químicas. Mudanças nas percepções dos alunos do 8.º ano relativamente ao ensino e à avaliação. *Investigar em Educação*, 5, 237-257.
- Baptista, M., & Freire, A. M. (2009, novembro). *Aprendizagens de professores durante a planificação e implementação de atividades de investigação em aulas de física e química*. Comunicação apresentada no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis.
- Baptista, M., & Freire, A. M. (2011). Contributo do trabalho colaborativo para o desenvolvimento profissional de professores de Física e Química. *Nuances*, 19(20), 16-30.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A. M. (2012). Ensinando astronomia nas aulas de Física: A investigação como motor de mudança no professor. In V. Tiburcio, & A. P. Bossler, *Boas práticas docentes: Histórias de sucesso e superação de dificuldades* (pp. 51-77). Curitiba: Editora Honoris Causa.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A.M. (2013). Tarefas de investigação em aulas de Física: Um estudo com alunos do 8.º ano. *Caderno pedagógico*, 10(1), 137-151.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bates, M., S., Phalen, L., & Moran, C. G. (2016). If you build it, will they reflect? Examining teachers' use of an *online* vídeo-based learning website. *Teaching and Teacher Education*, 58, 17-27.
- Bausmith, J. M., & Barry, C. (2011). Revisiting professional learning communities to increase college readiness: The importance of pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 40, 175-178.
- Beauchamp, L., Klassen, R. M., Parsons, J., Durksen, T. L., & Taylor, L. (2014, January). *Exploring the development of teacher efficacy through professional learning experiences* [Final Research Report]. Edmonton, Alberta: Alberta Teachers' Association. Acessível em: <http://www.teachers.ab.ca>.
- Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A., & Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, 39(15), 1977-2001.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science. A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.

- Bergh, van den, L., Ros, A., & Beijaard, D. (2015). Teacher learning in the context of a continuing professional development programme: a case study. *Teaching and Teacher Education, 47*, 142-150. doi:10.1016/j.tate.2015.01.002
- Bernard, P., Maciejowska, I., Krzeczowska, M., & Odrowaz, E. (2015). Influence of In-Service Teacher Training in Their Opinions about IBSE. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 177*, 88-99.
- Bertucci, A., Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Conte, S. (2010). O impacto do tamanho dos grupos de Aprendizagem Cooperativa. *Jornal de Psicologia Geral, 137*(3), 256-272.
- Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education, 38*(1), 17-29. doi:10.1080/09500693.2015.1124300
- Black, F. V. (2018). Collaborative inquiry as an authentic form of professional development for preschool practitioners, *Educational Action Research, 17*, 227-247. doi:10.1080/09650792.2018.1452770
- Bleicher, R. E. (2014). A Collaborative Action Research Approach to Professional Learning. *Professional Development in Education, 40*(5), 802–821. doi:10.1080/19415257.2013.842183
- Blonder, R., Rap, S., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2014). Questioning behavior of students in the inquiry laboratory: differences between sectors and genders in the Israeli context. *International Journal of Science and Mathematics Education, 1305-1331*.
- Boavida, A. M., & Ponte, J. P. (2002). Investigação colaborativa: potencialidades e problemas. In: GTI (Ed.). *Refletir e investigar sobre a prática profissional*. (pp. 43-55). Lisboa: APM.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Bolte, C., Streller, S., Holbrook, J., Rannikmae, M., Hofstein, A., Mamlok, R., & Rauch, F. (2012). Introduction into the PROFILES project and its Philosophy. In C. Bolte, J. Holbrook, & F. Rauch (Eds), *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES project* (pp. 31-42). Berlin: Freie Universität Berlin.
- Bolton, G. (2010). *Reflective practice*. London: Sage.
- Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (1985). *Reflection: Turning experience into learning*. London: Kogan Page.
- Bowe, J., & Gore, J. (2017). Reassembling teacher professional development: the case for quality teaching rounds, *Teachers and Teaching, 23*(3), 352-366. doi:10.1080/13540602.2016.1206522.
- Boyd, S., Parikh, N., Chu, E., Peleato, B., & Eckstein J. (2011). Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers. *Foundations and Trends in Machine Learning, 3*(1), 1-122. doi:10.1561/22000000016.
- Bramwell-Rejskind, F., Halliday, F., & McBride, J. (2008). Creating change: Teachers' reflections on introducing inquiry. In B. Shore, M. Aulls, & M. Delcourt (Eds.), *Inquiry in education: Overcoming barriers to successful implementation*. New York, NY: Lawrence Erlbaum associates.

- Branch, J., & Oberg, D. (2004). *Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Alberta, Canada: Alberta Learning.
- Brookhart, S. (2008). *How to give effective feedback to your students*. Virginia: ASCD.
- Brown, P. L., & Abell, S.K., (2007). Examining the Learning Cycle. *Science & Children*, 46, 58-59.
- Burns, S., & Bulman, C. (2000). *Reflective practice in nursing: The growth of the professional practitioner* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications
- Butler, D. L., & Schnellert, L. (2012). Collaborative inquiry in teacher professional development. *Teaching and teacher education*, 28(8), 1206-1220.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. Executive Summary*. Colorado Springs, CO: BSCS. doi:10.1080/19415257.2013.842183
- Byrne-Jimenez, M., & Orr, M.T. (2007). *Developing effective principals through collaborative inquiry*. New York, NY: Teachers College Press.
- Calandra, B., Brantley-Dias, L., Lee, J. K., & Fox, D. L. (2009). Using video editing to cultivate novice teachers' practice. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(1), 73-94.
- Camburn, E. M., & Han, S. W. (2015). Infrastructure for teacher reflection and instructional change: An exploratory study. *Journal of Educational Change*, 16(4), 511-533.
- Canário, R. (1995). *Gestão de escola: como elaborar o plano de formação*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, Cadernos de Organização e Gestão Curricular.
- Capps, D., & Crawford, B. (2013). Inquiry-Based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526. doi:10.1007/s10972-012-9314-z
- Carin, A. A., Bass, J. E., & Contant, T. L. (2005). *Teaching science as inquiry*. (10th Ed.). Upper Sadler River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Carlson, L., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In Carvalho, A. M. P. (Orgs.), *Ensino de Ciência por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning.
- Cavallo, A. M. L., & Laubach, T. A. (2001). Students' Science Perceptions and Enrollment Decisions in Differing Learning Cycle Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(9), 1029-1062.
- Ceylan, E., & Geban, O. (2009). *Effects of 5E Learning Cycle Model on understanding of state matter and solubility concepts*. Hacettepe: University Journal of Education.

- Charro, E., Charro, E., Plaza, S., & Gómez-Niño, A. (2014). Implementation of IBSE strategies in training teachers for health education. In C. Bolte, & F. Rauch (Eds.), *Enhancing Inquiry-based Science Education and Teachers' Continuous Professional Development in Europe: Insights and Reflections on the PROFILES Project and other Projects funded by the European Commission*. (pp. 186-188). Berlin: Freie Universität Berlin (Germany)/Klagenfurt: Alpen-Adria Universität Klagenfurt (Austria). Acessível em: <http://www.profiles-project.eu>
- Cheng, X., & Wu, L. (2016). The affordances of teacher professional learning communities: A case study of a Chinese secondary school. *Teaching and Teacher Education*, 58, 54-67.
- Cheung, D. (2007). Facilitating Chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 107-130.
- Chien, C. (2013). Analysis of a language teacher's journal of classroom practice as reflective practice. *Reflective Practice*, 14(1), 131-143.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Chng, E., Yew, E. H., & Schmidt, H. G. (2011). Effects of tutor-related behaviours on the process of problem-based learning. *Advances in Health Science Education*, 16, 491-503. doi:10.1007/s10459-011-9282-7.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. & Krajcik, J. (2011). Re-Conceptualization of Scientific Literacy in South Korea for the 21st Century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Chounta, I., & Avouris, N. (2014). Toward the real-time evaluation of collaborative activities: Integration of an automatic rater of collaboration quality in the classroom from the teacher's perspective. *Education and Information Technologies*. doi:10.1007/s10639-014-9355-3
- Chval, K., Abell, S., Pareja, E., Musikul, K., & Ritza, G. (2008). Science and mathematics teacher's experiences, needs and expectations regarding professional development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 31-43.
- Chulkov, D., & Nizovtsev, D. (2015). Problem-based learning in managerial economics with an integrated case study. *Journal of Economics and Economic Education Research*, 16(1), 188-197.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Cochran-Smith, M., & Zeichner, K. (2005). *Studying teacher education: the report of the AERA panel on research and teacher education*. Mahwah, NJ: AERA e Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research Methods in Education* (4.^a ed.). London: Routledge.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. R. B. (2007). *Research Methods in Education*. New York: Routledge Falmer
- Collins, A., Joseh, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.

Conselho da Europa (2001) *Quadro Europeu comum de referência para as línguas – Aprendizagem, ensino, avaliação*. Porto: Edições Asa.

Corbin, J., & Strauss, A. (2007). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Cordingley, P., Bell, M., Evans, D., & Firth, A. (2005). *The impact of collaborative continuing professional development (CPD) on classroom teaching and learning. Review: How do collaborative and sustained CPD and sustained but not collaborative CPD affect teaching and learning?* London, UK: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.

Cornish, L., & Jenkins, K. A. (2012). Encouraging teacher development through embedding reflective practice in assessment. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 40(2), 159-170.

Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 515–541). New York, NY: Routledge.

Crespo, S. (2000). Seeing more than right and wrong answers: prospective' interpretation of students' mathematical work. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 155-181.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, quantitative, mixed methods approaches*. (4th ed). Washington DC: Sage Publications, Inc.

Creswell, J.W., & Miller, D.L. (2000). Determining Validity in Qualitative Inquiry. *Theory into Practice*, 39, 124-130. doi:10.1207/s15430421tip3903_2

Cruz, M. F. (2006). *Desarrollo profesional docente*. Espanha: Grupo Editorial Universitário.

Čtrnáctová H., Čížková, V., Hlavová L. & Reznícková, D. (2012). Science knowledge of students in the time of curricular reform. In P. Ciesla, M. Nodzynska, & I. Stawoska (Eds.), *Chemistry Education in the Light of the Research*. (pp. 54-58). Kraków: Department of Chemistry and Chemistry Education.

Čtrnáctová H., Čížková, V., & Reznícková, D. (2014). IBSE & pupils' / students' science skills In M. Nodzynska, & W. Kopek-Putala (Eds.), *Profits and Limitations of Inquiry Based Science Education* (pp. 48-51). Kraków: Pedagogical University of Kraków.

Čtrnáctová H., Ganajová, M., Smejkal, P., & Kristofová, M. (2012). Inquiry-based activities in the topic of polymers. In P. Ciesla, M. Nodzynska, & I. Stawoska (Eds.), *Chemistry Education in the Light of the Research*. (pp. 50-53). Kraków: Department of Chemistry and Chemistry Education.

Cunningham, D. (2011). *Improving teaching with collaborative action research*. Alexandria, VA: ASCD.

Daniels, E., Pirayoff, R., & Bessant, S. (2013). Using peer observation and collaboration to improve teaching practices. *Universal Journal of Educational Research*, 1(3), 268-274.

- Darling-Hammond, L. (2010) *Policy frameworks for new assessments [Draft White Paper 5]. Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Acessível em: <http://atc21s.org/index.php/resources/white-papers/#item1>
- Darling-Hammond, L., & McLaughlin, M. W. (2011). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi Delta Kappan*, 92(6), 81-92. Acessível em: www.pdkintl.org/publications/kappan.
- Day, C. (2001). *Desenvolvimento profissional de professores: os desafios da aprendizagem permanente*. Porto: Porto Editora.
- Day, C. (2007). A reforma da escola: Profissionalismo e identidade dos professores em transição. In M. A. Flores & I. Viana (Eds). *Profissionalismo docente em transição: As identidades dos professores em tempos de mudança*. (pp. 47-64). Cadernos CIEd. Braga: Universidade do Minho.
- DEB (Departamento do Ensino Básico) (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB)*. Lisboa: Ministério da Educação (DEB).
- DeBoer, G. (1991). *A history of ideas in science education: Implications for practice*. NY: Teachers College Press.
- DeBoer, G. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in school. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. (Vol. 25, pp. 17-35). Netherlands: Springer.
- Decreto-Lei n.º 37112, de 22 de outubro de 1948 (Aprova os programas das disciplinas do Ensino Liceal). Diário do Governo n.º 247/1948 (I Série), de 22 de outubro de 1948.
- Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro (Aprovada a Reorganização Curricular do Ensino Básico). Diário da República n.º 15, Série I- A de 18 de janeiro de 2001.
- DeLuca, C., Bolden, B., & Chan, J. (2017). Systemic professional learning through collaborative inquiry: Examining teachers' perspectives. *Teaching and Teacher Education*, 67, 67-78.
- DeLuca, C., Shulha, J., Luhanga, U., Shulha, L. M., Christou, T., & Klinger, D. A. (2015). Collaborative inquiry as a professional learning structure for educators: A scoping review. *Professional Development in Education*, 41(4), 640-670. doi:10.1080/19415257.2014.933120.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. Acessível em: <http://er.aera.net>.
- Despacho n.º 17169/2011, de 23 de dezembro. Diário da República n.º 245, de 23 de dezembro. 2.ª série.
- Despacho n.º 15971/2012, de 14 de dezembro (Homologação das Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas). Diário da República n.º 242, de 14 de dezembro, 2.ª série, N.

- Dkeidek, I., Mamlok-Naamã, R., & Hofstein, A. (2010). Effect of culture on high-school students' question-asking ability resulting from an inquiry-oriented chemistry laboratory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1305-1331.
- Donohoo, J. (2013). *Collaborative inquiry for educators: A facilitator's guide to school improvement*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Drechsler, M. (2007). *Models in chemistry education – A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools*. Karlstad University Studies.
- Durksen, T.L., Klassen, R. M., & Daniels, L. M. (2017). Motivation and collaboration: The Keys to a developmental framework for teachers' professional learning. *Teaching and Teacher Education*, 67, 53-66.
- Duschl, R., & Grandy, R. (2008). *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Edelson, D. C., & Reiser, B. J. (2007). Making Authentic Practices Accessible to Learners. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook for the Learning Sciences*. (pp. 335-354). Cambridge: Cambridge University Press.
- ESTABLISH. (2010-2013). *European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home*. Acessível em: <http://www.establish-fp7.eu>.
- Estrela, M. T. (2003). A formação contínua: entre teoria e prática. In: N. S. C. Ferreira (Org). *Formação continuada e gestão da educação*. (pp. 43-64). São Paulo: Cortez.
- Estrela, A., & Estrela, M. T. (2006). A formação contínua de professores numa encruzilhada. In R. Bizarro & F. Braga (Eds.). *Formação de Professores de Línguas Estrangeiras: Reflexões, estudos e experiências*. (pp. 73-80). Porto: Porto Editora.
- European Commission (2002). *eEurope 2005: An information society for all*. Brussels: European Commission
- Eurydice (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. doi: 10.2797/7170
- Evans, L. (2014). Leadership for professional development and learning: Enhancing our understanding of how teachers develop. *Cambridge Journal of Education*, 44(2), 179-198. doi:10.1080/0305764X.2013.860083.
- Fakazli, O., & Kuru Gönen, S. (2017). Reflection on reflection: EFL university instructors' perceptions on reflective practices. *H. U. Journal of Education*, 32(3), 708-726. doi: 10.16986/HUJE.2017025118.
- Farrell, T. S. C. (2015). *Promoting teacher reflection in second language education: A framework for TESOL professionals*. New York, NY: Routledge.
- Fernandes, J. A., Martinho, M. H., Tinoco, J., & Viseu, F. (Orgs.) (2013). *Atas do XXIV Seminário de Investigação em Educação Matemática*. Braga: APM & CIED da Universidade do Minho.

- Fibonacci project (2010-2013). *The Fibonacci Project: Disseminating inquiry-based science and mathematics education in Europe*, French Academy of sciences. Acessível em: <http://www.fibonacci-project.eu>.
- Fiolhais, C. (Coord.), Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R., & Rodrigues S. (2013). *Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico. Ciências Físico-Químicas*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Flick, U. (2009). *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed Editora - Bookman.
- Folkman, S. (2000). Privacy and Confidentiality. In B. D. Sales & S. Folkman (Eds.), *Ethics in research with human participants* (pp. 49–58). Washington, DC: American Psychological Association.
- Fook, J. (2002). *Critical social work*. London: Sage.
- Formosinho, J., & Machado, J. (2016). Tipos de organização dos alunos na escola pública. In J. Formosinho, J. M. Alves & J. Verdasca (Org.), *Uma Nova Organização Pedagógica de Escola: Caminhos de possibilidades* (pp. 19-38). V. N. Gaia: Fundação Manuel Leão.
- Forte, A. M., & Flores, M. A. (2012). Potenciar o desenvolvimento profissional e a colaboração docente na escola. *Cadernos de Pesquisa*, 4(147), 900-919.
- Forte, A. M., & Flores, M. A. (2014). Teacher collaboration and professional development in the workplace: a study of Portuguese teachers. *European Journal of Teacher Education*, 37(1), 91-105.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Freire, A. M. (1993). Um olhar sobre o ensino da Física nos últimos cinquenta anos. *Revista de Educação*, III(1), 37-49.
- Freire, A. M. (2004). Mudança de concepções de ensino dos professores num processo de reforma curricular. In: ME-DEB (Coord). *Flexibilidade curricular, cidadania e comunicação*, Lisboa: Departamento de Educação Básica.
- Freire, A. M. (2005). Ensino da física para os alunos da escolaridade obrigatória. Debates 1: A Física nos Ensinos Básico e Secundário. *Encontro de Educação em Física: Do Ensino Básico ao Superior do Século XXI* (pp.145-153). Braga: Universidade do Minho.
- Freire, A. M. (2009). *Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação*. Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco.
- Friesen, S. (2009). *What did you do in school today? Teaching Effectiveness: A Framework and Rubric*. Canadian Education Association: Toronto.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2007). *Educational Research: An Introduction*. Boston: Allyn & Bacon.

- Galvão, C. (Coor.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2002). Ciências Físicas e Naturais. *Orientações Curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação (DEB).
- Galvão, C., Faria, C., & Freire, S. (2013). *Portuguese curricular reform an teachers practices: Na evaluation 12 years later*. Comunicação oral apresentada na ESERA 2013 conference. Nicosia.
- Galvão, C., & Freire, A. M. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e Naturais em Portugal. In I. Martins, F. Paixão & R. Vieira (Org.). *Perspetivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 31-38). Aveiro: Universidade de Aveiro
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências. O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências. Sugestões para professores dos Ensinos Básico e Secundário*. Porto: Edições ASA.
- Gelfuso, A. (2016). A framework for facilitating vídeo-mediated reflection: Supporting preservice teachers as they create ‘warranted assertabilities’ about literacy teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 58, 68-79.
- Girvan, C., Conneely, C., & Tangney, B. (2016). Extending experiential learning in teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 58, 129-139.
- Gore, J., Lloyd, A., Smith, M., Bowe, J., & Ellis, H. (2017). Effects of professional development on the quality of teaching: Results from a randomised controlled trial of Quality Teaching Rounds. *Teaching and Teacher Education*, 68, 99-113.
- Gottesman, B. L. (2009). *Peer coaching in higher education*. Lanham, MD: Rowman and Littlefield.
- Griffin, M. (2003). Using critical incidents to promote and assess reflective thinking in preservice teachers. *Reflective Practice*, 4(2), 207–220, doi:10.1080/14623940308274.
- Grotzer, T., & Mittlefehldt, S. (2012). The Role of Metacognition in Students’ Understanding and Transfer of Explanatory Structures in Science. In A. Zohar & Y. J. Dori (Eds.). *Metacognition in science education, Trends in current research* (pp.79-100). New York, NY: Springer.
- Guest, G., MacQueen, K. m., & Namey, E. E. (2012). *Applied thematic analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Gün, B. (2011). Quality self-reflection through reflection training. *ELT Journal*, 65(2), 126-135.
- Guskey, T. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8(3/4), 380-391.
- Guskey, T. R., & Yoon, K. S. (2009). What works in professional development? *Phi Delta Kappan*, 90(7), 495-500.

- Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching*, 23(1), 25-41.
- Hargreaves, A. (2009). A decade of educational change and a defining moment of opportunity: An introduction. *Journal of Educational Change*, 10, 89-100. doi:10.1007/s10833-009-9103-4.
- Harlen, W. (2012). *Inquiry in Science Education*. Fibonacci Scientific Committee, 1-23. Acessível em <http://www.cienciaviva.pt/projectos/fibonacci/>.
- Harlen, W., & Allende, J. (2006). *IAP Report of the Working Group on the International Collaboration in the Evaluation of IBSE programs*. Fundación para Estudios Biomédicos Avanzados, Facultad de Medicina, University of Chile. NSTA (National Science Teachers Association) (2002). Science educator's. guide to laboratory assessment. Arlington: NTSA press.
- Harrison, C. (2014). Assessment of Inquiry Skills in the SAILS Project. *Science Education International*, 25(1), 112-122.
- Harrison, C. (2015). Assessment for Learning in Science Classrooms. *Journal of Research in STEM Education*, 1(2), 78-86.
- Hartikainen-Ahia, A., Sormunen, K., Jäppinen, I., & Kärkkäinen. (2014). Scenarios – A motivational Approach Towards inquiry-based learning. In Bolte, C., Rauch, F. (Eds.): *Enhancing Inquiry-based Science Education and Teachers' Continuous Professional Development in Europe: Insights and Reflections on the PROFILES Project and other Projects funded by the European Commission*. Berlin: Freie Universität Berlin (Germany)/Klagenfurt: Alpen-Adria Universität Klagenfurt (Austria). Acessível em: <http://www.profiles-project.eu>
- Hatch, J. A. (2002). *Doing Qualitative Research in Education Setting*. State University of New York Press: SUNY Press.
- Hatton, N., & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: towards definition and implementation. *Teaching & Teacher Education*, 11(1), 33-49.
- Hildebrandt, S. A., & Eom, M. (2011). Teacher professionalization: Motivational factors and the influence of age. *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 416-423.
- Hillier, Y. (2009). *Reflective teaching in further and adult education*. London: Continuum.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing student's ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791–806.
- Holbrook, J. (2008). Introduction to the Special Issue of Science Education International devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19(3), 257-266.
- ICSU (2011). *Report of the ICSU Ad-hoc. Review Panel on Science Education*, International Science Council, Paris.
- Jasper, M. (2013). *Beginning reflective practice* (2nd ed.). Cheltenham: Nelson Thornes.

- Jay, J. K. (2003). *Quality teaching: Reflection as the heart of practice*. Lanham, MD: Scarecrow Press.
- Kajornboon, A. B. (2005). Using interviews as research instruments. *e-Journal for Researching Teachers*, 2. Acessível em: <http://www.culi.chula.ac.th/>
- Kaminska-Ostep, A. (2014). “How to use cleaning products in an effective and safe way?” realization of the module PROFILES using the teaching method by discovery - IBSE. In M. Nodzynska, & W. Kopek-Putala (Eds.), *Profits and Limitations of Inquiry Based Science Education*. (pp. 16-23). Kraków: Pedagogical University of Kraków.
- Kao, C. P., Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2011). Elementary school teachers' motivation toward web-based professional development, and the relationship with Internet self-efficacy and belief about web-based learning. *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 406-415.
- Kaufman, K. J. (2013). 21 Ways to 21st Century Skills: Why Students Need Them and Ideas for Practical Implementation. *Kappa Delta Pi Record*, 49(2), 78-83, doi: 10.1080/00228958.2013.786594
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding science talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2004-2027.
- Kaynar, D., Tekkaya, C., & Cakiroglu, J. (2009). Effectiveness of 5E Learning Cycle Instruction on Students' Achievement in Cell Concept and Scientific Epistemological Beliefs. *Hacettepe University Journal of Education*, 37, 96-105.
- Khan, P., & O'Rourke, K. (2005). Understanding inquiry-based learning. In T. Barrett, I. MacLabhainn, & H. Fallon (Eds.), *Handbook of inquiry and problem based learning*. (pp. 1-12). Galway: CELT.
- Kim, M., Lavonen, J., Juuti, K., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2013). Teacher's reflection of inquiry teaching in Finland before and during an in-service program: examination by a progress model of collaborative reflection. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 359-389.
- Koballa, T. R., & Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. (pp.75-101). Mahwah, NJ: Routledge.
- Korthagen, F. (2009). A prática, a teoria e a pessoa na aprendizagem profissional ao longo da vida. In M. Flores, & A. Simão (Org.), *Aprendizagem e desenvolvimento profissional de professores: Contextos e perspectivas*. (pp. 30-60). Mangualde: Edições Pedagogo.
- Korthagen, F., Kessels, J., Kesters, B., Lagerwerf, B., & Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Koufetta-Menicou, C., & Scaife, J. (2000). Teachers' questions – Types and significance in science education. *School Science Review*, 81(296), 79-84.
- Lane, R., McMaster, H., Adnum, J., & Cavanagh, M. (2014). Quality reflective practice in teacher education: A journey towards shared understanding. *Reflective Practice*, 15(4), 481-494.

- Langer, G. M., Colton, A. B., & Goff, L. S. (2003). *Collaborative analysis of student work: improving teaching and learning*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. (pp.94-130). New York: Macmillan.
- Lederman, N.G. (2006). Syntax of the nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick; & N.G. Lederman (Eds.). *Scientific inquiry and nature of science* (Vol.25, pp.301-317). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-1-4020-5814-1
- Lee, T. (2009). Educational leadership for the 21st century: Leading school improvement through collaborative enquiry. *Paper presented at the Canadian association for studies in educational administration conference*. Ottawa, ON, May.
- Lei n.º 46/86, de 14 de outubro (Lei de Bases do Sistema Educativo). Diário da República n.º 237/86, Série I, de 114 de outubro de 1986.
- Leilani, A. A., & Bailey, B. Z. (2017). An integrative review of in-class activities that enable active learning in college science classroom settings, *International Journal of Science Education*, 39(15), 2073-2091. doi:10.1080/09500693.2017.1363925.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In ME (Eds.), *Cadernos didáticos de ciências*, 1. Lisboa: Ministério da Educação (DES).
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G. & Boutin, G. (2008). *Investigação qualitativa* (3.ª edição). Lisboa: Instituto Piaget.
- Levine, T., & Marcus, A. (2010). How the structure and focus of teachers' collaborative activities facilitate and constrain teacher learning. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 389-398.
- Lichtman, M. (2006). *Qualitative research in education: A user's guide*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Lima, J. A., & Fialho, A. (2015). Colaboração entre professores e percepções da eficácia da escola e da dificuldade do trabalho docente. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 49(2), 27-53. doi:10.1419571647-8614_49-2_2.
- Lin, L., Hong, Z., Yang, K. , & Lee, S. (2013). The Impact of collaborative reflections on teachers' inquiry teaching. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3095-3116.
- Linhares, E. & Reis, P. (2014). La promotion de l'activism chez les futurs enseignants partant de discussion de questions socialement vives. *Revue Francophone du Développement Durable*, 4, 80-93.
- Linhares, E., & Reis, P. (2019). Capacitação de Futuros Professores para a Ação Sociopolítica através de Exposições Interativas. *Linhas Críticas*, 24, 304-325. doi:10.26512/lc.v24i0.19700

- Linn, M.C. (2009). Foreword. In J. K. Falk, & B. Drayton (Eds.), *Creating and sustaining online professional learning communities*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Llewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K., Mundry, S., & Hewson, P. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Loughran, J. (2002). Effective reflective practice: In search of meaning in learning about teaching. *Journal of Teacher Education*, 55, 33-43. doi:10.1177/0022487102053001004
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers. Pedagogical content knowledge*. Austrália: Sense Publishers.
- Lumpe, A. (2007). Research-Based Professional Development: Teachers Engaged in Professional Learning Communities. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 125-128. doi:10.1007/s10972-006-9018-3.
- Luneta, K. (2012). Designing continuous professional development programmes for teachers: a literature review. *Africa Education Review*, 9(2), 360-379.
- Lyons, N. (1998). Constructing narratives for understanding: Using portfolio interviews to scaffold teacher reflection. In N. Lyons (Ed.), *With portfolio in hand – Validating the new teacher professionalism* (pp. 103–119). New York, NY: Teachers College Press.
- Magnusson, S., Palincsar, A., & Templin, M. (2006). Community, culture, and conversation in inquiry-based instruction. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. (pp.131-156). Dordrecht: Springer.
- Mansfield, C., & Thompson, G. (2017) The value of collaborative rounds for teacher professional learning in Australia. *Professional Development in Education*, 43(4), 666-684. doi:10.1080/19415257.2016.1216883
- Mansour, N., Heba, E. D., Alshamrani, S., & Aldahmash, A. (2014). *Rethinking the theory and practice of continuing professional development: science teachers' perspectives*. Research in Science Education, 1-25.
- Marcelo, C. (2009). Desenvolvimento profissional docente: Passado e futuro. Sísifo: *Revista de Ciências da Educação*, 8, 7-22.
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2011). *Designing qualitative research* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Martins, C., & Pires, M.V. (2008). O que é uma boa reflexão sobre a prática? *Educação e Matemática*, 98, 24-22.
- Marzábal, A., Rocha, A., & Toledo, B. (2015). Caracterización del Desarrollo Profesional de Profesores de Ciencias – Parte 2: Proceso de Apropiación de un Modelo Didáctico Basado en el Ciclo Constructivista del Aprendizaje. *Educación Química*, 26(3), 212-223.

- McGarr, O., & McCormack, O. (2014). Reflecting to Conform? Exploring Irish Student Teachers' Discourses in Reflective Practice. *The Journal of Educational Research*, 107(4), 267-280. doi: 10.1080/00220671.2013.807489
- McGarr, O. & McCormack, O. (2016) Counterfactual mutation of critical classroom incidents: implications for reflective practice in initial teacher education, *European Journal of Teacher Education*, 39(1), 36-52. doi:10.1080/02619768.2015.1066329.
- McGregor, D., & Cartwright, L. (2011). *Developing reflective practice: A guide for beginning teachers*. Maidenhead: Open University Press.
- McLoughlin, E., Finlayson, O., & van Kampen, P. (2016). *Report on mapping the development of key skills and competencies onto skills developed in IBSE*. Acessível em <http://www.sails-project.eu>.
- McMillan, J. & Schumacher, S. (2014). *Research in education evidence-based inquiry* (7ª Ed.). Edinburgh Gate: Pearson Education Limited.
- Meissel, K., Parr, J. M., & Timperley, H. (2016). Can professional development of teachers reduce disparity in student achievement? *Teaching and Teacher Education*, 58, 163-173.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Messiou, K. (2018). Collaborative action research: facilitating inclusion in schools. *Educational Action Research*, 27(2), 197-209. doi:10.1080/09650792.2018.1436081.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future. (Report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation)*. London: Kings College Press.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – What is it and does matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347.
- Minstrell, J., & van Zee, E. H. (2000). *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Moore, A. (2004). *The good teacher: Dominant discourses in teaching and teacher education*. Abingdon: Routledge.
- Morais, C., Paiva, J., & Barros, J. (2012). *O B-LEARNING promovendo a formação contínua de professores de ciências no âmbito do projeto europeu PROFILES: Descrição da experiência portuguesa*. Atas do II Congresso Internacional de TIC e Educação. Lisboa.
- Morais, C., Paiva, J., & Francisco, N. (2012). Módulos inquiry: desenvolvimento e utilização de recursos educativos para a potencialização do inquiry based-learning no ensino da química. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química: Lisboa*, 127, 73-77.
- Morse (1998). Designing funded qualitative research. In N. Denzin, & Y. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry*. (pp.56-85). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. England: MacGraw-Hill Education
- Mucharreira, P. R. (2016). Formação contínua centrada na escola e desenvolvimento profissional docente: um estudo de caso. *Revista Educação em Questão*, 54(42), 38-64.
- Naade, N. B., Alamina, J. I., & Okwelle, P. C. (2018). Effect of 7E's's Constructivist Approach on Students' Achievement in Electromagnetic Induction Topic in Senior Secondary School in Nigeria. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 24(3), 1-9
- Nelson, T. H., & Slavit, D. (2008). Supported teacher collaborative inquiry. *Teacher Education Quarterly*, 35(1), 99-116.
- NGSS Now Newsletter (march 2019). *6 things to know about quality k-12 science education*. Next Generation Science Standards.
- Nickerson, S., & Masarik, D. (2010). Assessing teachers' developing interpretive power: Analysing students thinking. *Mathematics Teacher Education and Development*, 12(1), 19-29.
- Nóvoa, A. (2014). Educação 2021. Para uma história de futuro. *Educação, Sociedade & Culturas*, 41, 171-185.
- NRC (National Research Council) (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: The National Academies Press. doi:10.17226/4962.
- NRC (National Research Council) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/9596
- NRC (National Research Council) (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/13165
- NRC (National Research Council) (2013). *Identifying and Supporting Productive STEM Programs Out-of-School Stting*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NSES (National Science Education Standards) (2000). *A guide for teaching and learning*. Washington, DC: The National Academies Press
- NSTA (National Science Teachers Association) (2002). *Science educator's. guide to laboratory assessment*. Arlington: NTSA press.
- OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing. Acessível em: <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results. What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition)*, Paris: OECD Publishing.
- Oliveira, I., & Serrazina, L. (2002). A reflexão e o professor como investigador. In GTI (Eds.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 2942). Lisboa: APM.
- Osterman, K., & Kottkamp, R. B. (2004). *Reflective Practice: Professional Development to Improve Student Learning* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Palmer, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed teaching. *International Journal of Science Education*, 27(15), 1853-1881.
- Parlamento Europeu e do Conselho (2006/962/CE), de 18 de dezembro de 2006, Jornal Oficial da União Europeia, L394/10, de 30.12.2006, 10-18.
- Passos, L. F. (2001). O projeto pedagógico e as práticas diferenciadas: o sentido da troca e da colaboração. In M. André (Org). *Pedagogia das diferenças na sala de aula*. (pp. 107-131). Campinas: Papirus.
- PATHWAY – The Pathway to Inquiry Based Science Teaching*. Acessível em <http://pathway.ea.gr/>.
- Patton, M. Q. (2004). *Qualitative evaluation methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R., & Gallagher, L. P. (2007). What makes professional development effective? Strategies that foster curriculum implementation. *American Educational Research Journal*, 44(4), 921-958.
- Pollard, A. (Ed.). (2014). *Readings for reflective teaching in schools*. London: Bloomsbury.
- Ponte, J. P. (2002). Investigar a nossa própria prática. In GTI (Org). *Refletir e investigar sobre a prática profissional*. (pp. 5-28). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em matemática. In GTI (Ed.). *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., & Branco, N. (2012). Práticas profissionais dos professores de Matemática. *Avances en Investigación en Educación Matemática*, 1, 65-86.
- Porlán, R., & Martín, J. (2001). El saber práctico de los profesores especialistas: aportaciones desde las didácticas específicas. In M. C. Morosini (Org). *Professor do Ensino Superior: Identidade, Docência e Formação*. (pp. 61-75). Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.
- Poom-Valickis, K., & Mathews, S. (2013). Reflecting others and own practice: An analysis of novice teachers' reflection skills. *Reflective Practice: International and Multidisciplinary Perspectives*, 14, 420-434.
- Primas Project*. Acessível em: <http://www.primas-project.eu>.
- Programa de Ciências Físico-Químicas*. (1995). 8.º e 9.º anos de escolaridade. Lisboa: MEC.
- Projeto Física (1978). *Conceitos de Movimentos*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Raposo, M. & Maciel, D. (2005). As interações professor-professor na co-construção dos projetos pedagógicos na escola. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 21(3), 309-315.
- Reis, P. R. (2008). *Investigar e descobrir: Atividades para a educação em ciência nas primeiras idades*. Chamusca: Edições Cosmos.
- Reis, P., & Marques, A. R. (2016). *A investigação e inovação responsáveis em sala de aula: Módulos de ensino IRRESISTIVEL*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

- Reis, P., Tinoca, L., Baptista, M., & Linhares, E. (2020). The Impact of Student-Curated Exhibitions about Socio-Scientific Issues on Students' Perceptions regarding their Competences and the Science Classes. *Sustainability*, 12, 2796. doi: 10.3390/su12072796.
- Ricardo, E. C. (2007). *Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para a sua Implementação no Contexto Escolar. Ciência & Ensino*, 1, 1-12.
- Rigelman, N., & Ruben, B. (2012). Creating foundations for collaboration in schools: Utilizing professional learning communities to support teacher candidate learning and visions of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 28(7), 979-989.
- Robinson, M. A. (2010). *School perspectives on collaborative inquiry: lessons learned from New York City*, Philadelphia, PA: Consortium for Policy Research in Education. 2009-2010.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Rodgers, C. (2002). Defining reflection: another look at John Dewey and reflective thinking. *Teachers College Record*, 4(4), 842-866.
- Rodrigues, B. A. & Borges, A. T. (2008) *O ensino das ciências por investigação: reconstrução histórica*. Comunicação apresentada no XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba. Acessível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>.
- Rodríguez, G. G., Flores, J. G., & Jiménez, E. G. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Roget, A. D. (2013). *Prática reflexiva para docentes. De la reflexión ocasional a la reflexión metodológica*. Saarbrücken, Alemanha: Publicia.
- Roldão, M. C. (1999). Currículo e cidadania. *Inovação*, 12, p.9-26.
- Roldão, M. C. (2007). Colaborar é preciso: questões de qualidade e eficácia no trabalho dos professores. *Noesis*, 71, 24-29.
- Ronfeldt, M., Farmer, S. O., & McQueen, K. (2015). Teacher collaboration in instructional teams and student achievement. *American Educational Research Journal*, 52(3), 475–514.
- Rosa, M., & Arnoldi, M. (2006). *A entrevista na pesquisa qualitativa: Mecanismos para validação dos resultados*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Rudd, R. D. (2007). Defining critical thinking. *Techniques*, 82(7), 46-49.
- Saab, N., van Joolingen, W., & van Hout-Wolters, B. (2012). Support of the collaborative inquiry learning process: influence of support on task and team regulation. *Metacognition Learning*, 7, 7-23. doi:10.1007/s11409-011-9068-6.
- Sá-Chaves, I. (2009). *Portfolios Reflexivos: Estratégias de Formação e de Supervisão. Formação de Professores – Cadernos Didáticos – Série Supervisão n.º 1*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Sagor, R. (2005). *The action research guidebook: A four-step process for educators and school teams*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Saraiva, M., & Ponte, J. P. (2003). O trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. *Quadrante*, 12(2), 25-52.
- Schmid, S., & Bogner, F. X. (2017). How an inquiry-based classroom lesson intervenes in science efficacy, career-orientation and self-determination. *International Journal of Science Education*, 39(17), 2342-2360. doi:10.1080/09500693.2017.1380332.
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Aldershot Hants: Avebury.
- Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schön, D. (1992). Formar professores como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Ed.), *Os professores e a sua formação*. (pp.77-92). Lisboa: Dom Quixote.
- Schwartz, R., & Crawford, B. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education*. (pp.331-355). Dordrecht: Springer.
- Schwartz, R. S., Northcutt, C., Mesci, G., & Stapleton, S. (2013). *Science research to science teaching: Developing preservice teachers' knowledge and pedagogy for nature of science and inquiry*. Paper presented at the international conference of the National Association for Research in Science Teaching, Rio Grande, Puerto Rico.
- Scott, C., & Sutton, R. (2009). Emotions and change during professional development for teachers. A mixed methods study. *Journal of Mixed Methods Research*, 3, 151-171.
- Sedova, K. (2017). A case study of a transition to dialogic teaching as a process of gradual change. *Teaching and Teacher Education*, 67, 278-290.
- Sedova, K., Sedlacek, M., & Svaricek, R. (2016). Teacher professional development as a means of transforming student classroom talk. *Teaching and Teacher Education*, 57, 14-25.
- Sharar, T. (2012). Introducing reflective practice to teachers in an English medium lower secondary private school in Chitral. *Academic Research International*, 2(3), 277– 284.
- Soisangwarn, A., & Wongwanichb, S. (2014). Promoting the reflective teacher through peer coaching to improve teaching skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2504-2511.
- Song, Y., & Looi, C. (2012). Linking teacher beliefs, practices and student inquiry-based learning in a CSCL environment: A tale of two teachers. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 17, 129-159. doi:10.1007/s11412-011-9133-9.
- Songer, N., Lee, H., & Kam, R. (2002). Technology-rich inquiry science in urban classrooms: What are the barriers to inquiry pedagogy? *Journal of Research in Science Teaching*, 39(2), 128-150.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stake, R. E. (2003). Case Studies. In N. Denzin, & Y. Lincoln (Eds). *Strategies of qualitative inquiry*. 2ª Ed. (pp. 134-164). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. New York, NY: Guilford.
- Stosich, E. L. (2016). Building teacher and school capacity to teach to ambitious standards in high-poverty schools, *Teaching and Teacher Education*, 58, 43-53
- Strauss, A., & Corbin, J., (1998). *Basic of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Supasorn, S., & Promarak, V. (2015). Implementation of 5E Inquiry Incorporated with Analogy Learning Approach to Enhance Conceptual Understanding of Chemical Reaction Rate for Grade 11 Students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 121-132.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), 52-58.
- Tiburcio, V., & Bossler, A. P. (2012). *Boas práticas docentes: Histórias de sucesso e superação de dificuldades*. Curitiba/PR: Atena Editora.
- Trindade, R. (2002). *Experiências educativas e situações de aprendizagem: Novas práticas pedagógicas*. Porto: Edições Asa.
- Trna, J. (2012). How to motivate science teachers to use science experiments. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 10(5), 33-35.
- Trna, J., & Trnova, E. (2012). Inquiry-based Science Education Experiments. In C. Bolte, J., Holbrook, & F. Rauch (Eds.), *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES Project* (pp. 212-215). Berlin: Freie Universidade de Berlin.
- Trnova, E., & Trna, J. (2011). Hands-on experimental activities in inquiry-based science education. In *Proceedings book of the joint international conference MPTL '16-HSCi 2011*. (pp. 293-298). Ljubljana: Universidade of Ljubljana.
- Tzivnikou, S. (2015). The impact of an in-service training program on the self-efficacy of special and general education teachers, *Problems of Education in the 21st Century*, 64, 95-107.
- Ungaretti, T., Thompson, K., Miller, A., & Peterson, T. (2015). Problem-based learning: lessons from medical education and challenges for management education. *Academy of Management Learning & Education*, 14(2), 173-186.
- Van Booven, C. D. (2015). Revisiting the authoritative-dialogic tension in inquiry-based elementary science teacher questioning. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1182-1201.
- Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469. doi:10.1080/09500693.2016.1147660
- Van Zee, E. H., & Minstrell, J. (1997). Reflective discourse: Developing shared understandings in a physics classroom. *International Journal of Science Education*, 19(2), 209-228.
- Vásquez, R. R., & Angulo, R. F. (2003). *Introducción a los estudios de casos. Los primeros contactos con la investigación etnográfica*. Málaga: Ediciones Aljibe.

- Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80-91.
- Vidmar, D. J. (2006). Reflective peer coaching: Crafting collaborative self-assessment in teaching. *Research Strategies*, 20, 135–148.
- Vieira, H., Morais, C., & Paiva, J. (2014). Dinâmicas de inquiry no estudo de perturbações a um estado de equilíbrio químico. *Química Nova*, 37(9), 1573-1578, doi:10.5935/0100-4042.20140215.
- Viseu, F., & Ponte, J. P. (2012). A formação do professor de matemática, apoiada pelas TIC, no seu estágio pedagógico. *Bolema*, 26(42A), 329-357.
- Waring, M., & Evans, C. (2014). *Understanding pedagogy: Developing a critical approach to teaching and learning*. New York, NY: Routledge.
- Watanabe, G., & Reis, P. (2019). Controvérsias sócio-científicas e relações de poder: desafios de sua inserção segundo futuros professores de ciências. *Linhas Críticas*, 24, 472-496. doi: 10.26512/lc.v24i0.21585.
- Webster-Wright, A. (2009). Reframing professional development through understanding authentic professional learning. *Review of Educational Research*, 79(2), 702-739.
- Wilfred F. (2010). *Inquiry Based Approached to Science Education: Theory and Practice*. Acessível em: www.brynmawr.edu/biology/franklin/InquiryBasedScience.html
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2010). The Relative Effects and Equity of Inquiry-Based and Commonplace Science Teaching on Students' Knowledge, Reasoning, and Argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 276-301.
- Woodman, R. J., & Parappilly, M. B. (2013). The effectiveness of peer review of teaching when performed between early-career academics. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 12(1), 1-14.
- Woolnough, B. (1998). Autentic Science in schools, to develop personal knowledge. In J. Wellington. *Practical work in school science. Which way now?* London: Routledge. 109-125.
- Worth, K., Duque, M., & Saltiel, E. (2009). *Designing and implementing Inquiry-Based Science Units for Primary Education*. La main à la pâte: Montrouge.
- Yazan, B. (2015). Three approaches to case study methods in education: Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 20(2), 134-152. doi: org/10.46743/2160-3715/2015.2102.
- Yin, R. K. (1993). *Applications of case study research*. Beverly Hills, CA: Publishing.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e método*. 3.^a ed. Porto Alegre: Bookman.
- Yoon, H-G, & Kim, M. (2010). Collaborative reflection through dilemma cases of science practical work during practicum. *International Journal of Science Education*, 32(3), 283-301.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423-447.

Zwozdiak-Myers, P. (2012). *The teacher's reflective practice handbook. Becoming an extended professional through capturing evidence-informed practice*. New York, NY: Routledge.

ANEXOS

ANEXO I – GUIÃO DA PRIMEIRA ENTREVISTA

Dimensões	Objetivos	Questões
Legitimação	<ul style="list-style-type: none"> • Informar o entrevistado do tema e dos objetivos gerais da entrevista. • Promover a participação do entrevistado. • Garantir o anonimato. 	<p>Qual a sua data de nascimento? Em que ano iniciou a sua atividade profissional como professor? Há quantos anos leciona nesta Escola?</p>
Percurso académico e profissional	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os percursos de entrada, as motivações e as expectativas do entrevistado que o levaram a escolher a profissão de professor. 	<p>Como entrou para a profissão de professor? O que o motivou? Que expectativas tinha? Essas expectativas têm-se confirmado? Que balanço faz do seu percurso profissional?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar fontes de satisfação e de insatisfação no exercício profissional. • Identificar fatores condicionantes no exercício profissional. 	<p>E neste momento o que pensa sobre a sua atividade profissional? Quais os aspetos positivos da profissão de professor? E o que menos o satisfaz? Que constrangimentos e potencialidades encontra na sua escola face à sua atuação profissional?</p>
Experiência de formação	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as expectativas e a motivação do entrevistado face à experiência de formação 	<p>O que pensa quanto à possibilidade desta experiência de formação contribuir para o seu desenvolvimento profissional? Que condições considera imprescindíveis? Porquê?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar necessidades de formação 	<p>Quais são os conceitos científicos, do 7.º ano, em que os alunos manifestam mais dificuldades? E qua(ais) o(s) conceito(s) científico(s) que tem mais dificuldades em ensinar? A que atribui as possíveis causas dessas dificuldades? Como gostaria de minimizar/colmatar essas dificuldades? O que pensa quanto à possibilidade desta experiência de formação contribuir para minimizar essas dificuldades? Porquê?</p>
Trabalho colaborativo e reflexão centrada na prática	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as perspetivas dos professores sobre o contributo do trabalho colaborativo e da reflexão centrada na prática no seu processo de desenvolvimento profissional. • Conhecer as conceções dos professores sobre o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática. 	<p>O que pensa do trabalho colaborativo? Quais as dificuldades que encontra quando trabalha em colaboração com os seus colegas? E as potencialidades? Que tarefas defende que devem ser realizadas em colaboração? Porquê? Que importância atribui à componente reflexão sobre a sua prática letiva? De que forma é que a informação recolhida sobre a sua prática pode influenciar o planeamento de aulas posteriores?</p>
Ensino por investigação.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as conceções dos professores sobre o ensino por investigação 	<p>O que é para si o ensino por investigação? Quais são para si as grandes diferenças entre o ensino por investigação e o ensino tradicional?</p>
Tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E's	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as conceções dos professores sobre as tarefas de investigação. • Conhecer as conceções dos professores sobre o modelo dos cinco E's. 	<p>O que é para si as tarefas de investigação? O que distingue as tarefas de investigação das tarefas que realiza no seu dia-a-dia, em sala de aula? Quais as características das tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E's?</p>

ANEXO II – GUIÃO DA SEGUNDA ENTREVISTA

Dimensões	Objetivos	Questões
Ensino por investigação no domínio “Materiais”.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o contributo da experiência de formação no desenvolvimento das aprendizagens dos professores sobre o ensino por investigação no domínio “Materiais”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consideras que o domínio “Materiais” foi uma boa escolha para trabalharmos nesta experiência de formação? Porquê? • O trabalho realizado nas várias sessões de grupo proporcionou-te novas perspetivas sobre o modo como se pode abordar o domínio “Materiais”, ou apenas reforçou o que já fazias? Quais? • Numa das primeiras sessões de trabalho, o grupo identificou as principais dificuldades de aprendizagem reveladas pelos alunos neste domínio como forma de as ter em conta durante a construção de tarefas de investigação? Para ti este trabalho teve alguma utilidade? Qual? • Para ti, a consciencialização das dificuldades reveladas pelos alunos neste domínio proporcionou-te alguma ideia nova em termos de abordagem geral? Qual? E porquê?
Tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E’s, no ensino por investigação	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as conceções dos professores sobre as tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E’s, no ensino por investigação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Na tua perspetiva, o recurso às tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E’s, pareceu-te uma boa escolha para ser utilizado nesta experiência de formação? Porquê? • Na tua opinião, qua(ais) o(s) conceito(s) científico(s), do 7º ano, que as tarefas de investigação contribuíram para minimizar as tuas dificuldades em ensinar? Porquê? • O que pensa quanto ao uso das tarefas de investigação segundo o modelo dos cinco E’s para minimizar as dificuldades sentidas pelos alunos? Porquê? • Na tua opinião, qual a tarefa de investigação que os alunos tiveram mais dificuldades? Porquê? E a que tiveram menos dificuldades? Porquê? • Alteravas a estrutura adotada em alguma das tarefas de investigação? Em qual tarefa? Porquê?
Sessões de planificação do processo de ensino aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as aprendizagens realizadas pelos professores nas sessões de planificação do processo de ensino aprendizagem 	<ul style="list-style-type: none"> • O trabalho realizado nas várias sessões de planificação do processo de ensino aprendizagem mudou a tua perceção em relação às tarefas a propor aos alunos, tendo em vista a sua aprendizagem? Porquê?
Sessões de preparação de aulas	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as aprendizagens realizadas pelos professores na construção de tarefas de investigação 	<ul style="list-style-type: none"> • Na tua perspetiva, alteravas a forma como trabalhaste com os teus colegas na construção das tarefas de investigação? Porquê? • Que dificuldade sentiste durante as sessões de construção das tarefas de investigação? Como as ultrapassaste? • Qual a sessão de construção das tarefas de investigação que mais aprendeste? Porquê? E menos? Porquê?
Sessões de prática na sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as aprendizagens realizadas pelos professores na realização das tarefas de investigação, em sala de aula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente à realização das tarefas de investigação em sala de aula, no geral, quais as principais discrepâncias que achas terem existido entre o que foi previsto nas sessões de planificação e construção das tarefas de investigação e o que observaste? • Para ti, quais as principais dificuldades que sentiste durante a realização das tarefas de investigação, em sala de aula? • Qual a tarefa de investigação que sentiste mais dificuldades em realizar, em sala de aula? Porquê? Como as ultrapassaste? E a que tiveste menos dificuldades? Porquê? • E quais foram as principais dificuldades que os alunos sentiram durante a realização das tarefas de investigação?


Sessões de reflexão sobre os dados recolhidos	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as aprendizagens realizadas pelos professores nas sessões de reflexão centradas na prática 	<ul style="list-style-type: none"> • O trabalho realizado nas várias sessões de reflexão sobre a realização de cada uma das tarefas de investigação influenciou de algum modo o planeamento de aulas posteriores? Porquê? • Na tua perspetiva, alteravas a forma como trabalhaste com os teus colegas nas sessões de reflexão sobre a realização das tarefas de investigação, em sala de aula? Porquê? • Que dificuldades sentiste durante as sessões de reflexão centradas na prática? Como as ultrapassaste? • Qual a sessão de reflexão centrada na prática que mais aprendeste? Porquê? E menos? Porquê?
Colaboração	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o contributo do trabalho colaborativo no desenvolvimento das aprendizagens dos professores 	<ul style="list-style-type: none"> • O trabalho colaborativo pareceu-te uma boa escolha para trabalharmos nesta experiência de formação? Porquê? • Relativamente ao trabalho colaborativo, quais as principais dificuldades que encontraste ao longo desta experiência de formação? E as potencialidades? • Em qual das sessões de trabalho tiveste mais dificuldades em trabalhar em colaboração com os teus colegas? Porquê? E menos dificuldades? Porquê?
Experiência de formação	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o processo de desenvolvimento da experiência de formação 	<ul style="list-style-type: none"> • A opinião que tinhas sobre o trabalho colaborativo continua a ser a mesma? Porquê? • E sobre esta experiência de formação contribuir para o teu desenvolvimento profissional? Porquê? • Na tua perspetiva, quais as condições que contribuíram para alterar ou apenas confirmar o que já pensavas sobre esta experiência de formação
Balanço Global		<ul style="list-style-type: none"> • Para ti, o que representou a experiência de teres participado nesta formação? • Que sugestões me darias, enquanto coordenadora desta experiência de formação para o próximo ano letivo? • Gostarias de no próximo ano letivo continuar a participar nesta experiência de formação?

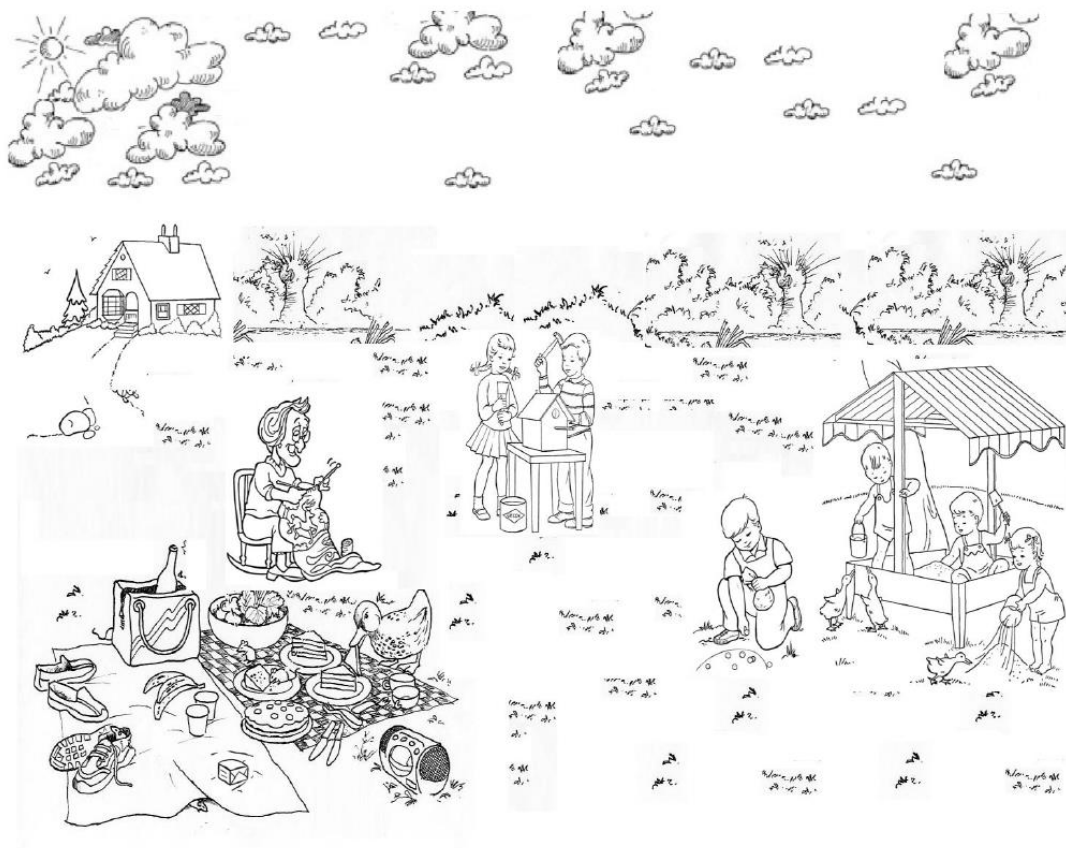
ANEXO III – GUIÃO DA TERCEIRA ENTREVISTA

Dimensões	Objetivos	Questões
Legitimação	<ul style="list-style-type: none"> • Informar o entrevistado do tema e dos objetivos gerais da entrevista. • Promover a participação do entrevistado. • Garantir o anonimato. 	<p>Qual a sua data de nascimento? Em que ano iniciou a sua atividade profissional como professor? Há quantos anos leciona nesta Escola?</p>
Percurso académico e profissional	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os percursos de entrada, as motivações e as expectativas do entrevistado que o levaram a escolher a profissão de professor. 	<p>Como entrou para a profissão de professor? O que o motivou? Que expectativas tinha? Essas expectativas têm-se confirmado? Que balanço faz do seu percurso profissional?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar fontes de satisfação e de insatisfação no exercício profissional. • Identificar fatores condicionantes no exercício profissional. 	<p>E neste momento o que pensa sobre a sua atividade profissional? Quais os aspetos positivos da profissão de professor? E o que menos o satisfaz? Que constrangimentos e potencialidades encontra na sua escola face à sua atuação profissional?</p>
Experiência de formação	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as expectativas e a motivação do entrevistado face à experiência de formação 	<p>O que pensa quanto à possibilidade desta experiência de formação contribuir para o seu desenvolvimento profissional? Que condições considera imprescindíveis? Porquê?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar necessidades de formação 	<p>Quais são os conceitos científicos, do 7.º ano, em que os alunos manifestam mais dificuldades? E qua(ais) o(s) conceito(s) científico(s) que tem mais dificuldades em ensinar? A que atribui as possíveis causas dessas dificuldades? Como gostaria de minimizar/colmatar essas dificuldades? O que pensa quanto à possibilidade desta experiência de formação contribuir para minimizar essas dificuldades? Porquê?</p>
Trabalho colaborativo e reflexão centrada na prática	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as perspetivas dos professores sobre o contributo do trabalho colaborativo e da reflexão centrada na prática no seu processo de desenvolvimento profissional. • Conhecer as conceções dos professores sobre o trabalho colaborativo e a reflexão centrada na prática. 	<p>O que pensa do trabalho colaborativo? Quais as dificuldades que encontra quando trabalha em colaboração com os seus colegas? E as potencialidades? Que tarefas defende que devem ser realizadas em colaboração? Porquê? Que importância atribui à componente reflexão sobre a sua prática letiva? De que forma é que a informação recolhida sobre a sua prática pode influenciar o planeamento de aulas posteriores?</p>
Ensino por investigação.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as conceções dos professores sobre o ensino por investigação 	<p>O que é para si o ensino por investigação? Quais são para si as grandes diferenças entre o ensino por investigação e o ensino tradicional?</p>
Tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E's	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as conceções dos professores sobre as tarefas de investigação. • Conhecer as conceções dos professores sobre o modelo dos cinco E's. 	<p>O que é para si as tarefas de investigação? O que distingue as tarefas de investigação das tarefas que realiza no seu dia-a-dia, em sala de aula? Quais as características das tarefas de investigação, segundo o modelo dos cinco E's?</p>

		<p>realização das tarefas de investigação, em sala de aula?</p> <ul style="list-style-type: none"> •Qual a tarefa de investigação que sentiste mais dificuldades em realizar, em sala de aula? Porquê? Como as ultrapassaste? E a que tiveste menos dificuldades? Porquê? •E quais foram as principais dificuldades que os alunos sentiram durante a realização das tarefas de investigação?
Sessões de reflexão sobre os dados recolhidos	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as aprendizagens realizadas pelos professores nas sessões de reflexão centradas na prática 	<ul style="list-style-type: none"> •O trabalho realizado nas várias sessões de reflexão sobre a realização de cada uma das tarefas de investigação influenciou de algum modo o planeamento de aulas posteriores? Porquê? •Na tua perspetiva, alteravas a forma como trabalhaste com os teus colegas nas sessões de reflexão sobre a realização das tarefas de investigação, em sala de aula? Porquê? •Que dificuldades sentiste durante as sessões de reflexão centradas na prática? Como as ultrapassaste? •Qual a sessão de reflexão centrada na prática que mais aprendeste? Porquê? E menos? Porquê?
Colaboração	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o contributo do trabalho colaborativo no desenvolvimento das aprendizagens dos professores 	<ul style="list-style-type: none"> •O trabalho colaborativo pareceu-te uma boa escolha para trabalharmos nesta experiência de formação? Porquê? •Relativamente ao trabalho colaborativo, quais as principais dificuldades que encontraste ao longo desta experiência de formação? E as potencialidades? •Em qual das sessões de trabalho tiveste mais dificuldades em trabalhar em colaboração com os teus colegas? Porquê? E menos dificuldades? Porquê?
Experiência de formação	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o processo de desenvolvimento da experiência de formação 	<ul style="list-style-type: none"> •A opinião que tinhas sobre o trabalho colaborativo continua a ser a mesma? Porquê? •E sobre esta experiência de formação contribuir para o teu desenvolvimento profissional? Porquê?
Balanço Global		<ul style="list-style-type: none"> •Para ti, o que representou a experiência de teres participado nesta formação? •Em que medida esta experiência de formação alterou a tua prática letiva? Porquê?

ANEXO IV – TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO

<p>ANO LECTIVO 2013 / 2014</p>	<p style="text-align: center;">DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS</p> <p style="text-align: center;">DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas</p> <p style="text-align: center;">Tarefa de investigação 1M – Constituição do mundo material</p> <p>Nome - _____ Nº - _____ T - _____</p>	 <p style="text-align: center;">7º ANO</p>
------------------------------------	---	--



1. Observa atentamente a figura acima e faz, individualmente, uma lista dos materiais que observas.
2. Partilha a lista com o teu grupo e elaborem uma lista conjunta.
3. Indiquem algumas das características de cada um dos materiais da vossa lista.
4. Agrupem os materiais, de acordo com critérios à vossa escolha, tendo em conta as características que identificaram.
5. Justifiquem as razões que vos levaram a agrupar os materiais dessa forma.
6. Atribuem um título a cada um dos grupos de materiais.
7. Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam os grupos de materiais que formaram e os critérios que utilizaram.



Vai mais além ...




A madeira que existente na natureza é um material muito usado pelo ser humano, por exemplo, para o fabrico de papel. Para se transformar madeira em papel é necessário recorrer a vários processos mecânicos e químicos.

Por que motivo é que a madeira utilizada no fabrico do papel tem que ser devidamente tratada?



Reflete sobre o trabalho
que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2013 / 2014	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS	 7º ANO
	DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 2M – Substâncias e Misturas Nome - _____ N° - ____ T - ____	

1. A Rita esteve a escolher materiais para expor no Dia da Ciência que se vai realizar, em março, na nossa escola e precisa de os classificar. Observa atentamente os materiais seleccionados pela Rita.



Fio de cobre



Água e açúcar

ÁGUA DESTILADA

EVITA A DEPOSIÇÃO DE CALCÁRIO

CONDUTIVIDADE INFERIOR A 30 U / CM. NÃO INGERIR. HÁ RISCOS EM BEBER ÁGUA DESTILADA. NA MAIORIA DOS CASOS PODE CAUSAR DIARREIA. MANTER O RECIPIENTE BEM FECHADO.

APLICAÇÃO: É A ÁGUA UTILIZADA EM LABORATÓRIO OU INDUSTRIALMENTE COMO REAGENTE OU SOLVENTE. UTILIZADA NAS BATERIAS DOS AUTOMÓVEIS E NOS FERROS DE "ENGOMAR" A VAPOR (POR FORMA A EVITAR A DEPOSIÇÃO DE CALCÁRIO).

COMPOSIÇÃO: CONTÉM UNICAMENTE MOLÉCULAS DE ÁGUA (CONSTITUÍDAS PELOS

Água destilada (rótulo)

Análise	Cálcio (0,65 ± 0,09 mg/l),
Conforme relatório	Sulfato (1,3 ± 0,2 mg/l),
n° 05/ H /02,	Nitrato (1,85 ± 0,06 mg/l), Sódio (6,0 ± 0,2 mg/l),
do Instituto Geológico e Mineiro:	Magnésio (1,57 ± 0,07 mg/l), Cloreto (9,0 ± 0,2 mg/l),
pH	5,64 ± 0,1
Silica (SiO ₂)	13,0 ± 0,3 mg/l
Mineralização Total ..	42,2 ± 0,6 mg/l
	Bicarbonato (8,1 ± 0,4 mg/l).
	PROTEGER DA LUZ SOLAR. CONSERVAR EM LUGAR FRESCO, SECO E ISENTO DE ODORES. PARA SUA SEGURANÇA NÃO REUTILIZAR ESTA GARRAFA

S. Martinho[®]
Águas
Água de Nascente

Água de S. Martinho (rótulo)



Granito



Água e azeite

- Observem e indiquem algumas das características de cada um dos materiais seleccionados pela Rita.
- Agrupem os materiais recorrendo a um critério diferente dos que estudaste até ao momento.
- Justifiquem as razões que vos levaram a agrupar os materiais dessa forma.
- Atribuem um título a cada um dos grupos de materiais. Para isso podem realizar uma pesquisa no vosso manual nas páginas 21 e 22.
- Ajudem a Rita a melhorar o seu trabalho, sugerindo-lhe outros materiais que poderia incluir em cada um dos grupos.
- Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam os grupos de materiais que formaram e os critérios que utilizaram.



Vai mais além ...



Valor Nutritivo	Médias por 100 ml:	Médias por 250 ml:
Valor energético	51 kcal (216 kJ)	128 kcal (540 kJ)
Proteínas	0.6 g	1.5 g
Glicídios	11.3 g	28.3 g
Açúcar	11.3 g	28.3 g
Lipídios	0.06 g	0.15 g
Saturados	0.01 g	0.03 g
Colesterol	0 mg	0 mg
Fibra Alimentar	0.7 g	1.8 g
Sódio	0.001 g	0.003 g
Vitamina C	24 mg=40% DDR*	60 mg=100% DDR*

* = Dose Diária Recomendada (DDR)
Este produto equivale a 4 copos de 250 ml.
Não procedente de concentrado.

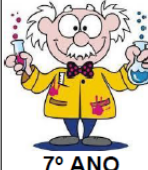
Terá o termo “puro” o mesmo significado na química e na linguagem quotidiana?

Elabora um pequeno texto onde apresenta, de forma fundamentada, a resposta à questão apresentada



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LECTIVO 2013 / 2014	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS	 7º ANO
	DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 3M - Concentração Nome - _____ Nº - _____ T - _____	

Hoje, é o dia do aniversário da mãe da Rita. A Rita e a irmã prepararam-lhe o pequeno-almoço com torradas e um café. O café foi preparado a partir de café em pó e água. A Rita serviu o pequeno-almoço à mãe num tabuleiro com as torradas e uma chávena com café que lhe adicionou uma colher de açúcar. A mãe da Rita gosta de café fraco e pouco doce.



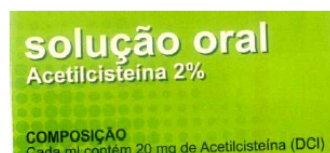
1. Indiquem algumas características do café servido à mãe da Rita. Tendo em conta o critério utilizado na tarefa 2 em que grupo incluiria o café.
2. Para a situação referida, atribuem um termo químico a cada um dos constituintes do café servido à mãe da Rita. Para isso podem realizar uma pesquisa no vosso manual na página 27.
3. A mãe da Rita gosta de café fraco e ao provar o café achou-o muito forte. Reescrevam a frase anterior, substituindo as palavras sublinhadas, por termos corretos da linguagem química.
4. Imaginem que a Rita vos pede ajuda para resolver o seu problema. Traduzam, por palavras vossas, o problema da Rita.
5. Planifiquem uma atividade que vos permita ajudar a Rita a resolver o seu problema. Não se esqueçam de registar todos os procedimentos.



Vai mais além ...

A irmã da Rita está doente. Para se curar necessita de tomar 100 mg de acetilcisteína – xarope - três vezes ao dia.


Efetuem os cálculos necessários e indiquem os procedimentos que a mãe da Rita deve tomar para medicamentar corretamente a filha.





Reflete sobre o trabalho
que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LECTIVO 2013 / 2014	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 4M – Transformações físicas e químicas Nome - _____ N° - _____ T - _____	 7º ANO
----------------------------	--	--

1. Visualizem atentamente o vídeo e elaborem um pequeno texto.
2. Leiam com atenção o texto que se segue.

Os materiais sólidos, na sua maior parte, quando aquecidos, fundem, como acontece com o gelo e o ferro, mas, se arrefecidos, voltam de novo ao estado sólido.

O açúcar, no entanto, ao ser aquecido transforma-se numa massa sucessivamente mais escura até originar carvão e vapor de água: o açúcar carboniza.

Quando se aproxima do álcool uma fonte de calor, ele arde e acaba por desaparecer completamente. Quando se junta água ao álcool, obtém-se uma mistura homogénea da qual se pode recuperar quer o álcool quer a água.

Da junção de sal à água contida numa tina resulta uma solução aquosa a que chamamos água salgada. Mas, se juntarmos potássio sólido à água de uma tina, ocorre como que uma explosão, forma-se um gás que faz rodopiar o potássio sobre a água e surge uma chama característica.

Cavaleiro, M. N. G. C. & Beleza, M. D. (2012). *Caderno de Atividades Novo FQ 7*. Lisboa: ASA, p.44.

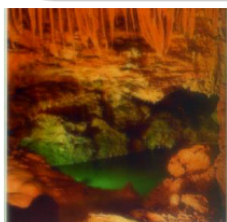
3. No vídeo e no texto são apresentadas vários exemplos de transformações, agrupem-nos em dois grupos, de acordo com um critério à vossa escolha.
4. Justifiquem as razões que vos levaram a agrupar os exemplos de transformações dessa forma.
5. Atribuem um título a cada um dos grupos. Para isso podem realizar uma pesquisa no vosso manual nas páginas 68 e 69.
6. Deem outros exemplos de transformação que possam incluir em cada um dos grupos
7. Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam os exemplos associados a cada um dos grupos.



Vai mais além ...

Aquando da formação das grutas em regiões calcárias, as rochas caraterizam-se por ser formadas, sobretudo, por uma substância denominada carbonato de cálcio que é insolúvel na água. No entanto, durante o seu ciclo, ao atravessar a atmosfera, a água retém o dióxido de carbono. Esta água, depois de precipitar sob a forma de chuva ácida, infiltra-se no subsolo e escoo por canais que ela própria vai abrindo (transformações físicas). Quando a água ácida encontra o carbonato de cálcio, forma-se bicarbonato de cálcio (transformação física), sendo esta uma substância solúvel na água, sendo por isso dissolvida pela água.

Adaptado de Costa, A., Antunes, C. M. & Ferreira, F. (2012). *Laboratorium*. Porto: Areal Editores, p.154




Como poderias detetar a presença de carbonato de cálcio e de dióxido de carbono aquando da formação das grutas em zonas calcárias?

Elabora um pequeno texto onde apresenta, de forma fundamentada, a resposta à questão apresentada



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

<p>ANO LECTIVO 2013 / 2014</p>	<p align="center">DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS</p> <p align="center">DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas</p> <p align="center">Tarefa de investigação 5M – Pontos de fusão e de ebulição</p> <p>Nome - _____ N° - _____ T - _____</p>	 <p align="center">7º ANO</p>
------------------------------------	---	---

A Rita e a família encontram-se de férias, em Seia, cuja previsão do tempo para esses dias é de temperaturas negativas. Uma manhã, quando a família se preparava para ir à Torre – ponto mais alto da Serra da Estrela – praticar esqui, ouviram na rádio que, devido à neve que caíra durante a noite, a circulação automóvel estava condicionada, uma vez que podia estar em risco a segurança rodoviária. Passados alguns minutos, informaram na rádio que já estava a ser colocado sal nas estradas para solucionar esse problema.

Depois de ouvir esta notícia, a Rita questionou o pai:

Por que razão se adiciona sal quando se forma gelo nas estradas?



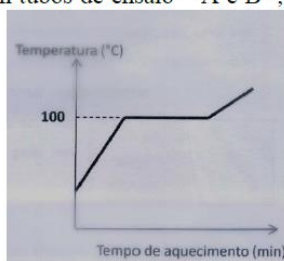
1. Prevejam uma resposta para a questão que a Rita colocou ao pai.
2. Planifiquem uma atividade que vos permita testar as vossas previsões. Indiquem o material e todos os passos que precisam efetuar.
3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as vossas observações.
4. Apresentem as vossas conclusões de forma a dar resposta à questão colocada pela Rita ao pai.



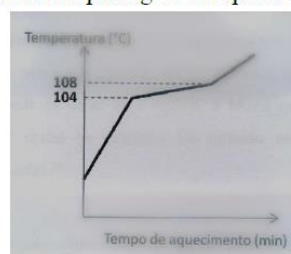
Vai mais além ...



A Rita reinicia as aulas após as suas férias com a família, em Seia, e conta o sucedido à sua professora de Física e Química que se encontra no laboratório. Após ter discutido esta questão com a Professora, esta pede-lhe ajuda para identificar o conteúdo dos 2 frascos que se encontram na bancada do laboratório, cujos rótulos estão ilegíveis. A professora sabe que um destes frascos contém água pura e o outro frasco água salgada. Para isso, a Rita e a professora procedem ao aquecimento de uma amostra de cada um dos frascos em tubos de ensaio – A e B -, até à sua passagem completa ao estado gasoso, e traçaram os respetivos gráficos de temperatura em função do tempo.



A




B

1. Indiquem que mudança de estado ocorreu nos tubos de ensaio, em resultado do aquecimento das amostras de água.
2. Indiquem, com base na análise dos gráficos – A e B - a amostra de água que estava em cada um dos frascos. Justifiquem a vossa resposta.
3. Elaborem um pequeno texto, onde apresentem de forma fundamentada, as conclusões a que chegaram após identificarem as duas amostras de água no laboratório.



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LECTIVO 2013 / 2014	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 6M - Densidade Nome - _____ N° - _____ T - _____	 7º ANO
----------------------------	---	--



A Rita nas férias da Páscoa vai sempre uns dias para casa dos avós, em Sesimbra, e costuma ir pescar com o avô. Uma manhã, quando preparavam o equipamento de pesca não encontraram as chumbadas. Assim, decidiram a caminho da praia passar por uma casa de material de pesca e comprar as chumbadas. A embalagem das chumbadas trazia um rótulo informativo: “100% chumbo”.

Depois de ler este rótulo, a Rita questionou o avô: **Será que as chumbadas são constituídas, apenas, por chumbo?**

1. Prevejam uma resposta para a questão colocada pela Rita ao avô.
2. Planifiquem uma atividade que vos permita verificar se as chumbadas são constituídas apenas por chumbo. Indiquem o material necessário e todos os passos que precisam efetuar.
Nota: Se necessário podem fazer uma pesquisa nas páginas 41 a 44 do vosso manual.
3. Construam uma tabela para registar as medições que efetuaram.
4. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as vossas medições na tabela que construíram.
5. Façam os cálculos que consideram adequados.
6. Comparem o valor da densidade que obtiveram com o valor que se encontra na tabela 8, página 42 do vosso manual.
7. Tirem conclusões e comparem com a resposta que deram na questão 1.
8. Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam outras formas de verificar se as chumbadas são constituídas, apenas, por chumbo.



Vai mais além ...

A Rita após chegar da pesca com o avô foi ter com a avó que se encontrava na sala a ler uma revista. Por sua vez, esta sentou-se ao lado da avó e começou a folhear uma outra revista sobre o impacto ambiental da indústria petroquímica. Uma das notícias referia que a indústria petrolífera é mundialmente reconhecida como uma das atividades económicas com maior potencial de impacto no ambiente e que em 1989, o acidente do navio *Exxon Valdez*, da maior petrolífera do mundo, *Exxon-Mobil Corporation*, derramou 41 milhões de litros de crude (petróleo bruto) na costa do Alasca. E que na costa da Corunha, o naufrágio do petroleiro *Prestige*, em novembro de 2002, originou marés negras nas costas francesa, espanhola e portuguesa, sendo a Galiza a zona mais afetada. Em todos estes acidentes, o petróleo bruto ficou a flutuar à superfície da água do mar causando enormes danos ambientes que podem ser irreversíveis.

Depois de ler esta notícia a Rita questionou a avó:




Por que motivo é que o crude (petróleo bruto) flutua à superfície da água do mar?



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LECTIVO 2013 / 2014	<p style="text-align: center;">DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS</p> <p style="text-align: center;">DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas</p> <p style="text-align: center;">Tarefa de investigação 7M – Processos físicos de separação de misturas</p> <p>Nome - _____ N° - ____ T - ____</p>	 <p style="text-align: center;">7º ANO</p>
----------------------------	---	--

Durante as férias da Páscoa, a Rita e o seu colega, Pedro, tiveram que realizar um trabalho sobre o impacto ambiental da indústria petrolífera – marés negras. O pai da Rita possui inúmeras revistas que abordam este tema. O Pedro numa das revistas deparou-se com a seguinte notícia:

As marés negras constituem verdadeiras catástrofes ecológicas e são uma forma dramática de poluição das águas do mar. Resultam do derrame de grande quantidade de crude(petróleo) e/ou seus derivados no oceano e ocorre, de uma forma geral, devido a acidentes com petroleiros e plataformas petrolíferas no mar (exploração *offshore*).



1. Realizem uma pesquisa na Internet que vos ajudem a dar uma resposta às questões levantadas pela Rita e pelo Pedro.

Consulta: <http://ciencia-hsw.uol.com.br/limpar-manchas-de-oleo.htm>

2. Planifiquem uma atividade laboratorial que vos permita separar o petróleo da água do mar. Indiquem o material necessário e todos os passos que precisam efetuar.

Nota: Se necessário podem fazer uma pesquisa na página 57 do vosso manual.

3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as vossas observações.
4. Elaborem um pequeno texto onde evidenciem, de forma fundamentada, a(s) solução(ões) que encontraram para remover o petróleo e/ou seus derivados da água do mar nesta situação.
5. Partilhem o vosso texto com a turma e discutam formas de remover o petróleo e/ou seus derivados do mar.



Vai mais além ...

A Rita e o Pedro numa outra revista encontram a seguinte notícia:

Destilação do petróleo

O petróleo é uma mistura complexa de várias substâncias. Antes de ser separado nas refinarias, o petróleo é muitas vezes designado por petróleo bruto, que é um líquido viscoso castanho-escuro. Para separar os seus componentes recorre-se a uma destilação fracionada, numa torre



Fig 1. Refinaria de Sines

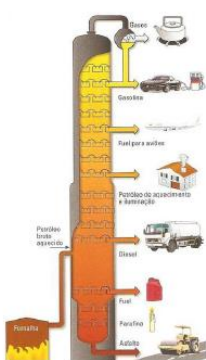


Fig 2. Coluna de Fracionamento

de fracionamento ou coluna de destilação. As colunas podem ter 10 m de largura e uma altura de 60 m. No seu interior, a coluna de destilação dispõe de uma série de pratos colocados a diferentes alturas. Ao aquecer petróleo bruto até 400 °C, o óleo viscoso converte-se num vapor quente e fluido. É nesta forma que entra na coluna de fracionamento. O vapor sobe e condensa nos pratos colocados a diferentes alturas, de acordo com as temperaturas às quais os vários componentes do vapor liquefazem. Alguns gases são retirados no topo da coluna, e o óleo residual que não vaporizou, é recolhido na parte de baixo.

Adaptado de Chang, R. (1994). *Química*. (5ª Edição). Lisboa: McGraw-Hill.




Elabora um pequeno texto onde apresenta, de forma fundamentada, a resposta à questão colocada pelo Pedro.



Reflete sobre o trabalho
que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 1R – Átomos e moléculas Nome - _____ Nº - _____ T - _____	 8º ANO
---------------------------	--	--

A Rita após ter terminado as aulas foi ter com o seu colega, Pedro, que se encontrava na biblioteca da escola a estudar. Sentou-se ao seu lado e começou a folhear o livro de Ciências Físico Químicas e deparou-se com o seguinte texto:

Na linguagem do quotidiano, o ar é frequentemente confundido com oxigénio. Contudo, o oxigénio atmosférico (átomos de oxigénio que se ligam em grupos de dois) não é o componente dominante na troposfera, onde o nitrogénio (átomos de nitrogénio que se ligam em grupo de dois) está em maior concentração. Em pequenas quantidades, há a considerar a presença de dióxido de carbono e vapor de água. Já na estratosfera, camada seguinte da atmosfera, os átomos de oxigénio ligam-se em grupos de três, constituindo a importante camada de ozono.



1. Elaborem um pequeno texto de forma a dar resposta à questão colocada pela Rita ao seu colega Pedro.
2. Imagina que a Rita vos pede ajuda para representar simbolicamente os principais componentes do ar atmosférico.
 - 2.1. Planifiquem uma atividade que vos permita representar simbolicamente os principais componentes do ar atmosférico. Construam os vossos próprios modelos utilizando os materiais que julguem convenientes e façam uma legenda.
 - 2.2. Construam uma tabela para resumir alguma informação sobre os principais componentes do ar atmosférico: modelo, representação simbólica, composição quantitativa e composição qualitativa.
 - 2.3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as informações na tabela que construíram.
 - 2.4. Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam as potencialidades e as limitações dos modelos usados para representar simbolicamente os principais componentes do ar.



Vai mais além ...

A Rita ao folhear uma revista encontrou a seguinte notícia:

Descoberta molécula de açúcar perto de uma estrela



O Observatório Europeu do Sul (ESO) anunciou a descoberta de moléculas de açúcar à volta de uma estrela. Com um radiotelescópio situado no deserto de Atacama, no Chile, os cientistas conseguiram captar moléculas de glicolaldeído no gás que rodeia a estrela binária jovem IRAS 16293-2422, que tem uma massa semelhante à do Sol e situada a 400 anos-luz da Terra.


Adaptado de Ciência Hoje

Depois de ler esta notícia a Rita questionou o seu colega Pedro: **Qual a diferença na constituição entre o glicolaldeído e o açúcar comum (sacarose) utilizado para adoçar o chá?**

Elabora um pequeno texto com a resposta que o colega da Rita lhe daria.

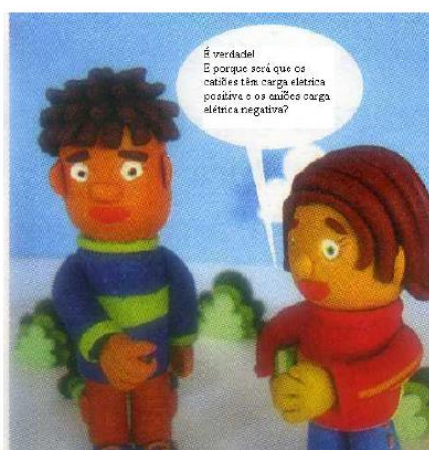
Reflete sobre o trabalho
que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS	 8º ANO
	DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 2R – Escrita de fórmulas químicas iónicas Nome - _____ N° - _____ T - _____	

O Pedro, durante o almoço na cantina da escola, enquanto esperava que a sua colega, Rita, acabasse a refeição observou o rótulo da sua garrafa de água.

ANÁLISE CONFORME BOLETIM 01/H/2014 LNEG – PORTUGAL – JAN. 2014																	
pH	5,7 ± 0,1																
Silica SiO_2	13,3 ± 0,5 mg/L																
Resíduo seco (180°C)	41,0 ± 1,0 mg/L																
Mineralização	47 ± 1 mg/L																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Aniões (mg/L)</th> <th colspan="2">Catiões (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cloreto Cl^-</td> <td>9,1 ± 0,3</td> <td>Sódio Na^+</td> <td>7,0 ± 0,4</td> </tr> <tr> <td>Sulfato SO_4^{2-}</td> <td>1,47 ± 0,07</td> <td>Magnésio Mg^{2+}</td> <td>1,63 ± 0,04</td> </tr> <tr> <td>Nitrato NO_3^-</td> <td>1,63 ± 0,09</td> <td>Cálcio Ca^{2+}</td> <td>0,74 ± 0,09</td> </tr> </tbody> </table>		Aniões (mg/L)		Catiões (mg/L)		Cloreto Cl^-	9,1 ± 0,3	Sódio Na^+	7,0 ± 0,4	Sulfato SO_4^{2-}	1,47 ± 0,07	Magnésio Mg^{2+}	1,63 ± 0,04	Nitrato NO_3^-	1,63 ± 0,09	Cálcio Ca^{2+}	0,74 ± 0,09
Aniões (mg/L)		Catiões (mg/L)															
Cloreto Cl^-	9,1 ± 0,3	Sódio Na^+	7,0 ± 0,4														
Sulfato SO_4^{2-}	1,47 ± 0,07	Magnésio Mg^{2+}	1,63 ± 0,04														
Nitrato NO_3^-	1,63 ± 0,09	Cálcio Ca^{2+}	0,74 ± 0,09														



1. Elaborem um pequeno texto de forma a dar resposta à questão colocada pela Rita ao seu colega Pedro.

Nota: Se necessário podem fazer uma pesquisa na página 37 do vosso manual.

2.

Entre os catiões e os aniões existentes na composição química da água do Pedro estabelece-se uma força elétrica atrativa, que os mantém ligados, permitindo a formação de substâncias iónicas. Estas substâncias são eletricamente neutras, pois a carga total dos iões positivos anula a carga elétrica total dos iões negativos.

A fórmula química de uma substância iónica representa a proporção de combinação entre os aniões e os catiões que constituem a substância iónica.

Imagina que a Rita vos pede ajuda para escrever as fórmulas químicas das possíveis substâncias iónicas, a partir dos iões referidos no rótulo da garrafa de água do Pedro.

- 2.1. Planifiquem uma atividade que vos permita escrever as fórmulas químicas das substâncias iónicas, a partir dos iões referidos no rótulo da garrafa de água do Pedro.
- 2.2. Construam uma tabela para resumir informação sobre as substâncias iónicas existentes na água do Pedro: iões constituintes da substância, número de iões para neutralizar a carga (proporção entre catiões e aniões), representação esquemática, fórmula química e nome das substâncias iónicas.
- 2.3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as informações na tabela que construíram.
- 2.4. Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam as potencialidades e as limitações dos modelos usados para escrever as fórmulas químicas das substâncias iónicas existentes na água do Pedro.



Vai mais além ...

A Rita ao folhear um livro sobre corrente elétrica encontrou a seguinte informação:

Umhas soluções conduzem a corrente elétrica e outras não. Uma solução de açúcar não é condutora da corrente elétrica, mas uma solução de cloreto de sódio (água salgada) é boa condutora e conduz melhor a corrente elétrica do que a água destilada.




Depois de ler esta informação a Rita questionou-se: **Por que motivo a água do mar conduz melhor a corrente eléctrica do que a água destilada?**

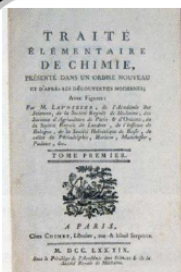
Elabora um pequeno texto com a resposta à questão apresentada.

Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	<p align="center">DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS</p> <p align="center">DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas</p> <p align="center">Tarefa de investigação 3R – Escrita de equações químicas</p> <p>Nome - _____ Nº - ____ T - ____</p>	 <p align="center">8º ANO</p>
------------------------	--	---

1. Visualizem atentamente o vídeo.
2. Leiam com atenção o texto que se segue:



A obra de Lavoisier é por vezes simbolizada por uma balança, pois muitas das suas descobertas resultaram da utilização cuidadosa e inteligente deste instrumento de medida. A descoberta da lei da conservação da massa aconteceu em 1773. Lavoisier realizou experiências usando um metal: colocava-o dentro de um recipiente, fechava o recipiente hermeticamente e determinava a massa. Depois, levava o recipiente a um forno a alta temperatura e, em seguida, voltava a determinar a massa do recipiente. Apesar de o metal se ter combinado com o oxigénio do ar, formando um óxido, Lavoisier verificou que a massa se mantinha inalterada.

Repetiu esta experiência muitas vezes, provocou outras reações nas mesmas condições, medindo sempre a massa das substâncias testadas e a massa dos produtos obtidos após a reação. Verificou sempre que a massa das substâncias iniciais numa reação química era igual à das substâncias que resultavam do processo. E chegou assim ao resultado que deu o seu nome a uma lei: lei de Lavoisier.

Lavoisier introduziu a experimentação em termos quantitativos na Química, pelo uso sistemático da balança.

3. Elaborem um resumo do vídeo e do texto, onde contemplem aspetos sobre o contributo de Lavoisier para a Ciência.
4. Partilhem o vosso resumo com a turma.
5. Planifiquem uma atividade que vos permita verificar a Lei da massa estabelecida por Lavoisier na reação química de formação da água, visualizada no vídeo, a partir das fórmulas químicas das substâncias envolvidas (reagentes e produtos de reação).
6. Construam um diagrama que vos permita evidenciar a teoria cinético-corpúscular (através de representações esquemáticas) nas diferentes fases da reação química de formação da água, supondo-a completa: início da reação química (reagentes), durante a reação química (rearranjo dos átomos) e final da reação química (produtos de reação).
7. Construam uma tabela para resumir informação que vos permita verificar a Lei da massa estabelecida por Lavoisier na reação química de formação da água: Nome dos reagentes e do produto da reação, Fórmula química dos reagentes e do produto da reação, representações esquemáticas dos reagentes e do produto da reação, número de átomos por elemento, equação química.
8. Tirem conclusões e expliquem como podem relacionar a atividade realizada com a célebre frase de Lavoisier referida no vídeo: “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.



Vai mais além ...


A respiração celular é uma reação química que ocorre no corpo humano, na qual as células produzem energia para as suas atividades fazendo reagir a glicose ($C_6H_{12}O_6$) com o oxigénio atmosférico (O_2).

Faz uma pesquisa que te permita aprofundar este assunto e conhecer a(s) equação(ões) química(s) envolvida(s) na respiração celular.



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS	 8º ANO
	DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 4R – Reação química de combustão Nome - _____ Nº - ____ T - ____	



A Rita e o irmão, nas férias de Natal, vão sempre uns dias para casa dos tios, no Funchal, e costumam ver o fogo-de-artifício, na noite de passagem de ano. Quando a Rita enfeitava a casa com a tia, ouviu na rádio local que, por razões económicas o fogo-de-artifício lançado na noite de passagem não se iria efetuar. Passados alguns minutos, o presidente da câmara do Funchal enviou um comunicado para a rádio local que, tendo em consideração o elevado número de visitantes que se encontravam na ilha, o fogo-de-artifício realizar-se-ia mas que, em termos de espetáculo de cor, ficaria aquém do desejado.

Depois de ouvir esta notícia, a Rita questionou a tia: **A que se devem as cores diferentes no fogo-de-artifício?**

1. Prevejam uma resposta para a questão colocada pela Rita à tia.
2. Planifiquem uma atividade que vos permita produzir uma luz intensa e de diferentes cores. Para isso, podem recorrer à fita de magnésio e ao enxofre em pó.
3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as vossas observações.
4. Apresentem as conclusões de forma a dar resposta à questão colocada pela Rita à tia e escrevam as equações químicas que traduzem as reações químicas que efetuaram.
5. Partilhem o vosso trabalho com a turma.

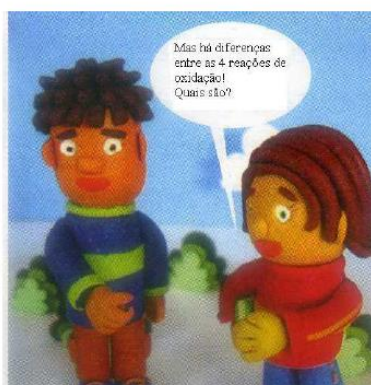


Vai mais além ...

Durante as férias de Natal, a Rita e o irmão num livro de química encontraram a seguinte informação:



Um incêndio, o enferrujamento de um pedaço de ferro, a explosão de uma mina ou a respiração celular são exemplos de reações químicas de oxidação-redução. Nestas reações químicas ocorre uma transferência de eletrões de uma substância para a outra.




Elabora um pequeno texto onde apresenta, de forma fundamentada, a resposta à pergunta colocada pela Rita ao irmão e sugere formas de impedir que ocorram cada um destes exemplos de reações químicas de oxidação-redução.



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS	 8º ANO
	DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 5R – Reação química de ácido-base Nome - _____ N° - _____ T - _____	

No domingo passado foi a festa de aniversário do pai da Rita. A Rita e a mãe prepararam-lhe uma festa surpresa.

No fim do dia, o pai da Rita que comeu demasiado começou a ficar com azia – provocada por excesso de ácido clorídrico no estômago – e pediu à Rita que fosse ao armário dos remédios buscar “leite de magnésia” para ele tomar. A Rita deparou-se com a embalagem de “leite de magnésia” vazia.



1. Imaginem que a Rita vos pede ajuda para resolver o problema do pai enquanto a mãe foi à farmácia comprar “leite de magnésia”. Traduzam, por palavras vossas, uma possível resolução para o problema do pai da Rita.
2. Planifiquem uma atividade que vos permita resolver o problema do pai da Rita. Para isso podem recorrer ao “leite de magnésia”.
3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as vossas observações.
4. Apresentem as conclusões de forma a resolver o problema do pai da Rita e escrevam a equação química que traduz a reação química que efetuaram.
5. Partilhem o vosso trabalho com a turma.



Vai mais além ...

A Rita vive com os seus pais numa moradia com um jardim enorme onde todas as hortênsias apresentam flores cor-de-rosa. O seu pai desde que se reformou que anda a pensar em fazer um canteiro de hortênsias azuis com a terra do seu jardim.

Ao consultar uma revista de jardinagem sobre hortênsias encontrou a seguinte informação:



As cores das hortênsias dependem do pH do terreno. Se o terreno for neutro ou alcalino, as flores são brancas ou cor-de-rosa, se o solo for ácido as flores apresentam cor azul.


Depois de ler esta informação o pai da Rita questionou-se: **Que tratamento químico devo fazer ao terreno do jardim para que as hortênsias do canteiro apresentem flores azuis?**

Elabora um pequeno texto com a resposta à questão pelo pai da Rita e enumera possíveis substâncias a utilizar.



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 6R – Reação química de precipitação Nome - _____ Nº - ____ T - ____	 8º ANO
------------------------	---	--

1. Visualizem atentamente o vídeo.
2. Leiam com atenção o texto que se segue:

Formação de estalactites e estalagmites

«A água no seu interminável ciclo, absorve grandes quantidades de dióxido de carbono quando atravessa a atmosfera e condensa, para depois precipitar novamente sobre a Terra, sobre a forma de chuva.

Nas zonas calcárias, quando chove, estas águas, espalham-se nos terrenos em todas as direções, ao sabor dos declives que vão encontrando e escoam pelas fendas encontradas no calcário aumentando-as, quer pela erosão mecânica natural quer pela reação química causada pela presença de dióxido de carbono.

O calcário, que é formado sobretudo graças ao carbonato de cálcio (CaCO_3), ao entrar em contacto com as águas saturadas em dióxido de carbono, origina bicarbonato de cálcio ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), passando assim de uma substância insolúvel a uma substância solúvel.

No seu processo de permeabilização, estas águas, ao atingirem as amplas cavidades anteriormente formadas (grutas), geram pequenas gotas que se desprendem dos tetos, das mais variadas alturas, criando nesse processo todo o tipo de formações.

Uma parte destas águas vai naturalmente sofrendo o fenómeno da evaporação, diminuindo assim substancialmente a quantidade de dióxido de carbono que nela existia inicialmente. Esta operação origina uma reação química inversa à anterior, ou seja, uma nova formação de carbonato de cálcio, que, sendo insolúvel, fica suspenso dos tetos sob formas sólidas coniformes de vértice para baixo, pela qual vão “crescendo” lentamente através dos séculos.

No entanto, se as gotas, mercê de uma permeabilização mais intensa, se desprendem ritmicamente de uma cadência regular, dos tetos, o fenómeno químico concretiza-se, fazendo com que as formações cresçam a partir do chão. Pode ainda dar-se a união das formações, criando lindíssimas colunas de caprichosos efeitos.»

www.grutasmiradaire.com (adaptado)

3. Elaborem um resumo do vídeo e do texto, onde expliquem a formação das estalactites e estalagmites, presentes nas grutas, relacionando estes fenómenos naturais com as reações de precipitação.
4. Partilhem o vosso resumo com a turma.
5. As grutas naturais constituem um património geológico. A sua existência está frequentemente ligada às regiões calcárias, cujos solos contêm grandes quantidades de carbonato de cálcio e de carbonato de magnésio que são pouco solúveis em água.
 - 5.1. As águas que atravessam solos calcários são águas duras e as águas que atravessam solos graníticos e basálticos são águas macias. Reescrevam a frase anterior, substituindo as palavras sublinhadas por palavras vossas.
 - 5.2. Suponham que temos dois frascos iguais, sem rótulos, com amostras de água recolhidas em dois locais diferentes do nosso país – Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros e em Bragança. Planifiquem uma atividade que vos permita identificar o frasco que contém a amostra de água recolhida no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. Para isso, podem realizar uma pesquisa no vosso manual na página 89.



5.3. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registrar as vossas observações.

5.4. Tirem conclusões.

5.5. Partilhem o vosso trabalho com a turma.



Vai mais além!

Principalmente nas regiões onde as águas são consideradas duras utilizam-se produtos, designados por anticalcários, em eletrodomésticos como as máquinas de lavar, para serem amaciadas.

Por que se utiliza anticalcários nas máquinas de lavar?




Elabora um pequeno texto, de forma fundamentada, com a resposta à questão apresentada e enumera outros processos utilizados para amaciar as águas duras.



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?

ANO LETIVO 2014 / 2015	DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS	 8º ANO
	DISCIPLINA: Ciências Físico Químicas Tarefa de investigação 7R – Fatores que afetam a velocidade de uma reação química	
Nome - _____		Nº - ____ T - ____



A Rita nas férias de Carnaval, vai sempre uns dias para casa dos primos, em Torres Vedras, e costumam ir ver o curso de Carnaval. Na manhã de terça-feira de Carnaval, a Rita acordou constipada e pediu à prima um comprimido para poder ir ver o curso de Carnaval. A prima, no seu armário de medicamentos, só tinha Ceccrisina - comprimidos efervescentes – para aliviar a constipação.

A Rita nunca tinha tomado comprimidos efervescentes e questionou a prima: **Como é que devo preparar o comprimido de Ceccrisina para que este se dissolva rapidamente na água?**

1. Prevejam uma resposta para a questão colocada pela Rita à prima.
2. Partilhem as vossas previsões à questão colocada pela Rita com a turma.
3. Planifiquem uma atividade que vos permita testar as previsões da turma.
4. Construam uma tabela para registar as vossas medições.
5. Realizem a atividade, tendo o cuidado de registar as vossas medições na tabela que construíram.
6. Tirem conclusões e comparem com a resposta que deram na questão 1.
7. Partilhem o vosso trabalho com a turma e discutam outras formas de dissolver mais rapidamente o comprimido efervescente – Ceccrisina.



Vai mais além ...

A Rita após chegar do curso de Carnaval com os primos sentou-se na sala a folhear a revista Proteste, na qual se encontrava a seguinte informação:

Bolacha com CREME NOCILLA E CEREJAS

Ingredientes: bolacha (farinha de trigo, açúcar, Cúctara Oleoequilibrada: óleo vegetal e emulsionante: lecitina, xarope de glicose e frutose, emulsionante: lecitina de girassol, levedantes químicos: bicarbonato de amónio e sódio, aroma, corantes: E150D, agente de tratamento da farinha: metabisulfito de sódio, sal), Creme Nocilla 38% (Arroz, óleo vegetal, cacau magro, avelãs, emulsionante: lecitina de soja, aroma, antioxidantes: E 304, E 306) chips de cereais 8,5% (milho, arroz, cevada, açúcar, extracto de malte, sal), POEE (C) LECI em frutos de casca rija, ovo e leite.

Información nutricional media	por 100 g	por ración dose (35 g)	% de la C.D.O.*
Valor energético	2046 kJ / 487 kcal	170 Kcal	9%
Proteínas	5 g	1,8 g	4%
Hidratos de carbono / Glúcidos	75 g	26 g	10%
de los cuales / dos quais azúcares / açúcares	37 g	13 g	14%
Grasas / Lípidos	18 g	6,3 g	9%
de las cuales / dos quais saturadas / saturadas	5 g	1,8 g	9%
monosaturadas / monosaturadas	8 g	3,0 g	
polinsaturadas / polinsaturadas	4,5 g	1,6 g	
Fibra alimentaria	2,5 g	0,9 g	4%
Sodio / Sódio	0,15 g	0,05 g	2%

*C.D.O. Cantidad Diaria Orientativa
Contiene 5 raciones / Contém 5 porções.

Rótulo de um pacote de bolachas

A preservação de alimentos pode ser conseguida através de aditivos

Os aditivos são considerados ingredientes, pelo que é obrigatório mencioná-los nos rótulos dos produtos alimentares. A União Europeia definiu uma lista de aditivos autorizados (cerca de 300) em determinados alimentos e nas doses permitidas. Atribuiu a cada aditivo um código, composto por 3 ou 4 algarismos precedidos da letra “E”, de Europa. Na lista de ingredientes, deve constar a categoria a que pertence (por exemplo, corantes, conservantes) e o seu nome (por exemplo, tartarazina) ou o seu código europeu (E-102).

Adaptado deco.proteste.pt (2009)



Elabora um pequeno texto onde apresentes, de forma fundamentada, a resposta à questão colocada pela Rita relacionando os antioxidantes com a capacidade de alterar a velocidade das reações químicas.



Reflete sobre o trabalho que realizaste

1. Indica o que aprendeste com a realização desta tarefa.
2. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Indica o que achaste mais interessante nesta tarefa. E o menos interessante? Porquê?
4. Todos os elementos do grupo colaboraram na realização da tarefa? E ouviram as ideias uns dos outros?