

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO



O Estudo de Aula com tarefas STEM e o Desenvolvimento  
Profissional de Professores de Ciências Naturais e  
Físico-Química

**Júlia Conceição da Costa Parada Prada**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

Área de especialidade: Inovação em Educação

Dissertação orientada pela  
Prof. Doutora Maria Teresa Maldonado Covas de Sousa Conceição

2025

---



## Agradecimentos

Todo o percurso feito até este momento com esforço, dedicação e muitas dúvidas só foi possível graças ao apoio, incentivo e colaboração de muitas pessoas, às quais expresso aqui os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço, primeiramente, à minha orientadora, Maria Teresa Maldonado Covas de Sousa Conceição, pela disponibilidade dispensada, pelo apoio prestado, e por ter sempre uma palavra amiga de motivação. A sua orientação e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do Mestrado de Inovação em Educação, pelo ambiente colaborativo, pelas trocas de ideias e pela amizade construída ao longo do primeiro ano.

Aos professores e professoras do Mestrado de Inovação em Educação, pela excelência no ensino e pelas aprendizagens que me proporcionaram.

À minha querida amiga Susana, por me ter desafiado e acreditado que eu era capaz, e por ter sido um pilar de incentivo e de apoio incondicional em cada etapa deste percurso.

Às fantásticas amigas Cláudia, Paula e Rosa, colegas do agrupamento de escolas onde se desenvolveu este estudo, que generosamente se disponibilizaram, de forma entusiasta, a participar e a colaborar nesta aventura.

À diretora do agrupamento de escolas, onde foi implementado o estudo de aula, pela sua disponibilidade e apoio prestado para a realização da parte investigativa em contexto escolar.

Um agradecimento muito especial ao meu marido, Carlos, por ter estado ao meu lado em cada passo deste caminho, que, embora tenha sido difícil, foi profundamente gratificante. O teu apoio e as palavras de encorajamento foram a minha base nos momentos mais difíceis. És, sem dúvida, o companheiro de todas as aventuras!

À minha filha Sofia agradeço o carinho, a compreensão e o companheirismo. A tua presença e apoio foram fundamentais nos dias mais desafiantes, deram-me forças para seguir em frente.

Muito obrigada a todos!



## Resumo

A investigação decorre da realização de um estudo de aula com tarefas STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) com abordagem interdisciplinar de Ciências Naturais e Físico-Química, num Agrupamento de Escolas pertencente a um Território de Intervenção Prioritária (TEIP), do concelho de Sintra. O estudo tem como objetivo conhecer os efeitos do estudo de aula com tarefas STEM no desenvolvimento profissional das professoras no ensino de Ciências Naturais e Físico-Química, particularmente em relação aos desafios pessoais e profissionais, às aprendizagens profissionais e às práticas colaborativas.

O enquadramento teórico aborda aspetos relevantes relacionados com o desenvolvimento profissional dos professores e com o estudo de aula interdisciplinar em educação STEM, enquanto modelo de formação de desenvolvimento profissional de professores de Ciências Naturais e Físico-Química, de natureza colaborativa.

Trata-se de uma investigação qualitativa, baseada no paradigma interpretativo, com um design de observação participante, na qual participaram duas professoras de Ciências Naturais e uma professora de Físico-Química, do 3.º ciclo. Os dados foram recolhidos através da observação participante (com notas de campo), da gravação áudio das sessões de trabalho, da gravação vídeo e áudio da aula de investigação, da entrevista semiestruturada em grupo focal e da reflexão individual final das professoras participantes. A análise dos dados foi realizada através da análise de conteúdo categorial.

Os resultados deste estudo demonstram que a implementação do estudo de aula acarreta para as professoras envolvidas alguns desafios de índole pessoal e profissional. A superação ou minimização destes, através do apoio interpares, é percebida como uma oportunidade de crescimento profissional. Destacam-se as potencialidades do processo formativo do estudo de aula, da interdisciplinaridade e da educação STEM para as aprendizagens profissionais das professoras participantes. Além disso, evidencia o contributo do estudo de aula para o desenvolvimento de práticas colaborativas que promovem a confiança dos professores, fundamental para o desenvolvimento profissional docente.

Palavras-chave: desenvolvimento profissional docente, estudo de aula, colaboração, interdisciplinaridade, educação STEM.



## Abstract

The investigation arises from the implementation of a lesson study with STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) tasks, using an interdisciplinary approach to Natural Sciences and Physics-Chemistry, in a School Cluster, belonging to a Priority Intervention Territory (TEIP), in the municipality of Sintra. The aim of the study was to understand the effects of the lesson study with STEM tasks on the professional development of teachers in the teaching of Natural Sciences and Physics-Chemistry, particularly regarding personal and professional challenges, professional learning, and collaborative practices.

The theoretical framework examines key aspects of teachers' professional development and the interdisciplinary lesson study approach in STEM education, conceived as a collaborative model of professional development for Natural Sciences and Physics-Chemistry teachers.

This is a qualitative study based on the interpretive paradigm, with a participant observation design, in which two natural science teachers and one physics and chemistry teacher from the third cycle participated. Data were collected through participant observation (with field notes), audio recording of work sessions, video and audio recording of the research class, semi-structured focus group interviews, and final individual reflection by the participating teachers. Data analysis was performed using categorical content analysis.

The results of this study demonstrate that the implementation of lesson study entails for the teachers involved some personal and professional challenges. Overcoming or minimizing these challenges, through peer support, is perceived as an opportunity for professional growth. The potentialities of the formative process, interdisciplinarity, and STEM education stand out for the professional learning of the participating teachers. Furthermore, it evidences the contribution of lesson study to the development of collaborative practices that promote teachers' confidence, which is fundamental for teacher professional development.

**Keywords:** teacher professional development, lesson study, collaboration, interdisciplinarity, STEM education.



## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Interesse e Relevância do tema .....	1
1.2	Objetivo do estudo e Questões de investigação .....	3
2	Enquadramento teórico .....	5
2.1	Desenvolvimento Profissional Docente .....	5
2.1.1	Os desafios da educação no século XXI .....	5
2.1.2	Conceito de Desenvolvimento Profissional .....	8
2.1.3	Modelos de desenvolvimento profissional docente .....	13
2.2	Estudo de aula .....	17
2.2.1	O processo formativo .....	17
2.2.2	A colaboração .....	21
2.2.3	A interdisciplinaridade .....	25
2.2.4	A educação STEM .....	27
2.2.5	O estudo de aula em Portugal .....	31
3	Metodologia .....	35
3.1	Opção metodológica .....	35
3.2	Caraterização do contexto e dos participantes .....	36
3.2.1	Caraterização do contexto .....	37
3.2.2	Caracterização dos participantes .....	37
3.3	Cronograma da investigação .....	39
3.4	Instrumentos de recolha de dados .....	40
3.5	Estrutura do Estudo de Aula .....	43
3.6	Análise de dados .....	51
3.7	Questões éticas .....	54
4	Resultados .....	57
4.1	Apresentação dos resultados .....	57
4.2	Discussão dos resultados .....	80
5	Considerações finais .....	89
	Referências .....	91
	Apêndices .....	105
	Apêndice 1 .....	107
	Apêndice 2 .....	108
	Apêndice 3 .....	110
	Apêndice 4 .....	113
	Apêndice 5 .....	116

Apêndice 6 .....	123
Apêndice 7 .....	131
Apêndice 8 .....	133
Anexos .....	135
Anexo 1 .....	137
Anexo 2 .....	153

## **Índice de Figuras**

Figura 1 Interseção das dimensões no desenvolvimento profissional.....	12
Figura 2 Modelo implícito no desenvolvimento profissional docente .....	14
Figura 3 Modelo de mudança de professor .....	14
Figura 4 Ciclo do estudo de aula .....	19
Figura 5 Aplicação da atividade de diagnóstico .....	48
Figura 6 Plano da aula de investigação .....	50
Figura 7 Preparação da aula de investigação - organização do laboratório e dos materiais .....	50

## **Índice de Quadros**

Quadro 1 Caracterização das professoras participantes no estudo .....	38
Quadro 2 Cronograma da investigação .....	39
Quadro 3 Instrumentos de recolha de dados e o processo investigativo .....	40
Quadro 4 Plano geral das sessões do estudo de aula .....	44
Quadro 5 Categorias para a análise dos dados .....	53

# 1 Introdução

## 1.1 Interesse e Relevância do tema

Durante o meu percurso escolar sempre sonhei ser médica, mas a elevada média exigida para o curso de medicina levou-me a reconsiderar as minhas opções! Deste modo, escolhi ingressar na licenciatura de Ensino de Biologia e Geologia (variante de Biologia) na Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa. Começou, assim, o meu caminho no mundo da educação. Hoje tenho a convicção de que segui o percurso certo, uma vez que adoro ser professora, quer pela relação humana estabelecida em sala de aula, quer pelo processo de aprendizagem e crescimento permanente. Ensinar é também aprender: os professores revêm e adquirem novos saberes, constroem novas formas de ensinar e renovam-se continuamente a partir da interação com os alunos. Como aponta Tardif (2002), o saber dos professores está relacionado com as suas relações com os alunos em sala de aula e com os outros elementos envolvidos na escola, o que torna a profissão dinâmica e colaborativa.

Sou professora há 24 anos e já lecionei em várias escolas do distrito de Lisboa. Atualmente pertenço ao quadro de nomeação definitiva de um Agrupamento de Escolas (AE) pertencente a um Território Educativo de Intervenção Prioritária (TEIP), inserido num contexto de vulnerabilidade social, desigualdade educativa e riscos de exclusão, que me desafia constantemente a (re)pensar a minha prática docente. Neste sentido surge o meu interesse e uma necessidade profissional emergente de aprender novos processos inovadores e inclusivos que possam contribuir concomitantemente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional e para uma aprendizagem mais motivadora, ativa e participativa por parte de todos os alunos.

No primeiro semestre do mestrado de “Inovação em Educação”, tive a oportunidade de assistir, pela primeira vez, na disciplina de Inovação e Desenvolvimento Profissional Docente, a uma apresentação sobre o processo inovador formativo do estudo de aula (EA). O EA (em inglês, *Lesson Study*) é um modelo de desenvolvimento profissional de professores, que se desenvolve no ambiente de trabalho do professor, ou seja, na escola, e que é amplamente usado no Japão (*jugyo kenkyuu*) (Stigler & Hiebert, 1999). É centrado na prática letiva e apoiado em atitudes inovadoras e dinâmicas colaborativas e reflexivas entre professores de acordo com “os seus interesses e a vontade de

compreender melhor a aprendizagem dos alunos com base nas suas próprias experiências” (Quaresma & Ponte, 2017b, p.102), que pretendem tanto o desenvolvimento profissional dos professores quanto a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos. Assim, despoletou-se o meu interesse em desenvolver a investigação em EA na medida em que, por um lado, pode responder à minha necessidade como professora através da apresentação de soluções pedagógicas inovadoras, e, por outro lado, possibilita aos professores participantes a articulação colaborativa resultante da discussão e da reflexão, com implicações no desenvolvimento profissional docente e na mudança da prática pedagógica.

Apesar dos constantes avanços da ciência e da tecnologia na sociedade, constata-se que a prática docente do ensino de Ciências Naturais e de Físico-Química permanece, muitas vezes, restrita a métodos de ensino tradicional, a aulas expositivas e ao uso excessivo do manual escolar. No entanto, o que se espera cada vez mais das escolas é que acompanhem esta evolução e que formem cidadãos com competências e interesse pelas áreas científicas e tecnológicas. Como refere Cardoso (2013) “dada a proliferação das tecnologias de informação, a escola (e as orientações dos documentos oficiais) assume um papel ainda mais importante e insubstituível” (p.39).

Deste modo, surgiu a escolha de integrar tarefas STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) no EA, que envolvam a combinação das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Stohlmann et al. (2012) referem que o ensino STEM torna a aprendizagem mais interligada e relevante para os alunos. A educação STEM proporciona vários benefícios importantes aos alunos, nomeadamente, torna-os solucionadores de problemas, inovadores, inventores, autossuficientes, pensadores lógicos e tecnologicamente competentes (Morrison, 2006). O STEM estimula a curiosidade associada a atividades que requerem mais participação dos alunos (atividades “mão na massa”, do inglês *hands-on*), tornando-os deste modo mais envolvidos com os temas científicos (Pugliese, 2018). Assim, incentiva os alunos a explorarem soluções não convencionais para problemas práticos e reais e a desenvolverem competências importantes como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a comunicação e a colaboração entre pares.

De acordo com Ponte (2014) a aprendizagem dos alunos “depende em grande medida do que acontece na sala de aula. E isso, como não poderia deixar de ser, tem muito a ver com o modo como o professor ensina” (p.5). Para Cardoso (2013) um bom professor deve procurar melhorar as suas competências diariamente. Stohlmann et al. (2012)

consideram que o ensino STEM exige que os professores adotem abordagens centradas no aluno, como projetos investigativos de resolução de problemas do mundo real. Deste modo, o ensino STEM possibilita aos professores a exploração de abordagens pedagógicas inovadoras, o desenvolvimento de projetos criativos e a integração eficaz de ferramentas tecnológicas.

Face ao exposto e tendo em consideração o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Ministério da Educação, 2017) e as Aprendizagens Essenciais (AE) (Ministério da Educação, 2018) do 7º ano de escolaridade das disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Química, que estabelecem a articulação das várias áreas de conhecimento, escolhi a temática do estudo “O Estudo de Aula com tarefas STEM e o Desenvolvimento Profissional de Professores de Ciências Naturais e Físico-Química”.

Relativamente à relevância da investigação desenvolvida no estudo, é de salientar que esta constitui uma excelente oportunidade para os professores envolvidos participarem, pela primeira vez, num EA, que segundo Ponte et al. (2016) permite-lhes “aprenderem questões importantes em relação aos conteúdos que ensinam, às orientações curriculares, aos processos de raciocínio e às dificuldades dos alunos e à própria dinâmica da sala de aula” (p.870) e, conseqüentemente, potencia o seu desenvolvimento profissional.

O EA é desenvolvido num contexto interdisciplinar, em que professores de diferentes áreas colaboram entre si para melhorarem a escrita e as estratégias de compreensão dos alunos (Lewis & Hurd, 2011) e a sua prática pedagógica. Assim, os professores de Ciências Naturais e Físico-Química planificam e implementam uma proposta de tarefa STEM interdisciplinar. O número, ainda, reduzido de EA interdisciplinares que envolvam as disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Química justifica a relevância da realização do presente estudo.

A investigação também é relevante para a aplicação de novas práticas educacionais mais inovadoras e inclusivas através do desenvolvimento de competências e ferramentas necessárias para integrar o EA com tarefas STEM, em sala de aula, algo que ainda não foi amplamente explorado.

## **1.2 Objetivo do estudo e Questões de investigação**

O objetivo do estudo tem como função “explicitar o que se pretende aprender ou entender, e ajudar a estruturar as linhas mestras da estratégia a seguir” (Amado, 2014, p.

119).

Assim, o objetivo do estudo é: “Conhecer os efeitos do Estudo de Aula no desenvolvimento profissional de professores no ensino de Ciências Naturais e Físico-Química, quando elaboram e utilizam tarefas STEM”.

Tendo por base o objetivo do estudo foram delineadas as questões de investigação que permitem delimitar e “direcionar a investigação para aspetos mais específicos relacionados com a recolha de dados e a criação dos instrumentos de análise” (Gonçalves, 2010, p.55).

Foram formuladas as seguintes questões de investigação:

**I.** Quais os desafios enfrentados pelos professores de Ciências Naturais e de Físico-Química no ensino destas disciplinas no contexto de um estudo de aula com tarefas STEM?

**II.** Quais as potencialidades de um estudo de aula interdisciplinar em educação STEM nas aprendizagens dos professores de Ciências Naturais e Físico-Química?

**III.** De que modo o estudo de aula promove práticas colaborativas entre os professores participantes de Ciências Naturais e Físico-Química, no contexto da educação STEM?

Pretende-se que as questões de investigação estejam alinhadas com o objetivo do estudo na medida em que cada questão está formulada para orientar e estruturar a investigação procurando, assim, dar-lhe resposta.

## **2 Enquadramento teórico**

### **2.1 Desenvolvimento Profissional Docente**

“O êxito do desenvolvimento da escola depende do êxito do desenvolvimento do professor” (Day, 2001, p.17)

#### **2.1.1 Os desafios da educação no século XXI**

Vivemos numa época em que a educação e a escola se transformam vertiginosamente e enfrentam, por isso, constantes desafios de renovação e de melhoria. Segundo Sachs (2000), a educação é um campo profissional dinâmico com uma base de conhecimento em constante expansão.

De acordo com o relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) (2018), a educação assume um papel imprescindível no desenvolvimento de “conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que permitam às pessoas contribuir e beneficiar de um futuro inclusivo e sustentável” (p.4). Assim, as escolas de hoje não transmitem apenas conhecimentos, têm uma ação mais abrangente, na medida em que são confrontadas com múltiplas realidades que colocam à escola e aos professores novas questões, novos problemas, sérios desafios que não são, por vezes, fáceis de superar. Estas realidades traduzem-se, nomeadamente, por uma heterogeneidade de alunos, com diferentes níveis de desempenho, motivação e interesse, por uma grande multiplicidade de culturas, de estilos de aprendizagem diferentes e por diferentes enquadramentos sociais, culturais, económicos e familiares.

Para responder aos desafios do século XXI, a escola precisa de práticas educativas inovadoras e de espaços de aprendizagem cada vez mais diversificados que envolvam toda a comunidade educativa. A escola “tal como se organizou desde meados do século XIX, tem os dias contados” e a tendência atual “é a abertura da escola ao espaço público da educação” (Nóvoa, 2017, p.1129). Uma abordagem de escola inteira, incluindo todos os membros da comunidade escolar juntamente com as partes interessadas locais, pode ajudar a alcançar uma educação de qualidade inclusiva e equitativa para todos. No relatório anual da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) (2022), a educação é vista como um acordo implícito entre os membros de uma sociedade que cooperam para alcançar um benefício comum.

O conhecimento não emerge exclusivamente da escola, mas estas continuam a ser os “lugares para arriscar, enfrentar desafios e experimentar possibilidades” (UNESCO, 2022, p.93). Assim, é importante que sejam “reimaginadas para melhor promover a transformação do mundo rumo a futuros mais justos, equitativos e sustentáveis” (UNESCO, 2022, p.92).

Um estudo sobre o Apoio à Inovação Escolar em Toda a Europa (Comissão Europeia, 2018), elaborado para a Comissão Europeia, considera que se deve reconhecer e apoiar a articulação horizontal das escolas com as respetivas comunidades. Os elementos externos, nomeadamente, pais, comunidades locais, instituições locais e parceiros culturais, podem ter um impacto muito positivo na implementação de inovações nas escolas e no processo de aprendizagem dos alunos. Deste modo, é preciso “repensar, com coragem e ousadia, as nossas instituições e as nossas práticas.” (Nóvoa, 2017, p.1111).

Na inovação escolar é importante ter em conta as idiosincrasias de cada escola, tais como, a comunidade, a liderança da escola, os professores, os alunos, os recursos disponíveis e a cultura local. Estas têm impacto na capacidade de inovação educacional, dado que, de acordo com Jesus e Azevedo (2020), esta pode ser definida como “um conceito multidimensional e multinível, ao serviço de um contínuo processo de melhoria da escola, necessariamente focado no desenvolvimento humano de todos e cada um dos alunos, segundo padrões de equidade e justiça social” (p.22).

Alarcão (2001) refere que “numa escola todos são atores” e “todos têm um papel a ser desempenhado” (p.23), mas os professores são elementos imprescindíveis na escola e na sociedade, uma vez que são essenciais “para os futuros da educação” (UNESCO, 2022, p.154) e sobre os quais “repousam as possibilidades de transformação” (UNESCO, 2022, p.88). Também Day (2001) considera que os professores estão no “centro do processo educativo” (p.1) e “constituem o maior triunfo da escola” (p.16).

A educação escolar é, atualmente, um campo de ação em constantes mudanças, nomeadamente, pedagógicas, organizacionais, curriculares e outras, definidas no quadro de sucessivas reformas e políticas educativas, que requerem uma conceção do professor como um profissional em constante desenvolvimento.

As mudanças que ocorrem nas escolas no séc. XXI alertam para a necessidade de se efetuar um investimento nos professores para que estes correspondam às expectativas que recaem sobre eles (Day, 2001). Para Galvão et al. (2017), sem os professores “não há mudança, sem eles não há escola e a educação e o ensino não têm sentido” (p.93).

A relação entre o professor e a inovação é dinâmica e crucial, quer para o progresso educacional quer para enfrentar os desafios educativos do presente e do futuro. Os professores desempenham um papel essencial na inclusão e na promoção da inovação na sala de aula. Quando estão recetivos à inovação podem criar experiências de aprendizagem mais envolventes, aplicar novas ideias nas práticas pedagógicas adaptadas às necessidades dos alunos e prepará-los melhor para os desafios do mundo, na globalidade.

A transformação na educação depende muito do que os “professores fazem e pensam — é tão simples e tão complexo quanto isso” (Fullan, 1992, p.129). Para Mockler (2005), uma premissa central da aprendizagem profissional transformadora é apoiar um ensino que visa “a transformação da sociedade através da contribuição que ela dá para a formação de seres humanos que pensam criticamente, agem com ética e buscam a justiça ao longo de suas vidas” (p.733). A aprendizagem profissional inserida num contexto escolar é, segundo Fullan (1992) a única aprendizagem que, em última análise, tem implicações na mudança que ocorre nas salas de aula.

Os professores quando introduzem a inovação na sua prática, estão abertos a aprender com os outros, através da colaboração e da partilha, com os seus pares, de conhecimento e de práticas bem-sucedidas. O trabalho colaborativo entre professores permite o seu desenvolvimento profissional, através da partilha e da reflexão conjunta, tendo por base a singularidade de cada professor, que em interação, enriquecem a ação de todos (Lopes et al., 2023). É de referir que a maioria dos professores está habituada ao isolamento e à falta de colegialidade no seu trabalho quotidiano, uma vez que o desenvolvimento profissional não está incorporado nos seus horários de trabalho (Akiba et al., 2019).

Ser professor requer uma ampla gama de habilidades avançadas e um desenvolvimento profissional contínuo (UNESCO, 2022), e, como salienta Hargreaves (2003), dele espera-se mais do que qualquer outro profissional. As exigências colocadas aos professores, as expetativas que recaem sobre a sua atividade e a avaliação sobre os resultados obtidos “remetem para tarefas complexas próprias (...) e não para a execução de tarefas simples e repetitivas, obedecendo à execução de procedimentos prescritos e monitorizados” (Canário, 2007, p.144).

Hargreaves (2003) considera que os professores atuais têm de se comprometer e esforçar continuamente para atualizar, controlar e rever a sua própria aprendizagem profissional. Canário (2007) sublinha “o professor não ensina apenas o que sabe, ensina

aquilo que é” (p.140).

Nos dias de hoje, o professor precisa “continuar a dar uma resposta adequada ao direito de aprender dos alunos” e “fazer um esforço maior para continuar a aprender” (Marcelo, 2009, p.8), já que o conhecimento e os alunos estão a transformar-se mais rapidamente do que estávamos habituados.

Por isso, é muito importante promover o desenvolvimento profissional contínuo de todos os professores, ao longo de toda a carreira, para que estes “possam acompanhar a mudança, rever e renovar os seus próprios conhecimentos, destrezas e perspetivas sobre o bom ensino” (Day, 2001, p.16). Marcelo (2009) afirma que a profissão docente é uma “profissão de conhecimento” e, por isso, “é imprescindível que os professores [...] se convençam da necessidade de ampliar, aprofundar, melhorar a sua competência profissional e pessoal” (p.8).

### **2.1.2 Conceito de Desenvolvimento Profissional**

Os desafios que os professores enfrentam na sua atividade profissional exigem uma atualização constante, devido à evolução da sociedade e aos avanços tecnológicos e científicos. Os processos que os professores utilizam para ultrapassar esses desafios, ao longo do seu percurso profissional, traduzem-se no seu desenvolvimento profissional (DP)

É essencial que os professores atualizem as suas competências para executar eficazmente as suas funções profissionais. O DP ajuda-os a incorporar e liderar inovações no ensino na medida em que “os professores podem ser pioneiros em esforços para colaborar e aprender juntos em uma cultura de pesquisa, inovação e exploração, e promover sistemas integrados para a organização e compartilhamento da aprendizagem” (UNESCO, 2022, p.88).

Day (2001) acredita que o DP contínuo é sempre necessário, pois os professores devem acompanhar as mudanças no currículo, nas estratégias de ensino e nas condições de trabalho, refletindo e melhorando os seus conhecimentos, habilidades e perspetivas sobre o ensino. Canário (2007) refere que a profissão de professor “deverá ser altamente qualificada, deverá basear-se num processo formativo marcado por processos de aprendizagem ao longo da vida” (p.134).

Ferreira e Sousa (2024) consideram que o DP pressupõe que o professor “possa evoluir continuamente, incorporando e aprendendo os fundamentos de uma cultura

profissional, que significa saber por que se faz, o que se faz e quando e por que será necessário fazê-lo de um modo distinto” (p.401).

Segundo a Comissão das Comunidades Europeias (2007) a formação académica e a formação profissional inicial “não podem proporcionar aos docentes os conhecimentos e as competências necessários para toda a sua carreira. A formação académica e o DP de cada docente têm de ser encarados como tarefas ao longo da vida” (p.13). Oliveira-Formosinho (2009) corrobora esta ideia e afirma que o conceito de DP dos professores não pode ser visto separado do conceito de formação contínua (designação em português).

A formação ao longo da vida constitui a resposta exigida para enfrentar os constantes desafios da inovação e da mudança e é, simultaneamente, uma condição para o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores (Gonçalves, 2009).

Marcelo (2009) considera que a expressão “desenvolvimento profissional” é a mais adequada para descrever o percurso do professor como profissional de ensino. Ele explica que o conceito desenvolvimento tem “uma conotação de evolução e continuidade que (...) supera a tradicional justaposição entre formação inicial e formação contínua dos professores” (p.9). Neste sentido, defende que o DP pode ser entendido como uma atitude constante de pesquisa, de formulação de questões e de procura de soluções.

Ponte (2005) defende que os conceitos formação e DP são diferentes. Do ponto de vista deste autor, a formação é um processo de fora para dentro, no qual o professor recebe e absorve conhecimentos e informações, enquanto o DP é um movimento de dentro para fora, no qual o professor assume “as decisões fundamentais relativamente às questões que quer considerar, aos projetos que quer empreender e ao modo como os quer executar” (p.271). Também aponta que a formação “tende a ser vista de modo compartimentado, por assuntos ou por disciplinas, enquanto o DP implica o professor como um todo nos seus aspetos cognitivos, afetivos e relacionais” (p.272).

Para Ávalos (2011), o DP dos professores é um processo complexo, que exige “o envolvimento cognitivo e emocional dos professores, individual e coletivamente” e (...) “a análise e implementação de alternativas adequadas para melhoria ou mudança” (p.10).

Day (2001) entende o DP como o processo pelo qual, individualmente ou em grupo, os professores reavaliam, renovam e ampliam o seu compromisso como agentes de mudança na educação. Este autor acredita que um DP eficaz deve basear-se em princípios que reconheçam a necessidade de promover a aprendizagem ao longo da vida, tanto em contextos privados quanto públicos, individuais e coletivos, e que também atendam aos

interesses do professor e da escola. Considera que a correlação entre o desenvolvimento do professor com o desenvolvimento da escola segue seis princípios: i) o desenvolvimento do professor é contínuo; ii) deve ser autogerido, mas é da responsabilidade conjunta do professor e da escola; iii) precisa de apoio e recursos materiais e humanos; iv) deve interessar tanto ao professor quanto à escola, embora nem sempre ao mesmo tempo; v) deve existir um processo de corresponsabilização; e vi) deve ser adaptado às necessidades individuais dos professores, levando em conta o momento específico do seu desenvolvimento.

O desenvolvimento profissional docente (DPD) é amplamente reconhecido como um fator essencial para melhorar a qualidade da educação. As mudanças constantes nas demandas sociais, tecnológicas e pedagógicas exigem que a escola seja um espaço privilegiado para que o professor reflita, aprenda e transforme a sua prática de ensino.

Imbernón (2011) argumenta que o DP do professor não se limita apenas ao desenvolvimento pedagógico, ao autoconhecimento e ao desenvolvimento cognitivo. Para este autor, o DP pode ser “um estímulo para melhorar a prática profissional, convicções e conhecimentos profissionais, com o objetivo de aumentar a qualidade docente, de pesquisa e de gestão” (p.49).

Marcelo (2009) considera a escola como o ambiente ideal para o DP, em situações de aprendizagem formal e informal, individual e/ou coletiva, que “procura promover a mudança junto dos professores, para que estes possam crescer enquanto profissionais e também como pessoas” (p.15).

De acordo com Stigler e Hiebert (2009), as escolas devem tornar-se os lugares onde os professores, e não apenas os alunos, aprendem.

Uma abordagem holística que considere o ambiente escolar, as necessidades dos alunos, a liderança escolar e os recursos disponíveis é essencial para promover o DP eficaz e sustentável dos professores. É importante ressaltar que a aprendizagem dos professores depende do contexto da escola e das condições em que eles trabalham.

O DPD e o contexto escolar estão intrinsecamente ligados. Fullan e Hargreaves (1991) defendem que o contexto real em que os professores atuam deve ser considerado no processo de desenvolvimento profissional.

Uwamariya e Mukamurera (2005) destacam uma visão de DP como um processo de aprendizagem contínuo, individual e coletivo, baseado em diferentes formas de aprender, no qual o papel do ambiente profissional é fundamental. Segundo estes autores, o DP é definido como um processo de mudança e transformação que permite ao professor

aprimorar a sua prática e dominar melhor o seu trabalho.

A definição de DP apresentada por Oliveira-Formosinho (2009) e Marcelo (2009) sublinha a importância do contexto, da reflexão crítica sobre a prática e das ações colaborativas para adquirir novos conhecimentos. O DP tem como objetivo promover melhorias na prática de ensino dos professores, com benefícios tanto para os alunos quanto para a formação pessoal destes.

Para Oliveira-Formosinho (2009) o DP é definido como um “processo contínuo de melhoria das práticas docentes, centrado no professor, ou num grupo de professores em interação, incluindo momentos formais e não formais, com a preocupação de promover mudanças educativas em benefício dos alunos, das famílias e das comunidades” (p.226). Esta autora considera três perspectivas de DPD: (i) o desenvolvimento de conhecimento(s) e competência(s) que ajudam os professores a oferecer melhores oportunidades de aprendizagem a todos os alunos; (ii) o desenvolvimento da compreensão pessoal, que envolve a pessoa integral do professor, incluindo as suas crenças, atitudes e pensamento; e (iii) a mudança ecológica, analisada no contexto do ambiente de trabalho e do contexto educacional.

Marcelo (2009) afirma que o conceito de DP tem passado por mudanças ao longo da última década devido à “evolução da compreensão de como se produzem os processos de aprender a ensinar” (p.7). Assim, acredita que está a surgir uma nova perspectiva de DPD que contempla as seguintes características: i) baseia-se no construtivismo e não em modelos transmissivos; ii) é um processo de longo prazo, reconhecendo que os professores aprendem ao longo do tempo; iii) é um processo que ocorre em contextos concretos, pois as experiências de desenvolvimento mais eficazes ocorrem na escola; iv) está diretamente ligado aos processos de reforma da escola; v) o professor é visto como um profissional reflexivo, no qual as atividades de DP consistem em ajudar os professores a construir novas teorias e novas práticas pedagógicas; vi) é um processo predominantemente colaborativo; e vii) pode assumir formas diferentes em distintos contextos, por isso, não existe apenas um modelo de DP que seja benéfico, eficaz e aplicável em todas as escolas.

O DPD deve ser estruturado de forma a garantir uma renovação contínua, contextualizada e transformadora, contribuindo, deste modo, não apenas para o crescimento individual do professor, mas também para a melhoria global da qualidade da educação como um todo. Este institui-se como um processo organizado, contínuo e com

o propósito de “uma construção do *eu* profissional, que evolui ao longo das suas carreiras” (Marcelo, 2009, p.7).

Pesquisas recentes indicam que o desenvolvimento profissional docente é um processo dinâmico e multifacetado, influenciado por “três sistemas sobrepostos e recursivos envolvidos na aprendizagem profissional dos professores: o professor individual, a escola e a atividade” (Opfer & Pedder, 2011. p.384). Corroborando o mesmo ponto de vista, Mesquita-Pires (2011) considera que o DP é um processo “vivencial e contextual que entrecruza as perspectivas psicológicas, as perspectivas curriculares com as perspectivas organizacionais e sociológicas” (p.168). A figura 1 representa a interseção entre as dimensões professor, contexto e experiência (Mesquita-Pires, 2011, p.168).

### Figura 1

*Interseção das dimensões no desenvolvimento profissional*



Fonte: Adaptado de Mesquita-Pires (2011, p.168).

Guskey (2000) entende o DPD como um processo intencional, contínuo e sistemático, que inclui os processos e as atividades projetadas para aprimorar o conhecimento profissional, as habilidades e as atitudes dos professores para que possam, por sua vez, melhorar a aprendizagem dos alunos. Este autor considera que, para assegurar a intencionalidade do DPD, é necessário: i) definir com clareza os propósitos e os objetivos; ii) garantir que os objetivos definidos são os mais importantes para os envolvidos; e iii) determinar como os objetivos podem ser avaliados.

Ingvarson et al. (2004) sugerem a existência de uma relação recíproca entre os resultados dos alunos e o DP dos professores, na medida em que quanto mais os alunos aprendem com sucesso, mais provável é que o professor adote práticas que incentivem uma aprendizagem bem-sucedida.

O percurso profissional de um professor configura-se como um processo de formação permanente e de desenvolvimento pessoal e profissional que compreende não só os conhecimentos e as competências adquiridas, mas também a pessoa que ele é, com as suas crenças, idiossincrasias e história de vida, e o contexto em que exerce a atividade docente (Hargreaves & Fullan, 1992). O professor é uma pessoa em constante aprendizagem, que se envolve em programas de DP em que “as competências se desenvolvem continuamente, de acordo com as necessidades que vão surgindo na escola e profissão” (Pires et al., 2016, p.59).

### **2.1.3 Modelos de desenvolvimento profissional docente**

Ao longo de vários anos de estudo e investigação surgiram diversos modelos que procuram caracterizar o processo de DP do professor (Quaresma & Ponte, 2017a). A nível nacional e internacional verificou-se uma significativa mudança no processo de formação dos professores que passou de um “processo induzido externamente (formação), processo em que estes são relativamente passivos, para a conceção de desenvolvimento profissional como um processo participado e complexo que envolve aprendizagem” (Quaresma & Ponte, 2017a, p.48).

Na mesma perspetiva, Clarke e Hollingsworth (2002) referem que ocorreu uma alteração significativa na conceção dos programas de DP para programas que mudam os professores para “aprendentes ativos que moldam o seu crescimento profissional através da participação reflexiva em programas de desenvolvimento profissional e da prática” (p.948).

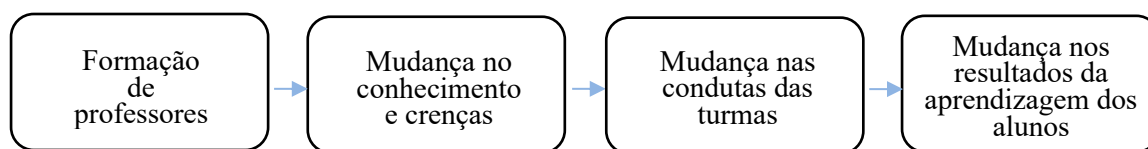
Marcelo (2009) refere que não existe apenas um modelo de DPD e, por isso, é opção de cada escola e de cada professor decidir qual considera mais oportuno e eficaz de acordo com as suas necessidades, práticas pedagógicas e crenças culturais. Também salienta que para agilizar o DPD é necessário compreender, por um lado, o processo através do qual os professores crescem profissionalmente, e, por outro lado, as condições que ajudam e promovem esse crescimento.

Sachs (2007) realizou um levantamento dos aspectos que os professores consideram importantes estarem presentes num programa de DPD, nomeadamente: i) ter como ponto de partida os professores como alunos e envolvê-los numa aprendizagem desafiadora; ii) inspirar outros professores ao compartilharem ideias e práticas com estes; iii) ser um desafio intelectual que estimule os professores a reexaminarem as suas crenças e práticas; iv) garantir o tempo necessário para os professores refletirem sobre as suas aprendizagens, em colaboração com outros docentes, e desafiarem as suas visões de escola, do ensino e da aprendizagem; e v) estabelecerem conexões com as aprendizagens realizadas ao longo da vida.

O modelo representado na figura 2 está implícito num elevado número de programas de DPD (Marcelo, 2009, p.16). Neste modelo, o DPD promove a mudança nos conhecimentos e crenças dos professores, o que conduz a uma alteração das práticas pedagógicas em sala de aula e, conseqüentemente, a melhores resultados da aprendizagem dos alunos.

### Figura 2

*Modelo implícito no desenvolvimento profissional docente*

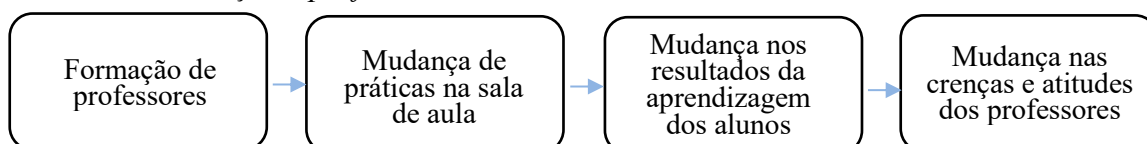


Fonte: Adaptado de Marcelo (2009, p.16)

Guskey (2002) considera que os três principais objetivos dos programas de DPD são: mudar as práticas que os professores utilizam em sala de aula, mudar as suas atitudes e crenças e melhorar os resultados de aprendizagem dos alunos. Este autor apresenta um modelo alternativo para a mudança dos professores (Figura 3). De acordo com este modelo, a mudança significativa nas atitudes e crenças dos professores ocorre, sobretudo, após obterem evidências das melhorias na aprendizagem dos alunos. Essas melhorias normalmente surgem a partir das mudanças que os professores implementaram na sala de aula.

### Figura 3

*Modelo de mudança de professor*



Fonte: Adaptado de Guskey (2002, p.383)

O processo de DPD é complexo e está associado a uma grande diversidade de contextos e de estratégias escolares e, conseqüentemente, apesar do recente e crescente interesse no DP, ainda há muito para aprender sobre este processo.

Para Sparks e Loucks-Horsley (1989) o modelo de DP pode ser visto como um design para a aprendizagem que incorpora um conjunto de pressupostos relativos à origem do conhecimento sobre as práticas de ensino e sobre o modo como os professores adquirem ou expandem o seu conhecimento. Estes autores apresentam cinco modelos de DP, que incluem as bases teóricas e de pesquisa, que sustentam a melhoria do conhecimento, das habilidades ou das atitudes dos professores. Os modelos são:

i) **Modelo de DP autónomo**, considera que os professores aprendem sozinhos através do estudo, da partilha com outros professores e da experimentação de novas estratégias de ensino. Baseia-se nos seguintes pressupostos:

- a aprendizagem é planeada pelo professor, que determina os seus próprios objetivos e seleciona as atividades que resultarão na sua concretização;
- os indivíduos podem avaliar melhor as suas próprias necessidades de aprendizagem e são capazes de aprender por iniciativa própria;
- os indivíduos ficam mais motivados quando selecionam os seus próprios objetivos de aprendizagem, a partir da autoavaliação das suas necessidades.

ii) **Modelo de DP baseado no processo de observação/supervisão e apoio profissional mútuo**, fornece aos professores feedback e dados objetivos sobre o seu desempenho em sala de aula. Baseia-se nos seguintes pressupostos:

- a observação e a avaliação são fundamentais para o crescimento profissional, na medida em que fornecem ao professor dados que podem ser alvo de reflexão e de análise com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos;
- a reflexão de um indivíduo sobre sua própria prática pode ser potenciada pela observação de outros;
- a observação e a avaliação do ensino em sala de aula podem beneficiar as partes envolvidas – o professor observado e o observador;
- a probabilidade de os professores continuarem a envolver-se em processos de melhoria aumenta quando observam os resultados positivos das mudanças que implementaram.

iii) **Modelo de DP baseado no desenvolvimento curricular e/ou organizacional ou baseado em projetos**, desenvolve-se a partir da resolução de um problema concreto, no âmbito de melhoria do ensino em sala de aula e/ou do currículo.

Baseia-se nos seguintes pressupostos:

- os adultos aprendem de forma mais eficaz quando têm uma necessidade de conhecimento ou um problema a resolver (Knowles, 1980);
- os professores podem contribuir com as suas perspetivas únicas para melhorar o ensino e as escolas;
- os professores adquirem conhecimentos ou habilidades importantes através do seu envolvimento em processos de melhoria escolar ou de desenvolvimento curricular.

iv) **Modelo de DP através de cursos de formação**, envolve os professores na aquisição de conhecimentos e competências através da participação em cursos de formação contínua. Baseia-se nos seguintes pressupostos:

- existem comportamentos e técnicas que merecem ser replicados pelos professores em sala de aula;
- os professores podem mudar e melhorar os seus métodos de ensino e aprender a aplicá-los em sala de aula;
- os comportamentos podem ser adquiridos através de cursos de formação. Para garantir que foram adquiridos, é necessário colocá-los em prática, serem observados e terem o *feedback* de um formador creditado.

v) **Modelo de DP através da investigação para a ação**, envolve os professores na investigação de um problema que pode ser identificado individualmente ou em grupo. Baseia-se nos seguintes pressupostos:

- os professores são indivíduos inteligentes e questionadores, com conhecimento legítimo e experiência relevante;
- os professores estão, geralmente, disponíveis para procurar dados que contribuam para a resposta de questões/problemas relevantes e refletir sobre estes para formular as soluções;
- os professores desenvolvem novas formas de compreensão à medida que formulam as suas próprias questões e procedem à recolha dos dados necessários para as resolverem.

O modelo de DP através da investigação para a ação também é designado por Oliveira-Formosinho (2009) como “modelo investigativo” (p.249), em que um professor ou um grupo de professores identificam um problema que procuram resolver através de uma investigação. Assim, os estudos de aula (EA), objeto de investigação do presente estudo, constituem um exemplo de um modelo de DP de natureza investigativa, uma vez que segundo Quaresma e Ponte (2017b) é um “processo próximo de uma pequena

investigação sobre a própria prática profissional” (p.99), centrado no aluno.

O foco na aprendizagem dos alunos no EA consciencializa os professores para a importância de compreenderem as necessidades e as ideias destes e permite-lhes trazer novas perspetivas de ensino para a sala de aula (Murata, 2011). Os modelos formativos tradicionais, baseados na transmissão de conteúdos, têm sido progressivamente substituídos por abordagens que valorizam a colaboração, a aprendizagem em contextos reais e a investigação reflexiva sobre a prática profissional (Desimone & Garet, 2015). No EA, assume-se que o ensino é um processo que “não é unidirecional e transmissivo, mas envolve uma integração bidirecional das ideias dos alunos e da exploração de conteúdos significativamente facilitadas pelos professores” (Quaresma & Ponte, 2017b, p.102).

O EA é um processo formativo com uma estrutura bem definida e coerente, com etapas de planificação, observação e reflexão (Quaresma & Ponte, 2017b), centrado na prática letiva e nos alunos que “coloca os professores no centro do seu processo de desenvolvimento profissional, tendo em conta os seus interesses e a vontade de compreender melhor a aprendizagem dos alunos com base nas suas próprias experiências” (Quaresma & Ponte, 2017b, p.102).

## **2.2 Estudo de aula**

“O estudo de aula é uma investigação sistemática da pedagogia em sala de aula conduzida coletivamente por um grupo de professores” (Tsui & Law, 2007, p.1294)

### **2.2.1 O processo formativo**

O EA teve origem no Japão, no final do século XIX, com o “intuito de melhorar os resultados matemáticos dos estudantes japoneses” (Utamura et al., 2020, p.3). O termo EA é uma tradução do termo japonês original “*jugyokenkyu*”, que é composto por duas palavras: “*jugyo*”, aula ou lição e “*kenkyu*”, que significa estudo ou pesquisa. Os professores japoneses reuniam-se para “estudar aulas” através da observação e da reflexão sobre as mesmas.

Desde o final da década de 1990, tem vindo a expandir-se por todo o mundo, com grande divulgação nos Estados Unidos da América com o livro *The teaching gap* de

Stigler e Hiebert (1999). Tem sido adaptado às realidades e culturas em vários países, nomeadamente, Portugal, Brasil, Estados Unidos da América, Indonésia, Irlanda, Israel e Reino Unido.

Segundo Dudley (2014), o EA é uma forma muito específica de pesquisa em sala de aula, com foco no desenvolvimento do conhecimento da prática docente, que tem fortes potencialidades como modelo de formação de professores, tanto inicial como continuada (Baptista et al., 2012b).

O EA é um processo de DP de professores de natureza colaborativa e centrado na prática letiva (Quaresma et al., 2014), que constitui “...uma alternativa clara aos processos tradicionais de reflexão e melhoria da prática educativa e (...) de reconstrução dos saberes e práticas docentes” (Soto Gómez & Pérez Gómez, 2015, p.16). Segundo Ponte et al. (2015), o EA constitui um processo de formação de professores com potencial para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem. Do mesmo modo, Stigler e Hiebert (2009) consideram que é um processo essencial para a aprendizagem dos professores e melhoria do ensino.

Stigler e Hiebert (1999) referem que o EA promove melhorias contínuas no DP dos professores, que podem ser significativas a longo prazo, orientado para a aprendizagem do aluno num contexto escolar real e colaborativo. Para estes autores, a premissa que está na base do EA é simples: o lugar mais eficaz para melhorar o ensino é no contexto de sala de aula, porque as melhorias são pensadas primeiro dentro dela. Utimura et al. (2020) consideram que o EA “parte da sala de aula e retorna à prática a partir do planeamento, da observação e da reflexão da aula” (p.3).

O processo formativo do EA inicia-se com a identificação pelos professores de um “problema relevante na aprendizagem dos alunos” (Ponte et al., 2016, p.869). Posteriormente, desenvolve-se em várias etapas nas quais os professores trabalham em conjunto, procuram identificar as dificuldades dos alunos e preparam uma aula que, posteriormente, é observada e analisada em profundidade (Ponte et al., 2016). Esta aula é organizada com foco num conteúdo curricular específico e aborda uma dificuldade específica “na aprendizagem do aluno ou uma dificuldade específica de ensino enfrentada pelos professores” (Tsui & Law, 2007, p.1294). Segundo Richit et al. (2019), este processo formativo favorece o DP dos professores por lhes “promover aprendizagens profissionais e os encorajar a experimentar uma prática profissional diferente” (p.54), durante a aula de investigação do EA.

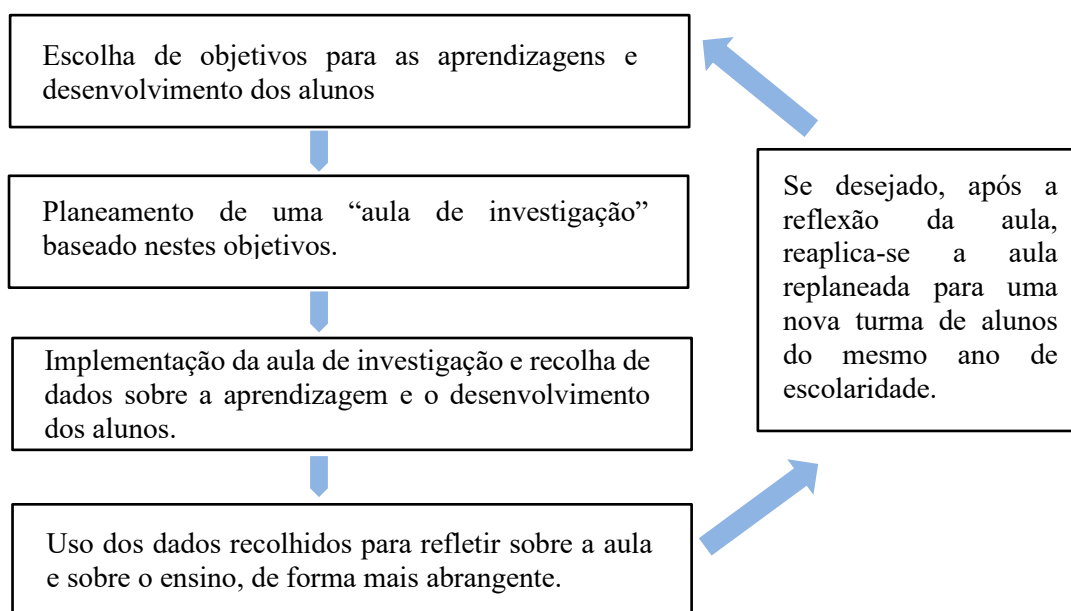
De acordo com Silva e Curi (2018), o processo do EA consiste em “pesquisar a aula, com foco na prática docente, buscando o aprimoramento do professor, bem como o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo de modo a compreender, interagir e intervir na realidade educacional” (p.41). Os mesmos autores consideram que este pode ser desenvolvido em diferentes condições e contextos tendo em conta a realidade sociocultural e as necessidades do grupo de professores e dos alunos envolvidos.

Este processo distingue-se de outros processos de formação, que envolvem observação de aulas, por se centrarem nas aprendizagens e estratégias dos alunos e não no desempenho e atuação dos professores (Murata, 2011; Ponte et al., 2016; Cajkler & Wood, 2016). A ênfase na aprendizagem do aluno ensina os professores a “aprenderem a ouvir os seus alunos” (Murata, 2011, p.4) e a compreenderem as suas necessidades e ideias, com impacto positivo na mudança em sala de aula.

O presente estudo tem como base o ciclo do EA definido por Murata (2011), representado na figura 4.

#### Figura 4

##### *Ciclo do estudo de aula*



Fonte: Adaptado de Murata (2011, p.2)

O ciclo do EA, de acordo com Murata (2011), envolve as seguintes etapas:

i) Definição de objetivos para a aprendizagem e desenvolvimento dos alunos. No início os objetivos podem ser gerais e, ao longo do processo, tornam-se mais específicos (questões específicas de pesquisa);

ii) Planeamento da aula com base nos objetivos definidos, no qual os professores escolhem e/ou concebem uma abordagem de ensino para tornar mais efetiva a aprendizagem dos alunos, de acordo com o(s) objetivo(s) da aula. A finalidade desta etapa não é planejar uma aula perfeita, mas sim verificar uma abordagem de ensino ou investigar uma questão sobre o ensino que possibilite aos professores uma compreensão mais profunda do conteúdo e do pensamento do aluno, em contexto real. No planeamento os professores também preveem as possíveis respostas dos alunos e preparam com pormenor a aula de investigação;

iii) Observação de uma aula de investigação, em que os professores observam como os alunos aprendem e recolhem dados sobre os diferentes raciocínios e estratégias utilizadas;

iv) Reflexão sobre a aula de investigação, em que o grupo de professores reúne para partilhar as observações e discute a aprendizagem e os progressos dos alunos, com base nos dados recolhidos durante a observação.

A partir da reflexão e da análise efetuada anteriormente, o planeamento da aula de investigação pode ser revisto e, eventualmente, a aula reformulada é lecionada novamente, proporcionando nova oportunidade de reflexão e aprendizagem (Murata, 2011).

Murata (2011) destaca as seguintes características de um EA: i) é centrado nos interesses dos professores, ou seja, os objetivos do EA devem ser considerados importantes para investigar e relevantes para a sua própria prática em sala de aula; ii) é focado na aprendizagem do aluno, não apenas, no que aprendem, mas, principalmente, no modo como aprendem; iii) integra uma aula de investigação que possibilita que os professores assumam o papel de investigadores; iv) é um processo reflexivo, no qual os professores têm a oportunidade para refletirem sobre sua prática de ensino e a aprendizagem dos alunos; e v) é colaborativo, na medida em que os professores trabalham em conjunto de forma interdependente.

O EA permite conjugar momentos de trabalho organizado e de trabalho autónomo dos professores, em que o conhecimento docente profissional é “construído no diálogo entre teoria e prática e desenvolvido por meio da reflexão individual e coletiva” (UNESCO, 2022, p.81). É, deste modo, uma oportunidade favorável para o DPD sobre as questões relativas à aprendizagem dos alunos e também sobre as questões relativas à qualidade do trabalho que desenvolve (conhecimento científico e didático/pedagógico). O EA constitui-se como “uma oportunidade para os professores aprenderem questões

importantes em relação aos conteúdos que ensinam, às orientações curriculares, aos processos de raciocínio e às dificuldades dos alunos e à própria dinâmica da sala de aula” (Ponte et al., 2016, p.870). Dessa forma, configura-se como uma nova visão do ensino que resulta da integração das necessidades e ideias do aluno e da abordagem do conteúdo.

Assim, consiste num processo equivalente a “uma pequena investigação sobre a própria prática profissional, realizado em contexto colaborativo, e que é usualmente informado pelas orientações curriculares e pelos resultados de investigações relativas a um dado tema dos programas escolares” (Quaresma et al., 2014, p.312).

Em síntese, o EA tem potencial para fomentar o desenvolvimento profissional dos professores, possibilitando mudanças educacionais que podem ser demonstradas na prática letiva, na aprendizagem dos alunos, no ensino e, de forma mais abrangente, nas abordagens curriculares. Promove também a colaboração e o apoio entre os professores participantes, na resolução de problemas de ensino e aprendizagem e no compartilhamento de materiais e ideias.

### **2.2.2 A colaboração**

O EA é um processo formativo eminentemente colaborativo em que professores refletem sobre a sua prática profissional (Baptista et al., 2014). Lewis et al. (2009) referem-se ao EA como um processo de aprendizagem colaborativa que envolve os seguintes momentos - investigação, planeamento, aula de investigação e reflexão — para produzir “mudanças no conhecimento e nas crenças dos professores, na comunidade profissional e nos recursos de ensino-aprendizagem” (p.286).

A colaboração tem-se “vindo a afirmar como uma importante estratégia de trabalho no mundo da educação”, porque atualmente “reconhece-se, cada vez mais, a complexidade e a natureza problemática dos processos educativos” (Boavida & Ponte, 2002, p.44). As habilidades e as competências de cada professor necessitam de “ser reforçadas pela colaboração e pelo apoio” (UNESCO, 2022, p.79).

Para Mockler (2005), para que ocorra uma colaboração entre os professores, alunos e outras partes interessadas é necessária “uma vontade de estarem abertos à mudança e à transformação em si mesmos” (p.742).

Diante dos desafios educacionais contemporâneos como a inclusão, a inovação pedagógica, a literacia tecnológica e a formação integral dos alunos, colaborar não se configura como uma opção, mas sim como uma necessidade. Com o intuito de colmatar

esta necessidade, um dos princípios orientadores do currículo dos ensinos básico e secundário, expresso no Decreto-Lei n.º 55/2018 (Ministério de Educação e Ciência), de 6 de julho, refere a “valorização do trabalho colaborativo e interdisciplinar no planeamento, na realização e na avaliação do ensino e das aprendizagens” (Alínea s) do ponto 1 do artigo 4.º). No mesmo decreto, as escolas são desafiadas a implementarem como estratégias de “promoção da qualidade e eficiência educativas, diferentes formas de organização, nomeadamente: a) O trabalho colaborativo, valorizando-se o intercâmbio de saberes e de experiências” (Ponto 5 do artigo 21º).

As relações de colaboração estabelecidas entre os professores participantes num EA podem ser consideradas, segundo Hargreaves (1998), voluntárias porque os professores entendem o seu valor, enquanto profissionais experientes, e reconhecem que “trabalhar em conjunto é simultaneamente agradável e produtivo” (p.216). No mesmo sentido, Boavida e Ponte (2002) afirmam que a colaboração só acontece quando os participantes aderem voluntariamente e têm uma relação próxima entre si. Na participação num EA os professores podem construir “relações que significam que os membros da comunidade aprendem juntos” (Cajkler & Wood, 2015, p.4).

Para Boavida e Ponte (2002), colaboração é o termo correto quando todos trabalham em conjunto, numa base de igualdade e de ajuda mútua para atingirem objetivos em comum.

A colaboração não só permite partilhar experiências e conhecimentos, mas também construir coletivamente saberes, que contribuem para a melhoria da prática pedagógica e dos resultados escolares. Day (2001) explica que a colaboração é um tipo de cooperação que vai além do trabalho realizado em conjunto, em que os envolvidos têm a oportunidade de aprenderem uns com os outros.

A colaboração profissional docente, característica imprescindível no EA, permite que os professores “interajam entre si de modo mais flexível, aprendam uns com os outros e melhorem continuamente as suas competências” (Hargreaves, 1998, p.295), e, conseqüentemente, promove o crescimento pessoal e profissional do professor (Richit et al., 2024).

Durante o EA os professores têm a oportunidade de explorar novas ideias e/ou abordagens de ensino quando discutem, questionam e constroem, de modo compartilhado, o conhecimento. Deste modo, o EA proporciona aprendizagens profissionais tendo em conta “diferentes necessidades e interesses dos professores” (Murata, 2011, p.4).

Stigler e Hiebert (2009) defendem que os professores quando estão a trabalhar em grupos no EA não estão apenas a melhorar os seus próprios conhecimentos e habilidades, mas também a contribuir para uma base de conhecimento que pode promover melhorias contínuas.

Um aspeto muito importante na colaboração é a confiança, porque “sem confiança dos participantes uns nos outros e sem confiança em si próprios não há colaboração” (Boavida & Ponte, 2002, p.7). Neste sentido, Hargreaves (1998) afirma que a confiança que surge da “partilha e do apoio colegial conduz a uma maior disponibilidade para fazer experiências e para correr riscos e, com estes, a um empenho dos docentes num aperfeiçoamento contínuo” (p.209), tem vantagens consideráveis no percurso profissional do professor.

Além da confiança, a colaboração exige que haja diálogo e negociação. No contexto do EA, que inclui planeamento, observação e análise conjunta da prática docente, o diálogo é fundamental como ferramenta para refletir e transformar a forma como se ensina. Segundo Olson (1997), diálogo é um meio para confrontar ideias e construir novas compreensões. O grupo envolvido no EA precisa de ser “capaz de negociar objetivos, modos de trabalho, modos de relacionamento, prioridades e até significados de conceitos fundamentais (Boavida & Ponte, 2002, p.7).

No EA os professores envolvidos realizam uma pequena investigação sobre a sua prática profissional, em contexto colaborativo (Ponte et al., 2016), e identificam aspetos que podem ser melhorados e, por isso, promovem “um contexto não só para refletir, mas também para promover a autoconfiança, fundamental para o seu desenvolvimento profissional” (Ponte et al., 2016, p.870).

De acordo com Boavida e Ponte (2002), a colaboração é uma estratégia importante para a realização de investigações sobre a prática e enumera várias vantagens, nomeadamente:

- i) reúne pessoas que se empenham num objetivo comum, fortalecendo-se, assim, a determinação em agir;
- ii) integra pessoas com experiências, competências e perspetivas diversificadas, garantindo, deste modo, uma maior confiança para a promoção de mudanças e inovações;
- iii) associa diversas pessoas que interagem, dialogam e refletem em conjunto, o que se reflete numa capacidade de reflexão acrescida e numa maior aprendizagem mútua, permitindo, assim, melhorar as condições para enfrentar as incertezas e obstáculos que vão surgindo.

O EA promove junto dos professores a partilha de metas, a discussão de ideias e o trabalho colaborativo. Os professores trabalham colaborativamente, analisam uma dificuldade de aprendizagem dos alunos e preparam uma aula para superá-la (Murata, 2011). Representa uma oportunidade para os professores aprofundarem, em contexto colaborativo, os conhecimentos sobre o “processo de ensino e de aprendizagem do aluno, nomeadamente sobre as estratégias seguidas e dificuldades manifestadas” (Fonseca & Ponte, 2022, p.115).

Na opinião de Lima (2002), a colaboração entre professores, “não se justifica por si própria: ela é um meio para se atingir um fim mais nobre: uma aprendizagem mais rica e mais significativa dos alunos” (p.8). As oportunidades de aprendizagem são mais significativas quando ocorrem com professores “que compartilham os mesmos objetivos de aprendizagem para os alunos e que estejam dispostos a abrir as portas das suas salas de aula para que o ensino se possa tornar um objeto de estudo compartilhado” (Stigler & Hiebert, 2009, p.123).

Alarcão e Canha (2013) dizem que, para haver colaboração verdadeira, é necessário que os envolvidos tenham convergência conceptual, concordância na definição de objetivos, gestão compartilhada e antecipação de ganhos individuais e coletivos, o que pode ser uma potencialidade, mas também um desafio em certos contextos escolares.

Little (1990) distingue quatro tipos de relações entre os professores, organizados em um grau crescente de intensidade: i) narrativa de histórias e procura de ideias; ii) ajuda e apoio; iii) partilha; e iv) trabalho conjunto. O tipo de colaboração desenvolvida no EA pode ser enquadrado na forma de colaboração mais forte, o trabalho conjunto, que corresponde a uma forma de interação que descreve “os encontros entre professores que assentam na responsabilidade partilhada pelo trabalho de ensinar (interdependência)” (p.519). Desta forma, a colaboração num EA ultrapassa a simples partilha de materiais, constituindo-se como um processo de planeamento conjunto, observação e reflexão que favorece mudança de práticas e construção de conhecimento profissional coletivo (Cajkler & Wood, 2016; Opfer & Pedder, 2011).

O trabalho colaborativo é visto como facilitador da promoção de uma atitude reflexiva e investigativa dos professores, face às dificuldades apresentadas pelos alunos, em que “a principal motivação e recompensa dos professores pelo envolvimento mútuo será encontrada no trabalho de ensino” (Little, 1990, p.523). Diferentes estudos mostram que quando os professores participam no processo formativo do EA melhoram tanto as propostas didáticas quanto a própria conceção dos processos de ensino e aprendizagem.

Assim, a colaboração docente é reconhecida como um dos fatores mais determinantes no desenvolvimento profissional (Vescio et al., 2008). Esta constitui, hoje, uma clara opção aos processos tradicionais de reflexão e aperfeiçoamento da prática educativa e, conseqüentemente, de reconstrução dos conhecimentos e práticas pedagógicas (Soto Gómez & Pérez Gómez, 2015). Neste sentido, os professores realizam, por iniciativa própria, numa frequência crescente, experiências de ensino que “implicam algum tipo de trabalho de colaboração entre duas ou mais disciplinas” (Pombo et al., 1993, p.8).

### **2.2.3 A interdisciplinaridade**

A escola como um “espaço onde as várias disciplinas escolares se combinam, se relacionam, despertam pensamentos e estimulam a procura de novos caminhos, devia ser a nossa, a de todos” (Galvão et al., 2017, p.11). A definição de interdisciplinaridade não é consensual, “ninguém sabe exatamente o que é a interdisciplinaridade” (Pombo et al., 1993, p.10). A interdisciplinaridade pode ser entendida como a “capacidade de integrar conhecimentos e modos de pensar” (Mansilla & Duraisingh, 2007, p.219) de duas ou mais disciplinas com o propósito de examinar um problema, um tópico, uma questão e/ou de compreender fenómenos complexos (Pombo et al., 1993; Jacobs, 1989). Esta perspetiva transcende a mera justaposição de conteúdos própria da multidisciplinaridade, pressupondo uma efetiva articulação de saberes e práticas (Beane, 1997). A interdisciplinaridade não elimina as disciplinas, pelo contrário tem vantagem para estas, uma vez que pode proporcionar “a compreensão, o limite e a função exata e adequada das disciplinas” (Paviani, 2008, pp.7-8).

A interdisciplinaridade acarreta “alguma reorganização do processo de ensino/aprendizagem e supõe um trabalho continuado de cooperação dos professores envolvidos” (Pombo et al., 1993, p.13). Deste modo, implica um envolvimento dos participantes mais profundo e, conseqüentemente, gera conseqüências mais amplas (Philippi Jr & Fernandes, 2021).

A interdisciplinaridade implica uma mudança, em termos de atitudes, nos professores e nos alunos, que se reflete na curiosidade, na abertura de espírito, no gosto pela colaboração, pela cooperação e pelo trabalho partilhado. Pombo (2005) argumenta que “sem interesse real por aquilo que o outro tem para dizer não se faz interdisciplinaridade”, ou seja, têm de “dar as mãos e caminhar juntos” (p.13).

É cada vez mais usada a interdisciplinaridade para discutir as questões científicas complexas e os grandes desafios da sociedade. No ensino de Ciências Naturais (CN) e Físico-Química (FQ), a interdisciplinaridade possibilita que os alunos construam uma visão mais ampla sobre os problemas do mundo real, que raramente se restringem aos limites de uma única disciplina (OECD, 2018; UNESCO, 2022). Deste modo, os alunos devem ter a “oportunidade de descobrir como um tópico ou conceito pode se conectar e se conectar a outros tópicos ou conceitos dentro e entre disciplinas, e com a vida real fora da escola” (OCDE, 2018, p.7).

Falar de escola implica, necessariamente, falar de currículo. O currículo é entendido, no Decreto-Lei n.º 139/2012 (Ministério de Educação e Ciência), de 6 de julho, como um “conjunto de conteúdos e objetivos que, devidamente articulados, constituem a base da organização do ensino e da avaliação do desempenho dos alunos” (artigo 2º).

O relatório da UNESCO (2022) refere que para renovar a educação é fundamental que os currículos valorizem a aprendizagem ecológica, intercultural e interdisciplinar, de modo a apoiar os estudantes no acesso e na criação de conhecimento.

Galvão et al. (2017) consideram que o currículo deve permitir aos alunos “interpretarem o mundo que observam, compreender os desafios cada vez maiores da sociedade e responderem, intervindo, à altura dos pedidos que lhes são feitos” (p.11). Os currículos escolares não devem ser divididos em programas disciplinares isolados, a associação de conhecimentos complementares, de acordo com a literatura “ajuda-nos a compreender a importância de interligar conhecimentos e de ter uma cultura abrangente” (Galvão et al., 2017, p.11).

Neste sentido, para o desenvolvimento de uma compreensão científica e tecnológica abrangente, é fundamental a articulação de conteúdos, temas e competências entre as áreas curriculares de CN e de FQ, numa perspetiva interdisciplinar. Esta articulação interdisciplinar deve emergir de uma gestão curricular flexível, da capacidade de procurar mecanismos comuns (Pombo, 2005) e da combinação das duas disciplinas, que saem melhoradas no final do processo (Japiassu, 1976).

Em Portugal, o ensino das ciências tem sido encarado de forma isolada, mas “cada vez mais temos consciência de que o conhecimento científico é interdisciplinar” (Galvão et al., 2006, p.16). As explicações para os problemas sobre o mundo estão interligadas e têm uma visão global. A compartimentação do conhecimento na escola, contradiz as “explicações interdisciplinares sobre os fenómenos” (Galvão et al., 2006, p.16). Assim, o Decreto-Lei n.º 55/2018 (Ministério de Educação e Ciência), de 6 de julho, desafia as

escolas, conferindo-lhes autonomia, para disporem de “maior flexibilidade na gestão curricular, com vista à dinamização de trabalho interdisciplinar, de modo a aprofundar, reforçar e enriquecer as Aprendizagens Essenciais” (Alínea i).

O EA, uma forma de pesquisa sobre o ensino, constitui uma oportunidade de DP para os professores, que se pode desenvolver em contexto de natureza interdisciplinar. De acordo com Paviani (2008), o contexto interdisciplinar pode incluir as seguintes perspetivas: i) a natureza do objeto de estudo ou o problema de pesquisa; ii) a atividade de diversos professores voltados para um objeto de estudo a partir de diversas disciplinas; e iii) a aplicação de conhecimentos de uma disciplina em outra ou de um domínio profissional em outro.

A abordagem interdisciplinar “parte de uma liberdade científica, alicerça-se no diálogo e na colaboração, funda-se no desejo de inovar, de criar, de ir além e exercita-se na arte de pesquisar” (Fazenda, 1994, p.76). Estes princípios são fundamentais para promover o desenvolvimento do processo formativo inovador do EA em contextos interdisciplinares.

Os EA interdisciplinares caracterizam-se, sobretudo, por serem realizados por equipas de professores de diferentes áreas (Whisenhunt, 2009) que trabalham em conjunto para observar, analisar e refletir sobre aulas de investigação, realizadas em sala de aula, visando aprimorar a sua prática profissional.

O planeamento e a implementação do EA são desafiantes para os professores envolvidos, que se devem disponibilizar a “abdicar do seu discurso de poder sobre uma disciplina para compartilhar, com outro profissional que possui outro saber, de uma atividade em conjunto” (Silva & Lemos, 2019, p.137). Para os mesmos autores, o trabalho interdisciplinar conjunto “contribui para a troca de experiências e conhecimentos” (p.140), na medida em que estimula os professores de diferentes áreas disciplinares a refletirem sobre a sua prática de ensino e sobre a aprendizagem dos alunos.

#### **2.2.4 A educação STEM**

Nas últimas décadas, a educação científica passou por transformações significativas, impulsionadas tanto por avanços na ciência e na tecnologia quanto por mudanças nas orientações curriculares e nas abordagens pedagógicas.

De acordo com Galvão et al. (2017), existe atualmente uma grande discussão sobre a educação em ciência, com o propósito de “aumentar o interesse dos alunos pela

ciência, desenvolver a literacia científica de todos os alunos, numa perspetiva de envolvimento público com a ciência” (p.12).

É consensual a necessidade de “mudar currículos estáticos, assentes em cascatas de factos, para currículos que desafiem a imaginação, colocando problemas aos alunos” (Galvão et al., 2017, p.13). Assim, a aprendizagem da ciência não pode ser definida apenas pela aprendizagem separada dos conteúdos e dos processos, mas pela “interação dinâmica em situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos mobilizar os seus saberes (...) no desenvolvimento de processos investigativos e, deste modo, construírem e reconstruírem contínua e progressivamente a sua compreensão do mundo” (Almeida, 2001, p.55).

Várias pesquisas apontam que o uso de um currículo interdisciplinar “oferece oportunidades para experiências mais relevantes, menos fragmentadas e mais estimulantes para os alunos” (Furner & Kumar, 2007, p.186).

O EA, sendo um processo de DP de professores centrado na prática letiva, pode proporcionar-lhes a oportunidade de “aprofundarem os seus conhecimentos e refletirem sobre a eventual pertinência de mudarem as suas práticas” (Ponte et al., 2014, p.61). Após a participação num EA, os professores salientam as mudanças que ocorreram nas suas metodologias de ensino e no aumento da participação dos alunos nas atividades da aula que lhes permite “aprofundar a sua aprendizagem sobre os tópicos abordados” (Saito et al., 2006, p.178).

De acordo com Quaresma et al. (2014), a “seleção das tarefas, a identificação dos aspetos do raciocínio a valorizar e o tipo de comunicação a desenvolver na sala de aula são desafios que se colocam na prática profissional dos professores” (p.312), quando desenvolvem o processo formativo do EA.

A seleção de tarefas, que “devem ser adaptadas às reais necessidades dos alunos” (Quaresma & Ponte, 2017b, p.101), é realizada durante o planeamento detalhado da aula de investigação. Fujii (2015) considera que a tarefa proposta tem um papel central na aula de investigação e deve ser adequada e consistente com o objetivo da aula.

Para Ponte (2014) as tarefas podem ter várias finalidades, como apoiar a aprendizagem, verificar o que o aluno aprendeu (tarefas para avaliação) e “compreender, de modo aprofundado, as capacidades, processos de pensamento e dificuldades dos alunos (tarefas para investigação)” (p.14).

O grupo de professores envolvidos no EA pode efetuar reflexões relevantes sobre a seleção e o design da tarefa, na medida em que reconhece que “as condições, ou

características, da tarefa influenciam os processos de pensamento e os métodos de solução dos alunos” (Fujii, 2016, p.420). As tarefas devem ser: i) compreensíveis para envolverem os alunos de forma participativa e ativa na sua resolução; ii) acessíveis para que uma parte dos alunos as consigam resolver; e iii) desafiantes, ou seja, devem potenciar o uso de diferentes estratégias de resolução para enriquecer a fase de discussão coletiva (Fujii, 2016).

Os EA podem ser conduzidos com abordagens curriculares diferentes, nomeadamente, em relação aos diferentes tipos de objetivos de aprendizagem para os alunos, com diferentes tipos de tarefas e orientações para a estrutura da aula de investigação (Ponte et al., 2018a).

O EA interdisciplinar, do presente estudo, tem uma abordagem curricular alinhada com a educação STEM que integra ciência, tecnologia, engenharia e matemática em práticas de ensino que promovem a resolução de problemas reais e o desenvolvimento de competências do século XXI (Bybee, 2013; Kelley & Knowles, 2016). A educação STEM possibilita que as orientações curriculares se concentrem em grandes ideias que estejam conectadas ou inter-relacionadas entre as disciplinas (Stohlmann et al., 2012). Nesta abordagem, o papel do professor é, sobretudo, o de orientador “incentivando conexões entre as disciplinas de forma a ajudar os alunos a construir conhecimento de forma consistente e significativa” (Baioa & Carreira, 2019, p.11). Sem dúvida, a educação STEM transforma verdadeiramente a sala de aula, normalmente focada no professor, “incentivando o desenvolvimento e a elaboração de aulas que são impulsionadas pela resolução de problemas e pela descoberta” (Rosa & Orey, 2021, p.871).

Breiner et al. (2012) consideram que o STEM pode envolver uma grande variedade de atividades, mas geralmente inclui a substituição de estratégias tradicionais de ensino baseadas em palestras por abordagens mais investigativas e por projetos.

Baioa e Carreira (2019) consideram que a abordagem interdisciplinar, na educação STEM, representa “uma educação integrada e um ensino menos fragmentado, mais centrado no aluno e na capacidade de resolução de problemas, favorecendo, por exemplo, a aquisição de várias das competências elencadas no Perfil dos Alunos” (p.12), o que permite estabelecer relações entre os conteúdos e os problemas do dia a dia.

A educação STEM possibilita o desenvolvimento e aquisição dos conhecimentos e das competências transversais integradas nas várias áreas. E por isso, segundo Baptista (2023), a educação STEM precisa de se tornar uma realidade porque: (i) promove o desenvolvimento de competências essenciais no século XXI; (ii) permite fomentar outras

formas de pensar (especificamente o *Design Thinking*); e (iii) facilita a criação de cenários de aprendizagem inovadores, de que é exemplo o EA.

Na seleção de tarefas STEM, num EA, implica definir “quais os benefícios que os alunos poderiam obter ao resolver as tarefas e se isso permitiu desenvolver um novo conceito, uma nova maneira de pensar ou algum procedimento importante” (Fujii, 2016, p.419). A aprendizagem pressupõe deste modo “uma articulação feita pelo aluno entre o novo e o que já sabe e, portanto, a mobilização dos seus saberes e das suas próprias estratégias de aprendizagem” (Almeida, 2001, p.55).

Rosa e Orey (2021) entendem que a abordagem STEM ajuda “os alunos a promover as suas habilidades de investigação e criatividade, crítica e reflexão, pensamento, colaboração e comunicação” (p.843). Também permite que os alunos desenvolvam “conhecimento, atitudes e habilidades que lhes permitam identificar questões retiradas de situações da vida real e então, tirar conclusões baseadas em evidências sobre esses problemas” (pp.843-844).

A educação STEM é “uma forma de tornar a aprendizagem mais conectada e relevante para os alunos” (Stohlmann et al., 2012, p.28). Os autores, também, sublinham que a educação STEM permite que os alunos estabeleçam ligações entre os diferentes tópicos curriculares e, deste modo, desenvolvam aprendizagens mais significativas. As aprendizagens significativas pressupõem “o estabelecimento de inter-relações entre o mundo das ciências escolares e o das experiências dos alunos” (Pedrosa, 2001, p.27), que são suscetíveis de lhes despertarem curiosidade e interesse.

Segundo Margot e Kettler (2019), a adoção da educação STEM tem repercussões positivas no DPD contínuo, através da implementação de iniciativas de inovação pedagógica e da atualização constante em diferentes áreas do conhecimento, na motivação e satisfação profissional, ao observar o envolvimento e o progresso dos alunos, e na colaboração entre professores através de práticas interdisciplinares e projetos coletivos.

A educação STEM é uma das bases da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), pois pode fornecer aos estudantes conhecimentos, habilidades, atitudes e comportamentos necessários para sociedades inclusivas e sustentáveis, o que justifica a importância de as instituições de ensino adaptarem-se a esta realidade. A educação STEM deve proporcionar aos alunos experiências em que estes “aplicam conhecimentos e competências a situações de vida pessoalmente significativas e socialmente relevantes” (Bybee, 2013, p.5).

Apesar das vantagens geralmente destacadas, como o aumento do envolvimento dos estudantes e o estímulo do pensamento crítico, a literatura também ressalta os desafios de implementação de tarefas STEM. Estes traduzem-se pela necessidade de “investigar maneiras de tornar as conexões entre as disciplinas STEM mais transparentes para alunos e professores” (English, 2016, p.7), de investir na formação contínua dos docentes e de articular os currículos nacionais com práticas de natureza interdisciplinar (OECD, 2019).

Em Portugal, as iniciativas STEM na educação surgem a partir de ações individuais das escolas, de projetos desenvolvidos com o apoio da administração educativa, além de iniciativas oferecidas por universidades, centros de ciência, associações profissionais de professores e organizações como museus de ciência e feiras educativas.

### **2.2.5 O estudo de aula em Portugal**

Na última década, tem aumentado o interesse em experiências de EA do modelo formativo japonês com o objetivo de promover melhorias na sala de aula (Verhoef et al., 2014). O EA surgiu “como uma resposta às necessidades de formação dos professores, as quais emergem da sala de aula e do quotidiano da escola” (Utamura et al., 2020, p.3).

A metodologia de formação do EA não foi implementada da mesma forma em todos os países, na medida em que existiu a preocupação de “respeitar a cultura local e a diversidade de organização das instituições educacionais” (Utamura et al., 2020, p.3). Os EA dinamizados em diferentes países diferem em muitas características porque as condições locais e os objetivos dos participantes podem ser muito diferentes (Ponte et al., 2018b).

De acordo com Verhoef et al. (2014), na implementação do EA existem inúmeras barreiras que é necessário superar em comparação com o contexto japonês. Os mesmos autores apontam que, na Europa, a principal barreira está no facto de o foco pedagógico recair na renovação, em vez de na melhoria das abordagens de ensino e aprendizagem. Na Europa, os professores, geralmente, “concentram-se na preparação para os exames e muitas vezes trabalham isolados nas suas próprias salas de aula” (Verhoef et al., 2014, p.110).

Em Portugal, muitos dos EA têm sido organizados por equipas de institutos de investigação educacional e desenvolvidos no âmbito de ações de formação contínua

docente. A equipa de investigadores do Instituto de Educação (IE) da Universidade de Lisboa foi pioneira no EA em Portugal, tendo realizado a primeira experiência em 2011 (Ponte et al., 2018b). De acordo com esta equipa, o EA português tem o propósito de compreender as aprendizagens dos professores neste processo de DP e, também, de “identificar as características do EA que podem sustentar o seu valor na oferta de oportunidades de aprendizagem para os professores” (Ponte et al., 2018b, p.89).

Para Utimura et al. (2020), a trajetória do uso do EA, em Portugal, tem possibilitado investigar melhor a prática dos professores, com o foco na melhoria das aprendizagens dos alunos.

O EA, em Portugal, foi organizado tendo como referência as etapas desenvolvidas no Japão, que incluem: a identificação do problema referente à aprendizagem dos alunos ou das dificuldades dos alunos; o planeamento da aula de investigação e a observação da aula e a reflexão sobre esta, de forma colaborativa (Ponte et al., 2012). Após a aula de investigação também existe uma fase de seguimento, na qual os professores planificam em conjunto mais uma ou duas aulas de modo a consolidarem e aplicarem os conhecimentos desenvolvidos durante o EA (Ponte et al., 2016).

A implementação da aula de investigação é efetuada por um professor do grupo, tendo como referência todo o processo de planeamento, e é observada “por pesquisadores do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e por professores do grupo” (Utimura et al., 2020, p.10).

Portugal tem desenvolvido pesquisas com pequenos grupos de professores, que utilizam o EA, e com grupos de pesquisas de universidades. Neste sentido, destaca-se o projeto integrador denominado “Estudos de aula como processo de desenvolvimento profissional” da área de Investigação e Ensino de Didática, que envolve quatro instituições de ensino superior: Instituto de Educação, Faculdade de Motricidade Humana, Escola Superior de Educação de Lisboa e a Escola Superior de Educação de Setúbal. O objetivo deste projeto é explorar as potencialidades dos EA nas disciplinas de Matemática, Biologia e Geologia, Física e Química e Educação Física, incluindo professores em serviço e futuros professores em formação inicial. O projeto permitiu aprofundar as questões relativas aos resultados e às adaptações do EA em contexto português (Instituto de Educação, 2020).

As várias pesquisas e investigações portuguesas realizadas sobre o EA têm mostrado que este apresenta “potencialidade para promover o desenvolvimento profissional dos professores participantes” (Utimura et al., 2020, p.10).

Apesar das reconhecidas vantagens do desenvolvimento do EA em Portugal, a sua implementação também implica vários desafios. Um dos desafios relaciona-se com a adaptação ao contexto português que apresenta profundas diferenças nos sistemas educacionais e na cultura profissional dos professores, em relação ao Japão, país originário do EA. Neste país, a prática do EA é realizada “em larga escala com o apoio das autoridades educacionais”, enquanto em Portugal é “realizada apenas em pequena escala, e principalmente de forma exploratória” (Ponte et al., 2018b, p.88).

Ponte et al. (2018b) apontam outros desafios para o desenvolvimento dos EA, no contexto português, tais como: i) o número elevado de horas que são dedicadas a trabalhar em um único tópico ou objetivo curricular; ii) o trabalho extra que é exigido aos professores participantes num EA; iii) o processo formativo do EA não faz parte da rotina dos professores; iv) a inexistência de remuneração extra; e v) o horário do professor não integrar horas para a realização de ações que promovem o desenvolvimento profissional.

Também são desafios para o desenvolvimento do EA em Portugal, segundo Utimura et al. (2020), o considerável custo de implementação e a dificuldade de encontrar horários comuns entre todos os participantes e, eventualmente, o investigador.



### **3 Metodologia**

A metodologia da investigação, de acordo com Gonçalves (2010), refere-se ao design através do qual os investigadores selecionam os procedimentos de recolha e a análise de dados, para investigar um determinado problema. No mesmo sentido Bogdan e Biklen (1994) consideram que o termo metodologia “refere-se à maneira como abordamos problemas e buscamos respostas” (p.13).

Segundo Coutinho (2014) é através da investigação “que se reflete e problematizam os problemas nascidos na prática, que se suscita o debate e se edificam as ideias inovadoras” (p.6).

As metodologias escolhidas para um estudo baseiam-se em diferentes paradigmas, denominados paradigmas de investigação. Cada paradigma determina as opções que o investigador terá de tomar no caminho que o conduzirá à solução do problema/questão a investigar (Coutinho, 2014). Existem três grandes paradigmas na investigação em educação: o paradigma positivista ou quantitativo, o interpretativo ou qualitativo e o paradigma sociocrítico ou hermenêutico. O facto de existirem vários tipos de paradigmas, cada um com as suas características, leva a que o investigador tenha de refletir sobre as questões e interpretações que faz sobre os problemas (Aires, 2011).

#### **3.1 Opção metodológica**

Face ao objetivo e às questões de investigação, a investigação que resulta da realização de um EA com tarefas STEM, num Agrupamento de Escolas TEIP, enquadrou-se no paradigma qualitativo ou interpretativo, com design de observação participante. Este paradigma é descrito como contextual, experiencial, envolvente, socialmente relevante, multimetodológico e inclusivo de emoções e episódios conforme são vivenciados (Mertens, 1998).

As questões de investigação qualitativa foram desenvolvidas para explorar melhor o que o investigador deseja saber sobre o seu objeto de estudo, incluindo as pessoas envolvidas, o contexto, a natureza do problema, as opções metodológicas e a fundamentação teórica (Gonçalves, 2010). O método utilizado corresponde às “diferentes formas mediante as quais os investigadores qualitativos obtêm a informação que procuram nos seus estudos” (Gonçalves, 2010, p.52).

No estudo foi delineada uma pesquisa qualitativa na medida em que esta, na perspectiva de Bogdan e Biklen (1994), considera relevante o contexto em que ocorre a investigação e possibilita que o pesquisador frequente o local de estudo, uma vez que se compreende melhor as ações quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência. Godoy (1995) também afirma que a abordagem qualitativa valoriza o contacto direto e prolongado do investigador com o ambiente e com a situação que está a ser estudada. Neste caso, o estudo foi realizado no ambiente escolar da escola sede de um Agrupamento de Escolas.

Para Taylor e Bogdan (1986), a investigação qualitativa é “aquela que produz dados descritivos: as próprias palavras das pessoas, faladas ou escritas e a conduta observável” (p.20). Estes autores também referem outras características da investigação qualitativa, nomeadamente, que todos os cenários e pessoas são dignos de estudo e que todas as perspectivas são valiosas. A abordagem qualitativa é a mais adequada para este estudo porque favorece a interação entre o investigador e os participantes (Guba & Lincoln, 1994).

Bogdan e Biklen (1994) atribuem cinco características à investigação qualitativa que são apresentadas face à sua relevância neste estudo:

i) a fonte principal de dados é o ambiente natural e o investigador é o principal responsável pela recolha desses dados. A presença do investigador para a recolha de informações é o instrumento principal de análise no contexto escolar estudado;

ii) é descritiva, ou seja, os dados que o investigador recolhe são essencialmente de carácter descritivo;

iii) os investigadores interessam-se mais pelo processo do que propriamente pelos resultados ou produtos;

iv) a análise dos dados é efetuada de forma indutiva;

v) o investigador interessa-se, sobretudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências, ou seja, preocupa-se com o modo de pensar dos participantes.

### **3.2 Caracterização do contexto e dos participantes**

De acordo com Quivy e Campenhoudt (1998) “é preciso circunscrever o campo das análises empíricas no espaço, geográfico e social, e no tempo” (p.157), o que implica a definição do contexto e dos participantes da investigação.

### **3.2.1 Caraterização do contexto**

O estudo realizou-se na escola sede, dos 2.º e 3.º ciclos do Ensino Básico, de um agrupamento de escolas TEIP, cuja identificação, por razões éticas, é mantida no anonimato.

O AE é caracterizado por um contexto socioeconómico carenciado, com agregados familiares debilmente estruturados. A população escolar engloba alunos oriundos de vários países, o que, por um lado, contribui para a diversidade cultural da comunidade escolar, mas, por outro lado, constitui uma fragilidade para o sucesso escolar desses alunos devido ao fraco domínio da língua portuguesa.

### **3.2.2 Caracterização dos participantes**

Participaram no estudo, que decorreu no período compreendido entre setembro e abril do ano letivo 2024/2025, duas professoras de Ciências Naturais do 3º ciclo, uma professora de Físico-Química do 3º ciclo e a investigadora, professora de Ciências Naturais do 3º ciclo, que esteve presente em todas as sessões do EA e orientou o curso das sessões. As professoras têm idades compreendidas entre os 48 e os 60 anos e o tempo de docência varia entre os 24 e os 35 anos de serviço. Todas as professoras pertencem ao Quadro de Escola de Nomeação Definitiva (QEND) do agrupamento onde se realizou a investigação.

A escolha das professoras participantes, que colaboraram voluntariamente com a investigadora (Aires, 2011), foi efetuada tendo por base os seguintes fundamentos: o reconhecimento do profissionalismo e da competência científica das professoras; a relação de empatia e confiança mútua existente entre as professoras e a investigadora e o facto de lecionarem turmas do 7º ano de escolaridade, no presente ano letivo.

A caraterização das professoras participantes, que consta no quadro 1, tem por base as respostas facultadas no formulário - Perfil das professoras participantes (Apêndice 1) – realizado individualmente. Foram atribuídos códigos alfanuméricos aos participantes, professoras de Ciências Naturais (PCN1 e PCN2) e professora de Físico-Química (PFQ), de forma a garantir o anonimato.

## Quadro 1

### Caracterização das professoras participantes no estudo

	PCN1	PCN2	PFQ
Idade	59	48	60
Género	F	F	F
Nível académico	Licenciatura	Licenciatura	Licenciatura
Tempo de serviço	35	24	35
Tempo no AE	30	14	26
Situação profissional	QEND	QEND	QEND
Frequência de ações de formação contínua	Sim (anual)	Sim (anual)	Sim (anual)
Formação especializada	Não	Não	Sim (Ensino de FQ)
Conceito de DPD	Processo contínuo de formação e aperfeiçoamento do docente ao longo da sua carreira	Processo de aprendizagem e desenvolvimento que permite a atualização e a aquisição de novos conhecimentos e competências	Processo contínuo de melhoria das competências e habilidades dos docentes
Importância da Formação DPD	Contribuir para um ambiente escolar mais dinâmico e inovador que promove o sucesso escolar dos alunos.	Proporciona aos docentes as ferramentas e conhecimentos às mudanças no cenário educacional	Acesso a novas abordagens metodológicas com impacto direto na motivação e na qualidade das aprendizagens dos alunos.
Conhecimento de Educação STEM	Sim Apenas sei que é um acrónimo em inglês para “Science, Technology, Engineering and Maths”	Sim Uma abordagem integrada que estimula o pensamento crítico, a criatividade e a resolução de problemas	Sim Permite estimular a aprendizagem dos alunos numa dimensão multidisciplinar
Formação em STEM	Não	Não	Sim
Abordagens metodológicas aplicadas na sala de aula	Aprendizagem Baseada em Problemas; Trabalho de Projeto; Aprendizagem Cooperativa; Ensino por descoberta	Aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas e a Metodologia Ativa, utilizando técnicas como debates	Expositivo pelo professor; investigação e resolução de problemas; Trabalho de grupo e a pares; Atividades experimentais/ laboratoriais

Tipo de tarefas/ trabalho que usa na sala de aula	Projetos Interdisciplinares; Trabalho de projeto; Aprendizagem Baseada em Problemas; Atividades teórico-práticas	Tarefas teórico-práticas de resolução de problemas	Resolução de exercícios, trabalhos a pares (descoberta guiada)
Aplicação de tarefas STEM nas aulas	Não Gostava de aplicar	Não Gostava de aplicar	Não Gostava de aplicar

Fonte: Formulário - Perfil das professoras participantes

O EA envolveu duas turmas (T1 e T2) do 7º ano de escolaridade (3º ciclo do Ensino Básico) com alunos de idades compreendidas entre os 11 e 13 anos. As turmas são constituídas por 22 alunos, caracterizam-se pela sua heterogeneidade e incluem alunos abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 54/2018 (Ministério de Educação e Ciência), de 6 de julho, que beneficiam de medidas de suporte à aprendizagem e inclusão.

### 3.3 Cronograma da investigação

A presente investigação teve início em setembro de 2024 e foi concluída em setembro de 2025. O quadro 2 apresenta as diferentes etapas e a respetiva calendarização.

#### Quadro 2

*Cronograma da investigação*

Etapas	2024				2025								
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
Revisão da literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Realização do EA	X	X	X	X	X	X	X						
Elaboração do guião da entrevista semiestruturada					X	X	X						
Realização da entrevista semiestruturada								X					
Recolha de dados	X	X	X	X	X	X	X	X					
Análise dos dados							X	X	X	X	X	X	
Elaboração da dissertação					X	X	X	X	X	X	X	X	X

### 3.4 Instrumentos de recolha de dados

Um plano de investigação, seja quantitativo, qualitativo ou multimetodológico, envolve a recolha de dados originais por parte do investigador (Coutinho, 2014). De acordo Bogdan e Biklen (1994), os dados são os “materiais em bruto que os investigadores recolhem do espaço que se encontram a estudar; são os elementos que formam a base da análise” (p.149).

Na investigação qualitativa, o investigador utiliza principalmente metodologias que permitem a recolha de dados descritivos sobre o modo como os participantes pensam, necessários para responder às questões de investigação. Durante o processo investigativo a recolha de dados foi realizada através dos seguintes instrumentos: observação participante com elaboração de notas de campo, gravação áudio, gravação vídeo, reflexão escrita individual, entrevista semiestruturada em grupo focal e recolha documental. O quadro 3 relaciona os diferentes instrumentos de recolha de dados utilizados com as etapas do processo investigativo.

#### Quadro 3

*Instrumentos de recolha de dados e o processo investigativo*

Instrumento de recolha de dados	Processo investigativo			
	Planeamento EA	Aula de investigação	Reflexão pós-aula de investigação	Após o final do EA
Observação participante	X	X		
Gravação áudio	X	X	X	X
Gravação vídeo		X		
Notas de campo	X	X		
Reflexão escrita individual				X
Entrevista semiestruturada em grupo focal				X
Recolha documental	X	X	X	X

#### Observação participante

A observação é uma forma de recolher dados qualitativos, onde o investigador “consegue documentar atividades, comportamentos e características físicas sem ter de depender da vontade e capacidade de terceiras pessoas” (Coutinho, 2014, p.146).

Segundo Aires (2011), a observação é uma técnica que consiste na recolha de informação a partir do contacto direto com as situações, permitindo ao investigador compreender melhor a realidade e organizar melhor as informações recolhidas.

O nível de envolvimento do observador depende do grau de participação do investigador na situação em análise (Coutinho, 2014). Para Angrosino (2009) a observação participante é indicada para investigadores que lidam com contextos específicos, como por exemplo, o contexto educacional – a escola.

Na observação participante, o investigador assume um papel ativo e age como mais um membro do grupo que observa os acontecimentos. O objetivo, neste caso, é conseguir ter a perspetiva de um elemento que pertence ao grupo, e simultaneamente manter a credibilidade de investigador (Angrosino, 2009). Neste estudo, a investigadora assumiu o papel de observadora participante, pois esteve presente em todas as sessões do EA, interagiu com os participantes e orientou o curso das sessões.

Na observação participante podem surgir as chamadas “interferências de observador” (Angrosino, 2009, p.82). É difícil eliminar completamente os efeitos da observação, pois as pessoas tendem a mudar o comportamento quando sabem que estão a ser observadas. Para minimizar estas interferências, segundo Bogdan e Biklen (1994), os investigadores qualitativos “tentam interagir com os seus sujeitos de forma natural, não intrusiva e não ameaçadora” (p.68). Nesse sentido, os mesmos autores dizem que os investigadores tentam agir de maneira que as pessoas não notem diferença entre o que acontece quando estão presentes ou ausentes.

O design de observação participante permitiu interpretar e compreender a forma como interagiram os participantes, o modo como encararam e responderam aos desafios e às tarefas propostas, a forma como analisaram as aprendizagens dos alunos e a forma como se envolveram singularmente e no grupo de trabalho durante a dinamização das sessões do EA.

No seguimento de cada observação ou sessão do EA o investigador, normalmente, regista os acontecimentos que considera relevantes. O registo das observações feitas, para posterior análise, denomina-se notas de campo. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), as notas de campo correspondem ao “relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha” (p.150). Estas constituem-se como um importante instrumento na medida em que fomentam a prática de observar, descrever e refletir sobre os fatos.

A técnica de registo de informação utilizada na observação participante foi o

registo audiovisual, que se traduziu pela gravação áudio das sessões do EA, gravação áudio da aula de reforço, que pretendeu mitigar as dificuldades apresentadas na atividade de diagnóstico através de tarefas preparadas e aplicadas de acordo com as necessidades dos alunos (Coletto, 2022), e gravação áudio e vídeo da aula de investigação. As gravações foram transcritas por completo para posterior análise. Este tipo de registo forneceu dados descritivos daquilo que aconteceu, permitindo compreender alguns aspetos que não foram registados no momento inicial da observação direta (Bogdan & Biklen, 1994).

### **Reflexão escrita individual**

As professoras participantes, também, efetuaram uma reflexão individual escrita sobre as suas vivências e aprendizagens no EA. Schön (1992) considera que o professor reflexivo é aquele que aprende com a ação, pensando sobre ela enquanto acontece ou depois que ocorre.

### **Entrevista**

A entrevista é um dos métodos mais utilizados na investigação qualitativa, permitindo ao investigador aceder às experiências, perceções, valores e opiniões dos participantes de forma profunda e contextualizada (Creswell & Creswell, 2018).

A entrevista é uma valiosa técnica de recolha de dados porque pressupõe uma interação entre o entrevistado e o investigador, possibilitando ao último o pedido de esclarecimentos adicionais ao inquirido no caso da resposta obtida não ser suficientemente esclarecedora (Silverman, 2000). Segundo Bogdan e Biklen (1994) a entrevista é utilizada para “recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspetos do mundo” (p.134).

As entrevistas qualitativas podem variar no grau de estruturação. O presente estudo incluiu a realização de uma entrevista semiestruturada no final do EA, que, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), permite ao investigador entender de forma intuitiva as ideias do entrevistado e a forma como este interpreta os fenómenos. A entrevista foi realizada em *focus group*, em português grupo focal, ou seja, com o grupo dos professores participantes (Coutinho, 2014).

A opção pela entrevista semiestruturada, sem recurso a um guião rígido, está relacionada com a possibilidade de se adaptar as questões ao longo da entrevista, de

acordo com a informação disponibilizada pelos participantes e com aquela que é necessária e pertinente para a investigação. A entrevista semiestruturada combinou questões abertas pré-definidas com questões adicionais que surgiram através do diálogo com as professoras (Apêndice 2).

No início da entrevista, os participantes foram informados sobre os objetivos da entrevista e confirmada a autorização para a gravação áudio de modo a assegurar que “tudo o que acontece é discutido e deve ser registado detalhadamente” (Coutinho, 2014, p.154).

Com a entrevista pretendeu-se que as professoras refletissem sobre os efeitos do EA com tarefas STEM no seu desenvolvimento profissional tendo em conta os desafios percecionados, as aprendizagens profissionais realizadas no processo formativo e as práticas colaborativas promovidas.

### **Recolha documental**

A recolha de informação disponível em documentos é imprescindível quando se trabalha na área da investigação educacional. De acordo com Godoy (1995), a análise documental pode ser usada como uma técnica complementar, validando e aprofundando os dados obtidos por meio de outros métodos, como entrevistas, questionários e observação.

No presente estudo foi efetuada a recolha de documentos oficiais da Direção Geral da Educação (DGE), referentes às orientações curriculares, e de documentos estruturantes e formais elaborados durante as sessões do EA, nomeadamente, a atividade de diagnóstico, a matriz de identificação das dificuldades na atividade de diagnóstico, o guião da tarefa STEM e o plano da aula de investigação. Foram, também, reunidas as reflexões escritas individuais das professoras participantes, após a conclusão do EA.

## **3.5 Estrutura do Estudo de Aula**

No início do ano letivo, em virtude de os horários já terem sido atribuídos, a professora investigadora e as professoras participantes, tendo em consideração a disponibilidade horária, acordaram em realizar as sessões de trabalho às quartas-feiras, entre as 14h30/15h e as 16h/16h30, com uma periodicidade aproximadamente quinzenal.

As onze sessões de trabalho do EA decorreram em regime presencial ou através

das plataformas *Microsoft Teams* ou *Zoom Workplace*, para otimizar o tempo disponível, de acordo com as exigências pessoais ou profissionais das professoras participantes, no período compreendido entre setembro de 2024 e abril de 2025. As sessões foram orientadas pela investigadora com o apoio e a colaboração das professoras participantes. O plano geral das sessões do EA encontra-se descrito no quadro 4.

#### Quadro 4

##### *Plano geral das sessões do estudo de aula*

Sessão	Tarefa
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do estudo de aula às professoras participantes.</li> <li>• Apresentação da calendarização das sessões.</li> <li>• Definição do tópico do EA e do problema dos alunos a investigar.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finalização da exploração do tópico.</li> <li>• Identificação das dificuldades dos alunos no tópico, com base nas orientações curriculares.</li> <li>• Discussão de recursos didáticos sobre o tópico.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão e resolução de recursos de Educação STEM de articulação das tarefas de Ciências Naturais e de Físico-química, sobre o tópico.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão e resolução de recursos de Educação STEM de articulação das tarefas de Ciências Naturais e de Físico-química, sobre o tópico.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Início da elaboração da atividade de diagnóstico</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conclusão da elaboração da atividade de diagnóstico.</li> <li>• Definição da forma de aplicação da atividade de diagnóstico.</li> </ul>
Aplicação da atividade de diagnóstico.	
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise e discussão dos resultados da atividade de diagnóstico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- as diferentes estratégias de resolução pelos alunos;</li> <li>- o que os alunos já sabem e as suas dificuldades.</li> </ul> </li> </ul>
Aula de reforço das aprendizagens dos alunos com base nas dificuldades diagnosticadas na atividade de diagnóstico.	
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção da tarefa STEM: analisar diversas tarefas apresentadas pelas professoras, identificando a sua natureza (grau de abertura e de estrutura).</li> <li>• Elaboração do guião da tarefa STEM da aula de investigação.</li> </ul>

<b>9</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolução da tarefa STEM da aula observada e discutir as alterações necessárias.</li> <li>• Elaboração do plano da aula de investigação.</li> <li>• Preparação do processo de observação da aula.</li> </ul>
<b>10</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação da aula de investigação.</li> </ul>
<b>11</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise das respostas dos alunos e identificação de estratégias de resolução, aprendizagens e dificuldades.</li> <li>• Reflexão sobre a aula observada e aprendizagens futuras.</li> </ul>

Em cada sessão do EA, foram realizadas tarefas específicas de acordo com o processo formativo, nomeadamente:

▪ **Sessão 1**

Foi apresentado o modelo do EA e a calendarização das sessões às professoras participantes. Estas mostraram-se muito motivadas para participar no EA e dinamizar as atividades STEM, como é evidenciado nos seguintes excertos:

Até porque estamos muito motivadas. Vai correr bem! (PCN1)

Estou super entusiasmada! Estou muito motivada para as atividades STEM. (PCN2)

(Gravação de áudio da Sessão 1, 2024)

Procedeu-se à identificação do tópico interdisciplinar relevante para a aprendizagem dos alunos. Com este objetivo foi efetuado o reconhecimento do tópico nos documentos curriculares - Aprendizagens Essenciais, planificações das disciplinas e manuais escolares - de Ciências Naturais e Físico-Química do 7º ano de escolaridade. As professoras participaram ativamente na discussão e, por unanimidade, decidiram que o conteúdo curricular a abordar seria “Estrutura Interna da Terra e a Força da Gravidade”, por considerarem a ligação complementar e benéfica. Assim, referiram:

Em termos de conteúdos [Estrutura Interna da Terra e a Força da Gravidade] faz mais sentido, talvez. Estão mais ligados. Isto é tudo do sétimo ano. Sim, sim, sim. Faz muito sentido. (PFQ)

Eu acho que ... faz mais sentido a ligação dos conteúdos. (PCN1)

(Gravação de áudio da Sessão 1, 2024)

## ▪ Sessão 2

Nesta sessão selecionou-se o tópico a lecionar - Modelo Geoquímico da Estrutura Interna da Terra e os Efeitos da Força da Gravidade - a força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra, com base nos seguintes argumentos:

Em relação às Ciências Naturais, eu acho que poderemos relacionar a força gravítica com o modelo geoquímico e não com o modelo geofísico. (PCN2)

Tem a ver com a constituição do núcleo. Se não tivesse essa constituição, não existiria a força gravítica. Portanto, eu acho que isto está aplicado ao modelo geoquímico. (PFQ)

(Gravação de áudio da Sessão 2, 2024)

Os argumentos apresentados basearam-se no facto da força gravítica fornecer informações sobre a distribuição de massa e densidade dentro da Terra. Essas informações comprovam e sustentam o modelo geoquímico, que descreve a Terra como composta por crosta, manto e núcleo com diferentes composições químicas.

Com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre o tópico, as professoras contribuíram com exemplos de recursos didáticos/tarefas utilizados em sala de aula ou obtidos em pesquisas online, que foram amplamente discutidos. Como por exemplo:

Sabes que eu até faço uma atividade experimental com os miúdos [alunos] em que utilizo bolas de papel. As bolas de papel com diferentes distâncias de lançamento e depois, também, utilizo bolas à mesma distância, mas com massas diferentes. (PFQ)

Vocês já viram na internet uma atividade ... um professor de Físico-química tem um livro e tem uma folha e deixa cair os dois! É claro que o livro chega primeiro ao solo ... Se for em cima do livro, o livro faz vácuo e existindo vácuo, a folha cai ao mesmo tempo que o livro. (PCN1)

Com ímanes de vários tamanhos, um íman maior seria um corpo de massa maior, logo a força gravítica também seria maior. (PCN2)

(Gravação de áudio da Sessão 2, 2024)

A discussão dos recursos didáticos/tarefas apresentados permitiu desenvolver conhecimento sobre como poderia ser feita a articulação do tópico selecionado relativo aos conteúdos de Ciências Naturais e Físico-Química.

Ainda na mesma sessão, foram discutidas e identificadas as dificuldades que os

alunos, geralmente, têm no tópico escolhido, nomeadamente:

O interior da Terra é um conceito abstrato que eles não conseguem ver. No volume. Porque a espessura nada tem a ver com o volume. No aumento da pressão e da temperatura com a profundidade. (PCN1)

Eles têm dificuldades na dimensão do interior da Terra. Na pressão. Eles não percebem muito bem o que é isto de pressão. (PCN2)

Relacionar a composição do núcleo da Terra, portanto, ferro e níquel, com a força gravítica. O conceito da força gravítica. E depois lá está, é o abstrato. Têm dificuldade de perceber essa relação matemática .... Entre a massa e a força gravítica ... E até entre a distância e a força gravítica. (PFQ)

(Gravação de áudio da Sessão 2, 2024)

Segundo as professoras, os alunos têm dificuldades em compreender o interior da Terra, pois é um conceito abstrato e inacessível à observação direta. Não conseguem dimensionar as camadas internas, confundem a espessura com o volume e não compreendem bem a variação da pressão e da temperatura com a profundidade. Além disso, demonstram dificuldades em perceber o conceito abstrato de força gravítica, a sua relação com a composição do núcleo terrestre (ferro e níquel) e a relação matemática entre a massa e a distância com a força gravítica.

Nas **sessões 3 e 4** procedeu-se à análise e resolução de vários recursos didáticos e tarefas STEM de Ciências Naturais e Físico-Química sobre o tópico, com foco nos objetivos de aprendizagem, nos possíveis raciocínios/formas de resolução e nas dificuldades dos alunos.

Foi, também, tomada a decisão de quem conduziria a aula de investigação. Por unanimidade, o grupo decidiu que seriam as professoras de Ciências Naturais (PCN2) e de Físico-Química (PFQ), ficando as restantes professoras como observadoras.

#### ▪ **Sessão 5**

Após a sessão 4, foi partilhada uma grelha, na drive, onde as professoras colocaram sugestões de questões/tipos de questões para a construção e planificação de uma proposta de atividade de diagnóstico. Com esta atividade pretendeu-se saber os conhecimentos prévios dos alunos e as suas dificuldades sobre os conceitos fundamentais para a compreensão do tópico em estudo.

Tendo como ponto de partida as questões introduzidas pelas professoras na

grelha partilhada, o grupo discutiu o tipo de questões que deveriam ser incluídas e organizou-as, numa sequência lógica, na atividade de diagnóstico.

Na **sessão 6** o grupo analisou e discutiu duas propostas de atividade de diagnóstico, previamente enviadas pela investigadora, de modo a selecionar a que considerassem mais adequada à tarefa STEM da aula de investigação. A opção recaiu sobre a atividade que relacionava a densidade dos materiais e a força da gravidade (Apêndice 3). Neste âmbito, as professoras referiram que:

Acho que a ficha está muito gira! Eu acho que há um maior encadeamento... encadeamento perfeito do tópico! (PFQ)

Eu gosto mais daquela da densidade, e da ligação da força gravítica com a densidade! (PCN1)

A ficha que inclui a pergunta: o que que pesa mais um quilo de ferro ou de algodão? Essa para mim é a melhor! (PCN2)

(Gravação de áudio da Sessão 6, 2024)

Deste modo, as professoras consideraram que a atividade que relacionava a densidade dos materiais com a força da gravidade era a que apresentava a articulação interdisciplinar mais adequada para o tópico selecionado.

#### ▪ Aplicação da atividade de diagnóstico

A atividade de diagnóstico foi aplicada às duas turmas participantes (T1 e T2) (Figura 5), numa aula com a duração de 50 minutos, e incluiu questões abertas, de preenchimento de espaços, de escolha múltipla e a realização de uma pequena experiência.

#### Figura 5

*Aplicação da atividade de diagnóstico*



A figura 5 mostra o material de laboratório organizado nos tabuleiros para ser utilizado pelos alunos na experiência incluída na atividade de diagnóstico e a realização da referida atividade por estes.

#### ▪ Sessão 7

Foi efetuada a partilha e análise dos dados recolhidos na atividade de diagnóstica, com recurso a uma matriz. A análise incidiu na identificação dos conhecimentos já adquiridos (respostas dos alunos) e das dificuldades de aprendizagem manifestadas pelos alunos (Apêndice 4).

Posteriormente, foi dinamizada uma aula de reforço, pelas professoras PCN2 e PFQ, com a finalidade de colmatar as dificuldades de aprendizagem reveladas pelos alunos na atividade de diagnóstico

#### ▪ Sessão 8

Procedeu-se à análise das propostas de tarefas STEM desenvolvidas nas sessões 3 e 4. Após a discussão em grupo, foi planificada e construída a sequência final do guião da tarefa STEM da aula de investigação (Apêndice 5).

O guião da tarefa STEM foi organizado em diversos momentos: apresentação da questão-problema das partes I e II da tarefa STEM, discussão de elementos introdutórios (antes da experimentação), trabalho autónomo dos alunos em pequenos grupos (experimentação) e discussão coletiva para a apresentação das soluções, conclusões e resolução das questões-problema I e II pelos grupos (depois da experimentação).

#### ▪ Sessão 9

A tarefa STEM da aula de investigação foi resolvida pelas professoras, tendo em consideração a perspetiva dos alunos, e foram partilhadas e discutidas sugestões de melhoria gráficas e de redação do enunciado.

Recorrendo ao modelo do plano da aula de investigação representado na figura 6 (Roback et al., 2006, pp.8-9), o grupo elaborou um plano muito detalhado para a aula de investigação. O plano incluiu: i) a identificação das questão-problema das partes I e II da tarefa STEM; ii) os momentos da aula e a sua duração; iii) a previsão das estratégias dos alunos e possíveis dificuldades destes; iv) a definição de estratégias para resolver as possíveis dificuldades dos alunos; e v) a avaliação dos objetivos de aprendizagem que se pretendiam alcançar (Apêndice 6).

## Figura 6

### Plano da aula de investigação

Plano da aula de investigação sobre o tópico - Estrutura interna da Terra e a Força gravítica (duração da aula de investigação - 100 minutos)							
Questões de aprendizagem dos alunos:							
▶ Qual(ais) o(s) contributo(s) do uso de uma tarefa STEM na aprendizagem dos alunos sobre a estrutura interna da Terra?							
▶ Qual(ais) o(s) contributo(s) do uso de uma tarefa STEM na aprendizagem dos alunos sobre a ação da força da gravidade exercida pela Terra?							
Questões da tarefa Momentos da aula	Duração esperada	Atividade dos alunos (o que se espera que os alunos façam) e possíveis dificuldades dos alunos	Antecipação das respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivo(s) de aprendizagem (o que eu pretendo que os alunos aprendam)	Avaliação		
					A	PA	NA

Fonte: Adaptado de Roback et al. (2006, pp.8-9)

O grupo organizou, também, a disposição dos alunos na sala de aula, os materiais necessários para cada grupo e o modo de atuação dos diferentes intervenientes (atribuição de papéis) em cada momento da aula.

#### ▪ Sessão 10 - Aula de investigação

A aula de investigação foi conduzida pelas professoras PCN2 e PFQ e as restantes assumiram o papel de observadoras, no qual elaboraram notas de campo e interagiram com os alunos apenas o necessário para desbloquear as dúvidas destes que os impediam de prosseguir a resolução da tarefa STEM.

As mesas do laboratório, onde decorreu a aula de investigação, foram organizadas de acordo com o número de grupos de trabalho e o material necessário (computadores e material de laboratório) foi previamente preparado (Figura 7).

## Figura 7

### Preparação da aula de investigação - organização do laboratório e dos materiais



Durante o momento - Antes da experimentação - foi efetuado o registo das perguntas e/ou comentários que os alunos fizeram para esclarecerem as suas dúvidas sobre o que lhes era pedido na tarefa. Foi igualmente registado o modo como os alunos responderam às questões efetuadas, em grupo-turma, pelas professoras.

Na experimentação, durante o trabalho autónomo dos alunos, o registo incidiu sobre o modo como interpretaram tarefa, as estratégias e os processos de raciocínio utilizados na resolução dos problemas apresentados e os erros e as dificuldades que manifestaram na resolução da tarefa.

Na discussão coletiva, após a experimentação, foi gerida a comunicação na sala de aula e a participação dos alunos, tendo em conta o modo como desenvolveram o seu raciocínio e as diferentes propostas de resolução apresentadas pelos vários grupos de trabalho.

#### ▪ Sessão 11

As professoras visualizaram, em conjunto, a gravação vídeo e áudio da aula de investigação para efetuarem a análise das respostas, das estratégias e dos processos de raciocínio dos alunos, com o objetivo de identificarem as aprendizagens e as dificuldades identificadas na resolução da tarefa.

Posteriormente, foi efetuada uma reflexão conjunta sobre a aula de investigação, nomeadamente sobre: i) o modo como decorreu a aula; ii) os aspetos positivos e as dificuldades observadas durante o trabalho autónomo dos alunos; iii) o raciocínio e as estratégias que usaram para resolver as questões gerais de cada parte do guião e as questões-problemas I e II; iv) as respostas dadas às questões colocadas pelos professores; e v) outras eventuais dificuldades que eles apresentaram.

### 3.6 Análise de dados

A análise dos dados deve ser apropriada, ou seja, é fundamental ter presente as questões de investigação, para que no final seja possível resolver o problema do estudo. Constitui um processo de pesquisa e de organização de todo o tipo de informação que foi recolhida, com a finalidade de compreender o fenómeno em estudo e de apresentar conclusões (Bogdan & Biklen, 1994).

Neste estudo a análise dos dados foi feita através da análise de conteúdo, que

segundo Minayo et al. (1994) é o processo mais usado para representar o tratamento dos dados de uma pesquisa qualitativa. Este método procura analisar os sentidos e os significados das comunicações, considerando “tanto as condições de quem produz a mensagem (o emissor e o seu contexto), quanto de quem a recebe e os efeitos que ela produz, a fim de melhor compreender e interpretar a realidade” (Cardoso et al., 2021, pp.110-111).

Amado (2000) também considera que este processo é o mais adequado para a análise de dados qualitativos, uma vez que o “investigador quer apreender e aprender algo a partir do que os sujeitos da investigação lhe confiam, nas suas próprias palavras” (pp.61-62).

Segundo Bardin (1979) a análise de conteúdo é um “conjunto de técnicas de análise das comunicações através de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (p.38). No mesmo sentido, Moraes (1999) defende que a análise de conteúdo representa “uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias” (p.8).

A análise de conteúdo é um procedimento de pesquisa que se caracteriza pela subjetividade, já que não é possível a existência de neutralidade entre o pesquisador, os participantes e o objeto do estudo. Moraes (1999) refere que “de certo modo a análise de conteúdo, é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados” (p.9).

No entanto, para se constituir como uma metodologia de investigação tem de cumprir um conjunto de etapas que lhe dão o rigor e a validade (Amado, 2017). Assim, foi efetuada a análise detalhada e metódica das notas de campo, da reflexão individual final das professoras participantes e das transcrições das gravações, na íntegra, das sessões de EA e da entrevista semiestruturada final, com o propósito de identificar referências e ideias-chaves relevantes para o objetivo do presente estudo e para a resposta às questões de investigação.

Com base no objetivo do estudo, a análise de conteúdo foi realizada por análise categorial (Bardin, 1979). Na análise categorial o texto é dividido em unidades que posteriormente são agrupadas em categorias. Essas categorias servem para classificar os dados descritivos recolhidos, de forma a separar o material referente a um determinado tópico dos outros dados (Bogdan & Biklen, 1994). Conforme Bardin (1979), são uma “espécie de gavetas ou rúbricas significativas que permitem a classificação dos elementos de significação constitutivas da mensagem” (p.37).

Antes da categorização e da codificação, optou-se, neste estudo, por um procedimento fechado, ou seja, por um sistema de categorias prévio, *à priori*, de acordo com o enquadramento teórico apresentado (Amado, 2017). No quadro 5 estão referidas as categorias definidas para a análise dos dados, que “traduzam as ideias-chave veiculadas pela documentação em análise” (Amado, 2017. p.319).

## Quadro 5

### *Categorias para a análise dos dados*

<b>Questões de investigação</b>	<b>Categorias</b>	<b>Ideias-chave</b>
<b>1.</b> Quais os <b>desafios</b> enfrentados pelos professores de Ciências Naturais e de Físico-Química no ensino destas disciplinas, no contexto de um estudo de aula com tarefas STEM?	<b>1a</b> Desafios pessoais	Desafios pessoais sentidos pelos participantes no EA.
	<b>1b</b> Desafios profissionais	Desafios profissionais sentidos pelos participantes no EA.
<b>2.</b> Quais as <b>potencialidades</b> de um estudo de aula interdisciplinar em educação STEM nas <b>aprendizagens</b> dos professores de Ciências Naturais e Físico-Química?	<b>2a</b> Processo formativo do EA	Potencialidades do desenvolvimento do processo formativo do EA.
	<b>2b</b> Interdisciplinaridade	Potencialidades da abordagem curricular interdisciplinar do tópico do EA.
	<b>2c</b> Educação STEM	Potencialidades da Educação STEM.
<b>3.</b> De que modo o estudo de aula promove <b>práticas colaborativas</b> entre os professores participantes de Ciências Naturais e Físico-Química, no contexto da Educação STEM?	<b>3a</b> Colaboração	As práticas colaborativas promovidas entre os professores participantes durante o EA.

De seguida, foi atribuído um código alfanumérico (identificado no quadro 5) a cada categoria que a associa à questão de investigação e às ideias-chaves. Durante a análise dos dados, quando foi identificada uma comunicação dos participantes que se relacionava com uma das categorias, foi utilizado o código para destacar o excerto de texto. Posteriormente, cada excerto destacado foi organizado numa grelha de análise dos

dados (Anexo 1), onde foi efetuada a aproximação e a diferenciação dos excertos a que se atribuíram os códigos correspondentes. Nesta grelha foram registadas as comunicações das professoras participantes de Ciências Naturais e Físico-Química sobre os desafios pessoais e profissionais que sentiram, as potencialidades identificadas num EA interdisciplinar em educação STEM para as suas aprendizagens e de que modo o EA promoveu práticas colaborativas. Estes resultados foram alvo de discussão numa perspetiva de desenvolvimento profissional das professoras.

### **3.7 Questões éticas**

A ética na investigação “assenta na defesa dos direitos das pessoas” (Ilhéu, 2016, p.23) e funciona como uma “bússola que nos orienta nos limites da responsabilidade que temos pelos e com os outros” (Rodrigues, 2023, p.127).

As questões éticas “estão presentes em qualquer investigação” (Ilhéu, 2016, p.22) e são muito importantes para garantir a integridade, o respeito e a proteção dos participantes, além de assegurar que os processos e os resultados sejam válidos, legítimos e confiáveis. Segundo Ilhéu (2016), essas questões “devem ser tão exaustivamente quanto possível previstas a partir da planificação da investigação bem como das estratégias de resolução” (p.22).

A presente investigação é desenvolvida tendo em consideração um conjunto de regras de carácter ético como princípios orientadores, mencionados na Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (Deliberação nº. 453/2016). Os elementos relativos ao projeto de investigação foram analisados pela Comissão de Ética do Instituto de Educação, tendo esta emitido um parecer positivo (Anexo 2), que certifica o cumprimento dos princípios éticos e das orientações éticas para a investigação, que constam na referida Carta. Seguindo a indicação da Comissão Ética, foi submetido à Direção Geral de Educação um pedido de autorização para o inquérito nº 149000001, designado como entrevista semiestruturada final, que foi aprovado e está disponível para consulta na plataforma MIME - Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar.

Foi solicitada a autorização à diretora do AE onde decorreu o estudo e foi assinado o termo de consentimento informado (Apêndice 7). Este não foi identificado e permanece anónimo durante todo o estudo.

Uma investigação envolve a cooperação e coordenação entre diferentes pessoas, por isso, segundo Resnik (2011), os padrões éticos ajudam a promover valores essenciais no trabalho em grupo, como a confiança, a responsabilidade, a justiça e o respeito pelos sujeitos da investigação.

Após ser explicado aos participantes os objetivos da investigação e os procedimentos envolvidos, foi-lhes pedido que assinassem o consentimento informado (Apêndice 8). Este documento garante a transparência no processo investigativo, assegura a participação voluntária e protege a confidencialidade e o anonimato dos dados recolhidos.

No que diz respeito ao profissionalismo do investigador, ao realizar a investigação assumiu “um conjunto de responsabilidades perante os sujeitos, os outros participantes” (Ilhéu, 2016, p.23), e manteve uma atitude de proteção da veracidade e integridade dos dados recolhidos durante e ao longo da análise, garantindo a honestidade da investigação e o seu valor científico.

O desenvolvimento do processo investigativo foi conduzido com cuidado, para o bem-estar e produtividade de todos, em função do objetivo de investigação, de forma a contribuir com conhecimento relevante sobre a temática em estudo.



## 4 Resultados

### 4.1 Apresentação dos resultados

#### 4.1.1 Desafios dos professores de Ciências Naturais e Físico-Química

Após a finalização do processo formativo do EA, o grupo refletiu sobre os desafios pessoais e profissionais sentidos ao longo deste processo.

##### Desafios pessoais

O desenvolvimento do EA teve como momento central a realização de uma aula de investigação, cuja lecionação foi prontamente aceite e de forma voluntária pelas professoras PCN2 e PFQ. No entanto, a condução desta aula gerou, nas referidas professoras, os sentimentos de responsabilidade acrescida e de nervosismo, que foram superados pela cooperação mútua, conforme relataram:

No meu caso particular, eu posso dizer que senti o peso da responsabilidade. Eu tenho de dizer que há muito tempo que eu não sentia aquele friozinho no estômago, aquele nervosismo porque já estou nisto há tantos anos.

(Reflexão pós-aula de investigação PFQ)

E o peso da responsabilidade. Sentia-me nervosa mais na primeira aula [de investigação]. Na primeira, senti-me nervosa, mas uma pessoa já teve várias aulas avaliadas. Mas é o peso, o peso de estar ali a dinamizar e de ter de correr bem. Depois, quando entrámos, olhámos uma para a outra, não é?

(Reflexão pós-aula de investigação PCN2)

No âmbito do desenvolvimento da aula de investigação, a professora PCN1 referiu ter experienciado inseguranças de ordem pessoal, relacionadas tanto com as competências profissionais exigidas como com a escassez de tempo necessário para a implementação da tarefa STEM. Estas dificuldades poderão estar associadas à ausência de experiência prévia com este tipo de práticas, em contexto de sala de aula. Não obstante, a professora destacou que a forma como a investigadora organizou e orientou o processo do EA constituiu um fator de apoio fundamental para ultrapassar as referidas dificuldades:

Os principais desafios que enfrentei na implementação do estudo de aula com tarefas STEM foram a insegurança na aplicação da estratégia [na aula de investigação] e a falta de tempo, embora todo o processo tenha sido muito bem conduzido e organizado pela mestrandia.

(Reflexão individual PCN1)

Deste modo, o receio associado a novos desafios parece ter despoletado nas professoras as dificuldades pessoais anteriormente referidas. Ainda assim, é evidente nos seus relatos a valorização do apoio entre pares como um aspeto decisivo para a minimização e superação desses obstáculos.

Todas as professoras reconheceram que a realização do processo formativo do EA, fora do horário letivo, pode limitar a disponibilidade de outros docentes para participar neste, devido à dificuldade em conciliar a formação com as exigências e responsabilidades do quotidiano pessoal. Nesse sentido, consideraram que:

De facto, não havia esse tempo no horário em simultâneo e, se calhar, os professores não abdicavam das suas horas, não estão disponíveis. Neste processo [estudo de aula], eu acho que isso é uma limitação.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

E, portanto, isto é um grande desafio, as pessoas para estarem motivadas para isto também tem de ter horas de trabalho e de preparação nos horários.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Mas o que eu sinto é que há todo um trabalho por trás que, por vezes, nós não temos essa disponibilidade para o fazer [estudo de aula]. Isto exige muita disponibilidade.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN1)

A partir da análise dos relatos anteriores, infere-se que a realização das atividades no âmbito do EA acarretou, segundo a perceção das professoras, dificuldades relacionadas com o receio face a desafios novos e com a gestão do tempo pessoal.

### **Desafios profissionais**

Todas as professoras consideraram que o processo do EA foi particularmente exigente, tanto em termos de trabalho adicional quanto de dispêndio de tempo, sobretudo tendo em conta que o agrupamento de escolas onde lecionam se caracteriza por ser

dinâmico, envolvente e marcado por uma carga burocrática significativa. Apesar disso, a professora PCN2 sublinhou na entrevista semiestruturada que “não me estou a queixar porque adorei, aprendi”. Assim, as professoras reconheceram que:

A nossa escola é uma escola muito dinâmica, com muitos projetos. Todas nós aqui estamos envolvidas em muitas coisas e acaba por haver pouco tempo disponível para nós fazermos estas atividades. É preciso ter tempo para planificar, para fazer todo este processo, que foi feito aqui em conjunto, com colegas disponíveis e que queiram.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN1)

É um trabalho muito, muito envolvente e que despende, realmente, de muitas, muitas horas.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Mas isto realmente implicou muito tempo da nossa parte. Porque foram horas que foram dadas extra. A todo o nosso trabalho, não é? Portanto, ficou trabalho para fazer para termos estas sessões. Isto é um grande desafio porque implica dispêndio, da nossa parte, de tempo.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

A professora PCN1 destacou que a exigência profissional e o tempo necessário para a realização de um EA podem influenciar negativamente a motivação e a disponibilidade de outros professores para saírem da “zona de conforto” e enfrentarem novos desafios que impliquem mudanças na sua rotina profissional:

E obriga-nos a sair um bocadinho da nossa área de conforto, não é? Eu pelo menos senti isso. Não estava nada e agradeço imenso ter participado, porque se não fosse este desafio, provavelmente já tinha lido algumas coisas, mas nunca iria embarcar. Acho que estou bastante motivada para, embora haja algumas limitações (...) mas às vezes nem sempre temos colegas motivados e termos colegas que saem da sua zona de conforto ou até termos tempo para o fazer.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

A aula de investigação foi dinamizada em duas turmas distintas (T1 e T2), sendo que apenas na turma T1 as professoras PFQ e PCN2 eram as responsáveis pela lecionação das disciplinas de Físico-Química e Ciências Naturais, no presente ano letivo. O facto de não conhecerem os alunos da turma T2 e conseqüentemente de não possuírem com estes um vínculo pedagógico prévio, criou nas professoras alguma apreensão quanto à recetividade destes em relação à sua presença em sala e à condução dos diferentes momentos da aula de investigação. Nesse contexto, as professoras partilharam as

seguintes considerações:

Saber se os miúdos [alunos] iam ser recetivos. Mais nesta última turma, porque eu não os conhecia, enquanto na outra turma sentia-me mais à vontade. Nesta senti-me talvez como os miúdos. Os miúdos estavam um bocadinho mais inibidos e eu estava um bocadinho mais nervosa.

(Reflexão pós-aula de investigação PFQ)

Receio da timidez da turma, porque depois, quando eles realmente começaram a sentir-se mais à vontade, foi sempre a andar.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN2)

A professora habitual de Ciências Naturais da turma T2 (PCN1) referiu que os alunos desta turma costumam ser bastante reservados e unidos e explicou que a timidez ou inibição inicial destes poderá estar relacionada com o facto de não conhecerem as professoras PFQ e PCN2. Contudo, considerou que esse constrangimento foi superado progressivamente à medida que os alunos se identificaram tanto com as referidas professoras quanto com a dinâmica da aula, conforme evidenciou no seu relato:

Eu acho que é por não serem as professoras habituais, sim. Eu até estava com algum receio de que fosse pior. Eu acho que até correu muito bem. Tenho a dizer que eles são uma turma muito fechada e muito unida e eu acho que eles depois de entrarem, gostaram da dinâmica e gostaram das professoras. Depois a aula foi fluindo.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN1)

No contexto da aula de investigação, as professoras PCN1 e PCN2 observaram que, de entre as duas turmas envolvidas (T1 e T2), os alunos da turma T1 apresentaram menor motivação e maiores dificuldades na compreensão e na interpretação das tarefas propostas. Em contraste, os alunos da turma T2 demonstraram, na sua maioria, grande interesse e curiosidade. Para a professora PCN2, esta situação representou um desafio profissional que exigiu um esforço adicional de aplicação de novas estratégias pedagógicas para promover um envolvimento mais abrangente dos alunos da turma T1:

A motivação dos alunos pode ser desafiante. Eu acho que estes alunos foram alunos motivados, portanto, às vezes temos de aplicar isto numa turma completamente diferente da segunda, e de difícil trabalho [como na primeira turma] em que era necessário fazer aqui uma motivação e não houve esse início, já estava muito facilitado.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Na turma [segunda] onde foi aplicado o EA, na minha opinião, não houve a necessidade de motivar os alunos pois são uma turma muito interessada e curiosa.  
(Reflexão individual PCN1)

Eu achei que todos chegaram rapidamente à resolução dos problemas [da tarefa]. Não consigo dizer que tenha havido dificuldade [segunda turma]. Enquanto no primeiro grupo, na primeira turma que nós aplicamos, eles tinham dificuldade em perceber o que é que a pergunta pedia.  
(Reflexão pós-aula de investigação PCN2)

A participação no processo formativo do EA foi claramente reconhecida pelas professoras como uma oportunidade de desenvolvimento profissional. Deste modo, foi compreendido como um processo contínuo de procura de soluções para os desafios pessoais e profissionais, associado à melhoria da prática de ensino e à construção de aprendizagens científicas e pedagógicas através do trabalho de apoio entre pares. Sob essa perspetiva, as professoras afirmaram que:

Considero que este foi um grande desafio profissional, superado com cooperação, reflexão, enorme entusiasmo, muita disponibilidade para aprender e fazer o melhor.  
(Reflexão individual PFQ)

No âmbito da minha participação na investigação cujo objetivo é conhecer os efeitos do Estudo de Aula com tarefas STEM no meu desenvolvimento profissional, considero que ultrapassou todas as expectativas que eu tinha. No entanto, esta abordagem coloca-nos desafios tanto pessoais como profissionais exigindo tempo e vontade para nos adaptarmos às novas metodologias e tecnologias.  
(Reflexão individual PCN1)

Obrigada pela oportunidade em participar neste estudo de aula. Acredito que com este desafio consegui evoluir como profissional. Aprendemos muito com os nossos pares e conseguimos sempre aprender algo novo com os mesmos, tanto em termos científicos como pedagógicos.  
(Reflexão individual PCN2)

#### **4.1.2 Potencialidades de um EA, em Educação STEM, nas aprendizagens dos professores**

As potencialidades do EA nas aprendizagens das professoras estão organizadas em três categorias: processo formativo, interdisciplinaridade e educação STEM.

## Processo formativo

No processo formativo do EA, as professoras participantes selecionaram consensualmente um tópico curricular específico, tendo em conta as dificuldades observadas nos alunos, ou seja, identificaram um problema relevante na aprendizagem destes que pretendiam superar ou melhorar. De acordo com os resultados obtidos, este momento do EA permitiu, às professoras, desenvolverem conhecimento sobre o modo como poderiam efetuar a articulação interdisciplinar dos temas curriculares selecionados de Ciências Naturais e de Físico-Química. Fomentou, também, a discussão relacionada com as orientações curriculares para Ciências Naturais e Físico-Química sobre o tópico escolhido. Todas as professoras reconheceram como uma mais-valia a escolha do tópico - Estrutura interna da Terra e Força gravítica- destacando a forma como esse tópico poderá ser articulado e trabalhado no 7.º ano. Assim, as professoras expressaram que:

Foi muito bem escolhido porque a força da gravidade tem influência em tudo o que se passa na Terra, nomeadamente na estrutura interna da Terra. É o motor de tudo e os alunos no sétimo ano, têm muita dificuldade em compreender este conceito, uma vez que não veem a força da gravidade. E, portanto, acho que sim, foi muito bem escolhido.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Estes dois subtemas foram aqui muito bem escolhidos, até porque eu não estava a ver este trabalho positivo, esta articulação. São temas abstratos para eles, é algo que eles não conseguem visualizar, a força gravítica. Confesso que tenho sempre alguma dificuldade quando chego a esta parte da matéria. Eu tenho de referir que na minha turma onde foi implementado este estudo de aula e esta situação de ligação entre as duas disciplinas, foi muito mais fácil eu recuperar estes conteúdos e perceber o que é que eles tinham aprendido do que noutra turma. Eu fiz a comparação com uma turma onde não tinha implementado este estudo de aula e percebi que, de facto, estes alunos estavam muito mais treinados e muito mais bem preparados.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

De facto, nós baseamo-nos em conteúdos das duas disciplinas, em que houvesse uma articulação entre as duas disciplinas, uma vez que o conteúdo é muito abstrato, especialmente o das Ciências Naturais de sétimo ano e que eles pudessem, na prática, explorar e conseguir compreender como é que funcionava toda a estrutura interna da Terra associada à força gravítica. Eu acho que teve muito sucesso, correu muito bem.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Todas as professoras manifestaram uma opinião unânime sobre a importância da

elaboração, aplicação e análise dos resultados da atividade de diagnóstico, tanto para a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos quanto para a identificação das suas dificuldades no tópico selecionado:

Mas há uma coisa que eu achei muito importante, a atividade de diagnóstico porque permitiu, pelo menos permitiu-me a mim, ficar mais consciente das dificuldades dos alunos. O que é que eles estavam a sentir de facto, as dificuldades dentro deste conteúdo. Se não tivesse sido realizada esta atividade de diagnóstico, se calhar eu não estaria tão consciente destas dificuldades.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Sim. Foi importante diagnosticarmos as dificuldades que, se não fossem ultrapassadas, podiam dificultar a realização da atividade STEM.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

A atividade de diagnóstico foi importante [diagnóstico das dificuldades] e, também correu muito bem. Os alunos, também, corresponderam neste ritmo, sempre a fazer e sempre curiosos.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN1)

No que se refere ao momento dedicado à pesquisa, discussão e resolução de diversas tarefas STEM sobre o tópico escolhido, os resultados ressaltaram a importância da discussão de diferentes pontos de vista e raciocínios e da reflexão coletiva como elementos de aprendizagem importantes para as professoras. A professora PCN2 destacou a discussão como promotora de aprendizagens e de ampliação de conhecimentos, enquanto as professoras PFQ e PCN1 enfatizaram o papel da reflexão no desenvolvimento profissional e na identificação das possíveis dificuldades dos alunos:

Porque eu acho que nós também nos conseguimos colocar um bocadinho no papel dos miúdos [alunos]. Não é? E então em determinados pontos, em determinadas situações, também nos conseguimos pôr no papel deles e quais seriam as dificuldades que eles iriam enfrentar. Portanto isto, no meu ponto de vista, acho que foi muito importante para conseguirmos tirar algumas ilações. O que é que teríamos a melhorar naquela situação? É a reflexão sobre pontos de vista diferentes que nos faz crescer, não é? E faz-nos aprender.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Vemos o que é que seria melhor para eles perceberem, onde é que tinham mais ou menos dificuldade. Portanto, eu acho que foi importante por isso. Portanto, a reflexão é sempre importante.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Eu acho que a discussão entre nós foi muito rica, porque cada uma apresentou o seu ponto de vista, cada uma viu o que é que era melhor, o que é que era pior de

cada tarefa e, no fundo, aprendemos muito umas com as outras, durante todo o processo. Nós a discutir aprendemos muito. Entre nós, ao discutirmos também alargámos a nossa visão.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

As professoras PCN2 e PCN1 valorizaram a elaboração conjunta do plano detalhado para a organização e desenvolvimento da aula de investigação, considerando esta etapa como uma importante oportunidade de aprendizagem, nomeadamente em relação à antecipação de possíveis dificuldades dos alunos. Por sua vez, a professora PFQ mencionou que, durante a aula, os alunos a surpreenderam ao colocarem questões que não tinham sido previstas aquando da elaboração do plano. Para ela, esse momento constituiu uma aprendizagem valiosa na medida em que acrescentou conhecimento sobre outras dúvidas que os alunos podem ter em relação ao tópico abordado. Portanto, as professoras relataram:

É muito útil, muito útil, porque sabemos como nos organizarmos. Sim. Claro. E isso mostra a importância destes trabalhos até com os próprios alunos, não é? Porque eles em grupo acabam também por fazer aquilo que nós fizemos, não é?

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Eu acho que isso é importante, porque assim quando tu aplicas, tens logo outra perceção de que se calhar aqui eu tenho de ter algum cuidado ou tenho de explicar melhor, ou tenho de envolvê-los mais em determinados momentos. Também é curioso que quando se aplicou, nós não tínhamos antecipado algumas dúvidas que surgiram, e outras que estávamos à espera, as dúvidas nem surgiram. E, portanto, eu acho que isso é importante porque põe a tua postura em sala de aula de forma diferente.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Mas depois eu acho que na altura da nossa atuação estratégica, os miúdos acabaram por nos surpreender e às vezes há dúvidas que no momento, não nos surgiram, não é? E que partem deles e eu, por acaso, achei isso muito interessante e foi um momento de aprendizagem para nós porque, pensei, nós não teríamos pensado assim, não é?

(Entrevista semiestruturada PFQ)

No âmbito do EA desenvolvido, foram atribuídos diferentes papéis às professoras envolvidas. A condução da aula de investigação ficou a cargo das professoras PCN2 e PFQ e as restantes professoras assumiram o papel de observadoras. Em relação aos diferentes papéis desempenhados, nenhuma das professoras referiu ter sentido constrangimentos. Pelo contrário, todas as professoras destacaram que durante todo o processo de desenvolvimento do EA foi evidente a ligação profissional e pessoal e o apoio

mútuo. Nesse sentido, mencionaram que:

Da minha parte, não. Acho que correu muito bem e fomos complementando. Eu acho que a articulação esteve sempre presente.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Correu muito bem, mas eu acho que também se deve ao facto de nós já trabalharmos há muitos anos umas com as outras e a nível profissional nós já sabemos como é que cada uma funciona.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Disponibilidade para nos apoiarmos. Acho que isso foi uma parte importante no processo.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Um dos aspetos centrais do modelo formativo do EA é a observação dos processos de raciocínio e das estratégias de resolução adotadas pelos alunos durante a aula de investigação. Relativamente a esses processos, as professoras, com base nas suas notas de campo, destacaram exemplos que consideraram particularmente interessantes e significativos. Estes exemplos alertaram-nas para a diversidade de estratégias e formas de pensar mobilizadas pelos alunos na procura de soluções para os problemas propostos, conforme está demonstrado nos seus relatos:

A discussão e a reflexão que eles fizeram que nós íamos ouvindo, passando pelos grupos. E quando eles estavam reunidos em grupo, ouvir a opinião deles e quando nós íamos passando, íamos ouvindo aquela discussão que eles iam partilhando entre si, eu muitas vezes pensava, olha que giro. Realmente eu não me teria posto neste papel ou se calhar, eu não pensava (...) que eles pensavam ou raciocinavam desta forma para chegar a uma determinada solução.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Uns colocaram primeiro a água, ou colocaram primeiro o mel, ou outros o óleo. Portanto, a estratégia foi diversificada e depois o curioso é que rapidamente, olharam uns para os outros, e chegaram à conclusão de que estavam todos no mesmo patamar. O objetivo tinha sido conseguido.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Eu achei muito curioso que, quando os alunos estavam na fase da discussão entre eles e depois mesmo na discussão em grupo-turma, eles, no caso do simulador, iam confirmar. Diziam só um bocadinho que vou confirmar, iam ver e voltavam a introduzir os dados, com rigor. Quando foi a experiência dos fluidos separados por camadas, eles também iam ver. Pronto, eles estavam constantemente a ir à parte experimental, aos resultados, observar novamente, portanto, houve um cuidado dos alunos em confirmar os dados.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

A professora PCN2 referiu que durante a exploração do simulador da força gravítica nem todos os grupos registaram os valores de forma gradual (em ordem crescente ou decrescente), e que em alguns grupos os dados foram anotados de forma aleatória. Na perspetiva da professora PFQ, esse registo desorganizado condicionou o raciocínio dos alunos e dificultou a elaboração das conclusões associadas às questões-problema I e II. Deste modo, a participação no EA conduziu as professoras a estarem mais atentas às estratégias utilizadas e aos processos de raciocínio dos alunos, conforme é evidenciado nos seguintes excertos:

Outra coisa que me espantou foi que em alguns grupos, não foram todos, na parte da tabela, onde eles tinham de ver a variação da força gravítica de acordo com a massa ou de acordo com a distância, fizeram instintivamente por massa crescente ou decrescente e por distância crescente ou decrescente, enquanto outros metiam uma distância qualquer. Portanto, não faziam de forma gradual.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Esse raciocínio [não gradual] (...) o que dificultava a conclusão.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

A professora PFQ valorizou o respeito demonstrado entre os alunos do mesmo grupo. Este foi visível na forma como discutiam e partilhavam as ideias entre si durante os momentos de trabalho autónomo. No seu relato, destacou este aspeto como uma potencialidade tanto para o seu crescimento profissional, no que respeita à compreensão das dinâmicas de interação entre os alunos, como para o desenvolvimento das competências interpessoais e cognitivas destes:

Olha, eu quero destacar uma coisa que eu achei muito interessante, que se relaciona com o respeito que os alunos tiveram dentro do próprio grupo. Eles respeitavam imenso a forma como discutiam. Eles respeitavam a forma como discutiam, as ideias dos outros e eu acho que isto é uma grande mais-valia. Aprender a trabalhar assim é uma mais-valia, portanto, no desenvolvimento dos alunos e no meu próprio crescimento (...)

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Durante a aula de investigação, as professoras observaram atentamente os processos de raciocínio e as dificuldades dos alunos. Para as professoras PFQ e PCN2 essa observação constituiu uma oportunidade de aprendizagem porque lhes permitiu

compreender melhor como os alunos pensam e aprendem, identificar os erros mais comuns, as estratégias que utilizam e as dificuldades mais frequentes. Além disso, essa análise possibilitou-lhes ajustar e melhorar aspetos menos positivos da dinâmica da aula, como é evidente nos seus relatos:

Eu já não faria assim, eu faria de outra forma. Olha para a próxima, já vou retificar e vou fazer diferente. Mas eu acho que isto tem a ver com a nossa aprendizagem.  
(Entrevista semiestruturada PFQ)

Sim, eu acho que nós ficámos mais despertas para determinadas dificuldades que eles [alunos] possam ter no futuro, não é? Conscientes como é que eles podem interpretar e até da interação entre eles.  
(Entrevista semiestruturada PCN2)

Ao referir-se à discussão coletiva, um dos momentos mais relevantes na aula de investigação, a professora PFQ destacou que esta lhe permitiu colocar-se no lugar do aluno e compreender as diferentes perspetivas do seu raciocínio, o que lhe proporcionou aprendizagens importantes em contexto de sala de aula. Considerou que ao assumir o papel de mediadora nas discussões entre os diferentes grupos de trabalho teve a oportunidade de conhecer formas distintas de raciocínio dos alunos. Demonstrou, também, ter sido surpreendida, de forma positiva, com as explicações apresentadas pelos alunos para a resolução dos problemas propostos na tarefa STEM, como é evidenciado pelos seus relatos:

Esta discussão coletiva também cimentou algumas perspetivas que nós tínhamos dos diferentes dos alunos, por exemplo, se calhar havia determinadas situações que nós não pensaríamos que eles pensavam assim. Nós, também, tivemos de nos colocar um bocadinho ali no papel deles, e depois perceber, olha realmente, esta perspetiva é interessante. Se calhar não pensava desta forma, porque aquilo que eu tenho a dizer é que eles nos ensinaram. Isto foi muito importante.  
(Entrevista semiestruturada PFQ)

Foi interessante, colocar-me no papel de mediador das questões levantadas pelos alunos, promovendo a discussão destas, na procura de respostas.  
(Entrevista semiestruturada PFQ)

A professora PCN2 considerou que a discussão coletiva, ao permitir-lhe identificar determinadas formas de pensar dos alunos, contribuiu significativamente para o seu crescimento profissional, como é demonstrado no relato seguinte:

Nós estamos sempre num crescimento pessoal, não é? Estamos sempre num crescimento profissional. E a discussão coletiva, mais uma vez, alertou-me para determinadas formas de pensar dos alunos.  
(Entrevista semiestruturada PCN2)

De forma geral, as professoras consideraram que a discussão coletiva decorreu muito bem, na medida em que promoveu a intervenção e a participação assertiva de todos os grupos na explicação e na discussão das soluções propostas para os problemas, como mostram os testemunhos que se seguem:

Sim, eu acho que também correu muito bem [discussão coletiva]. Todos queriam dizer a sua resposta e todos explicaram muito bem. Foi ou não foi? Quando eles estavam a discutir ordenadamente porque eles realmente sabem discutir em grupo-turma, sabem discutir e intervir. Eu não senti qualquer dificuldade na discussão em grupo-turma.

(Reflexão pós aula de investigação PCN2)

No fundo, eles perceberam muito bem o que é que se pretendia. Portanto, quando discutiram eles, basicamente todos eles, todos eles já conseguiam fazer uma discussão muito assertiva, porque eles tinham percebido perfeitamente o encaixe, o enquadramento, o objetivo, e, portanto, tinha ficado plenamente assimilado pelos miúdos. Eu achei.

(Reflexão pós aula de investigação PFQ)

Participar, todos queriam participar.

(Reflexão pós aula de investigação PCN1)

Relativamente aos instrumentos de recolha de dados considerados mais úteis para compreender os processos de raciocínio dos alunos, a professora PCN1 destacou as notas de campo, sublinhando, contudo, que todos os instrumentos utilizados se complementaram, permitindo uma visão mais holística de todos os momentos da aula de investigação. As professoras PFQ e PCN2 também elegeram as notas de campo como instrumentos essenciais. No entanto, a professora PCN2 salientou que a visualização do registo áudio da aula lhe possibilitou melhorar as suas competências de comunicação oral em sala de aula, o que, por sua vez, contribuiu para o seu desenvolvimento profissional. Nos seus relatos, as professoras referiram:

As notas de campo sim, mas eles complementam-se. Não sei se é por defeito de nós professoras termos de registar tudo e de ter as notas. Mas é verdade que depois tive muita curiosidade, porque quando estivemos ali estivemos todas muito envolvidas, não é? E quando nós estamos envolvidas, não conseguimos ter a perceção de fora, fazer um zoom out. Depois, quando vi o vídeo e o áudio, achei muito interessante algumas particularidades.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Eu considero as notas de campo muito, muito importantes. Não sei se é pela nossa profissão. Estamos sempre registar e temos esta grande tendência, mas permitiram-me, em cada momento, perceber se eles estavam no sentido daquilo que nós queríamos ou não.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Para mim foram as notas de campo. Embora o registo de áudio seja importante para nosso desenvolvimento profissional, não é? Percebemos ali algumas palavrinhas que estamos sempre a repetir, como aquelas palavras que nós utilizamos como bengalinha, não é? Aspetos que podemos melhorar (...)

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Na reflexão pós-aula de investigação, as professoras PCN1 e PCN2 mencionaram que as duas turmas (T1 e T2) onde a aula foi aplicada apresentaram ritmos de trabalho distintos, assim como diferentes capacidades de raciocínio, interpretação e compreensão da tarefa STEM proposta. Com base nessa análise, as professoras apresentaram sugestões de alterações no plano da aula, considerando futuras aplicações da mesma aula em turmas com características semelhantes à turma T1. Deste modo, as professoras sugeriram que a tarefa STEM deveria permanecer desafiante, mas que o tempo destinado à sua resolução deveria ser alargado de modo a garantir que todos os alunos conseguissem completá-la com sucesso. Deste modo, referiram que:

Mas, eu acho que são ritmos diferentes de turmas, são ritmos de trabalho diferentes. Pois eu alterava o tempo de trabalho. Deixava o desafio na mesma e dava-lhes mais tempo para eles conseguirem fazer.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN1)

Deixá-los ter mais tempo para pensar, para raciocinar, para explicar. Pelo menos para a outra turma [a primeira] teria sido, portanto, mais produtivo. Se tivessem mais tempo para fazer a parte um (do guião). O tempo de aplicação não pode ser igual para todas as turmas, não é?

(Reflexão pós-aula de investigação PCN2)

As professoras PCN2 e PFQ expuseram as dificuldades que enfrentaram em relação ao cumprimento dos tempos previstos para os diferentes momentos da aula de investigação. Contudo, salientaram que o desafio de gerir o tempo das atividades contribuiu para a melhoria da sua capacidade de organização de atividades práticas em sala de aula, e, conseqüentemente, traduziu-se numa aprendizagem profissional, conforme evidenciado nas seguintes reflexões:

É difícil para quem está a dinamizar, gerir o tempo das atividades. Sim, tem [aprendizagens] para o nosso desenvolvimento profissional. E obviamente, quanto mais aulas deste género nós fizéssemos mais, aprendíamos a gerir o tempo. Mas foi a grande dificuldade e a grande aprendizagem que nós tivemos de fazer, foi o tempo.

(Reflexão pós-aula de investigação PCN2)

Mas basicamente acho que a única dificuldade foi o tempo [das atividades], porque de resto as turmas foram muito participativas, muito recetivas e foi muito fácil.

(Reflexão pós-aula de investigação PFQ)

As professoras PCN1 e PFQ destacaram que a participação no EA foi importante para repensar a dinâmica das aulas e transformar a prática pedagógica, sobretudo no que diz respeito à preparação, organização e criatividade das tarefas propostas. Também sublinharam que essas mudanças podem constituir uma mais-valia tanto para os professores quanto para os alunos. A professora PCN2 enfatizou, ainda, a importância da componente prática reflexiva desse processo formativo, considerando-a essencial para o desenvolvimento profissional docente e para a melhoria das aprendizagens dos alunos. Deste modo, o EA proporcionou às professoras a oportunidade de refletirem sobre a sua própria prática como referem nos excertos seguintes:

É um processo que envolve muito tempo para ser construído, mas a prática já não é igual. Eu já olho para determinados conteúdos e fico a pensar, se calhar, se eu explorasse de outra forma, poderia lá chegar e dar outra riqueza aos miúdos. Eu acho que as aulas se pudessem ser todas assim ou quase todas assim, o processo criativo era muito melhor para todos nós, para eles e para nós. Dá-nos outra capacidade de olhar para os alunos e de olhar para nós. E o que é que podemos fazer, e o que é que podemos modificar na nossa prática pedagógica.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Ter participado neste processo de EA forneceu-me ferramentas que vou aprimorar e aplicar futuramente.

(Reflexão individual PFQ)

Pronto para já perceber que realmente só pela prática [há desenvolvimento] e pela autodescoberta que os alunos aprendem realmente, não?

(Entrevista semiestruturada PCN2)

No que diz respeito às aprendizagens realizadas, as professoras consideraram, de forma global, que o desenvolvimento do processo formativo do EA, ao ser implementado em sala de aula, contribuiu para a mudança das práticas de ensino e da postura adotada. Essas modificações foram fomentadas pela observação, identificação e valorização de diversos aspetos, tais como as dificuldades dos alunos, os processos de raciocínio e a comunicação em sala de aula. Além disso, salientaram que o EA ao promover modificações na prática pedagógica, incluindo o tipo de tarefas propostas e a diversidade de estratégias utilizadas nas aulas, lhes proporcionou aprendizagens profissionais importantes.

## **Interdisciplinaridade**

O EA foi desenvolvido em interdisciplinaridade com a articulação de conteúdos curriculares de duas disciplinas, Ciências Naturais e Físico-Química, numa proposta de tarefa comum. A interdisciplinaridade promoveu uma compreensão mais ampla do tópico selecionado a partir da convergência de diferentes pontos de vista. As professoras de PCN2 e PFQ destacaram, nas suas afirmações, as aprendizagens realizadas sobre as duas áreas científicas, enfatizando os benefícios do trabalho conjunto e da articulação entre professoras de disciplinas diferentes:

Foi muito enriquecedor trabalhar em equipa interdisciplinar. Explorar conteúdos/conceitos relativos às duas disciplinas, Ciências Naturais e Físico-Química, desta forma integrada e articulada, encontrando sempre um fio condutor entre os mesmos, foi um desafio que me motivou e se enquadrou nas minhas expectativas desde o início.

(Reflexão individual PCN2)

A professora de Ciências Naturais desenvolveu-se profissionalmente até na área de Físico-química e a professora de Físico-química desenvolveu-se profissionalmente na área das Ciências Naturais. Qualquer uma de nós, agora, estava preparada para dar o conteúdo da outra disciplina.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

As professoras PFQ e PCN1 salientaram o sucesso da articulação interdisciplinar promovida durante a aula de investigação. Nesse âmbito, destacaram que não era possível distinguir, por um lado, a professora de Ciências Naturais da de Físico-Química e, por outro, as fronteiras entre os conteúdos das duas disciplinas. Assim, as professoras referiram que:

Quando articulámos [as disciplinas] para a implementação deste estudo de aula, nós esquecemo-nos de quem era a professora de Físico-química e de quem era a professora de Ciências. Porque, de facto, nós mergulhámos nas Ciências Naturais ou na Físico-química, independentemente de sermos professoras ou não desta área, porque realmente a articulação estava muito bem conseguida.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Vocês [as professoras] e os alunos. Acho que os alunos também sentiram que não havia ali uma divisão.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

A professora PCN1 considerou que a integração de duas disciplinas tem um grande potencial para mudar a dinâmica na sala de aula, através de trabalhos em grupo e de projeto, ao promover um ensino por descoberta que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem:

As aulas têm de ser cada vez mais de descoberta, envolvendo os alunos, em trabalho de projeto, trabalho em grupo e esta articulação de disciplinas, então, é perfeito. É porque, de facto, a aula torna-se mais rica para eles e para nós.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

A professora PFQ manifestou satisfação pelo facto da articulação teórica e prática entre Ciências Naturais e Físico-Química ter tido um impacto positivo na motivação, na autonomia, na responsabilidade, na capacidade de resolução de problemas e no desenvolvimento de competências científicas dos alunos, conforme está explícito no relato seguinte:

Foi com imenso agrado que verifiquei que promover a conexão entre estas duas áreas do saber, Ciências Naturais e Físico-química, associando a teoria e a prática, permitiu estimular o espírito crítico e científico dos alunos, a sua responsabilidade e autonomia. E ativar a sua capacidade para a discussão visando a resolução dos problemas apresentados, com ganho muito significativo na sua motivação e literacia ao nível das Ciências.

(Reflexão individual PFQ)

No que diz respeito às aprendizagens promovidas pelo EA interdisciplinar, todas as professoras demonstraram valorizar os seguintes aspetos: a implementação articulada do tópico curricular de Ciências Naturais e Físico-Química abordado em sala de aula; a leção partilhada dos conteúdos entre as professoras, independentemente da área de formação; a dinâmica desenvolvida durante a aula de investigação e a promoção do trabalho colaborativo. Os aspetos referidos estão evidenciados nos excertos seguintes:

Bem, eu acho que daqui para a frente, cada vez que for lecionar o conteúdo do interior da Terra, vou sempre pedir ao professor de Físico-química para fazer esta articulação. Neste momento, parece-me que já não faz sentido não haver esta articulação entre os dois conteúdos das disciplinas. E realmente, o facto de eu perceber que consigo trabalhar num conteúdo que é de Físico-química e colocá-lo na minha aula e a colega percebeu que poderia fazer o contrário, não é? Isto foi uma grande aprendizagem.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

A articulação do currículo/conteúdos entre as duas disciplinas e a implementação prática em sala de aula, de forma eficaz, exigiu das professoras envolvidas uma dinâmica muito eficiente e um trabalho colaborativo de grande proximidade. Considerei este um momento de crescimento profissional, interdisciplinar, muito eficiente.

(Reflexão individual PFQ)

É uma abordagem em que alunos vão conseguir, de certeza, perceber a dinâmica e não há ali uma divisão, o que é a disciplina de Físico-química ou a disciplina de Ciências Naturais. No fundo, o processo acaba por desenvolver a autonomia dos alunos ao mesmo tempo da articulação entre as disciplinas. Há uma bivalência, nós aprendemos e eles também aprendem, não é? Eu acho que é muito importante.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Deste modo, ficou evidente nos resultados que a participação no EA interdisciplinar contribuiu para o desenvolvimento profissional das professoras. Por um lado, pela valorização e aprofundamento do conhecimento sobre a articulação interdisciplinar do currículo de Ciências Naturais e Físico-Química, a partir de uma proposta de tarefa única. Por outro, pela promoção de aprendizagens que favorecem a integração futura dessa abordagem interdisciplinar na prática letiva das professoras participantes.

## **Educação STEM**

No processo de EA a escolha do tipo de tarefas assume uma grande relevância, uma vez que estas, alinhadas com a abordagem de ensino adotada, devem ser desafiantes e motivadoras para os alunos. Neste EA, no contexto de educação STEM, a professora PCN1 considerou que a abordagem utilizada foi inovadora na medida em que a desafiou a realizar atividades novas e diferentes, além de favorecer o desenvolvimento de novas competências. Destacou, ainda, que o STEM implicou mudanças significativas no método de ensino, tornando a sala de aula mais dinâmica, experimental e orientada para a prática e para a resolução de problemas. Por fim, afirmou que a integração das duas áreas científicas na tarefa STEM lhe proporcionou uma visão mais ampla e interdisciplinar do ensino das ciências:

A estratégia STEM surge como uma estratégia inovadora que não só estimula nos alunos o pensamento crítico e a resolução de problemas, mas também nos desafia a sairmos da nossa zona de conforto e a desenvolvermos novas competências. A implementação STEM na sala de aula implica uma mudança significativa na

forma como ensinamos, tornando o processo mais dinâmico, experimental e orientado para a prática. A abordagem STEM incentiva a integração de várias áreas do conhecimento, o que nos leva a uma visão mais global e interdisciplinar do ensino.

(Reflexão individual PCN1)

A professora PCN1 considerou a aplicação das tarefas STEM em sala de aula como uma experiência de aprendizagem que pretende integrar na sua prática pedagógica futura. No entanto, reconheceu que por iniciativa própria e sem o apoio das outras professoras provavelmente não teria concretizado esta experiência. No que respeita aos aspetos considerados cruciais para o desenvolvimento de atividades STEM, a professora PCN1 evidenciou a relevância da disponibilidade, da gestão do tempo e da articulação entre os intervenientes, ao passo que a professora PCN2 destacou a criatividade. Deste modo, as professoras relataram:

Confesso que não sei se teria coragem de explorar esta abordagem por iniciativa própria, mas aceitei o desafio e estou muito contente. E eu fiquei curiosa, mas confesso que é algo que tem de envolver vontade, tempo e a articulação entre todas nós. Sinto que aprendi e estou muito expectante a futuras aplicações STEM.

(Reflexão individual PCN1)

O desenvolvimento destas atividades STEM também implica criatividade da nossa parte e esse foi o grande desafio com que me deparei.

(Reflexão individual PCN2)

No que se refere às potencialidades do ensino STEM na aprendizagem dos alunos, a professora PCN1 considerou que este proporcionou um ambiente em que os alunos foram incentivados a pensar de forma autónoma na procura de soluções para problemas distintos daqueles a que estavam habituados. Esta procura foi efetuada através da descoberta e da realização de atividades práticas, em contraste com uma abordagem mais expositiva centrada no professor. Todas as professoras referiram a maior recetividade, motivação, empenho e participação manifestados pelos alunos durante a realização da tarefa STEM, o que constitui uma atitude pouco comum entre alunos do sétimo ano de escolaridade. Esses aspetos estão evidenciados nos relatos que se seguem:

Participaram ativamente nas tarefas experimentais e de resolução de problemas de forma muito interessada, embora a participação dos alunos possa ser um desafio, pois nem todos os alunos reagem da mesma forma aos problemas propostos. Isto permitiu promover uma abordagem mais adaptada às necessidades dos nossos

alunos. Sinto que esta abordagem aumenta a motivação dos alunos, promove a descoberta autónoma tornando a aprendizagem mais significativa e próxima da realidade.

(Reflexão individual PCN1)

Este estudo de aula reforçou a minha ideia que com atividades práticas de autodescoberta os alunos aprendem com muito mais facilidade, para além de estarem mais motivados. Os alunos conseguiram com grande facilidade alcançar conceitos, à priori difíceis de compreender por serem muito abstratos.

(Reflexão individual PCN2)

Os alunos estavam a gostar de aprender, o que também não é algo muito comum e não é frequente num sétimo ano. Não é frequente estarem todos empenhados e a gostar.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Eles são muito recetivos a estas coisas e, de facto, quando eles vêm duas professoras à frente deles que querem trabalhar com eles de um modo que realmente é diferente. Os alunos estão curiosíssimos e são super recetivos. Eles são esponjas a absorver aquilo que nós queremos fazer. Isto é fantástico.

(Reflexão pós-aula de investigação PFQ)

A grande motivação que nós conseguimos inculcar, todas conseguimos inculcar nos alunos, foi, de facto aquilo que me deixou no auge.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Quando questionadas sobre as aprendizagens decorrentes da implementação de tarefas STEM, as professoras apresentaram diferentes perspetivas, destacando, entre outros aspetos, a melhoria das competências digitais através do uso de novas tecnologias, a reflexão sobre a prática letiva centrada nas aprendizagens dos alunos, as aprendizagens adquiridas para futuras aplicações STEM e a mais-valia da continuidade da aplicação deste tipo de tarefas. Esses pontos estão presentes nos relatos que se seguem:

Sinto que esta abordagem [STEM] nos incentiva a incorporar ferramentas digitais e tecnológicas nas nossas aulas, melhorando as nossas competências digitais. Eu acho que houve aqui um crescimento de todas nós. Porque é algo que é novo, porque nos desafia, porque temos de envolver as novas tecnologias que são o futuro também.

(Reflexão individual PCN1)

E está muito giro, aliás, eu vou já aproveitá-la para as minhas misturas heterogéneas.

(Reflexão individual PFQ)

O estudo de aula permitiu-me também conhecer e compreender as atividades STEM. Gostei muito, mais uma vez como professora cresci porque uma pessoa repensa determinadas práticas, a pessoa repensa o que faz com os alunos, como é que eles aprendem melhor. Apesar de termos muitas formações, é na prática nós aprendemos melhor. É ou, não é? E, portanto, também aprendemos que os alunos com a prática aprendem melhor.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Globalmente, as professoras demonstraram valorizar a abordagem de ensino STEM implementada no EA, por a considerarem inovadora, centrada no aluno e promotora de maior motivação e participação dos alunos. Além disso, incentiva-os a serem mais criativos, autónomos e colaborativos. Consideraram, ainda, que a educação STEM contribuiu para a melhoria da prática pedagógica, potenciando não só as competências digitais e tecnológicas, mas também a criatividade.

#### **4.1.3 Práticas colaborativas entre os professores participantes**

A professora PCN2 mencionou que o trabalho conjunto exigido pelo EA pode ser desafiador quando os professores envolvidos não são os colegas habituais. Destacou, como fator positivo para este processo formativo, o facto de as professoras participantes já trabalharem colaborativamente há muito tempo. A professora PFQ reforçou que o trabalho colaborativo desenvolvido durante o EA se baseou numa relação de entreajuda e corresponsabilidade. Portanto, as professoras PCN2 e PFQ citaram:

E, portanto, nós estamos muito habituadas a trabalhar umas com as outras. E isto é um desafio, um dia que tenhamos de fazer isto com pessoas que não estamos habituadas a trabalhar.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

O apoio entre nós, foi fundamental.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

As professoras PFQ e PCN2 salientaram que o trabalho colaborativo durante a implementação do EA promoveu a discussão, a reflexão e a definição conjunta de estratégias de atuação. De facto, a natureza colaborativa e reflexiva do EA proporciona excelentes condições para o trabalho em equipa, uma vez que, em todas as sessões, as atividades são objeto de discussão e reflexão por parte de todos os participantes, como está evidenciado nos relatos que se seguem:

Destaco a importância do trabalho colaborativo realizado entre as professoras participantes neste EA, associado às tarefas STEM, que nos permitiu promover a discussão, reflexão e definir estratégias conjuntas de atuação, conduzindo a contextos favoráveis na minha aprendizagem e conseqüentemente na dos alunos. Considero que esta foi uma “lição” de aprendizagem conjunta, de cooperação, reflexão e motivação e estou muito grata pela oportunidade.

(Reflexão individual PFQ)

Sim, porque nem todos pensamos da mesma maneira, nem todos, não é? Até mesmo a nível científico, evoluímos, não é? Porque discutimos, demos por nós a discutir factos científicos, que não estavam diretamente relacionados com o estudo de aula, mas que tinham a ver com a força da gravidade, por exemplo. Portanto, a nível científico, aprendemos muito, a nível pedagógico também.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

A partilha de ideias e de estratégias conjuntas foi valorizada pelas professoras como fundamental para o desenvolvimento do trabalho docente em sala de aula, ao longo de todo o processo do EA. Essa prática contrastou com a rotina profissional habitual das professoras, frequentemente marcada pela solidão, isolamento e individualismo, como se pode constatar nos seus relatos:

Assim, o normal do nosso dia a dia, é um trabalho muito mais isolado, não é?

(Entrevista semiestruturada PFQ)

O nosso trabalho do dia a dia muito é mais solitário, sem dúvida. Exatamente, sem dúvida, eu acho que isso é um ponto muito importante, porque, muitas vezes, nós achamos, quando o caminho é muito solitário, que é o caminho certo e depois às vezes nem é. E quando alguém nos faz ver, olha, se calhar este é melhor, podemos ir por ali, para esta turma não, ou para este conteúdo sim. Portanto, eu acho que a colaboração é muito importante, para mim foi uma das mais valias desta atividade.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Porque percebemos que se calhar que para aquele conteúdo há mais atividades a que nós não estávamos habituadas e que poderiam ser feitas para os alunos chegarem lá.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

No planeamento do EA, todas as professoras reconheceram a colaboração como imprescindível para a elaboração do plano da aula de investigação. A professora PCN1 salientou que o desenvolvimento deste trabalho foi significativamente enriquecido pelo facto de ter sido alicerçado nas experiências profissionais das professoras. Para a professora PCN2, o trabalho em equipe foi fundamental para superar as dificuldades encontradas durante o planeamento da aula. A professora PFQ enfatizou que a reflexão

colaborativa sobre os conteúdos curriculares do tópico contribuiu para o aprofundamento do conhecimento científico das professoras envolvidas. Nas suas declarações, as professoras mencionaram que:

Não era tão rica, a partilha. É verdade. A experiência de cada um de nós traz torna o trabalho mais rico, não é?

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Mais uma vez em grupo, porque eu acho que individualmente não iríamos chegar. Não era tão rica. Sim.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Esta prática colaborativa permitiu que nós parássemos, refletíssemos sobre determinados conteúdos e, de facto, a nossa evolução em termos da ciência também aconteceu aqui.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Relativamente aos momentos de observação e condução da aula de investigação, a professora PCN2 destacou a aprendizagem resultante da colaboração entre as professoras de diferentes áreas disciplinares, especialmente no que diz respeito ao tipo de dinâmica desenvolvida em sala de aula. Por sua vez, a professora PCN1 considerou que a presença de várias docentes durante a aula proporcionou uma visão mais holística desta, especialmente em relação ao acompanhamento do trabalho dos alunos, em oposição com uma aula conduzida por um único professor. Assim, as professoras PCN2 e PCN1 narraram:

(...) a grande aprendizagem é que nós podemos fazer em articulação [interdisciplinar], em colaboração uns com os outros. Fiquei fascinada com as potencialidades do trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, que realmente pode ser transformador em sala de aula.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

(...) acaba por ter outra perspetiva, porque as colegas estavam a olhar para os alunos, não é? E eu estava a olhar para os alunos e para elas e, portanto, estava a ver ali toda a dinâmica.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Na reflexão pós-aula de investigação, o grupo desenvolveu um trabalho de análise crítica e de reflexão sobre os registos e observações das professoras. Este momento foi unanimemente apontado por todas as professoras como relevante para o aprimoramento profissional, a ampliação do conhecimento científico e a pertinência de mudanças nas

práticas letivas, de modo a torná-las mais adequadas à aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, as professoras referiram que:

Esta foi uma atividade muito positiva e de grande relevo pois permitiu-me ampliar o conhecimento já construído, a partir da interação com as outras docentes.

(Reflexão individual PFQ)

Um aspeto muito importante deste processo, que eu particularmente gosto muito, é a prática pedagógica mais colaborativa, tanto entre professores como entre alunos, reforçando a importância do trabalho em equipa na resolução de problemas.

(Reflexão individual PCN1)

O trabalho colaborativo entre os docentes desta equipa foi decisivo e fundamental para que toda a atividade ficasse tão bem planificada e implementada. Mais uma vez, afirmo que permitiu que todos os docentes envolvidos realizassem aprendizagens uns com os outros, pormenores científicos interessantes e práticas letivas mais eficientes. Portanto, foi uma grande aprendizagem, este trabalho umas com as outras.

(Reflexão individual PCN2)

O grupo de participantes no EA era constituído por professoras que já mantinham um elevado nível de envolvimento e proximidade entre si. Esse aspeto foi salientado por todas as professoras como crucial para a criação de um ambiente positivo, marcado pela abertura, confiança e diálogo — fatores que favoreceram o trabalho colaborativo. De facto, no contexto do EA que envolve o planeamento, a observação e a análise colaborativa da prática docente, o diálogo e a confiança assumem um papel central. Estes fatores estão evidenciados nos excertos que se seguem:

Nós tivemos sorte que trabalhamos muito bem em conjunto. Portanto, foi uma grande aprendizagem, sim. Este trabalho umas com as outras, sim.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Motivação e sucesso [trabalho colaborativo].

(Entrevista semiestruturada PFQ)

É um trabalho colaborativo de sucesso, não é? Podia ser trabalho colaborativo e não resultar, mas acho que houve aqui um trabalho muito positivo. Houve sempre abertura em todo o processo para nós darmos opinião, para alterarmos, para propormos, para nos complementarmos e, portanto, acho que correu muito bem.

(Entrevista semiestruturada PCN1)

Todas as professoras demonstraram interesse em continuar a implementar o EA

nas suas práticas em sala de aula, nos próximos anos letivos. Nesse sentido, propuseram à investigadora a dinamização de outros EA que abrangessem outros conteúdos curriculares e integrassem outros colegas e turmas:

Eu gostaria de participar noutra aula com outro conteúdo, com outra atividade STEM planejada. Porque esta eu vou agarrar, vou guardar, irei aplicar nos próximos anos.

(Entrevista semiestruturada PCN2)

Eu tenho uma coisa a dizer, eu acho que tu agora devias ser uma grande dinamizadora na escola e fazer uma formação sobre a atividade STEM associada às ciências.

(Entrevista semiestruturada PFQ)

Não sei como irá correr. Também não sei da disposição e da disponibilidade das pessoas para poderem se envolverem desta forma neste tipo de atividades, mas tenho a dizer que isto é um saldo muito positivo. Portanto, tanto para nós, como professores, como para os miúdos [alunos].

(Entrevista semiestruturada PCN1)

As professoras reconheceram que o processo do EA promoveu práticas colaborativas, destacando como momentos importantes do trabalho conjunto: a discussão, reflexão e definição de estratégias; a resolução das diversas tarefas que levaram à construção da tarefa interdisciplinar STEM; a elaboração conjunta do plano da aula de investigação; a dinâmica interdisciplinar da aula no contexto da educação STEM e a reflexão pós-aula. Além disso, mostraram valorizar a colaboração como uma oportunidade de aprendizagem profissional com impacto direto na melhoria da prática letiva.

## **4.2 Discussão dos resultados**

Na discussão dos resultados, segundo Fortin (1999), “o investigador discute os principais resultados da investigação, em função do problema” (p.330) e das questões de investigação. A discussão dos resultados anteriormente apresentados é realizada de acordo com as três questões de investigação, previamente formuladas, com a finalidade de alcançar a resposta ao problema do estudo.

No caso deste trabalho, a primeira questão de investigação é: Quais os desafios enfrentados pelos professores de Ciências Naturais e de Físico-Química no ensino destas

disciplinas, no contexto de um estudo de aula com tarefas STEM?

No desenvolvimento de um EA, a aula de investigação constitui um momento central. Durante esta etapa, as professoras identificaram como desafios pessoais a realização de “atividades que não são muito habituais no seu dia a dia profissional” (Ponte et al., 2016, p.886), especialmente a condução da aula de investigação e a aplicação de tarefas STEM, fatores que suscitaram nervosismo e insegurança. Essas dificuldades foram ultrapassadas ou atenuadas pela “capacidade dos professores se apoiarem uns aos outros como uma comunidade de colegas de confiança” (UNESCO, 2022, p.84).

A realização das atividades mencionadas, e outras inerentes ao processo formativo do EA, fora do horário escolar, exigiu das professoras uma gestão rigorosa do seu tempo pessoal, considerando as suas responsabilidades e compromissos. Esta exigência foi identificada nos resultados como uma das principais dificuldades relacionadas com a disponibilidade dos professores para participarem num EA. Neste sentido, o *Policy Brief* intitulado *O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores*, publicado pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, destaca como uma das condições essenciais para a implementação do EA “a disponibilidade dos participantes para trabalhar com colegas e para um investimento profissional significativo, envolvendo nomeadamente estudar, discutir, criticar de forma construtiva, observar e ser observado” (Ponte et al., 2020, p.5).

Apesar do interesse e das reconhecidas vantagens da implementação do EA em Portugal, o seu desenvolvimento acarretou vários desafios profissionais, para as professoras envolvidas, relacionados com a adaptação ao sistema educacional português, considerando o contexto do agrupamento onde o estudo foi desenvolvido (Utamura et al., 2020). Os resultados deste estudo mostraram que, para todas as professoras, o EA foi um processo desafiante em termos de exigência de trabalho extra e de disponibilidade de tempo profissional. Os pontos de vista das professoras alinham-se com o estudo de Ponte et al. (2018b) que aponta para o desenvolvimento dos EA, no contexto português, vários desafios nomeadamente, i) o número elevado de horas que são dedicadas a trabalhar em um único tópico ou objetivo curricular; ii) o trabalho extra que é exigido aos professores participantes num EA; iii) o processo formativo do EA não faz parte da rotina dos professores e iv) o horário do professor não integrar horas para a realização de ações que promovem o desenvolvimento profissional.

A inexistência de um vínculo relacional com os alunos da segunda turma onde foi implementada a aula de investigação, foi identificada nos resultados como um desafio

profissional associado ao processo de ensino-aprendizagem. Em consonância com este resultado, Fernández (1991) afirma que “para aprender, necessitam-se dois personagens (ensinante e aprendente) e um vínculo que se estabelece entre ambos” (p.31). Complementarmente, a UNESCO (2022) sublinha que “tanto os professores como os estudantes são transformados por meio do encontro pedagógico, à medida que aprendem uns com os outros” (p.49), reforçando a importância da relação pedagógica no processo educativo.

O EA realizado foi percebido pelas professoras participantes como uma forma de aprendizagem profissional que implicou desafios de ordem pessoal e profissional, tendo sido o apoio mútuo um elemento crucial para a sua minimização e superação. Este resultado está em consonância com Ponte et al. (2019), que descrevem o EA como um processo de desenvolvimento profissional “provocador” (p.105), por envolver simultaneamente pressão, resultante dos desafios, e apoio colaborativo entre os professores envolvidos. Na mesma linha, Richit et al. (2019), num estudo de aula realizado com um grupo de professores de Matemática, referem que quando os professores enfrentam os desafios sentidos num EA têm a possibilidade de realizar uma “prática diferente, planejar uma aula a partir das dificuldades e necessidades dos alunos e transcender a tradição das ações formativas predominantes no seu contexto, traz importantes possibilidades para a promoção do desenvolvimento profissional dos professores participantes” (pp. 77-78).

A segunda questão de investigação formulada é: Quais as potencialidades de um estudo de aula interdisciplinar em educação STEM nas aprendizagens dos professores de Ciências Naturais e de Físico-Química?

A discussão dos resultados centra-se nas potencialidades do processo formativo do EA, da interdisciplinaridade e da educação STEM, sublinhando-as como catalisadores do desenvolvimento profissional das professoras participantes.

De acordo com os resultados deste estudo, a seleção de um tópico curricular relevante para a aprendizagem dos alunos, com base nas suas dificuldades, constituiu uma oportunidade para as professoras de Ciências Naturais e Físico-Química realizarem, em articulação interdisciplinar, o “estudo dos materiais curriculares, o que pode contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos específicos sobre o conteúdo consensual no grupo” (Utamura et al., 2020, p.5). Este resultado é apoiado pelo estudo de Franceschi e Richit (2023), que realça a escolha do tópico curricular e a definição dos objetivos de

aprendizagem, no contexto de um EA, como um ponto de partida para o desenvolvimento de conhecimento curricular. Este conhecimento incide sobre as orientações curriculares e a definição de objetivos que suportam e orientam a ação do professor a favor da aprendizagem do aluno (Franceschi & Richit, 2023).

As professoras consideraram a aplicação e a análise dos resultados da atividade diagnóstica particularmente relevantes para a identificação das dificuldades dos alunos e para a recolha de “informação sobre o conhecimento dos alunos que pudesse informar a preparação da aula de investigação” (Quaresma & Ponte, 2017a, p.53), desenvolvida no âmbito do tópico selecionado — Estrutura Interna da Terra e Força Gravítica.

No que concerne à pesquisa, discussão e resolução das diversas tarefas STEM propostas pelas professoras, no estudo de Ponte et al. (2016), realizado com professoras do 2.º ciclo do Ensino Básico, uma das conclusões evidencia que o EA permite “integrar contributos da teoria e de investigações anteriores (discussões das tarefas propostas), ao mesmo tempo que valoriza a experiência e os conhecimentos profissionais dos professores envolvidos” (p.887). Os resultados do presente estudo vão ao encontro desta perspetiva, uma vez que mostraram que a discussão e resolução das diferentes tarefas STEM, aliada aos contributos da experiência profissional de cada professora, contribuiu significativamente para a criação de condições favoráveis à elaboração e preparação da sequência da tarefa da aula de investigação (Fonseca & Ponte, 2022).

Na etapa de planeamento da aula de investigação, como refere o estudo Wanderley e Souza (2020), o grupo de professores deve “prever reações, dúvidas e constrangimentos dos alunos, idealizando como lidar em cada situação a fim de minimizar quaisquer imprevisibilidades” (p.7). De acordo com os resultados obtidos, esta etapa permitiu às professoras realizar uma análise prévia dos raciocínios e dificuldades dos alunos, e, conseqüentemente, possibilitou-lhes uma compreensão mais aprofundada do conteúdo e do pensamento dos alunos, em contexto real (Murata, 2011).

Relativamente à dinamização da aula de investigação, os resultados evidenciaram que o ambiente no grupo de trabalho se caracterizou pela confiança mútua e pela corresponsabilidade, independentemente de quem executou ou planeou as tarefas (Wanderley & Souza, 2020). Neste sentido, Ponte (2014) defende que apenas num contexto de confiança interpessoal, no qual todos partilham objetivos comuns e uma divisão de trabalho coerente, é possível que cada elemento tenha algo a ensinar e a aprender com os outros.

No que concerne à observação dos processos de raciocínio dos alunos durante a

aula de investigação, as professoras salientaram que o EA lhes proporcionou uma análise mais atenta desses processos e das dificuldades evidenciadas pelos alunos, com implicações futuras na seleção de tarefas e nas estratégias de comunicação adotadas em sala de aula. Este resultado é corroborado pelos estudos de Ponte et al. (2012, 2016). No estudo de Ponte et al. (2012), os autores referem que o foco na valorização do raciocínio dos alunos leva os professores a “repensar a natureza das tarefas a desenvolver na aula, a identificar as dificuldades dos seus alunos e a elaborar estratégias mais eficazes para as ultrapassar” (p.20). De forma semelhante, uma das conclusões do estudo de Ponte et al. (2016) indica que, no contexto de um EA, as professoras envolvidas “tornaram-se muito mais atentas às dificuldades que os alunos têm na aprendizagem (...), passaram a valorizar as capacidades dos alunos, reconhecendo que estes têm muitas vezes estratégias interessantes e surpreendentes” (p.886).

No que diz respeito à comunicação em sala de aula, particularmente à condução das discussões coletivas durante a aula de investigação, os resultados evidenciaram que o papel de mediador se revelou como uma oportunidade para promover a participação ativa dos alunos, oferecendo-lhes progressivamente mais espaço para expressarem as suas ideias e formularem perguntas entre si. Esta perspetiva é comprovada pelo estudo de Wanderley e Souza (2020), no qual os autores defendem que, no papel de mediador, o professor não deve fornecer respostas prontas, mas antes orientar o raciocínio dos alunos através de questionamentos que favoreçam a interação e o diálogo entre pares. De igual modo, num estudo realizado por Quaresma e Ponte (2016), conclui-se, em particular por uma professora do 5º ano, que, nas discussões coletivas, os professores aprendem a atribuir “um papel mais ativo aos alunos, levando-os a apresentar, explicar e argumentar o seu trabalho perante toda a turma” (p.307). No mesmo estudo, é referido que a “abertura para ouvir mais os alunos proporcionou um conhecimento mais profundo” (p.307) aos professores sobre estes.

Após a aula de investigação, as professoras reuniram-se novamente para refletir sobre o trabalho e as aprendizagens dos alunos. Com base nesta reflexão, introduziram alterações no tempo atribuído para a resolução da tarefa, tendo em vista uma nova aplicação da aula em turmas com características semelhantes às da primeira (Gomes et al., 2023). De acordo com Murata (2011), é a partir da reflexão pós-aula que o planeamento da aula de investigação pode e deve ser revisto, permitindo a sua reformulação e nova lecionação, o que proporciona uma nova oportunidade de reflexão e aprendizagem para os professores. Assim, os resultados evidenciaram que o EA fomentou o desenvolvimento

da capacidade reflexiva dos docentes (Ponte et al., 2014), oferecendo-lhes a possibilidade de repensar a sua visão do ensino visando a sua melhoria contínua (Stigler & Hiebert, 2009).

De forma global, o processo formativo do EA interliga a teoria e a prática (Ponte, 2014) e é desencadeado a partir da experiência profissional e orientado para a melhoria do exercício da docência e da aprendizagem dos alunos (Murata, 2011). Neste enquadramento, os resultados do presente estudo comprovaram que o EA constituiu uma oportunidade significativa para as professoras “aprenderem questões importantes em relação aos conteúdos que ensinam, às orientações curriculares, aos processos de raciocínio e às dificuldades dos alunos e à própria dinâmica da sala de aula” (Ponte et al., 2016, p.870).

No que diz respeito à interdisciplinaridade, os resultados revelaram que as professoras demonstraram uma forte vontade de ultrapassar as barreiras disciplinares tradicionalmente associadas ao ensino de Ciências Naturais e de Físico-Química (Pombo, 1994). Nesse sentido, abdicaram, em certa medida, da sua posição de autoridade sobre a sua disciplina, assumindo uma postura colaborativa ao partilhar com as outras professoras a responsabilidade por uma atividade comum (Silva & Lemos, 2019).

No que respeita às potencialidades de um EA interdisciplinar nas aprendizagens das professoras, os resultados obtidos corroboram a perspetiva defendida por Pombo (1994), evidenciando que este processo implicou uma reorganização das práticas de ensino-aprendizagem e a promoção de um trabalho colaborativo entre as docentes das áreas de Ciências Naturais e de Físico-Química. Thiesen (2008) reforça que a interdisciplinaridade possui um forte potencial para apoiar os professores na inovação pedagógica ao nível “de currículo, de métodos, de conteúdos, de avaliação e nas formas de organização dos ambientes para a aprendizagem (p.553).

O relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), elaborado por Kärkkäinen e Vincent-Lancrin (2013) sobre educação STEM, refere que o STEM acrescenta inovação ao processo educativo, beneficiando tanto alunos como professores, o que se reflete na satisfação das partes envolvidas e na melhoria do desempenho educativo. Os resultados obtidos estão em consonância com o referido relatório, uma vez que as professoras envolvidas, no presente estudo, reconheceram a educação STEM como uma prática pedagógica inovadora, que implicou desafios e

representou uma ruptura em relação às metodologias de ensino que tradicionalmente adotavam (Ponte et al., 2015). Os autores Prado e Silva (2020) defendem a mesma ideia quando referem que o STEM é considerado um movimento inovador “em que há uma ideia de rompimento com o ensino tradicional passivo, no qual o aluno pouco interage com o objeto de estudo e não vê conexões com o mundo, com o seu dia a dia” (p.1).

Os resultados também evidenciaram que o STEM promoveu o ensino interdisciplinar, contribuindo para atenuar as fronteiras entre as disciplinas com um impacto positivo na qualidade do ensino e na colaboração entre os professores (Margot & Kettler, 2019). Este resultado é sustentado pelo estudo multicaso realizado por Wang et al. (2011), que envolveu três professores que representavam Ciências, Matemática e Engenharia, quando referem que a integração STEM é uma abordagem de ensino interdisciplinar que remove as barreiras entre as disciplinas.

Um aspeto inovador destacado nos resultados foi a integração de uma tarefa STEM na aula de investigação. Estapa e Tank (2017) consideram que é imperativo investigar formas de apoiar os professores a conceptualizar e incorporar experiências STEM nas suas salas de aula. No mesmo sentido, Estapa et al. (2016) consideram que a inclusão do STEM, nas salas de aula, pode ser feita através de experiências de desenvolvimento profissional, como o EA do presente estudo, as quais proporcionam oportunidades de aprendizagem para que os professores adquiram conhecimento sobre novas práticas ou novos conteúdos de ensino.

Os resultados do presente estudo evidenciaram potencialidades de inovação pedagógica associadas ao STEM para a aprendizagem dos alunos. Destacaram-se, em particular, a promoção de uma aprendizagem mais autónoma, centrada no aluno, o aumento da motivação, do interesse e da participação dos alunos na resolução da tarefa STEM (Margot & Kettler, 2019). Neste contexto, as professoras participantes reconheceram que as atividades práticas e de aplicação associadas ao STEM constituíram “uma ferramenta necessária e benéfica para os resultados de aprendizagem dos alunos” (Margot & Kettler, 2019, p.9).

A terceira questão de investigação pretende identificar: De que modo o Estudo de Aula promove práticas colaborativas entre os professores participantes de Ciências Naturais e Físico-Química, no contexto da Educação STEM?

No EA em análise, a integração de tarefas STEM promoveu uma abordagem de ensino de natureza interdisciplinar, que, conforme os resultados, impulsionou práticas

colaborativas entre as professoras. Tal como refere Pombo (2005), a interdisciplinaridade exige uma mudança de atitude por parte dos professores, pois não é viável sem um compromisso coletivo, têm de “dar as mãos e caminhar juntos” (p.16).

Relativamente ao trabalho em equipa desenvolvido no contexto da aula de investigação, os resultados mostraram que as professoras valorizaram a partilha de ideias e a construção colaborativa de estratégias (Ponte et al., 2014), em contraste com a prática docente tradicional, frequentemente caracterizada por uma atuação individual e isolada. Este resultado é sustentado pelo estudo de Richit e Ponte (2019), que salienta que o EA possibilita aos professores participantes, do 1.º ao 3.º ciclo do Ensino Básico, “experimentar uma forma totalmente diferente de planear uma aula, mediante a qual o individualismo predominante na cultura profissional dos professores deu lugar ao trabalho coletivo, à discussão, à reflexão, ao diálogo e à cooperação” (p.956).

Na mesma perspetiva, Boavida e Ponte (2002) consideram que a colaboração representa uma estratégia essencial para enfrentar desafios cuja complexidade os torna demasiado exigentes para serem superados de forma individual.

Os resultados indicaram que, na elaboração do plano de investigação, as professoras desenvolveram um trabalho conjunto marcado pela partilha de experiências, conhecimentos e perspetivas profissionais distintas. Esta dinâmica contribuiu para a construção de conhecimentos de natureza científica e pedagógica. Nesse contexto, a colaboração mostrou-se essencial para a reconstrução dos saberes e das práticas docentes (Soto Gómez & Pérez Gómez, 2015). De acordo com Stigler e Hiebert (2016), o EA constitui um processo investigativo colaborativo que requer a mobilização de diferentes tipos de conhecimento profissional por parte dos professores, especialmente aqueles emergentes da prática em sala de aula. Assim, o EA configura-se como um processo “muito próximo de uma pequena investigação realizada no quadro da sua própria prática profissional, em contexto colaborativo” (Ponte et al., 2014, p.61).

O estudo de Baptista et al. (2012a), realizado com professores do 1.º ciclo num agrupamento de escolas de tipologia híbrida do Projeto Mais Sucesso Escolar, sustenta que o EA, ao envolver “a preparação aprofundada de uma aula, a sua observação e a reflexão posterior, constitui um significativo processo de desenvolvimento profissional” (p. 137). Os resultados do presente estudo convergem com esta conclusão, uma vez que as professoras destacaram a preparação da aula de investigação, a sua observação e a reflexão pós-aula, realizadas em contexto colaborativo, como momentos privilegiados de discussão e reflexão que favoreceram o seu desenvolvimento profissional. No mesmo

sentido, Boavida e Ponte (2002) referem que num grupo de pessoas que interagem, dialogam e refletem, aumenta a capacidade de reflexão e as possibilidades de aprendizagem mútua.

Os resultados demonstraram que ao longo do percurso formativo do EA foi promovido um trabalho colaborativo entre as professoras, direcionado para a concretização de objetivos comuns. Essa colaboração fundamentou-se numa “base de igualdade para a ajuda mútua” (Boavida & Ponte, 2002, p.45), reforçando a importância da cooperação profissional no desenvolvimento docente. Este resultado encontra confirmação no estudo de Richit e Ponte (2019), que refere que, num contexto de EA, “a cooperação que houve concretizou-se em torno de um objetivo comum e foi permeada por outros elementos, tais como o diálogo, a negociação de ideias e significados e a superação de hierarquias, contribuindo para o desenvolvimento profissional de todos os envolvidos” (pp.956–957).

Os resultados mostraram, ainda, que o modo como as professoras trabalharam e se relacionaram contribuiu para um trabalho conjunto que, segundo Little (1990), se enquadra na forma mais forte de colaboração, marcada pela abertura, diálogo e confiança entre os docentes (Boavida & Ponte, 2002).

Portanto, o EA apresentou-se como um processo de desenvolvimento profissional colaborativo e reflexivo sobre a prática, centrado nas aprendizagens dos alunos, que permite que “os professores aprendam uns com os outros, partilhando e desenvolvendo em conjunto as suas competências” (Hargreaves, 1998, p.209).

## 5 Considerações finais

Este estudo pretende investigar os efeitos da implementação de um estudo de aula no desenvolvimento profissional de professoras de Ciências Naturais e Físico-Química, quando elaboram e utilizam tarefas STEM.

A implementação do estudo de aula acarreta desafios, tanto a nível pessoal quanto profissional. Este estudo, em específico, aponta que as dificuldades pessoais sentidas pelos professores durante o estudo de aula abrangem o nervosismo, a insegurança e a gestão do tempo pessoal. No plano profissional, os desafios relacionam-se principalmente com a organização da escola e as alterações nas rotinas escolares. Estes constrangimentos sublinham a complexidade de adaptar um modelo de desenvolvimento profissional colaborativo e reflexivo, proveniente de outras culturas educativas, à realidade portuguesa, e, em concreto, ao agrupamento envolvido no estudo. Face ao exposto, os professores reconhecem que, para a consolidação do estudo de aula como prática regular e eficaz, é imperativo garantir condições profissionais específicas.

Porém, a superação ou minimização dos desafios confere uma inigualável oportunidade de aprendizagem e de desenvolvimento profissional colaborativo.

O processo formativo inerente ao estudo de aula fomenta uma dinâmica mais aprofundada e sistemática de análise e reflexão sobre a prática letiva, com o propósito de promover a melhoria da mesma. Neste contexto, destacam-se, para as aprendizagens dos professores, as seguintes potencialidades: i) a discussão das orientações curriculares e a identificação de um problema relacionado com as aprendizagens dos alunos; ii) a seleção do tópico curricular; iii) o diagnóstico prévio dos conhecimentos e das dificuldades dos alunos; iv) o planeamento da aula de investigação; v) a observação dos processos de raciocínio e das estratégias utilizadas pelos alunos; e vi) a reflexão pós-aula de investigação.

A integração e articulação de duas áreas científicas, Ciências Naturais e Físico-Química, representa uma mais-valia para uma aprendizagem profissional mais coerente, abrangente e contextualizada.

As tarefas STEM configuram-se como um recurso de aprendizagem inovador, capaz de promover uma dinâmica mais interativa e orientada para a prática em sala de aula. Nesse sentido, a educação STEM contribui para a inovação pedagógica, favorece a aprendizagem dos alunos e potencia o desenvolvimento profissional dos professores.

O estudo de aula configura-se como um contexto privilegiado para a promoção de práticas colaborativas entre os professores. A colaboração estabelecida ao longo das várias etapas do estudo de aula – desde o planeamento até à reflexão pós-aula – revela-se fundamental para superar a tradicional atuação isolada do professor.

A interdisciplinaridade inerente ao ensino STEM assume um papel crucial na criação de um ambiente colaborativo, ao promover a integração de saberes e perspetivas diferentes a partir do trabalho conjunto entre os professores de áreas disciplinares distintas.

A dinâmica de trabalho conjunto no estudo de aula, alicerçada na igualdade, no diálogo e no respeito pelos diversos saberes científicos, pedagógicos e experienciais dos professores, potencia a confiança, fundamental para a aprendizagem mútua e a melhoria contínua da prática letiva.

Assim, num tempo em que se exige aos professores maior capacidade de resposta a contextos complexos de sala de aula, abordagens colaborativas como o estudo de aula revelam-se não apenas eficazes, mas eticamente necessárias. Tal como argumentado por Lewis et al. (2010), a colaboração sustentada entre pares constitui uma condição para o desenvolvimento profissional significativo.

Apesar da riqueza dos dados recolhidos, é essencial reconhecer as limitações deste estudo. Primeiro, envolveu um número reduzido de participantes, apenas três professoras de um único agrupamento de escolas, o que limita a generalização dos resultados a outros contextos educativos. Em segundo lugar, a duração do estudo e a realização de uma única tarefa STEM podem não ser suficientes para observar mudanças significativas nas práticas pedagógicas das professoras. Estudos longitudinais poderiam mostrar melhor os efeitos a médio e longo prazo. Por fim, a análise feita foi qualitativa e baseou-se nas perceções e interpretações das participantes e da investigadora, o que pode introduzir tendências. Para superar este problema, foi usada a triangulação de dados, que, no entanto, pode não ter sido completamente eliminado.

Para pesquisas futuras, sugere-se a realização de outros estudos de aula interdisciplinares com tarefas STEM que envolvam professores de áreas disciplinares científicas e artísticas, como Matemática, Educação Visual e Complemento de Educação Artística. Esses estudos poderiam investigar como o estudo de aula interdisciplinar em educação STEM contribui para o conhecimento didático dos professores.

## Referências

- Aires, L. (2011). *Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional*. Universidade Aberta.
- Akiba, M., Murata, A., Howard, C., & Wilkinson, B. (2019). Lesson study design features for supporting collaborative teacher learning. *Teaching and Teacher Education*, 77(1), 352-365. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.10.012>
- Alarcão, I. (2001). *Escola reflexiva: Nova racionalidade*. Artmed.
- Alarcão, I., & Canha, B. (2013). *Supervisão e colaboração: uma relação para o desenvolvimento*. Porto Editora.
- Almeida, A. (2001). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova conceção. In A. Veríssimo, M. A. Pedrosa, & R. Ribeiro (Eds.), *Ensino Experimental das Ciências: (Re)Pensar Ensino das Ciências* (pp. 51-73). Ministério da Educação.
- Amado, J. (2000). A técnica de análise de conteúdo. *Revista Referência*, 5, 53-63. [https://www.researchgate.net/publication/292813312\\_A\\_tecnica\\_de\\_analise\\_de\\_conteudo](https://www.researchgate.net/publication/292813312_A_tecnica_de_analise_de_conteudo)
- Amado, J. (2014). *Manual de investigação qualitativa em educação* (2.<sup>a</sup> ed.). Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Amado, J. (2017). *Manual de investigação qualitativa em educação* (3.<sup>a</sup> ed.). Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Angrosino, M. (2009). *Etnografia e observação participante* (1.<sup>a</sup> ed.). Artmed.
- Ávalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>
- Baioa, A., & Carreira, S. (2019). Modelação matemática experimental num contexto integrado de STEM. *Educação e Matemática*, (152), 11–14. <https://www.researchgate.net/publication/334737358>
- Baptista, M. (2023, abril 13). Educação STEM? Porquê? *Observador*. <https://observador.pt/opiniao/educacao-stem-porque/>
- Baptista, M., Ponte, J. P., Costa, E., Velez, I., & Belchior, M. (2012a). Lesson study na formação de professores do 1.º ciclo do ensino básico. In *Atas SIEM XXIII - Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 127-138). APM. <http://hdl.handle.net/10451/8661>

- Baptista, M., Ponte, J. P., Velez, I., Belchior, M., & Costa, E. (2012b). O lesson study como estratégia de formação de professores a partir da prática profissional. In *Atas EIEM - Investigação em Educação Matemática 2012: Práticas de Ensino da Matemática* (pp. 493-504). <http://hdl.handle.net/10451/7070>
- Baptista, M., Ponte, J. P., Velez, I., & Costa, E. (2014). Aprendizagens profissionais de professores dos primeiros anos participantes num estudo de aula *Educação em Revista*, 30(4), 61-79.  
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/21160>
- Bardin, L. (1979). *Análise de conteúdo* (2.<sup>a</sup> ed.). Edições 70.
- Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration : designing the core of democratic education*. Teachers College Press.
- Boavida, A. M., & Ponte, J. P. (2002). Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In GTI (Eds.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 43-55). APM. <https://www.researchgate.net/publication/261176711>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos* (1.<sup>a</sup> ed.). Porto Editora.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about Conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.  
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Cajkler, W., & Wood, P. (2016). Adapting ‘lesson study’ to investigate classroom pedagogy in initial teacher education: what student-teachers think. *Cambridge Journal of Education*, 46(1), 1–18.  
<https://doi.org/10.1080/0305764X.2015.1009363>
- Canário, R. (2007). Formação e desenvolvimento profissional dos professores. In *Conferência Desenvolvimento profissional de professores para a qualidade e para a equidade da Aprendizagem ao longo da Vida*. Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia.
- Cardoso, J. (2013). *O professor do futuro*. (1.<sup>a</sup> ed.). Guerra e Paz, Editores.
- Cardoso, M. R., de Oliveira, G. S., & Ghelli, K. G. (2021). Análise de conteúdo: Uma metodologia de pesquisa qualitativa. *Cadernos da Fucamp*, 20(43), 98-111.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a Model of Teacher Professional

- Growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.
- Coletto, T. C. (2022). A importância da relação pedagógica entre professor e aluno nas aulas de reforço escolar. *Revista Eventos Pedagógicos*, 13(2), 339-348. <https://doi.org/10.30681/reps.v13i2.6371>
- Comissão das Comunidades Europeias. (2007). Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu: Melhorar a qualidade da formação académica e profissional dos docentes. <https://eur-lex.europa.eu/PT/legal-content/summary/improving-the-quality-of-teacher-education.html>
- Coutinho, C. (2014). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e prática* (2.ª ed.). Almedina.
- Creswell, J.W., & Creswell, J.D. (2018) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage.
- Day, C. (2001). *Desenvolvimento Profissional de Professores. Os desafios da aprendizagem permanente*. Porto Editora.
- Deliberação n.º 453/2016, de 15 de março, do Ministério da Educação. (2016). *Diário da República*, 2.ª série, N.º 52. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/deliberacao/453-2016-73869762>
- Desimone, L. M., & Garet, M. S. (2015). Best practices in teachers' professional development in the United States. *Psychology, Society and Education*, 7(3), 252-263. <https://doi.org/10.25115/psye.v7i3.515>
- Dudley, P. (Eds.). (2014). *Lesson Study: a handbook*. <https://lessonstudy.co.uk/lesson-study-a-handbook/>
- English, L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Estapa, A.T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary Classroom. A professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(6), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0058-3>
- Estapa, A., Pinnow, R. J., & Chval, K. B. (2016). Video as a Professional Development Tool to Support Novice Teachers as They Learn to Teach English Language Learners. *The New Educator*, 12(1), 85–104. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2015.1113350>
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture &

- PPMI. (2018). *Study on supporting school innovation across Europe: final report*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/466312>
- Fazenda, I. (1994). *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Papirus Editora.
- Fernandéz, A. (1991). *A Inteligência Aprisionada: Abordagem Psicopedagógica Clínica da Criança e Sua Família* (2.<sup>a</sup> ed. reeditada). Artmed.
- Ferreira, A., & Souza, A. (2024). Desenvolvimento profissional de professores: uma discussão acerca do conceito. *Ensino & Pesquisa*, 22(2), 399-414. <https://doi.org/10.33871/23594381.2024.22.2.7799>
- Fonseca, G., & Ponte, J. P. (2022). Estudos de aula com professores que ensinam matemática nos primeiros anos em Portugal. *Educação Matemática Em Revista - RS*, 1(23), 113-121. <http://hdl.handle.net/10451/59199>
- Fortin M.-F. (1999). *O processo de investigação: Da concepção à realização* (1.<sup>a</sup> ed.). (N. Salgueiro, Trad.). Lusociência.
- Franceschi, L., & Richit, A. (2023). Escolha do tópico e definição de objetivos: elementos do desenvolvimento curricular em Matemática em um Estudo de Aula no Ensino Fundamental I. *Revista Paranaense De Educação Matemática*, 12(29), 82–99. <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.29.82-99>
- Fullan, M. (1992). *Teacher Development And Educational Change* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315870700>
- Fullan, M., & Hargreaves, A. (1991). *Working together for your school: Strategies for developing interactive professionalism in your school*. Australian Council for Educational Administration.
- Fujii, T. (2015). The Critical Role of Task Design in Lesson Study. In A. Watson & M. Ohtani (Eds.), *Task Design In Mathematics Education* (New ICMI Study Series, pp. 273-286). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2_9)
- Fujii, T. (2016). Designing and adapting tasks in lesson planning: A critical process of Lesson Study. *ZDM Mathematics Education*, 48(4), 411–423. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0770-3>
- Furner, J.M., & Kumar, D.D. (2007) The Mathematics and Science Integration Argument: A Stand for Teacher Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 185-189.
- Galvão, C., Freire, S., Faria, C., Baptista, M., & Reis, P. (2017). *Avaliação do currículo das ciências físicas e naturais: percursos e interpretações*. Instituto de Educação, Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/30232>

- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências: Sugestões para professores do ensino básico e do ensino secundário*. ASA.
- Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *RAE - Revista De Administração De Empresas*, 35(3), 20–29.  
<https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>
- Gomes, P., Quaresma, M., & Ponte, J. P. (2023). Conhecimento sobre tarefas e sobre os alunos num estudo de aula com professoras de matemática. *Educación Matemática*, 35(1), 113-141. <https://doi.org/10.24844/EM3501.05>
- Gonçalves, J. (2009). Desenvolvimento profissional e carreira docente — Fases da carreira, currículo e supervisão. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 8, 23-36.
- Gonçalves, R. (2010). Investigar em educação: Fundamentos e dimensões da investigação qualitativa. In M. Alves & N. Azevedo (Eds.), *Investigar em educação: desafios da construção de conhecimento e da formação de investigadores num campo multireferenciado* (pp. 39-62). UIED.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105–117). Sage Publications.
- Guskey, T. R. (2000). *Evaluating professional development*. Corwin Press.
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381–391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Hargreaves, A. (1998). *Os professores em tempo de mudança: O trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. McGraw-Hill.
- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society: Education in the age of insecurity*. Teachers College Press.
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (1992). *Understanding Teacher Development*. Teachers College Press.
- Ilhéu, J. (2016). Ética na investigação social. *Desenvolvimento e Sociedade, Revista Interdisciplinar em Ciências Sociais*, 1, (pp.7-29).
- Imbernón, F. (2011). *Formação docente e profissional: Formar-se para a mudança e a incerteza*. Cortez.
- Ingvarson, L., Beavis, A., Bispo, A., Peck, R., & Elsworth, G. (2004). *Investigation of effective mathematics teaching and learning in Australian secondary schools*. Australian Council for Educational Research.

<https://www.researchgate.net/publication/253265336>

Instituto de Educação (2020) *Estudos de aula*. <https://estudosdeaula.ie.ulisboa.pt/>

Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation*.

Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Japiassu, H. (1976). *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Imago.

Jesus, P., & Azevedo, J. (2020). Inovação educacional. O que é? Porquê? Onde? Como?

*Revista Portuguesa de Investigação Educacional*, (20), 21-55.

<https://doi.org/10.34632/investigacaoeducacional.2020.9683>

Kärkkäinen, K., & S. Vincent-Lancrin (2013). *Sparkling Innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative*.

(OECD Education Working Papers, N.º 91). OECD Publishing,

<https://doi.org/10.1787/5k480sj9k442-en>

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11.

<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Knowles, M. S. (1980). *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy*. Prentice Hall/Cambridge.

Lewis, C. C., Akita, K., & Sato, M. (2010). Lesson study as a human science. In W. R. Penuel & K. O'Connor (Eds.), *Learning research as a human science* (National Society for the study of education yearbook) Vol. 109, pp. 222–237. Teachers

College, Columbia University. <https://doi.org/10.1177/016146811011201315>

Lewis, C. C., & Hurd, J. (2011). *Lesson study step by step: How teacher learning communities improve instruction*. Heinemann.

Lewis, C. C., Perry, R. R., & Hurd, J. (2009). Improving Mathematics Instruction through Lesson Study: A Theoretical Model and North America Case. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 12(4), 285-304.

<https://doi.org/10.1007/s10857-009-9102-7>

Lima, J. Á. (2002). *As culturas colaborativas nas escolas: Estruturas, processos e conteúdos*. Porto Editora.

Little, J. W. (1990). The Persistence of Privacy: Autonomy and Initiative in Teachers' Professional Relations. *Teachers College Record*, 91(4), 509-536.

Lopes, A., Folque, A., Marta, M., & de Sousa, R. T. (2023). Teacher professionalism towards transformative education: Insights from a literature review. *Professional Development in Education*, 50(5), 832–846.

<https://doi.org/10.1080/19415257.2023.2235572>

- Mansilla, V. B., & Duraising, E. D. (2007). Targeted Assessment of Students' Interdisciplinary Work: An Empirically Grounded Framework Proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215–237.  
<https://doi.org/10.1080/00221546.2007.11780874>
- Marcelo, C. (2009). Desenvolvimento Profissional Docente: passado e futuro. *Sísifo: Revista de ciências da educação*, 8, 7-22. <http://hdl.handle.net/11441/29247>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mertens, D. (1998). *Métodos de pesquisa em educação e psicologia: Integrando a diversidade com abordagens quantitativas e qualitativas*. Sábio.
- Mesquita-Pires, C. (2011). Desenvolvimento profissional: Uma conceção para além do conceito de formação de professores. In *11º Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação – Atas* (Vol. IV, pp. 165-170). Instituto Politécnico da Guarda. <https://www.researchgate.net/publication/277037842>
- Ministério da Educação. (2017, 26 de julho). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. (Despacho n.º 6478/2017), Direção-Geral da Educação. <https://www.dge.mec.pt/perfil-dos-alunos>
- Ministério da Educação. (2018, 19 de julho). *Aprendizagens Essenciais – Ensino Básico*. (Despacho n.º 6944-A/2018), Direção-Geral da Educação. <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>
- Ministério de Educação e Ciência (2012, 6 de julho). *Decreto-Lei n.º 139/2012*. Diário da República, I Série, N.º 129. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/139-2012-178548>
- Ministério de Educação e Ciência. (2018, 6 de julho). *Decreto-Lei n.º 54/2018*. Diário da República, I Série, N.º 129. <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/54/2018/07/06/p/dre/pt/html>
- Ministério de Educação e Ciência (2018, 6 de julho). *Decreto-Lei n.º 55/2018*. Diário da República, I Série, N.º 129. <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/55/2018/07/06/p/dre/pt/html>
- Minayo, M., Deslandes, S., Neto, O., & Gomes, R. (1994). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Vozes.
- Mockler, N. (2005). Trans/forming teachers: New professional learning and

- transformative teacher professionalism. *Journal of In-Service Education*, 31(4), 733–746. <https://doi.org/10.1080/13674580500200293>
- Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*, 22(37), 7-32.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series: Attributes of STEM education*, 2(5). TIES.
- Murata, A. (2011). Introduction: Conceptual Overview of Lesson Study. In: L. Hart, A. Alston, & A. Murata (Eds.), *Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education* (pp. 1-12). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9_1)
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa*, 166(47), 1106-1133. <https://doi.org/10.1590/198053144843>
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*, OECD Education Policy Perspectives. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/54ac7020-en>.
- OECD. (2019). *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>.
- Oliveira-Formosinho, J. (2009). Desenvolvimento profissional dos professores. In: J. Formosinho (Coord.), *Formação de professores: Aprendizagem profissional e ação docente* (pp. 221-284). Porto Editora.
- Olson, E. T. (Ed.) (1997). *The Human Animal: Personal Identity Without Psychology*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.2307/2653504>
- Opfer, V. D., & Pedder, D. (2011). Conceptualizing Teacher Professional Learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376-407. <https://doi.org/10.3102/0034654311413609>
- Paviani, J. (2008). *Interdisciplinaridade: conceito e distinções*. Educs.
- Pedrosa, M. A. (2001). Ensino das Ciências e Trabalhos Práticos (re) Conceptualizar. In A. Veríssimo, M. A. Pedrosa, & R. Ribeiro (Eds.), *Ensino Experimental das Ciências: (Re)Pensar Ensino das Ciências* (pp. 19-33). Ministério da Educação.
- Philippi Jr, A., & Fernandes, V. (2021). Ciência e Tecnologia à Luz da Interdisciplinaridade. In *Ciência, inovação e ética: tecendo redes e conexões para a sustentabilidade*, (pp. 189-200). Curitiba. <https://www.researchgate.net/publication/351591585>
- Pires, R., Alves, M. G., & Gonçalves, N. R. (2016). Desenvolvimento Profissional Docente: Perceções dos Professores em Diferentes Períodos ao Longo da Vida. *Revista Portuguesa De Pedagogia*, 50(1), 57-78.

[https://doi.org/10.14195/1647-8614\\_50-1\\_3](https://doi.org/10.14195/1647-8614_50-1_3)

- Pombo, O. (1994). Problemas e perspectivas da interdisciplinaridade. *Revista de Educação, IV*, 3-11.
- Pombo, O. (2005). Interdisciplinaridade e Integração dos Saberes. In *Liinc, Laboratório Interdisciplinar sobre informação e conhecimento, I(1)*, 3-15.  
<https://doi.org/10.18617/liinc.v1i1.186>
- Pombo, O., Levy, T., & Guimarães, H. (1993). *A interdisciplinaridade: reflexão e experiência* (1.<sup>a</sup> ed.). Editora Texto.
- Ponte, J.P. (2005). A formação do professor de Matemática: Passado, presente e futuro. In L. Santos, A. P. Canavarro & J. Brocardo (Eds.), *Educação matemática: Caminhos e encruzilhadas* (pp. 267-284). APM. <http://hdl.handle.net/10451/3169>
- Ponte, J. P. (Coord.). (2014). *Práticas profissionais dos professores de matemática*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.  
<http://hdl.handle.net/10451/15310>
- Ponte, J. P., Baptista, M., Velez, I., & Costa, E. (2012). Aprendizagens profissionais dos professores através dos estudos de aula. *Perspetivas da Educação Matemática, 5*(número temático), 7-24. <http://hdl.handle.net/10451/22605>
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Baptista, M., & Mata-Pereira, J. (2014). Os estudos de aula como processo colaborativo e reflexivo de desenvolvimento profissional. In J. Sousa & I. Cevallos (Eds.), *A formação, os saberes e os desafios do professor que ensina Matemática* (pp. 61-82). Editora CRV.  
<https://www.researchgate.net/publication/275410215>
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2015). Estudos de aula para promover o desenvolvimento profissional do professor. In Loss, A., Caetano, A. P., & Ponte, J. P. (Eds.), *Formação de professores no Brasil e em Portugal: Pesquisas, debates e práticas*, (pp. 227-248). Appris.  
<http://hdl.handle.net/10451/29204>
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2016). O Estudo de Aula como Processo de Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática. *Bolema, 30*(56), 868 – 891. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a01>
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2018a). Designing lesson studies to support teachers' professional development. *Educational Designer, 3*(11), 1-32. <http://hdl.handle.net/10451/36235>
- Ponte, J.P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2018b). Fitting Lesson Study

- to the Portuguese Context. In M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J. P. Ponte, A. Ní Shúilleabháin, & A. Takahashi (Eds.), *Mathematics Lesson Study Around the World* (ICME-13 Monographs, pp 87-103). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_5)
- Ponte, J. P., Mata-Pereira, J., Quaresma, M., & Baptista, M. (2020). *O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores* (Policy Brief N.º 2). Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.
- Ponte, J.P., Wake, G., & Quaresma, M. (2019). Lesson study as a learning context in mathematics education. In G. M. Lloyd & O. Chapman (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education: Participants in mathematics teacher education* (Vol. 3, pp. 103-126). Brill/Sense.  
[https://doi.org/10.1163/9789004419230\\_005](https://doi.org/10.1163/9789004419230_005)
- Prado, L. J., & Silva, R. R. (2020). STEM: Uma inovação no Ensino Superior. *Research, Society and Development*, 9(11), 1-15.  
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10355>
- Pugliese, G. (2018, abril 23). *STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo*. Porvir. <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>
- Quaresma, M., & Ponte, J.P. (2016). Comunicação, tarefas e raciocínio: Aprendizagens profissionais proporcionadas por um estudo de aula. *Zetetike*, 23(2), 297-310.  
<https://doi.org/10.20396/zet.v23i44.8646540>
- Quaresma, M., & Ponte, J. P. (2017a). Dinâmicas de aprendizagem de professores de Matemática no diagnóstico dos conhecimentos dos alunos num estudo de aula. *Quadrante*, 26(2), 43–68. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22951>
- Quaresma, M., & Ponte, J. P. (2017b). Participar num estudo de aula: A perspetiva dos professores. *Boletim GEPEN*, (71), 98–113.  
<https://doi.org/10.4322/gepem.2017.039>
- Quaresma, M., Ponte, J. P., Baptista, M., & Mata-Pereira, J. (2014). O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional. In M. H. Martinho, R. A. T. Ferreira, A. M. Boavida, & L. Menezes (Eds.). *XXV Seminário de Investigação em Educação Matemática - Atas* (pp. 311–325). APM.
- Quivy, R. & Campenhoudt, L. (1998). *Manual de investigação em Ciências Sociais* (2.<sup>a</sup> ed.). Gradiva.
- Resnik, D. B. (2011). *What is ethics in research & why is it important*. National Institute of Environmental Health Sciences.

- Richit, A., & Ponte, J. P. (2019). A colaboração profissional em estudos de aula na perspectiva de professores participantes. *Bolema*, 33(64), 937-962.  
<http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v33n64a24>
- Richit, A., Ponte, J. P., & Tomkelski, M. L. (2019). Estudos de aula na formação de professores de matemática do ensino médio. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 100(254), 54-81.
- Richit, A., Ponte, J. P., & Tomkelski, M. L. (2024). Professional collaboration among elementary school teachers in Lesson Study. *Journal of Research in Mathematics*, 13(2), 111-131. <https://www.researchgate.net/publication/380609558>
- Roback, P., Chance, B., Legler, J., & Moore, T. (2006). Applying japanese lesson study principles to an upper-level undergraduate statistics course. *Journal of Statistics Education*, 14(2), 1-20.
- Rodrigues, B. S. (2023). *Da Ética e (História da) Deontologia Profissional dos Solicitadores e dos Agentes de Execução* (5.<sup>a</sup> ed.). Rei dos Livros.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2021). An ethnomathematical perspective of STEM education in a glocalized world. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(70), 840-876. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a14>
- Sachs, J. (2000). The Activist Professional. *Journal of Educational Change*, 1(1), 77-94.  
<https://doi.org/10.1023/A:1010092014264>
- Sachs, J. (2007). Learning to improve or improving learning: the dilemma of teacher continuing professional development. In *Proceedings of the 20st Annual World ICSEI Congress* (pp. 9-20). Internacional Congress of Effectiveness and Improvement.
- Saito, E., Harun, I., Kuboki, I., & Tachibana, H. (2006). Indonesian lesson study in practice: case study of Indonesian mathematics and science teacher education project. *Journal of In-Service Education*, 32(2), 171-184.  
<https://doi.org/10.1080/13674580600650872>
- Schon, D. (1992). Formar professores como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Ed.), *Os professores e sua formação* (pp. 78-91). Dom Quixote.
- Silva, J. C., & Lemos, A. (Orgs.). (2019). Entre a Matemática e o Inglês: Práticas multidisciplinares na escola. In *Interdisciplinaridade: Pesquisa e Ensino* (pp. 133-149). Pedro & João Editores. <https://pedroejoaoeditores.com.br/wp-content/uploads/2022/01/ebookinterdisciplinaridade-1.pdf>
- Silva, S., & Curi, E. (2018). O estudo de aula na formação continuada: análise de uma

- aula de matemática do 1º ano do Ensino Fundamental. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(31), 39-53.
- Silverman, D. (2000). *Doing Qualitative Research: A Practical Handbook*. Sage.
- Soto Gómez, E., & Pérez Gómez, Á. I. (2015). Lessons Studies: un viaje de ida y vuelta recreando el aprendizaje comprensivo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 29(3), 15-28.
- Sparks, D., & Loucks-Horsley, S. (1989). Five Models of Staff Development for Teachers. *Journal of Staff Development*, 10(4), 40–57.  
<https://eric.ed.gov/?id=EJ414183>
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. The Free Press.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (2009). Closing the Teaching Gap. *Phi Delta Kappan*, 91(3), 32-37. <https://doi.org/10.1177/003172170909100307>
- Stigler, J.W., Hiebert, J. (2016). Lesson study, improvement, and the importing of cultural routines. *ZDM Mathematics Education*, 48(4), 581–587.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-016-0787-7>
- Stohlmann, M., Moore, J., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 4. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Tardif, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional* (5.ª ed.). Vozes.
- Taylor, S., & Bogdan, R. J. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. Paidós.
- Thiesen, J. (2008). A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, 13(39), 545-554.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000300010>
- Tsui, A. B. M., & Law, D. Y. K. (2007). Learning as Boundary-Crossing in School-University Partnership. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 23(8), 1289–1301.
- UNESCO. (2022). *Reimaginar nossos futuros juntos — Um novo contrato social para a educação*. Comissão Internacional sobre os Futuros da Educação.  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381_por)
- Utimura, G. Z.; Borelli, S. S., & Curi, E. (2020). Lesson Study (Estudo de Aula) em diferentes países: uso, etapas, potencialidades e desafios. *Educação Matemática Debate*, 4(10), 1-16. <https://doi.org/10.24116/emd.e202007>

- Uwamariya, A., & Mukamurera, J. (2005). Le concept de développement professionnel en enseignement: approches théoriques. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(1), 133–155. <https://doi.org/10.7202/012361ar>
- Vescio, V., Ross, D. 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. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.01.004>
- Verhoef, N. C., Coenders, F., Pieters, J. M., van Smaalen, D., & Tall, D. O. (2014). Professional development through lesson study: teaching the derivative using GeoGebra. *Professional Development in Education*, 41(1), 109–126. <https://doi.org/10.1080/19415257.2014.886285>
- Wanderley, R.A., & Souza, M.A. (2020). Lesson Study como Processo de Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática sobre o Conceito de Volume. *Perspetivas da Educação Matemática*, 13(33), 1-20. <https://doi.org/10.46312/pem.v13i33.10302>
- Wang, H., Moore, T.J., Roehrig, G. H., & Park, M.S. (2011). Integração STEM: Percepções dos professores, *Jornal de pesquisa em educação e em engenharia pré-universitária (J-PEER)*, 2(2), 1-13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Whisenhunt, T. G. (2009). *The impact of interdisciplinary lesson study on teachers' instructional decisions and technology use* (Publication N.º 3365920) [Doctoral dissertation, University of Oklahoma]. ProQuest Dissertations & Theses.



## **Apêndices**



## Apêndice 1

### Formulário - Perfil das professoras participantes

1. Idade: _____
2. Nível acadêmico: _____
3. Data de término da licenciatura: _____
4. Tempo de serviço: _____
5. Tempo que leciona no Agrupamento: _____
6. Situação profissional: _____
7. Frequenta ações no âmbito da formação contínua: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Se sim, qual é a periodicidade? _____
8. Tem formação especializada: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Se sim, qual é a área de formação? _____
9. O que entende por Desenvolvimento Profissional Docente?
10. Qual é a importância da formação no Desenvolvimento Profissional Docente?
11. Tem conhecimento da Educação STEM? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Se sim, qual a sua opinião sobre a Educação STEM?
12. Ao longo do seu percurso profissional realizou formação na área da Educação STEM? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
13. Que outro tipo de abordagens metodológicas costuma aplicar em sala de aula?
14. Que tipo de tarefas/trabalho usa na sala de aula?
15. Costuma aplicar tarefas STEM nas aulas? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> ▪ Se sim, com que frequência? _____ ▪ Se não, gostava de experimentar?

**Obrigada pela colaboração!**

## Apêndice 2

### Guião da Entrevista Semiestruturada final (*focus group*)

#### Professores participantes de Ciências Naturais (2) e Físico-Química (1)

**Objetivo do estudo:** “Conhecer os efeitos do Estudo de Aula no desenvolvimento profissional de professores no ensino de Ciências Naturais e Físico-Química quando elaboram e usam tarefas STEM”.

Duração aproximada: 90 minutos

<b>Legitimação da entrevista/ Motivação dos entrevistados</b>	<p>Informar sobre os objetivos da entrevista final e a sua importância para a conclusão da investigação.</p> <p>Reforçar a importância da colaboração do entrevistado para o sucesso do trabalho e informar sobre o modo como a entrevista irá decorrer.</p> <p>Confirmar a autorização para gravação áudio e garantir a confidencialidade das respostas.</p> <p>Mostrar inteira disponibilidade para o esclarecimento de quaisquer dúvidas relativas ao estudo.</p>
---	--

<b>Dimensões</b>	<b>Questões orientadoras</b>
<b>Dificuldades no Tópico</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Consideram que o tópico Estrutura interna da Terra e a Força gravítica, foi uma boa escolha para fazer o Estudo de aula (EA), no 7.º ano? Porquê?</li><li>2. Consideram que o processo formativo realizado durante o EA foi uma mais-valia para o desenvolvimento profissional de professores de Ciências Naturais e Físico-Química sobre o modo como podem trabalhar este tópico no 7.º ano? Porquê?</li></ol>
<b>Dificuldades na Tarefa STEM</b>	<p>Em que medida, a realização da tarefa de diagnóstico foi útil para o desenvolvimento profissional de professores? Qual o contributo?</p> <p>Em que medida a resolução de diversas tarefas terá contribuído para as aprendizagens dos professores sobre a identificação das dificuldades dos alunos no tópico escolhido? Porquê?</p> <p>Nas sessões onde planeamos o desenvolvimento da aula (antes da aula de investigação) tínhamos previsto as dificuldades que os alunos iriam sentir nas várias questões da tarefa (mostrar o plano da aula de investigação e a tarefa). Qual o contributo desta fase de antecipação de dificuldades para o desenvolvimento profissional dos professores?</p> <p>Consideram que o EA contribuiu para alguma mudança de perceção dos professores participantes em relação à natureza das tarefas a propor aos alunos do 7º ano? Porquê?</p>
<b>Plano da aula de investigação</b>	<p>Foi útil elaborar o plano da aula de investigação? Porquê?</p> <p>A organização da aula em três fases (antes da experimentação, experimentação e depois da experimentação; discussão coletiva e conclusão) teve consequências positivas na aprendizagem dos alunos? E teve consequências negativas? Porquê?</p>

	<p>Em que medida a definição dos objetivos e dos parâmetros de avaliação contemplados no plano da aula de investigação ajudou a observar o trabalho realizado pelos alunos?</p> <p>As notas de campo e o registo em vídeo e áudio foram úteis para as professoras conhecerem os processos de raciocínio dos alunos? Qual dos dois métodos de registo mostrou maior utilidade? Porquê?</p> <p>E relativamente às dificuldades dos alunos, qual dos dois métodos de registo mostrou maior utilidade? Porquê?</p>
<b>Comunicação na sala de aula</b>	<p>Qual o contributo da observação do raciocínio dos alunos na resolução dos problemas, durante a aula de investigação, para as aprendizagens dos professores? Porquê?</p> <p>Qual o contributo da discussão coletiva na aula de investigação para o desenvolvimento profissional dos professores (e.g. em termos de tipos de questões que foram colocadas durante a discussão)?</p>
<b>Modelo de formação</b>	<p>Como vêm o envolvimento, neste EA, de uma equipa constituída por intervenientes com papéis diferentes (professor investigador e professores participantes)? Pensa que o processo funciona bem ou existem disfunções? Alteraria alguma coisa?</p> <p>No EA desenvolvido a responsabilidade da lecionação da aula de investigação foi atribuída a dois professores participantes, estando os restantes professores participantes (incluindo o professor investigador) como observadores. Quais as aprendizagens que pode proporcionar aos professores, tendo em conta o papel que desempenharam?</p> <p>Qual foi o papel do trabalho colaborativo entre os professores ao longo de todo o processo do EA com tarefas STEM?</p> <p>Consideram que o EA promove práticas colaborativas entre os professores?</p> <p>Que aspetos alterariam para melhorar o processo de Estudo de Aula com tarefas STEM, em contextos futuros?</p>
<b>Balanço Global</b>	<p>Como descrevem a experiência ao longo do processo do Estudo de Aula (EA)?</p> <p>Em que medida o EA foi ao encontro das expectativas iniciais?</p> <p><b>21.</b> Quais os desafios/constrangimentos pessoais e profissionais que enfrentaram na implementação do EA com tarefas STEM? Como lidaram com eles?</p> <p><b>22.</b> O que aprenderam com EA com tarefas STEM?</p> <p><b>23.</b> De que forma o EA com tarefas STEM poderá contribuir para a alteração da vossa prática pedagógica?</p> <p><b>24.</b> Que potencialidades observam no EA com tarefas STEM para o vosso desenvolvimento profissional?</p> <p>Existem condições no agrupamento que facilitam ou dificultam a aplicação do EA com tarefas STEM? Quais?</p> <p><b>26.</b> Gostaria no futuro de fazer outro EA? Se sim, porquê?</p>
<b>Finalização da entrevista e Agradecimentos</b>	<p>Gostariam de acrescentar algum comentário ou reflexão final sobre a experiência com o EA com tarefas STEM que considerem relevante para esta investigação?</p>

## Apêndice 3

### Atividade de Diagnóstico

#### Atividade de Diagnóstico

Disciplinas: Ciências Naturais e Físico-Química

Tópico: A Estrutura Interna da Terra e a Força Gravítica



Nome do aluno: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Esta atividade pretende conhecer o que te recordas sobre os conceitos fundamentais para compreenderes o tópico em estudo. Lê atentamente as questões antes de responderes.

**Bom Trabalho!**

**1. Observa**, atentamente, a figura 1 que representa uma balança de pratos equilibrada.

**1.1.** O que pesa mais, 1 Kg de algodão ou 1 Kg de ferro?



**1.2.** Se colocasses 1 Kg de algodão e 1 Kg ferro num recipiente com água, qual ou quais iria(m) para o fundo mais rapidamente? **Escreve** a tua previsão.

**1.2.1. Realiza** a seguinte experiência: coloca o prego e o algodão fornecidos no recipiente com água. **Observa** o que aconteceu.

(Nota: o prego e o algodão têm a mesma massa = 0,5g)

**1.2.2.** Com base no que observaste, **indica** qual é o material mais denso. **Explica** o teu raciocínio.

**1.2.3. Preenche** os espaços corretamente de modo a estabeleceres a relação da densidade com o volume.

“Dois corpos com igual massa, o que ocupa \_\_\_\_\_ volume tem \_\_\_\_\_ densidade.”

**2.** Três líquidos (água, benzeno e clorofórmio) foram colocados numa proveta, originando o aspeto ilustrado pela figura 2.

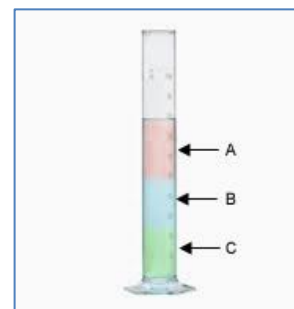
**2.1. Analisa** os dados da tabela I que representa três substâncias no estado líquido, água, benzeno e clorofórmio e as respetivas densidades.

**Completa a terceira coluna da tabela** de acordo com o que observas na proveta na figura ao lado (figura 2) e os valores das densidades na tabela.

Tabela I

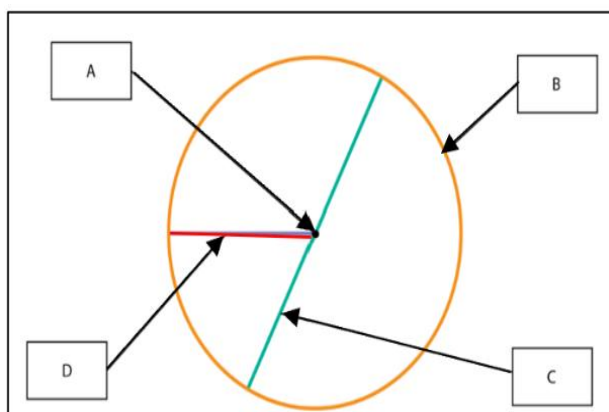
Substância líquida	Densidade	Completa com A, B e C
Água	1,0 g/cm <sup>3</sup>	_____
Benzeno	0,9 g/cm <sup>3</sup>	_____
Clorofórmio	1,53 g/cm <sup>3</sup>	_____

Figura 2



3. A Terra é, aproximadamente, uma esfera com um raio de 6.371 Km.

3.1. Assinala a opção que legenda corretamente as letras da figura 3.



(A) A-Centro; B- Circunferência, C- Raio; D- Diâmetro. \_\_\_\_

(B) A- Meio; B- Circunferência, C- Raio; D- Diâmetro. \_\_\_\_

(C) A- Centro; B- Círculo, C- Diâmetro; D- Raio. \_\_\_\_

(D) A- Centro; B- Circunferência, C- Raio; D- Diâmetro. \_\_\_\_

Figura 3

3.2. Classifica as afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F).

a) A medida do raio é o dobro da medida do diâmetro. \_\_\_\_

b) A medida do raio é metade da medida do diâmetro. \_\_\_\_

c) A medida do diâmetro é metade da medida do raio. \_\_\_\_

d) A medida do diâmetro é o dobro da medida do raio. \_\_\_\_

4. É possível dizer-se que nas mais variadas atividades do dia a dia estão envolvidas forças. Considera as seguintes situações:

A – Dar um pontapé numa bola	B – Uma maçã a cair de uma árvore	C – Atrair um clipe que contém ferro com um ímã	D – Empurrar um móvel

4.1. Classifica as forças que atuam como **forças por contacto** ou **forças à distância**.

A- \_\_\_\_\_ B- \_\_\_\_\_ C- \_\_\_\_\_ D- \_\_\_\_\_

4.2. Completa as frases que se seguem, para que estas fiquem cientificamente corretas.

(A)- Os aparelhos que medem a intensidade de uma força chamam-se \_\_\_\_\_.

(B)- A unidade do Sistema Internacional (SI) de intensidade da força é o \_\_\_\_\_ símbolo \_\_\_\_\_.

(C)- Como a força é uma grandeza física \_\_\_\_\_, representa-se através de um \_\_\_\_\_.

5. Na figura 4 podes ver quatro vetores que representam quatro forças na **escala indicada no lado direito**.



5.1 Indica:

(a) a intensidade de  $\vec{F}_2$ . \_\_\_\_\_

(b) a direção de  $\vec{F}_1$ . \_\_\_\_\_

(c) o sentido de  $\vec{F}_4$ . \_\_\_\_\_

5.2 Indica o vetor que pode representar:

(a) a força que a Terra exerce num corpo localizado no Polo Norte. \_\_\_\_\_

(b) a força com que arrastamos um corpo da direita para a esquerda. \_\_\_\_\_

(c) a força cuja intensidade é medida com um dinamómetro de alcance 15N. \_\_\_\_\_



## Apêndice 4

### Matriz da atividade de diagnóstico

**Atividade de Diagnóstico – 7º Ano**  
**Disciplinas: Ciências Naturais e Físico-Química**  
**Tópico: A Estrutura Interna da Terra e a Força Gravítica**



#### Matriz de Resolução/Respostas dos alunos/Dificuldades de aprendizagem

Questão	Proposta de resolução	Respostas dos alunos	Dificuldades de aprendizagem
1.1.	O algodão e o ferro têm o mesmo peso, 1 kg.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Têm o mesmo peso (86,5% alunos).</li><li>• Pesa mais 1 kg de ferro (9% alunos).</li><li>• Pesa mais 1 kg de algodão (4,5% alunos).</li></ul>	<p>⇒ Conceito de peso.</p> <p>⇒ Relação volume-peso: dificuldade na interpretação da imagem da balança de pratos equilibrada.</p>
1.2.	A previsão do aluno pode considerar que o que iria mais rapidamente para o fundo seria o 1 kg de ferro.	<ul style="list-style-type: none"><li>• O prego/ferro iria para o fundo mais rapidamente porque tem maior densidade (91% alunos).</li><li>• O prego/ferro iria para o fundo mais rapidamente porque é mais pesado e resistente (9% alunos).</li></ul>	<p>⇒ Relação volume-massa: dificuldade em interpretar a imagem da balança de pratos equilibrada (não perceberem que 1 kg de ferro igual a 1 kg de algodão).</p>
1.2.2.	Com base na observação o aluno deve referir que o material mais denso é o ferro porque foi imediatamente para o fundo do recipiente.	<ul style="list-style-type: none"><li>• O ferro é o mais denso porque foi mais rapidamente para o fundo e o algodão ficou a flutuar mais tempo (86,5% alunos).</li><li>• O ferro é o mais denso porque tem mais partículas (4,5% alunos).</li><li>• O algodão e o ferro têm a mesma densidade (4,5% alunos).</li><li>• O algodão é mais denso porque foi afundando lentamente (4,5% aluno).</li></ul>	<p>⇒ Conceito de densidade.</p> <p>⇒ Interpretação dos resultados da experiência.</p>

1.2.3.	<p>Duas opções de resposta:  <b>Opção 1)</b> maior ... menor  <b>Opção 2)</b> menor ... maior</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● menor ... maior(mais) (68,3% alunos).</li> <li>● maior ... menor (menos) (18,2% alunos).</li> <li>● mesmo ... mesmo (4,5% alunos).</li> <li>● menor ... menor (4,5% alunos).</li> <li>● mais ... mais (4,5% alunos).</li> </ul>	⇒ Relação volume-massa.												
2.1.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Substância líquida</th> <th style="width: 25%;">Densidade</th> <th style="width: 50%;">Completa com A, B e C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Água</td> <td style="text-align: center;">1,0 g/cm<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Benzeno</td> <td style="text-align: center;">0,9 g/cm<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Clorofórmio</td> <td style="text-align: center;">1,53 g/cm<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> </tbody> </table>	Substância líquida	Densidade	Completa com A, B e C	Água	1,0 g/cm <sup>3</sup>	B	Benzeno	0,9 g/cm <sup>3</sup>	A	Clorofórmio	1,53 g/cm <sup>3</sup>	C	<p>A sequência:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● B, A, C (82% alunos)</li> <li>● B, C, A (4,5% alunos)</li> <li>● A, C, B (4,5% alunos)</li> <li>● A, B, C (4,5% alunos)</li> <li>● C, B, A (4,5% alunos)</li> </ul>	<p>⇒ Conceito de densidade.  ⇒ Interpretação da informação que consta na tabela.</p>
Substância líquida	Densidade	Completa com A, B e C													
Água	1,0 g/cm <sup>3</sup>	B													
Benzeno	0,9 g/cm <sup>3</sup>	A													
Clorofórmio	1,53 g/cm <sup>3</sup>	C													
3.1.	Opção D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Opção D (77,3% alunos)</li> <li>● Opção A (13,7% alunos)</li> <li>● Opção C (4,5% alunos)</li> <li>● Opção B (4,5% alunos)</li> </ul>	<p>⇒ Diferença entre círculo e circunferência.  ⇒ Diferença entre raio e diâmetro.</p>												
3.2.	<p style="text-align: center;">a) F                      c) F  b) V                      d) V</p>	<p>a) resposta correta (77,3% alunos)  b) resposta correta (82% alunos)  c) resposta correta (72,7% alunos)  d) resposta correta (72,7% alunos)</p>	⇒ Diferença entre raio e diâmetro.												
4.1.	<p>A – Força por contacto  B – Força à distância  C – Força à distância  D - Força por contacto</p>	<p>A – resposta correta (86,5% alunos)  B – resposta correta (90,9% alunos)  C – resposta correta (95,5% alunos)  D - resposta correta (95,5% alunos)</p>	⇒ Os alunos revelaram poucas dificuldades na distinção dos conceitos - força por contacto e força à distância.												
4.2.	<p>A) Dinamómetro  B) Newton; N  C) Vetorial; vetor</p>	<p>A) resposta correta (36,4% alunos)  B) resposta correta (31,8% alunos)  C) resposta correta (13,6% alunos)</p>	<p>⇒ Identificação do aparelho que mede a intensidade de uma força.  ⇒ Identificação da unidade e do símbolo da intensidade da força.</p>												

			⇒ Classificação da força como grandeza vetorial.
<b>5.1.</b>	<b>a)</b> 15N <b>b)</b> Vertical <b>c)</b> Cima	<b>a)</b> resposta correta (31,8% alunos) <b>b)</b> resposta correta (9,1% alunos) <b>c)</b> resposta correta (45,5% alunos)	⇒ Distinção entre intensidade, direção e sentido de uma força.
<b>5.2.</b>	<b>a)</b> $\vec{F}_1$ <b>b)</b> $\vec{F}_3$ <b>c)</b> $\vec{F}_1; \vec{F}_2; \vec{F}_4$	<b>a)</b> resposta correta (54,5% alunos) <b>b)</b> resposta correta (59,1% alunos) <b>c)</b> resposta correta (50% alunos)	⇒ Distinção entre intensidade, direção e sentido de uma força.

## Apêndice 5

### Guião da Tarefa STEM

Guião da Tarefa STEM – 7º ano

Disciplinas: Ciências Naturais e Físico-Química

Vamos investigar a ação da força da gravidade e o interior da Terra!



**Figura 1** Ilustração da investigação do Planeta Terra.

#### Identificação dos elementos do grupo:

Nome: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_

## Parte I

**Questão-problema 1: “Se a Terra tem uma forma aproximadamente redonda por que as pessoas não caem?”**



Antes da experimentação ...

Leiam, com atenção, a banda desenhada e respondam, em grupo-turma, às questões.

Figura 2 Livro “Toda a Mafalda”. Quino.



- **Expliquem** a resposta trocista do Manolito na figura 2.
- Porque é que os colegas do Manolito não se riem?
- **Expliquem** ao Manolito o formato da Terra com base em factos (exemplos reais do dia a dia).

O primeiro ser humano a ver a Terra como uma esfera gigantesca foi o cosmonauta soviético Yuri [Aleksyevich] Gagarin (1934-1968), que disse “Eu vi a Terra! Ela é uma esfera tão bonita.”

1. **Visualizem, em grupo-turma, com atenção, o vídeo “Por que a Terra tem uma forma aproximadamente redonda?”**

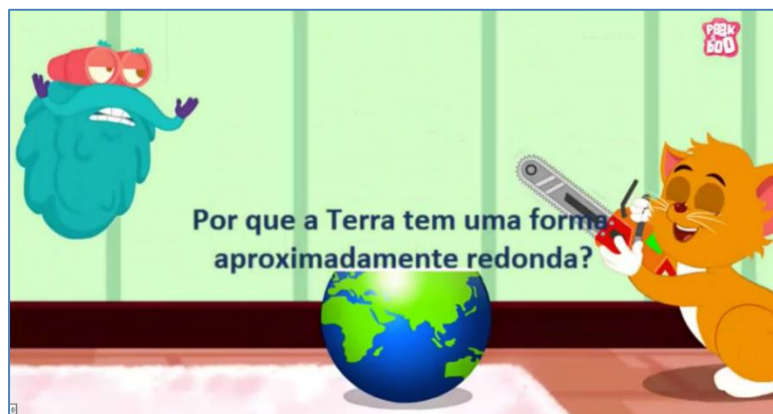


Figura 3 Vídeo sobre a forma da Terra.

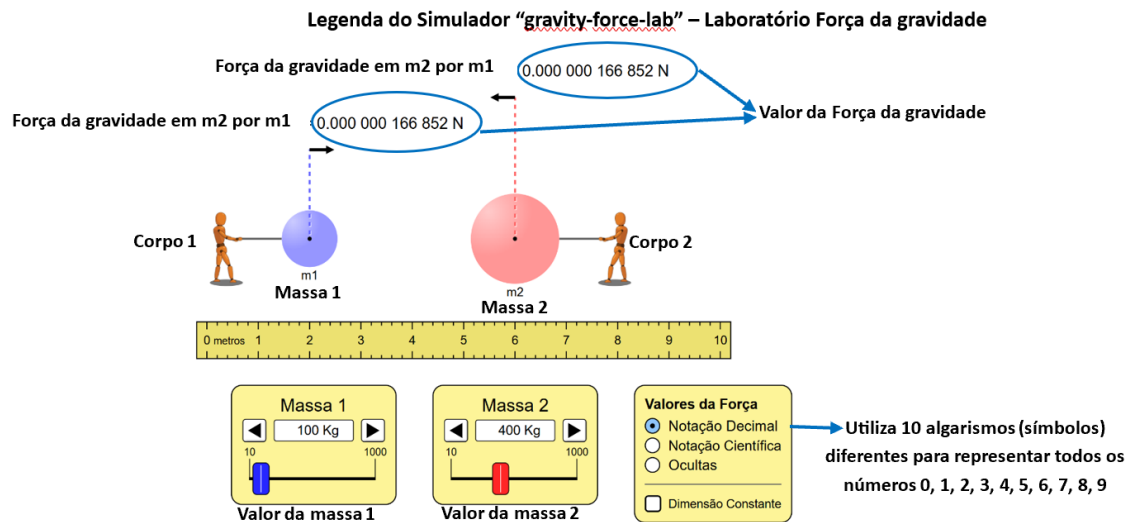
- O que **sabem** sobre o(s) efeito(s) da força da gravidade do planeta Terra?
- Querem** saber mais sobre o modo como atua a força da gravidade do planeta Terra?  
Está na hora de **começar** ...

## Experimentação ...

A força da gravidade é uma força de atração que ocorre entre todos os corpos com massa. O planeta Terra atrai os corpos à sua volta em direção ao seu centro devido à sua força da gravidade.

### Materiais

- 1 Computador/Tablet por grupo
- Simulador de força gravitacional PhET.



### Procedimento

1. **Acedam** ao simulador de força gravitacional no site PhET através do link:  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab_en.html)
2. **Explorem**, durante 2 minutos, o simulador alterando a distância entre os corpos e a massa das esferas.
3. **Assinalem**, com um X, as variáveis que podem controlar (variáveis independentes) no simulador:  
(A) Distância entre os corpos \_\_\_\_\_ (D) Valor da força da gravidade \_\_\_\_\_  
(B) Força dos corpos \_\_\_\_\_ (E) Massa das esferas \_\_\_\_\_  
(C) Tamanho dos corpos \_\_\_\_\_
4. De acordo com os dados do simulador, **indiquem** o efeito dos valores das variáveis, assinaladas na questão anterior, no valor da força da gravidade (variável dependente).
5. **Explorem o simulador e preencham** as tabelas I e II com os valores obtidos no simulador, de modo a demonstrar como cada uma das variáveis, assinaladas na **questão 3**, têm efeitos opostos no valor da força da gravidade. Não te esqueças de colocar a unidade da força de gravidade – N (Newton).

**Tabela I**

Valor da	Valor da força da gravidade

**Tabela II**

Valor da	Valor da força da gravidade

6. **Completem** o texto com as seguintes palavras-chave:

Maior	Massa	Distância	Força da gravidade	Maior	Distância
-------	-------	-----------	--------------------	-------	-----------

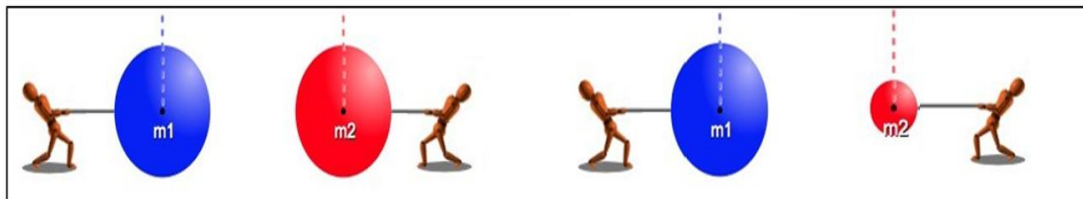
“A \_\_\_\_\_ depende das variáveis, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ dos corpos. Para o mesmo valor da \_\_\_\_\_ quanto \_\_\_\_\_ for a massa, \_\_\_\_\_ é a força da gravidade.”

7. **Indiquem** o que representa o tamanho da seta que está por cima de cada massa.

**Depois da experimentação...**

1. **Imaginem** que as bolas de cor azul e vermelha têm uma massa igual ou superior à da Terra.

1.1. Sabendo que as bolas de cor azul e vermelha estão à mesma distância, **assinalem**, com uma cruz, a opção (A ou B) em que a **ação da força da gravidade é maior**.

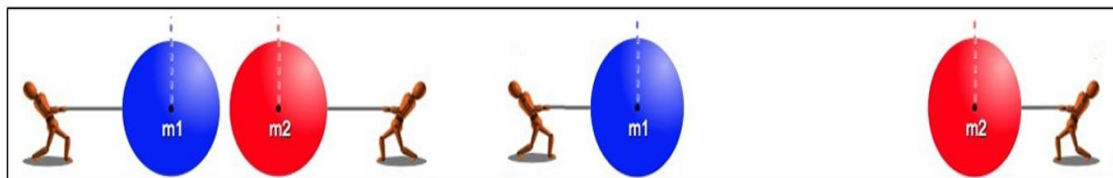


A)

B)

1.1.1. **Justifiquem** a escolha anterior.

1.2. Sabendo que as bolas de cor azul e vermelha têm a mesma massa, **assinalem**, com uma cruz, a opção (A ou B) em que a **ação da força da gravidade é maior**.



A)

B)

1.2.1. **Justifiquem** a escolha anterior.

2. **Assinalem**, com uma cruz, a opção que representa corretamente a força da gravidade

que a Terra exerce numa pessoa (astronauta).



### Conclusão...

Após a exploração do simulador, o que **aprenderam** sobre a ação da força da gravidade aplicada em corpos próximos da Terra?

### Agora já são capazes de ...

Responder à questão-problema apresentada inicialmente, tendo em conta aquilo que observaram e aprenderam com o vídeo e com a exploração do simulador.

**Questão-Problema: Se a Terra tem uma forma aproximadamente redonda por que as pessoas não caem?**

## Parte II

**Questão-problema 2: “De que modo a força da gravidade é responsável pela organização da estrutura interna da Terra?”**



### Antes da experimentação

O **modelo Geoquímico** considera que o interior da Terra está dividido em **três camadas** — **crosta ou crosta, manto e núcleo** — que se relacionam entre si, ou seja, as mudanças numa afeta as outras, o que demonstra que o nosso planeta é dinâmico.

Uma maneira simples de imaginarem este modelo é compará-lo a um ovo: a crosta seria a casca, o manto seria a clara e o núcleo seria a gema do ovo!



**Analise**m, atentamente, as informações da tabela III.

**Tabela III – Modelo Geoquímico da Estrutura Interna da Terra**

Camadas do Interior da Terra	Profundidade aproximada (km)	Densidade dos materiais
Crusta ou crosta	0 aos 30 km	<b>Densidade baixa</b> (Ex: granito, basalto)
Manto	30 aos 2900 km	<b>Densidade média</b> (Ex: peridotito)
Núcleo	2900 aos 6371 km	<b>Densidade elevada</b> (Ex: ferro e níquel)
Raio da Terra (km) = 6371 km		

Agora vamos começar a **experiência!**

### Experimentação

#### Materiais

- Água (25ml)
- Óleo (25ml)
- Mel (2 colheres de chá)
- Copo transparente
- Colher de chá

#### Procedimento

1. **Sem agitar, coloquem**, pela **ordem que quiserem**, 25ml de óleo, 25 ml de água e 2 colheres de chá cheias de mel no copo transparente;
2. **Deixem** o copo transparente em repouso durante alguns minutos;
3. **Observem**, com atenção, e **partilhem**, com a turma, o resultado visível no copo!

#### Depois da experimentação ...

1. **Elaborem** um esquema legendado do resultado obtido na experiência.
2. **Indiquem** o nome da camada, do modelo Geoquímico, que **associam** a cada um dos líquidos utilizados na experiência.  
⇒ Óleo vegetal: \_\_\_\_\_ ⇒ Mel: \_\_\_\_\_ ⇒ Água: \_\_\_\_\_

2.1. **Expliquem** a associação que fizeram.

---

3. **Expliquem** por que razão os materiais como o ferro e o níquel se encontram no núcleo da Terra, enquanto o granito e o basalto formaram a crosta ou crosta.
- 

#### Agora já são capazes de ...

Responder à questão-problema apresentada inicialmente, tendo em conta aquilo que observaram e aprenderam: **“De que modo a força da gravidade é responsável pela organização da estrutura interna da Terra?”**

---

#### Reflexão ...

**Apresentem** a opinião, do **grupo**, sobre o modo como **toda a tarefa (Parte II e II)** contribuiu para a vossa aprendizagem e os aspetos a melhorar.

- ▶ O que **aprenderam** com a tarefa?
- 
-

▶ O que mais **gostaram** na tarefa?

---

▶ O que foi mais **difícil** de fazer na tarefa?

---

▶ O que **alteravam** na tarefa?

---

▶ **Gostavam de fazer mais** tarefas STEM? Se sim, **indiquem** as razões.

---

Até à próxima aventura!!! 

## Apêndice 6

Plano da aula de investigação sobre o tópico - **Estrutura interna da Terra e a Força gravítica** (duração 100 minutos)

### Questões de aprendizagem dos alunos:

- ▶ Qual(ais) o(s) contributo(s) do uso de uma tarefa STEM na aprendizagem dos alunos sobre a estrutura interna da Terra?
- ▶ Qual(ais) o(s) contributo(s) do uso de uma tarefa STEM na aprendizagem dos alunos sobre a ação da força da gravidade exercida pela Terra?

Questões da tarefa <i>Momentos da aula</i>	Duração esperada	Atividade dos alunos (o que se espera que os alunos façam) e possíveis dificuldades dos alunos	Antecipação das respostas do professor e aspetos a ter em atenção	Objetivo(s) de aprendizagem (o que eu pretendo que os alunos aprendam)	Avaliação		
					A	PA	NA
<p>⇒ <b>Explicação da organização, em sala de aula, da tarefa STEM.</b> (Informação aos alunos sobre o modo como vão trabalhar na aula)</p>	5 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prestem atenção às indicações e coloquem as dúvidas sobre a organização da tarefa STEM.</li> </ul> <p><b>Dificuldade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender, na totalidade, o modo como vão trabalhar.</li> <li>- Ler com atenção para conseguirem interpretar o que se pretende com as questões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esclarecer as dúvidas colocadas sobre a organização da tarefa STEM.</li> <li>▪ Clarificar durante a realização da tarefa STEM, sempre que necessário, os aspetos básicos da sua organização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ser capaz de expressar oralmente as dúvidas sobre a tarefa STEM.</li> </ul>			
<b>Tarefa STEM – Parte I</b>							
<p>⇒ <b>Introdução da questão-problema 1 e exploração do “Antes</b></p>	10 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O grupo-turma explora a banda desenhada e responde às questões de forma colaborativa, discutindo todas as</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar as respostas apresentadas pelos grupos nas questões de exploração da</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Compreender por que razão a forma da Terra é aproximadamente</li> </ul>			

<p><b>da experimentação...” da tarefa STEM.</b> (Exploração, em grupo-turma, da banda desenhada e o visionamento do vídeo “Por que a Terra tem uma forma aproximadamente redonda?”)</p>		<p>possibilidades de respostas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O grupo-turma visualiza, com atenção, o vídeo e partilha colaborativamente o que sabe sobre os efeitos da força da gravidade.</li> </ul> <p><b>Dificuldades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar os exemplos reais do dia a dia na questão: “Expliquem ao Manolito o formato da Terra com base em factos (exemplos reais do dia a dia)”.</li> <li>- Compreender, na totalidade, através da exploração do vídeo por que razão a forma da Terra é aproximadamente redonda.</li> <li>- Saber a razão dos pólos serem achatados e na linha do equador ligeiramente “inchada”.</li> </ul>	<p>banda desenhada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incentivar os alunos a discutir uns com os outros, negociando ideias e atribuindo novos significados.</li> <li>▪ Averiguar possíveis dúvidas dos alunos sobre a forma da Terra, após o visionamento do vídeo: a Terra não é uma esfera perfeita. Apesar de a gravidade favorecer uma forma esférica, a rotação da Terra faz com que ela fique ligeiramente achatada nos polos e ligeiramente dilatada no equador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Referir exemplos dos efeitos da força da gravidade.</li> </ul>			
<p>⇒ <b>Introdução da “Experimentação” – acesso e funcionamento do simulador de força gravitacional PhET.</b> (Informação aos alunos sobre o modo de acesso e o funcionamento do simulador)</p>	<p>2 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prestem atenção às indicações e que coloquem as dúvidas sobre o acesso e o funcionamento do simulador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esclarecer as dúvidas sobre o acesso e o funcionamento do simulador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ser capaz de expressar oralmente as dúvidas relativas ao acesso e ao funcionamento do simulador.</li> </ul>			

<p>⇒ Acesso e exploração do simulador de força gravitacional PhET. (Pontos 1 e 2 do procedimento)</p>	<p>2 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acedam e explorem o simulador alterando as variáveis independentes: a distância entre os corpos e a massa das esferas.</li> </ul> <p><b>Dificuldade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender, na totalidade, o funcionamento do simulador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acompanhar os grupos de trabalho na exploração do simulador, procurando que os alunos discutam uns com os outros antes de perguntar ao professor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Explorar corretamente as alterações nas variáveis independentes do simulador digital de força gravitacional.</li> </ul>			
<p>Resolução das questões “Experimentação”. (Pontos 3 a 7 do procedimento)</p>	<p>15 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho discute e regista, de forma colaborativa e autónoma, a proposta de resolução das questões.</li> </ul> <p><b>Dificuldades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar os dados do simulador para relacionar o efeito das variáveis independentes, massa e distância, no valor da força de gravidade.</li> <li>- Preencher as tabelas I e II, com os valores obtidos no simulador, para demonstrar como cada uma das variáveis independentes tem efeitos opostos no valor da força da gravidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar os alunos na análise dos dados do simulador sobre o efeito das variáveis independentes no valor da força de gravidade.</li> <li>▪ Esclarecer as dúvidas que permitam aos alunos, de forma autónoma, relacionar os dados do simulador com as alterações no valor da força de gravidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Resolver as questões através da interpretação dos dados obtidos no simulador.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Organizar em tabela os dados obtidos no simulador.</li> </ul>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relacionar que o valor da força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra.</li> </ul>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Colaborar com os colegas, respeitando-os.</li> </ul>							

<p>⇒ <b>Discussão coletiva* das questões “Experimentação”.</b></p>	<p>8 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho partilha com a turma a proposta de resolução das questões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar a discussão coletiva entre os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> <li>▪ Verificar se os alunos já são capazes de relacionar que o valor da força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relacionar que a força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra.</li> </ul>			
<p><b>Resolução da “Depois da experimentação...”, da conclusão e da questão-problema 1.</b></p>	<p>8 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho discute e regista, de forma colaborativa e autónoma, a proposta de resolução dos problemas da parte I da tarefa STEM.</li> </ul> <p><b>Dificuldades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar que as variáveis independentes, massa e distância, têm efeitos opostos no valor da força da gravidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acompanhar e orientar os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas da parte I da tarefa STEM.</li> </ul>			
				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relacionar que a força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra.</li> </ul>			
				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Colaborar com os colegas, respeitando-os.</li> </ul>			

<p>⇒ <b>Discussão coletiva*</b> da “Depois da experimentação...”, da conclusão e da questão-problema 1.</p>	<p>8 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho partilha com a turma a proposta de resolução das questões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar a discussão coletiva entre os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> <li>▪ Verificar se os alunos já conseguem reconhecer que a força gravítica exercida pela Terra sobre um corpo aumenta com a massa deste e diminui com a distância ao centro da Terra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconhecer a força gravidade como uma força que atua entre dois corpos, dependendo das massas e da distância que os separa.</li> <li>● Comunicar com os elementos do grupo e de outros grupos.</li> </ul>			
<p><b>Tarefa STEM – Parte II</b></p>							
<p>⇒ <b>Introdução da questão-problema 2 e exploração da Tabela III.</b> (Exploração, em grupo-turma, da tabela III)</p>	<p>5 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prestem atenção à exploração dos dados da tabela III e que coloquem as dúvidas.</li> </ul> <p><b>Dificuldades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explorar os dados da tabela III.</li> <li>- Conceito de densidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estabelecer a comparação entre as camadas do modelo geoquímico e a estrutura de um ovo</li> <li>▪ Relembrar a experiência da atividade de diagnóstico sobre o conceito de densidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Interpretar os dados da tabela III.</li> </ul>			

⇒ <b>Introdução da “Experimentação”</b>	2 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Os alunos exploram, de forma autónoma, a informação sobre os materiais e o procedimento.</li> </ul> <p><b>Dificuldade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender todos os passos do procedimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esclarecer as dúvidas apresentadas sobre os materiais e o procedimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Colaborar com os colegas, respeitando-os.</li> </ul>			
⇒ <b>Realização da “Experimentação”</b>	8 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho organiza e realiza autonomamente a experiência.</li> </ul> <p><b>Dificuldade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizara experiência em grupo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acompanhar e orientar os grupos de trabalho, durante a realização da experiência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Colaborar com os colegas, respeitando-os.</li> <li>● Executar corretamente o procedimento experimental.</li> </ul>			
⇒ <b>Resolução da “Depois da experimentação...”</b>	8 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho discute e regista, de forma colaborativa e autónoma, a proposta de resolução.</li> </ul> <p><b>Dificuldade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar os resultados experimentais com os dados da tabela III.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acompanhar e orientar os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Organizar em esquema legendado os resultados experimentais.</li> <li>● Relacionar os resultados experimentais com as camadas do modelo geoquímico da Terra.</li> <li>● Explicar a organização as camadas do modelo geoquímico da Terra com a densidade dos materiais.</li> </ul>			

⇒ <b>Discussão coletiva*</b> <b>das questões “Depois da experimentação...”</b>	6 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho partilha com a turma a proposta de resolução das questões.</li> </ul> <b>Dificuldade:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar a densidade dos materiais com a organização da estrutura interna da Terra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar a discussão coletiva entre os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> <li>▪ Verificar se os alunos já são capazes de explicar a organização as camadas do modelo geoquímico da Terra com a densidade dos materiais.</li> </ul>	● Explicar a organização as camadas do modelo geoquímico da Terra com a densidade dos materiais.			
				● Comunicar com os elementos do grupo e de outros grupos.			
⇒ <b>Resolução da questão-problema 2</b>	5 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho discute e regista, de forma colaborativa e autónoma, a proposta de resolução da questão problema.</li> </ul> <b>Dificuldades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar a ação da força da gravidade com a organização da estrutura interna da Terra no modelo geoquímico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acompanhar e orientar os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> </ul>	● Aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução do problema da parte II da tarefa STEM.			
				● Relacionar a ação da força da gravidade com a organização da estrutura interna da Terra no modelo geoquímico.			
				● Colaborar com os colegas, respeitando-os.			
⇒ <b>Discussão coletiva*</b> <b>da questão-problema 2</b>	5 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cada grupo de trabalho partilha com a turma a proposta de resolução questão-problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientar a discussão coletiva entre os grupos de trabalho, esclarecendo as dúvidas colocadas.</li> <li>▪ Verificar se os alunos já são</li> </ul>	● Relacionar a ação da força da gravidade com a organização da estrutura interna da Terra no modelo geoquímico.			

			capazes de relacionar a ação da força da gravidade com a organização da estrutura interna da Terra no modelo Geoquímico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comunicar com os elementos do grupo e de outros grupos.</li> </ul>			
<p>⇒ <b>Realização da reflexão sobre a tarefa STEM</b> (A reflexão é efetuada em grupo e não é partilhada com a restante turma)</p>	3 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No final da tarefa STEM cada grupo de trabalho reflete, em conjunto, sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>- as aprendizagens realizadas;</li> <li>- o que mais gostaram e o que foi mais difícil de fazer na tarefa;</li> <li>- o que alteravam na tarefa;</li> <li>- se gostariam de realizar mais tarefas STEM e a(s) respetiva(s) razão(ões).</li> </ul> </li> <li>▪ Esclarecer as dúvidas sobre o que se pretende na reflexão.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar as aprendizagens realizadas na tarefa.</li> </ul>			
				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar os pontos fortes e fracos.</li> </ul>			
				<ul style="list-style-type: none"> <li>● Colaborar com os colegas, respeitando-os.</li> </ul>			

**Legenda: A (Atingido); PA (Parcialmente Atingido); NA (Não Atingido)**

## **Apêndice 7**

### **Termo de consentimento informado para a Diretora da Escola**

#### **Exma. Sra. Diretora, do Agrupamento de escolas [...]**

**Assunto:** Pedido de autorização para realização do estudo no âmbito da dissertação do mestrado em Educação – Inovação em Educação

Eu, Júlia Conceição Costa Parada Prada, professor do quadro de agrupamento, do grupo 520 (Biologia e Geologia), aluno do Mestrado em Educação – Inovação em Educação, no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, venho por este meio solicitar autorização para a realização de um estudo no agrupamento que V. Exa. dirige, no âmbito da elaboração da dissertação de mestrado.

A dissertação será orientada pela Professora Doutora Maria Teresa Maldonado Covas de Sousa Conceição, Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, e tem como objetivo de estudo “Conhecer os efeitos do Estudo de Aula no desenvolvimento profissional de professores no ensino de Ciências Naturais e Físico-Química quando elaboram e usam tarefas STEM”. De um modo mais específico, esta investigação procurará obter dados para responder às seguintes questões:

**I.** Quais os desafios dos professores de Ciências Naturais e Físico-Química no ensino de Ciências Naturais e Físico-Química, num Estudo de Aula com tarefas STEM?

**II.** Quais as potencialidades de um EA, em Educação STEM, nas aprendizagens dos professores de Ciências Naturais e Físico-Química?

**III.** De que modo o Estudo de Aula promove práticas colaborativas entre os professores participantes de Ciências Naturais e Físico-Química, no contexto da Educação STEM?

Face ao objetivo e às questões de investigação, a investigação que resulta da realização de um EA com tarefas STEM, num Agrupamento de Escolas TEIP, enquadra-se no paradigma qualitativo ou interpretativo, com design de observação participante. A recolha de dados é feita através da observação participante com a elaboração de notas de campo. A técnica de registo de informação utilizada na observação participante é o registo audiovisual, que se traduz pela gravação áudio das sessões e da gravação vídeo da aula de investigação.

A recolha de dados inclui, também, a realização de uma entrevista semiestruturada, em *focus group*, às professoras participantes de Ciências Naturais e Físico-Química (registada e integralmente transcrita), no final do Estudo de Aula. A entrevista combina questões abertas pré-definidas com questões adicionais que surgem através do diálogo com as professoras participantes.

O desenvolvimento da investigação rege-se pelos princípios definidos na Carta de Ética do Instituto de Investigação, em particular os que se reportam ao anonimato, liberdade de escolha de participação, consentimento informado às professoras participantes, igualdade de oportunidades, confidencialidade dos dados e não análise de dados sensíveis dos participantes.

Teremos todo o prazer em reunir consigo pessoalmente ou esclarecer quaisquer dúvidas por e-mail (teresa.conceicao@ie.ulisboa.pt e julia.prada@edu.ulisboa.pt) para mais informações. Aguardamos com expectativa a sua resposta.

Agradecemos desde já a atenção e o cuidado dispensado.

Com os meus melhores cumprimentos,

Maria Teresa Maldonado Covas De Sousa Conceição (Instituto de Educação da Universidade de Lisboa)

Júlia Prada (Mestranda em Inovação em Educação)

### **Termo de consentimento informado para a Diretora de Escola**

**Título da investigação:** O Estudo de Aula com tarefas STEM e o desenvolvimento profissional de professores de Ciências Naturais e Físico-Química.

Por favor, rubrique cada uma das declarações abaixo para indicar a sua concordância:

1. Concordo que este estudo tenha lugar na Escola que eu dirijo.	
2. Compreendo que a colaboração neste estudo envolverá a recolha de dados junto de professores de Ciências Naturais e Físico-Química da escola.	

Nome do gestor: \_\_\_\_\_ Contactos: \_\_\_\_\_

Assinatura do gestor: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Nome do investigador: \_\_\_\_\_ Contactos: \_\_\_\_\_

Assinatura do investigador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

## Apêndice 8

### Consentimento Informado dos Professores Participantes

**Assunto:** Pedido de autorização para recolha de dados

Exmo(a). Professor/a,

Na qualidade de mestranda do Mestrado em Educação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (IE-ULisboa), venho por este meio solicitar a sua autorização para a recolha de dados.

• **Objetivo da investigação:** A presente investigação tem como finalidade conhecer os efeitos do Estudo de Aula com tarefas STEM no desenvolvimento profissional de professores no ensino de Ciências Naturais e Físico-Química, do 3º Ciclo do Ensino Básico (CEB), com alunos do 7º ano de escolaridade, num Agrupamento de Escolas pertencente a um Território Educativo de Intervenção Prioritária (TEIP). A recolha de dados terá lugar na Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos de Ensino Público, sede de um Agrupamento de Escolas TEIP. A equipa de investigadoras da investigação é constituída pela mestranda Júlia Conceição Costa Parada Prada (IE-ULisboa) e pela (orientadora) Professora Doutora Maria Teresa Maldonado Sousa Conceição (IE-ULisboa).

• **Benefícios e riscos de participar:** A participação na investigação é voluntária e a decisão de participar não terá qualquer consequência ou prejuízo a nível pessoal ou profissional.

• **Tipo de participação:** No âmbito desta investigação, será solicitado às professoras o preenchimento de um formulário para a sua caracterização. Além disso, serão gravadas as sessões do Estudo de aula, a aula de investigação (através de gravação áudio e vídeo) e serão recolhidos os documentos escritos (tarefas, planos de aula, entre outros) elaborados pelas professoras participantes. A recolha de dados inclui, também, a realização de uma reflexão individual e de uma entrevista semiestruturada, em *focus group*, às professoras participantes (registada e integralmente transcrita), no final do Estudo de aula.

• **Procedimentos para desistir de participar na investigação:** Pode, a qualquer momento, desistir da sua participação sem necessidade de justificar. Os dados recolhidos até ao momento de desistência podem ser destruídos ou apagados, se for essa a sua vontade.

• **Utilização dos dados durante a investigação, a disseminação de resultados e armazenamento:** Os dados serão utilizados e disseminados com respeito pelas normas

de ética na investigação desenvolvida pelas instituições envolvidas nesta investigação.

- **Procedimentos para salvaguardar a confidencialidade e o anonimato dos dados pessoais:** Os dados pessoais recolhidos são confidenciais, tendo acesso a estes dados apenas as investigadoras da equipa da investigação. Será garantido o anonimato dos participantes, pelo que os dados pessoais dos participantes não serão divulgados em nenhuma publicação ou comunicação resultante desta investigação.
- **Procedimentos para esclarecer dúvidas:** O esclarecimento de dúvidas referente ao processo de recolha de dados deve ser feito junto da mestranda Júlia Conceição Costa Parada Prada.

Pede-se que leia atentamente todo este documento, e, caso aceite participar na investigação, pede-se que assine e devolva a última página deste termo de consentimento.

Com os melhores cumprimentos.

A mestranda

Júlia Prada

Confirmo que li e compreendi a informação que me foi facultada sobre esta investigação. Confirmo que tive a oportunidade de refletir sobre esta informação e de esclarecer todas as minhas dúvidas.

### **A PARTICIPAÇÃO NESTA INVESTIGAÇÃO É VOLUNTÁRIA.**

**Por favor, guarde uma cópia deste formulário de consentimento.**

Autorização

Declaro ter lido e compreendido este documento. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, de recusar participar nesta investigação sem qualquer tipo de consequências e foi-me garantida a confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos.

Assim, eu \_\_\_\_\_  
(nome) autorizo a minha participação na investigação descrita neste documento.

Assinatura da professora: \_\_\_\_\_

Assinatura da mestranda: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **Anexos**



## Anexo 1

### Grelha de análise dos dados

Categorias	Ideias-chave	Unidades de análise das comunicações dos participantes	Fonte
<b>1a</b> Desafios pessoais	Desafios pessoais enfrentados pelos participantes no EA.	No meu caso particular, eu posso dizer que senti o peso da responsabilidade. Eu tenho de dizer que há muito tempo que eu não sentia aquele friozinho no estômago, aquele nervosismo porque já estou nisto há tantos anos.	Reflexão pós-aula de investigação PFQ
		E o peso da responsabilidade. Sentia-me nervosa mais na primeira aula [de investigação]. Na primeira, senti-me nervosa, mas uma pessoa já teve várias aulas avaliadas. Mas é o peso, o peso de estar ali a dinamizar e de ter de correr bem. Depois, quando entrámos, olhámos uma para a outra, não é?	Reflexão pós-aula de investigação PCN2
		Os principais desafios que enfrentei na implementação do estudo de aula com tarefas STEM foram a insegurança na aplicação da estratégia [na aula de investigação] e a falta de tempo, embora todo o processo tenha sido muito bem conduzido e organizado pela mestrandia.	Reflexão individual PCN1
		De facto, não havia esse tempo no horário em simultâneo e, se calhar, os professores não abdicavam das suas horas, não estão disponíveis. Neste processo [estudo de aula], eu acho que isso é uma limitação.	Entrevista semiestruturada PFQ
		E, portanto, isto é um grande desafio, as pessoas para estarem motivadas para isto também tem de ter horas de trabalho e de preparação nos horários.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Mas o que eu sinto é que há todo um trabalho por trás que, por vezes, nós não temos essa disponibilidade para o fazer [estudo de aula]. Isto exige muita disponibilidade.	Reflexão pós-aula de investigação PCN1
<b>1b</b> Desafios profissionais	Desafios profissionais	A nossa escola é uma escola muito dinâmica, com muitos projetos. Todas nós aqui estamos envolvidas em muitas coisas e acaba por haver	Reflexão pós-aula de investigação PCN1

enfrentados pelos participantes no EA.	pouco tempo disponível para nós fazermos estas atividades. É preciso ter tempo para planificar, para fazer todo este processo, que foi feito aqui em conjunto, com colegas disponíveis e que queiram.	
	É um trabalho muito, muito envolvente e que despende, realmente, de muitas, muitas horas.	Entrevista semiestruturada PFQ
	Mas isto realmente implicou muito tempo da nossa parte. Porque foram horas que foram dadas extra todo o nosso trabalho não é, portanto, ficou trabalho para fazer para termos estas sessões. Isto é um grande desafio porque implica dispêndio, da nossa parte, de tempo.	Entrevista semiestruturada PCN2
	E obriga-nos a sair um bocadinho da nossa área de conforto, não é? Eu pelo menos senti isso. Não estava nada e agradeço imenso ter participado, porque se não fosse este desafio, provavelmente já tinha lido algumas coisas, mas nunca iria embarcar. Acho que estou bastante motivada para, embora haja algumas limitações (...) mas às vezes nem sempre temos colegas motivados e termos colegas que saem da sua zona de conforto ou até termos tempo para o fazer.	Entrevista semiestruturada PCN1
	Saber se os miúdos [alunos] iam ser recetivos. Mais nesta última turma, porque eu não os conhecia, enquanto na outra turma sentia-me mais à vontade. Nesta senti-me talvez como os miúdos. Os miúdos estavam um bocadinho mais inibidos e eu estava um bocadinho mais nervosa.	Reflexão pós-aula de investigação PFQ
	Receio da timidez da turma, porque depois, quando eles realmente começaram a sentir-se mais à vontade, foi sempre a andar.	Reflexão pós-aula de investigação PCN2
	Eu acho que é por não serem as professoras habituais, sim. Eu até estava com algum receio de que fosse pior. Eu acho que até correu muito bem. Tenho a dizer que eles são uma turma muito fechada e muito unida e eu acho que eles depois de entrarem, gostaram da dinâmica e gostaram das professoras. Depois a aula foi fluído.	Reflexão pós-aula de investigação PCN1
	A motivação dos alunos pode ser desafiante. Eu acho que estes alunos foram alunos motivados, portanto, às vezes temos de aplicar isto numa	Entrevista semiestruturada

		<p>turma completamente diferente da segunda, e de difícil trabalho [como na primeira turma] em que era necessário fazer aqui uma motivação e não houve esse início, já estava muito facilitado.</p>	PCN1
		<p>Na turma [segunda] onde foi aplicado o EA, na minha opinião, não houve a necessidade de motivar os alunos pois são uma turma muito interessada e curiosa.</p>	Reflexão individual PCN1
		<p>Eu achei que todos chegaram rapidamente à resolução dos problemas [da tarefa]. Não consigo dizer que tenha havido dificuldade [segunda turma]. Enquanto no primeiro grupo, na primeira turma que nós aplicamos, eles tinham dificuldade em perceber o que é que a pergunta pedia.</p>	Reflexão pós-aula de investigação PCN2
		<p>Considero que este foi um grande desafio profissional, superado com cooperação, reflexão, enorme entusiasmo, muita disponibilidade para aprender e fazer o melhor.</p>	Reflexão individual PFQ
		<p>No âmbito da minha participação na investigação cujo objetivo é conhecer os efeitos do Estudo de Aula com tarefas STEM no meu desenvolvimento profissional, considero que ultrapassou todas as expectativas que eu tinha. No entanto, esta abordagem coloca-nos desafios tanto pessoais como profissionais exigindo tempo e vontade para nos adaptarmos às novas metodologias e tecnologias.</p>	Reflexão individual PCN1
		<p>Obrigada pela oportunidade em participar neste estudo de Aula. Acredito que com este desafio consegui evoluir como profissional. Aprendemos muito com os nossos pares e conseguimos sempre aprender algo novo com os mesmos, tanto em termos científicos como pedagógicos.</p>	Reflexão individual PCN2
<b>2a</b> Processo formativo	Potencialidades do desenvolvimento do processo formativo do EA.	<p>Foi muito bem escolhido porque a força da gravidade tem influência em tudo o que se passa na Terra, nomeadamente na estrutura interna da Terra. É o motor de tudo e os alunos no sétimo ano, têm muita dificuldade em compreender este conceito, uma vez que não veem a força da gravidade. E, portanto, acho que sim, foi muito bem escolhido.</p>	Entrevista semiestruturada PCN2

		Estes dois subtemas foram aqui muito bem escolhidos, até porque eu não estava a ver este trabalho positivo, esta articulação. São temas abstratos para eles, é algo que eles não conseguem visualizar, a força gravítica. Confesso que tenho sempre alguma dificuldade quando chego a esta parte da matéria. Eu tenho de referir que na minha turma onde foi implementado este estudo de aula e esta situação de ligação entre as duas disciplinas, foi muito mais fácil eu recuperar estes conteúdos e perceber o que é que eles tinham aprendido do que noutra turma. Eu fiz a comparação com uma turma onde não tinha implementado este estudo de aula e percebi que, de facto, estes alunos estavam muito mais treinados e muito mais bem preparados.	Entrevista semiestruturada PFQ
		De facto, nós baseamo-nos em conteúdos das duas disciplinas, em que houvesse uma articulação entre as duas disciplinas, uma vez que o conteúdo é muito abstrato, especialmente o das Ciências Naturais de sétimo ano e que eles pudessem, na prática, explorar e conseguir compreender como é que funcionava toda a estrutura interna da Terra associada à força gravítica. Eu acho que teve muito sucesso, correu muito bem.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Mas há uma coisa que eu achei muito importante, a atividade de diagnóstico porque permitiu, pelo menos permitiu-me a mim, ficar mais consciente das dificuldades dos alunos. O que é que eles estavam a sentir de facto, as dificuldades dentro deste conteúdo. Se não tivesse sido realizada esta atividade de diagnóstico, se calhar eu não estaria tão consciente destas dificuldades.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Sim. Foi importante diagnosticarmos as dificuldades que, se não fossem ultrapassadas, podiam dificultar a realização da atividade STEM.	Entrevista semiestruturada PCN2
		A atividade de diagnóstico foi importante [diagnóstico das dificuldades] e, também correu muito bem. Os alunos, também, corresponderam neste ritmo, sempre a fazer e sempre curiosos.	Reflexão pós-aula de investigação PCN1

		Porque eu acho que nós também nos conseguimos colocar um bocadinho no papel dos miúdos [alunos]. Não é? E então em determinados pontos, em determinadas situações, também nos conseguimos pôr no papel deles e quais seriam as dificuldades que eles iriam enfrentar. Portanto isto, no meu ponto de vista, acho que foi muito importante para conseguirmos tirar algumas ilações. O que é que teríamos a melhorar naquela situação? É a reflexão sobre pontos de vista diferentes que nos faz crescer, não é? E faz-nos aprender.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Vemos o que é que seria melhor para eles perceberem, onde é que tinham mais ou menos dificuldade. Portanto, eu acho que foi importante por isso. Portanto, a reflexão é sempre importante.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Eu acho que a discussão entre nós foi muito rica, porque cada uma apresentou o seu ponto de vista, cada uma viu o que é que era melhor, o que é que era pior de cada tarefa e, no fundo, aprendemos muito umas com as outras, durante todo o processo. Nós a discutir aprendemos muito. Entre nós, ao discutirmos também alargámos a nossa visão.	Entrevista semiestruturada PCN1
		É muito útil, muito útil, porque sabemos como nos organizarmos. Sim. Claro. E isso mostra a importância destes trabalhos até com os próprios alunos, não é? Porque eles em grupo acabam também por fazer aquilo que nós fizemos, não é?	Entrevista semiestruturada PCN2
		Eu acho que isso é importante, porque assim quando tu aplicas, tens logo outra perceção de que se calhar aqui eu tenho de ter algum cuidado ou tenho de explicar melhor, ou tenho de envolvê-los mais em determinados momentos. Também é curioso que quando se aplicou, nós não tínhamos antecipado algumas dúvidas que surgiram, e outras que estávamos à espera, as dúvidas nem surgiram. E, portanto, eu acho que isso é importante porque põe a tua postura em sala de aula de forma diferente.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Mas depois eu acho que na altura da nossa atuação estratégica, os miúdos acabaram por nos surpreender e às vezes há dúvidas que no	Entrevista semiestruturada PFQ

		momento, não nos surgiram, não é? E que partem deles e eu, por acaso, achei isso muito interessante e foi um momento de aprendizagem para nós porque, pensei, nós não teríamos pensado assim, não é?	
		Da minha parte, não. Acho que correu muito bem e fomos complementando. Eu acho que a articulação esteve sempre presente.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Correu muito bem, mas eu acho que também se deve ao facto de nós já trabalharmos há muitos anos umas com as outras e a nível profissional nós já sabemos como é que cada uma funciona.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Disponibilidade para nos apoiarmos. Acho que isso foi uma parte importante no processo.	Entrevista semiestruturada PFQ
		A discussão e a reflexão que eles fizeram que nós íamos ouvindo, passando pelos grupos. E quando eles estavam reunidos em grupo, ouvir a opinião deles e quando nós íamos passando, íamos ouvindo aquela discussão que eles iam partilhando entre si, eu muitas vezes pensava, olha que giro. Realmente eu não me teria posto neste papel ou se calhar, eu não pensava (...) que eles pensavam ou raciocinavam desta forma para chegar a uma determinada solução.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Uns colocaram primeiro a água, ou colocaram primeiro o mel, ou outros o óleo. Portanto, a estratégia foi diversificada e depois o curioso é que rapidamente, olharam uns para os outros, e chegaram à conclusão de que estavam todos no mesmo patamar. O objetivo tinha sido conseguido.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Eu achei muito curioso que, quando os alunos estavam na fase da discussão entre eles e depois mesmo na discussão em grupo-turma, eles, no caso do simulador, iam confirmar. Diziam só um bocadinho que vou confirmar, iam ver e voltavam a introduzir os dados, com rigor. Quando foi a experiência dos fluidos separados por camadas, eles também iam ver. Pronto, eles estavam constantemente a ir à parte experimental, aos resultados, observar novamente, portanto, houve um	Entrevista semiestruturada PCN2

		cuidado dos alunos em confirmar os dados.	
		Outra coisa que me espantou foi que em alguns grupos, não foram todos, na parte da tabela, onde eles tinham de ver a variação da força gravítica de acordo com a massa ou de acordo com a distância, fizeram intuitivamente por massa crescente ou decrescente e por distância crescente ou decrescente, enquanto outros metiam uma distância qualquer. Portanto, não faziam de forma gradual.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Esse raciocínio [não gradual] (...) o que dificultava a conclusão.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Olha, eu quero destacar uma coisa que eu achei muito interessante, que se relaciona com o respeito que os alunos tiveram dentro do próprio grupo. Eles respeitavam imenso a forma como discutiam. Eles respeitavam o forma como discutiam, as ideias dos outros e eu acho que isto é uma grande mais-valia. Aprender a trabalhar assim é uma mais-valia, portanto, no desenvolvimento dos alunos e no meu próprio crescimento (...)	Entrevista semiestruturada PFQ
		Eu já não faria assim, eu faria de outra forma. Olha para a próxima, já vou retificar e vou fazer diferente. Mas eu acho que isto tem a ver com a nossa aprendizagem.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Sim, eu acho que nós ficámos mais despertas para determinadas dificuldades que eles [alunos] possam ter no futuro, não é? Conscientes como é que eles podem interpretar e até da interação entre eles.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Esta discussão coletiva também cimentou algumas perspetivas que nós tínhamos dos diferentes dos alunos, por exemplo, se calhar havia determinadas situações que nós não pensaríamos que eles pensavam assim. Nós, também, tivemos de nos colocar um bocadinho ali no papel deles, e depois perceber, olha realmente, esta perspetiva é interessante. Se calhar não pensava desta forma, porque aquilo que eu tenho a dizer é que eles nos ensinaram. Isto foi muito importante.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Foi interessante, colocar-me no papel de mediador das questões	Entrevista

	levantadas pelos alunos, promovendo a discussão destas, na procura de respostas.	semiestruturada PFQ
	Nós estamos sempre num crescimento pessoal, não é? Estamos sempre num crescimento profissional. E a discussão coletiva, mais uma vez, alertou-me para determinadas formas de pensar dos alunos.	Entrevista semiestruturada PCN2
	Sim, eu acho que também correu muito bem [discussão coletiva]. Todos queriam dizer a sua resposta e todos explicaram muito bem. Foi ou não foi? Quando eles estavam a discutir ordenadamente porque eles realmente sabem discutir em grupo-turma, sabem discutir e intervir. Eu não senti qualquer dificuldade na discussão em grupo-turma.	Reflexão pós aula de investigação PCN2
	No fundo, eles perceberam muito bem o que é que se pretendia. Portanto, quando discutiram eles, basicamente todos eles, todos eles já conseguiam fazer uma discussão muito assertiva, porque eles tinham percebido perfeitamente o encaixe, o enquadramento, o objetivo, e, portanto, tinha ficado plenamente assimilado pelos miúdos. Eu achei.	Reflexão pós aula de investigação PFQ
	Participar, todos queriam participar.	Reflexão pós aula de investigação PCN1
	As notas de campo sim, mas eles complementam-se. Não sei se é por defeito de nós professoras termos de registar tudo e de ter as notas. Mas é verdade que depois tive muita curiosidade, porque quando estivemos ali estivemos todas muito envolvidas, não é? E quando nós estamos envolvidas, não conseguimos ter a perceção de fora, fazer um zoom out. Depois, quando vi o vídeo e o áudio, achei muito interessante algumas particularidades.	Entrevista semiestruturada PCN1
	Eu considero as notas de campo muito, muito importantes. Não sei se é pela nossa profissão. Estamos sempre registar e temos esta grande tendência, mas permitiram-me, em cada momento, perceber se eles estavam no sentido daquilo que nós queríamos ou não.	Entrevista semiestruturada PFQ
	Para mim foram as notas de campo. Embora o registo de áudio seja importante para nosso desenvolvimento profissional, não é?	Entrevista semiestruturada

		Percebemos ali algumas palavrinhas que estamos sempre a repetir, como aquelas palavras que nós utilizamos como bengalinha, não é? Aspetos que podemos melhorar (...)	PCN2
		Mas, eu acho que são ritmos diferentes de turmas, são ritmos de trabalho diferentes. Pois eu alterava o tempo de trabalho. Deixava o desafio na mesma e dava-lhes mais tempo para eles conseguirem fazer.	Reflexão pós-aula de investigação PCN1
		Deixá-los ter mais tempo para pensar, para raciocinar, para explicar. Pelo menos para a outra turma [a primeira] teria sido, portanto, mais produtivo. Se tivessem mais tempo para fazer a parte um (do guião). O tempo de aplicação não pode ser igual para todas as turmas, não é?	Reflexão pós-aula de investigação PCN2
		É difícil para quem está a dinamizar, gerir o tempo das atividades. Sim, tem [aprendizagens] para o nosso desenvolvimento profissional. E obviamente, quanto mais aulas deste género nós fizéssemos mais, aprendíamos a gerir o tempo. Mas foi a grande dificuldade e a grande aprendizagem que nós tivemos de fazer, foi o tempo.	Reflexão pós-aula de investigação PCN2
		Mas basicamente acho que a única dificuldade foi o tempo [das atividades], porque de resto as turmas foram muito participativas, muito recetivas e foi muito fácil.	Reflexão pós-aula de investigação PFQ
		É um processo que envolve muito tempo para ser construído, mas a prática já não é igual. Eu já olho para determinados conteúdos e fico a pensar, se calhar, se eu explorasse de outra forma, poderia lá chegar e dar outra riqueza aos miúdos. Eu acho que as aulas se pudessem ser todas assim ou quase todas assim, o processo criativo era muito melhor para todos nós, para eles e para nós. Dá-nos outra capacidade de olhar para os alunos e de olhar para nós. E o que é que podemos fazer, e o que é que podemos modificar na nossa prática pedagógica.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Ter participado neste processo de EA forneceu-me ferramentas que vou aprimorar e aplicar futuramente.	Reflexão individual PFQ
		Pronto para já perceber que realmente só pela prática [há desenvolvimento] e pela autodescoberta que os alunos aprendem	Entrevista semiestruturada

		realmente, não?	PCN2
<b>2b</b> Interdisciplinaridade	Potencialidades da abordagem curricular interdisciplinar do tópico do EA.	Foi muito enriquecedor trabalhar em equipa interdisciplinar. Explorar conteúdos/conceitos relativos às duas disciplinas, Ciências Naturais e Físico-Química, desta forma integrada e articulada, encontrando sempre um fio condutor entre os mesmos, foi um desafio que me motivou e se enquadrou nas minhas expetativas desde o início.	Reflexão individual PCN2
		A professora de Ciências Naturais desenvolveu-se profissionalmente até na área de Físico-química e a professora de Físico-química desenvolveu-se profissionalmente na área das Ciências Naturais. Qualquer uma de nós, agora, estava preparada para dar o conteúdo da outra disciplina.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Quando articulámos [as disciplinas?] para a implementação deste estudo de aula, nós esquecemo-nos de quem era a professora de Físico-química e de quem era a professora de Ciências. Porque, de facto, nós mergulhámos nas Ciências Naturais ou na Físico-química, independentemente de sermos professoras ou não desta área, porque realmente a articulação estava muito bem conseguida.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Vocês [as professoras] e os alunos. Acho que os alunos também sentiram que não havia ali uma divisão.	Entrevista semiestruturada PCN1
		As aulas têm de ser cada vez mais de descoberta, envolvendo os alunos, em trabalho de projeto, trabalho em grupo e esta articulação de disciplinas, então, é perfeito. É porque, de facto, a aula torna-se mais rica para eles e para nós.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Foi com imenso agrado que verifiquei que promover a conexão entre estas duas áreas do saber, Ciências Naturais e Físico-química, associando a teoria e a prática, permitiu estimular o espírito crítico e científico dos alunos, a sua responsabilidade e autonomia. E ativar a sua capacidade para a discussão visando a resolução dos problemas apresentados, com ganho muito significativo na sua motivação e	Reflexão individual PFQ

		literacia ao nível das Ciências.	
		Bem, eu acho que daqui para a frente, cada vez que for lecionar o conteúdo do interior da Terra, vou sempre pedir ao professor de Físico-química para fazer esta articulação. Neste momento, parece-me que já não faz sentido não haver esta articulação entre os dois conteúdos das disciplinas. E realmente, o facto de eu perceber que consigo trabalhar num conteúdo que é de Físico-química e colocá-lo na minha aula e a colega percebeu que poderia fazer o contrário, não é? Isto foi uma grande aprendizagem.	Entrevista semiestruturada PCN2
		A articulação do currículo/contéúdos entre as duas disciplinas e a implementação prática em sala de aula, de forma eficaz, exigiu das professoras envolvidas uma dinâmica muito eficiente e um trabalho colaborativo de grande proximidade. Considerei este um momento de crescimento profissional, interdisciplinar, muito eficiente.	Reflexão individual PFQ
		É uma abordagem em que alunos vão conseguir, de certeza, perceber a dinâmica e não há ali uma divisão, o que é a disciplina de Físico-química ou a disciplina de Ciências Naturais. No fundo, o processo acaba por desenvolver a autonomia dos alunos ao mesmo tempo da articulação entre as disciplinas. Há uma bivalência, nós aprendemos e eles também aprendem, não é? Eu acho que é muito importante.	Entrevista semiestruturada PCN1
2c Educação STEM	Potencialidades da Educação STEM	A estratégia STEM surge como uma estratégia inovadora que não só estimula nos alunos o pensamento crítico e a resolução de problemas, mas também nos desafia a sairmos da nossa zona de conforto e a desenvolvermos novas competências. A implementação STEM na sala de aula implica uma mudança significativa na forma como ensinamos, tornando o processo mais dinâmico, experimental e orientado para a prática. A abordagem STEM incentiva a integração de várias áreas do conhecimento, o que nos leva a uma visão mais global e interdisciplinar do ensino.	Reflexão individual PCN1
		Confesso que não sei se teria coragem de explorar esta abordagem por	Reflexão individual

		iniciativa própria, mas aceitei o desafio e estou muito contente. E eu fiquei curiosa, mas confesso que é algo que tem de envolver vontade, tempo e a articulação entre todas nós. Sinto que aprendi e estou muito expectante a futuras aplicações STEM.	PCN1
		O desenvolvimento destas atividades STEM também implica criatividade da nossa parte e esse foi o grande desafio com que me deparei.	Reflexão individual PCN2
		Participaram ativamente nas tarefas experimentais e de resolução de problemas de forma muito interessada, embora a participação dos alunos possa ser um desafio, pois nem todos os alunos reagem da mesma forma aos problemas propostos. Isto permitiu promover uma abordagem mais adaptada às necessidades dos nossos alunos. Sinto que esta abordagem aumenta a motivação dos alunos, promove a descoberta autónoma tornando a aprendizagem mais significativa e próxima da realidade.	Reflexão individual PCN1
		Este estudo de aula reforçou a minha ideia que com atividades práticas de autodescoberta os alunos aprendem com muito mais facilidade, para além de estarem mais motivados. Os alunos conseguiram com grande facilidade alcançar conceitos, à priori difíceis de compreender por serem muito abstratos.	Reflexão individual PCN2
		Os alunos estavam a gostar de aprender, o que também não é algo muito comum e não é frequente num sétimo ano. Não é frequente estarem todos empenhados e a gostar.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Eles são muito recetivos a estas coisas e, de facto, quando eles vêm duas professoras à frente deles que querem trabalhar com eles de um modo que realmente é diferente. Os alunos estão curiosíssimos e são super recetivos. Eles são esponjas a absorver aquilo que nós queremos fazer. Isto é fantástico.	Reflexão pós-aula de investigação PFQ
		A grande motivação que nós conseguimos inculcar, todas conseguimos inculcar nos alunos, foi, de facto aquilo que me deixou no auge.	Entrevista semiestruturada PFQ

		Sinto que esta abordagem [STEM] nos incentiva a incorporar ferramentas digitais e tecnológicas nas nossas aulas, melhorando as nossas competências digitais. Eu acho que houve aqui um crescimento de todas nós. Porque é algo que é novo, porque nos desafia, porque temos de envolver as novas tecnologias que são o futuro também.	Reflexão individual PCN1
		E está muito giro, aliás, eu vou já aproveitá-la para as minhas misturas heterogéneas.	Reflexão individual PFQ
		O estudo de aula permitiu-me também conhecer e compreender as atividades STEM. Gostei muito, mais uma vez como professora cresci porque uma pessoa repensa determinadas práticas, a pessoa repensa o que faz com os alunos, como é que eles aprendem melhor. Apesar de termos muitas formações, é na prática nós aprendemos melhor. É ou, não é? E, portanto, também aprendemos que os alunos com a prática aprendem melhor.	Entrevista semiestruturada PCN2
<b>3a. Colaboração</b>	Práticas colaborativas promovidas entre os professores participantes durante o EA.	E, portanto, nós estamos muito habituadas a trabalhar umas com as outras. E isto é um desafio, um dia que tenhamos de fazer isto com pessoas que não estamos habituadas a trabalhar.	Entrevista semiestruturada PCN2
		O apoio entre nós, foi fundamental.	Entrevista semiestruturada PFQ
		Destaco a importância do trabalho colaborativo realizado entre as professoras participantes neste EA, associado às tarefas STEM, que nos permitiu promover a discussão, reflexão e definir estratégias conjuntas de atuação, conduzindo a contextos favoráveis na minha aprendizagem e consequentemente na dos alunos. Considero que esta foi uma “lição” de aprendizagem conjunta, de cooperação, reflexão e motivação e estou muito grata pela oportunidade.	Reflexão individual PFQ
		Sim, porque nem todos pensamos da mesma maneira, nem todos, não é? Até mesmo a nível científico, evoluímos, não é? Porque discutimos, demos por nós a discutir factos científicos, que não estavam diretamente relacionados com o estudo de aula, mas que tinham a ver	Entrevista semiestruturada PCN2

		com a força da gravidade, por exemplo. Portanto, a nível científico, aprendemos muito, a nível pedagógico também.	
		Assim, o normal do nosso dia a dia, é um trabalho muito mais isolado, não é?	Entrevista semiestruturada PFQ
		O nosso trabalho do dia a dia muito é mais solitário, sem dúvida. Exatamente, sem dúvida, eu acho que isso é um ponto muito importante, porque, muitas vezes, nós achamos, quando o caminho é muito solitário, que é o caminho certo e depois às vezes nem é. E quando alguém faz-nos ver, olha, se calhar este é melhor, podemos ir por ali, para esta turma não, ou para este conteúdo sim. Portanto, eu acho que a colaboração é muito importante, para mim foi uma das mais valias desta atividade.	Entrevista semiestruturada PCN1
		Porque percebemos que se calhar que para aquele conteúdo há mais atividades a que nós não estávamos habituadas e que poderiam ser feitas para os alunos chegarem lá.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Não era tão rica, a partilha. É verdade. A experiência de cada um de nós traz torna o trabalho mais rico, não é?	Entrevista semiestruturada PCN1
		Mais uma vez em grupo, porque eu acho que individualmente não iríamos chegar. Não era tão rica. Sim.	Entrevista semiestruturada PCN2
		Esta prática colaborativa permitiu que nós parássemos, refletíssemos sobre determinados conteúdos e, de facto, a nossa evolução em termos da ciência também aconteceu aqui.	Entrevista semiestruturada PFQ
		(...) a grande aprendizagem é que nós podemos fazer em articulação [interdisciplinar], em colaboração uns com os outros. Fiquei fascinada com as potencialidades do trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, que realmente pode ser transformador em sala de aula.	Entrevista semiestruturada PCN2
		(...) acaba por ter outra perspetiva, porque as colegas estavam a olhar para os alunos, não é? E eu estava a olhar para os alunos e para elas e,	Entrevista semiestruturada

	portanto, estava a ver ali toda a dinâmica.	PCN1
	Esta foi uma atividade muito positiva e de grande relevo pois permitiu-me ampliar o conhecimento já contruído, a partir da interação com as outras docentes.	Reflexão individual PFQ
	Um aspeto muito importante deste processo, que eu particularmente gosto muito, é a prática pedagógica mais colaborativa, tanto entre professores como entre alunos, reforçando a importância do trabalho em equipa na resolução de problemas.	Reflexão individual PCN1
	O trabalho colaborativo entre os docentes desta equipa foi decisivo e fundamental para que toda a atividade ficasse tão bem planificada e implementada. Mais uma vez, afirmo que permitiu que todos os docentes envolvidos realizassem aprendizagens uns com os outros, pormenores científicos interessantes e práticas letivas mais eficientes. Portanto, foi uma grande aprendizagem, este trabalho umas com as outras.	Reflexão individual PCN2
	Nós tivemos sorte que trabalhamos muito bem em conjunto. Portanto, foi uma grande aprendizagem, sim. Este trabalho umas com as outras, sim.	Entrevista semiestruturada PCN2
	Motivação e sucesso [trabalho colaborativo].	Entrevista semiestruturada PFQ
	É um trabalho colaborativo de sucesso, não é? Podia ser trabalho colaborativo e não resultar, mas acho que houve aqui um trabalho muito positivo. Houve sempre abertura em todo o processo para nós darmos opinião, para alterarmos, para propormos, para nos complementarmos e, portanto, acho que correu muito bem.	Entrevista semiestruturada PCN1
	Eu gostaria de participar noutra aula com outro conteúdo, com outra atividade STEM planificada. Porque esta eu vou agarrar, vou guardar, irei aplicar nos próximos anos.	Entrevista semiestruturada PCN2
	Eu tenho uma coisa a dizer, eu acho que tu agora devias ser uma grande dinamizadora na escola e fazer uma formação sobre a atividade STEM	Entrevista semiestruturada PFQ

		associada às ciências.	
		Não sei como irá correr. Também não sei da disposição e da disponibilidade das pessoas para poderem se envolverem desta forma neste tipo de atividades, mas tenho a dizer que isto é um saldo muito positivo. Portanto, tanto para nós, como professores, como para os miúdos [alunos].	Entrevista semiestruturada PCN1

## Anexo 2

### Parecer da Comissão Ética do Instituto de Educação



**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**COMISSÃO DE ÉTICA**

**PARECER**

A Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, tendo procedido à análise dos elementos relativos ao projeto de investigação da estudante do curso de Mestrado em Educação, na especialidade de Inovação em Educação, Júlia Conceição Costa Parada Prada, intitulado “O Estudo de Aula com tarefas STEM e o Desenvolvimento Profissional de Professores de Ciências Naturais e Físico-Química”, considera que os princípios éticos, bem como as orientações éticas para a investigação, expressos na Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, são respeitados.

Chama-se a atenção, no entanto, para o facto de, tratando-se de uma investigação numa escola pública portuguesa, ser necessária, em princípio, a submissão do pedido à Direção Geral de Educação.

IE-ULisboa, 7 de outubro de 2024

O membro da Comissão de Ética

