



Aprendizagens profissionais de futuros professores de física e química num estudo de aula

Professional learnings of future Physics and Chemistry teachers in a classroom case-study

Teresa Conceição

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa
mariaconceicao@campus.ul.pt

Mónica Baptista

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa
mbaptista@ie.ulisboa.pt

João Pedro da Ponte

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa
jpponte@ie.ulisboa.pt

Resumo

A urgência de envolver os alunos em questões CTS coloca desafios aos professores. O estudo de aula é um modelo de desenvolvimento profissional de professores, que, pelas suas características, colaborativas e reflexivas, e centrado nos alunos, permite aos professores aprender a lidar com estes desafios. Num estudo de aula, os professores definem uma questão relacionada com as aprendizagens dos alunos, planeiam uma aula com a finalidade de responder a essa questão, um dos participantes leciona a aula, os outros observam e tomam notas. Depois, em conjunto, refletem sobre os resultados, avaliando a eficácia das suas opções. Este trabalho dá a conhecer as aprendizagens profissionais dos futuros professores de física e química quando exploram o tópico velocidade do som, nos seguintes domínios: (i) natureza das tarefas a propor aos alunos; e (ii) dificuldades dos alunos no tópico. O tópico insere-se no tema sustentabilidade na terra, das orientações curriculares e de extrema relevância para o dia-a-dia dos alunos. A metodologia de investigação é qualitativa, de orientação interpretativa, com observação participante. São participantes três futuros professores de física e química. Os dados são recolhidos através de um diário de bordo, registo vídeo das sessões, entrevistas e reflexões escritas dos participantes. Os resultados mostram que os futuros professores aprendem a elaborar tarefas mais desafiantes para os alunos, a valorizar contextos relacionados com o dia-a-dia e a identificar as dificuldades de aprendizagem dos alunos no tópico.

Palavras-chave: CTS; Estudo de aula; Formação inicial de professores; Desenvolvimento profissional; Velocidade do som.

Abstract:

The pressing need for engage students in STS issues poses challenges to the teachers. The lesson study is a professional development model for teachers whose characteristics, collaborative and reflective, and being centred on the students allows teachers to learn how to deal with these challenges. In a lesson study, teachers raise a question of their interest, related to their students learning and plan a lesson in order to address it. Then, one teaches the class, the others observe and take notes. Afterwards, the teachers meet together to analyse and reflect on the results and



evaluate the effectiveness of their options. This work is focused on the professional learning of physics and chemistry preservice teachers on the topic speed of sound, namely: (i) nature of tasks they use in the classroom; and (ii) students' difficulties on the topic. The topic belongs to a major theme about earth sustainability and is extremely important to daily life of the students. The research methodology is qualitative and interpretative, based on naturalistic observation and the participants are three physics and chemistry preservice teachers. Data was gathered by taking field notes, video recording of sessions, and interviews and preservice teachers' final written reflections. The results show that in this lesson study the preservice teachers learnt to perform challenging tasks, to value relevant contexts and to identify students' difficulties in learning the subject matter.

Keywords: STS; Lesson study; Preservices teachers; Professional development; Speed of Sound.

Résumé:

L'urgence d'engager les élèves dans les questions STS pose des défis aux enseignants. L'étude de leçon est un modèle de développement professionnel pour les enseignants dont les caractéristiques, de collaboration et de réflexion, et d'être centré sur les élèves permet aux enseignants d'apprendre comment faire face à ces défis. Dans une étude de la classe, les enseignants définissent un problème lié à l'apprentissage des élèves, et ils planifient un cours afin de répondre à cette question. L'un des participants enseigne aux élèves de la classe, les autres observent et prennent des notes. Puis, ensemble, ils réfléchissent sur les résultats et évaluent l'efficacité de leurs options. Ce travail fait connaître l'apprentissage professionnel de futurs enseignants de physique et de chimie, quand ils explorent la vitesse du son dans les domaines suivants: (i) la nature des tâches proposées aux élèves; et (ii) les difficultés des élèves face au sujet. Le sujet fait partie du thème de la durabilité sur terre, extrêmement important dans le quotidien des élèves. La méthodologie de recherche est qualitative, de nature interprétative, avec l'observation participante. Les participants sont trois futurs enseignants de physique et chimie. Les données sont recueillies au moyen d'un carnet de bord, l'enregistrement vidéo des sessions, entretiens et réflexions écrites des participants. Les résultats montrent que les futurs enseignants apprennent à développer des tâches plus difficiles pour les élèves, en valorisant des contextes liés à la vie quotidienne des élèves et à identifier leurs difficultés d'apprentissage dans ce sujet.

Mots clés: STS; Étude de leçon; Futurs enseignants; Développement professionnel; Vitesse du son.

Introdução

Hoje em dia, é reconhecido que a Educação em Ciência deve contribuir para desenvolver indivíduos mais informados, cientificamente cultos, o que implica desenvolver atitudes, valores e novas competências capazes de ajudá-los a tomar uma posição relativamente a questões científicas (Anderson, 2014; Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002). Estas preocupações têm vindo a fazer-se sentir em vários documentos internacionais (NRC, 2000, 2013; Osborne & Dillon, 2008), sendo que Portugal não ficou indiferente a este debate. Nas orientações curriculares para as Ciências Físicas e Naturais foi dada ênfase a um ensino construtivista, através do qual o professor deve propiciar ao aluno um conjunto amplo de aprendizagens, contextualizadas em situações do quotidiano dos alunos e que captem a dimensão CTS da ciência (Galvão et al., 2001). Contudo, vários estudos mostram que as



práticas dos professores frequentemente não vão ao encontro destas recomendações, constituindo uma barreira à promoção da literacia científica dos alunos (e. g., Galvão, Faria, Freire, & Baptista, 2013; Sabel, Forbes, & Flynn, 2016), tornando imperativo encontrar formas de diminuir o fosso entre a investigação em educação e a prática dos professores (Loughran, Berry, & Mulhall, 2006). Nestas condições, afigura-se pertinente explorar as potencialidades dos estudos de aula como o modelo de desenvolvimento profissional de professores propício à promoção desta ligação (Murata, 2011).

O estudo de aula surgiu no Japão (Stigler & Hiebert, 1999), mas ganhou grande popularidade nos EUA na primeira década deste século e, nos últimos anos, tem vindo a ser alvo de atenção em muitos outros países (Fernandez & Yoshida, 2004). Trata-se de um modelo de desenvolvimento profissional de professores, de cunho colaborativo, reflexivo e centrado na prática profissional, que pretende melhorar as aprendizagens dos alunos num domínio específico do currículo (frequentemente um certo tópico). Este modelo tem também sido apontado como promissor para o desenvolvimento profissional de futuros professores (Ponte, 2015). Investigações em estudos de aula na formação inicial mostram que os futuros professores realizam aprendizagens profissionais importantes, por exemplo, aprendem a criticar a prática letiva (Kostas, Galini, & Maria, 2014), desenvolvem capacidades para trabalhar colaborativamente (Sims & Walsh, 2009) e valorizam a reflexão sobre a prática (Galini & Kostas, 2014).

Dos aspetos aqui apresentados realça-se a necessidade de compreender como é que os estudos de aula contribuem para o desenvolvimento profissional de futuros professores de física e química. Nesse sentido, este estudo tem como objetivos conhecer: (i) quais são as aprendizagens profissionais realizadas pelos futuros professores destas disciplinas sobre a natureza das tarefas a propor aos alunos; e (ii) quais são as aprendizagens profissionais realizadas por estes futuros professores acerca das dificuldades dos alunos num tópico curricular.

Contextualização teórica

Numa sociedade amplamente marcada pela ciência e pela tecnologia, os cidadãos estão constantemente a ser chamados para tomar decisões sobre questões sociocientíficas que afetam a sua vida e a sociedade onde vivem, tendo o ensino das ciências uma responsabilidade fundamental no seu desenvolvimento nos alunos. De facto, perspetivando-se uma desejável preparação do cidadão, a OCDE (2003) preconiza que para o indivíduo ser cientificamente literato é necessário que tenha “capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de tirar conclusões com base em evidências” (p. 12), permitindo-lhe tomar decisões sobre o mundo que o rodeia e sobre as mudanças que têm ocorrido como consequência da atividade humana. Assim, é muito importante que os alunos compreendam os conceitos científicos para que possam participar ativamente e de uma forma crítica em atividades cívicas e culturais (NRC, 2000). Para que isto se torne uma realidade, diversos documentos curriculares sugerem o desenvolvimento de experiências educativas que, por exemplo, levem o aluno a observar o meio envolvente, formular um problema de investigação, recolher material e proceder à sua organização, planear o desenvolvimento de pesquisas diversas, realizar atividades experimentais e analisar e criticar notícias de jornais e de televisão (e. g., Galvão et al., 2001; NRC, 2013).

Neste sentido, tarefas desafiantes e de natureza aberta (admitindo várias possibilidades não só de resolução como também de respostas admissíveis, em função dos pressupostos estabelecidos),



permitem aos alunos compreender os fenómenos que os rodeiam, bem como desenvolver o raciocínio, o pensamento crítico e a argumentação (Lederman, 2006). Um aspeto central neste tipo de tarefas, em que se enquadra a resolução de problemas e as investigações, é que os alunos são encorajados a dar prioridade às evidências para responder às questões, a usar evidências para desenvolver explicações, ligando-as ao conhecimento científico, e a comunicar e a justificar as suas explicações (NRC, 2000). As potencialidades deste tipo de tarefa encontram-se associadas a características tais como o seu carácter aberto e a sua ligação aos interesses dos alunos (Faria et al., 2012), a possibilidade de criar nos alunos a vivência de situações de sucesso (Freire et al., 2009), a promoção da literacia científica e a inter-relação CTS (Chamberlain & Crane, 2009) e, ainda, o facto de colocar o aluno no centro da sua própria aprendizagem (Bybee, 2006).

Todavia, recorrer a este tipo de tarefa constitui muitas vezes um desafio para os professores. Este é chamado a fazer a construção e seleção das tarefas, gerir simultaneamente os grupos na sala de aula e o tempo adequado para a sua resolução e a organização da sala de aula. Por exemplo, ao construir uma tarefa, o professor terá de ponderar se o grau de dificuldade se adequa aos seus alunos, uma vez que uma tarefa não acessível pode levar a um sentimento de frustração e de desmotivação na sua realização. A gestão do tempo para a realização da tarefa também constitui um desafio. Os alunos necessitam de tempo para pensar e discutir com os seus colegas e os ritmos de trabalho são muito diferentes, de aluno para aluno. Se houver um grande prolongamento de tempo pode haver uma perda de motivação, além de que o professor não pode estar sempre à espera dos alunos que demoram mais tempo a realizar a tarefa, pois corre o risco de promover uma dispersão do interesse dos restantes alunos (Baptista, Freire, & Freire, 2012).

A resolução de tarefas mais desafiantes também levanta dificuldades aos alunos, levando-os a quebrar com as suas rotinas, sobretudo se tivermos em consideração que muitos alunos se sentem confortáveis com o ensino centrado no professor. Por conseguinte, numa fase inicial, é expectável que os alunos sintam dificuldades em se adaptar a novas formas de trabalho, indutoras de novas rotinas (Loughran, Berry, & Mulhall, 2006). Cabe ao professor criar um ambiente favorável para a realização das tarefas e incentivar os alunos a ultrapassar as dificuldades com se deparam.

Este modo de organizar os processos de ensino e aprendizagem obriga a uma dinâmica de aula bem diferente de uma aula tradicional e, apesar dos benefícios antecipados, são vários os estudos que mostram ser necessário trabalhar a natureza das tarefas e possíveis dificuldades dos alunos na formação de professores (e. g., Welch, Klopfer, Aikenhead, & Robinson, 2006; Baptista, Freire, & Freire, 2012). Assim, importa pensar que modelos de formação profissional permitem aos professores realizar as aprendizagens de que necessitam. O estudo de aula é um modelo de desenvolvimento profissional que permite aos professores refletir sobre a natureza das tarefas a propor aos alunos e nas dificuldades dos alunos quando as realizam (e. g., Doig, Groves, & Fujii, 2011; Ponte, Quaresma, Mata-Pereira, & Baptista, 2015).

Um estudo de aula inicia-se, frequentemente, com um grupo de professores que se junta para aprofundar os seus conhecimentos sobre um tópico do programa e que habitualmente levanta dificuldades de aprendizagens aos alunos. Durante a primeira fase do estudo de aula, os professores começam por analisar o enquadramento do tópico no currículo, discutem estratégias educativas passíveis de serem usadas na aula, constroem tarefas para propor aos alunos e formulam uma ou mais questões, normalmente relacionadas com as dificuldades de aprendizagem dos alunos e que orientam todo o estudo de aula. Posteriormente, planeiam detalhadamente uma aula, designada



de “aula de investigação”¹”, e um dos professores do grupo leciona essa aula enquanto os outros observam. Em seguida, os participantes refletem sobre os resultados da aula de investigação e os aspetos a melhorar no planeamento da aula, com a finalidade de ajudar os alunos a melhorar as suas aprendizagens. Este ciclo do estudo de aula, composto pelas fases de planeamento, aula de investigação e reflexão pós-aula, termina com a reformulação do planeamento da aula de investigação. A reformulação do planeamento da aula de investigação, a análise dos dados recolhidos e a reflexão colaborativa sobre as aprendizagens e dificuldades dos alunos deve permitir aos participantes responder às questões de partida. Muitas vezes realiza-se, pelo menos, um segundo ciclo (Fernandez, Cannon, & Chokshi, 2003; Lewis, Perry, & Murata, 2006). Nesse caso, outro professor leciona uma segunda aula de investigação, segundo o plano reformulado, e os restantes participantes observam e recolhem dados sobre os alunos enquanto aprendem. Seguidamente, segue-se a fase de reflexão pós-aula, em que se repete o procedimento metódico realizado no primeiro ciclo e se procede aos ajustes do planeamento da segunda aula de investigação. A continuação de um terceiro ciclo, eventualmente outros ciclos, depende da disponibilidade e do interesse dos participantes (Fernandez & Yoshida, 2004).

Atendendo às especificidades da formação inicial de professores, o estudo de aula sofre adaptações quando usado como modelo de formação neste campo. Neste caso é fundamental ter em consideração que os futuros professores são acompanhados por professores cooperantes e professores do ensino superior que também devem estar envolvidos no estudo de aula (Ponte, 2015). Tal como refere Ponte (2015), há várias possibilidades de se organizar os estudos de aula na formação inicial de professores. Assim, em certas situações são os futuros professores que conduzem as fases do planeamento e da aula de investigação, cabendo aos professores cooperantes o papel de consultores (Ricks, 2011). Noutras situações, as fases de planeamento e aula de investigação são lecionadas pelo professor cooperante e a reflexão pós aula é desenvolvida em conjunto (Burroughs & Luebeck, 2010). Outros casos configuram situações intermédias, em que os futuros professores planeiam a aula de investigação, o professor cooperante leciona a aula, e todos participam na reflexão pós-aula (Sims & Walsh, 2009).

Na literatura surgem várias investigações de estudos de aula que procuram conhecer as aprendizagens realizadas pelos futuros professores quando envolvidos neste modelo de formação. A maioria das investigações existentes sobre estudos de aula na formação inicial de professores tem sido realizada no âmbito da disciplina de Matemática, sendo ainda escassos os estudos desenvolvidos na área das ciências. Num desses estudos, Pektas (2014), na Turquia, realizou um estudo de aula na formação inicial de professores, que decorreu ao longo de catorze semanas e incluiu três ciclos. Os futuros professores reconheceram que o seu envolvimento lhes permite melhorar o conhecimento sobre o planeamento da aula, as aprendizagens dos alunos e a gestão do currículo.

Metodologia

A presente investigação, de natureza qualitativa e interpretativa (Erickson, 1986), decorreu no âmbito de uma unidade curricular dos mestrados em ensino do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Este estudo de aula tem dois ciclos (planeamento – aula de investigação – reflexão pós-aula – replaneamento – aula de investigação – reflexão pós-aula), que se realizam ao longo de doze

¹ *Research lesson*, em inglês. A aula de investigação toma esta designação pelo facto de realizar-se de acordo com um plano cuidadosamente elaborado, tendo como finalidade responder a uma questão de partida cuja resposta assenta na análise das evidências recolhidas durante a aula.



sessões. Nele participaram três futuros professores de Física e Química (Carmo, Sara e Pedro). Para além dos futuros professores, participaram no estudo de aula o professor coordenador do projeto de investigação do Instituto de Educação em estudos de aula (João Pedro), a professora da unidade curricular (Mónica), uma investigadora (Teresa) e a professora cooperante. A organização do estudo de aula tem em consideração o modelo indicado em Ponte (2015), em que a fase de planeamento e de reflexão pós-aula são desenvolvidas em colaboração pelo professor coordenador, professores do ensino superior, professora cooperante, investigadora e futuros professores e em que a aula de investigação é lecionada pela professora cooperante, com os restantes participantes como observadores.

As oito primeiras sessões foram dedicadas ao planeamento da aula de investigação. O grupo começou por selecionar o tema do estudo de aula, analisou o modo como o tema é explorado nos documentos oficiais e nos manuais escolares. Seguiu-se a definição do tópico (velocidade do som), do objetivo do estudo de aula e a discussão da natureza das tarefas. Ao longo das sessões, resolveram-se e discutiram-se tarefas, fazendo-se referência à sua natureza, anteciparam-se possíveis dificuldades de aprendizagem dos alunos no tópico e possíveis processos de raciocínio dos alunos na resolução das tarefas. Além disso, construiu-se e realizou-se uma tarefa de diagnóstico, concretizou-se a tarefa da primeira aula de investigação e elaborou-se o guião do planeamento da aula e de observação da aula. Na nona sessão, realizou-se a tarefa da primeira aula de investigação e observou-se a aula. Posteriormente, na décima sessão, designada de reflexão pós-aula, analisou-se os resultados dos alunos na primeira aula de investigação, discutiu-se os aspetos a melhorar na tarefa e preparou-se a observação da segunda aula de investigação. Na décima primeira sessão, os participantes observaram a segunda aula e realizaram os seus registos. Na última sessão, procedeu-se de modo idêntico à reflexão pós-aula do ciclo anterior e aperfeiçoou-se a tarefa e o planeamento da aula.

Os dados foram recolhidos por observação participante, através de um diário de bordo (DB) e registo vídeo das sessões (RV), entrevistas individuais (E), realizadas no final do estudo de aula, e reflexões escritas individuais (RE) e em grupo (RE em grupo) realizadas pelos futuros professores no final da fase de planeamento e no final do segundo ciclo, respetivamente. Na análise dos dados identificaram-se episódios significativos em função dos domínios em estudo: natureza das tarefas a propor aos alunos e dificuldades dos alunos no tópico.

Resultados

Natureza das tarefas

Em vários momentos do estudo de aula foram discutidas questões relacionadas com a natureza das tarefas que os futuros professores podem propor aos alunos, dando-se atenção às principais diferenças entre exercício, problemas e investigações. Além disso, discutiu-se o contexto das tarefas e a sua adequação com situações-problema relacionadas com as questões CTS. Nesta secção damos conta das perspetivas dos futuros professores em relação a estes dois aspetos.

Diferentes tipos de tarefas. Na sessão 3 a natureza das tarefas foi amplamente discutida. Na figura



seguinte apresenta-se um exemplo de uma das tarefas² analisadas pelos futuros professores:

Festival Eletrónico no Bairro

Está para ser aprovado em reunião de Câmara um festival de música eletrónica que se realizará num dos Bairros tradicionais de Lisboa, durante o mês de junho de 2015. A proposta a discutir refere que o festival apresenta a duração de três dias, onde é pretendido que os concertos se realizem nos diversos jardins e ruas de um bairro residencial com aproximadamente 22 000 habitantes, entre as 18h e as 4h.

Este festival já se realiza há alguns anos em algumas capitais da Europa e pretende trazer a Portugal alguns nomes importantes da música eletrónica, relacionando o que existe de mais tradicional num bairro Lisboaeta com o que há de mais eletrónico na música. Este facto traz benefícios à cidade, mas levanta muitas questões a considerar sobre a temática poluição sonora.

Cartaz

26 de junho (sexta-feira) Caribou, Mirror People Live
27 de junho (sábado) Benoit & Sergio, Nicolas Jaar
28 de junho (domingo) Poolside, Ricardo Villalobos



1- Cada grupo representa um dos seguintes papéis: Organização do Festival; Técnico de som; Representante da autarquia; Representante de moradores; Delegado de saúde; Representante de uma organização ambiental; Moderadores.

Figura 1. Exemplo das tarefas analisadas pelos futuros professores na sessão 3.

Ao analisarem esta tarefa, os futuros professores referiram que se tratava “de uma tarefa de *Roleplaying*, uma vez que os alunos tinham de desempenhar diferentes papéis” (DB, sessão 3). De facto, a tarefa solicitava aos alunos a representação de diferentes personagens, requerendo que aprofundassem os seus conhecimentos sobre o som e preparassem uma argumentação científica adequada ao seu papel. A figura 2 apresenta os papéis a representar pelos alunos e questões orientadoras das suas pesquisas:

² Tarefa elaborada por Neto (2016). A aprendizagem do som através de tarefas de investigação. Relatório da prática de ensino supervisionada. Lisboa: Universidade de Lisboa.



Personagem	Algumas questões orientadoras da pesquisa
Organização do Festival	Que cuidados pensam ter relativamente à intensidade sonora. Vão utilizar um sonómetro no festival?
Técnico de som	O que é o limiar de audição? O que é o limiar de dor? Para que serve um sonómetro e um audiograma?
Representante de uma autarquia	Quais as restrições colocadas à organização do festival no que diz respeito ao nível de intensidade sonora dos concertos? Porquê?
Representante de moradores	Quais são as consequências para os moradores da exposição a sons de elevada intensidade (música eletrónica).
Representante de uma organização ambiental	O que é a poluição sonora? Afeta apenas o ser humano ou pode causar danos a outros seres vivos? Quais?
Delegado de saúde	Quais os problemas de saúde resultantes da poluição sonora? A partir de que nível de ruído se considera ser nocivo para a saúde humana? E qual o período de exposição?
Moradores	São relevantes todas as referidas anteriormente

Figura 2. Tarefa "Festival Eletrónico no Bairro" analisada na sessão 3

Figura 2. Tarefa "Festival Eletrónico no Bairro" analisada na sessão 3.

Durante o momento de discussão da tarefa, os futuros professores reconheceram que esta possuía um elevado grau de desafio, em que os alunos investigam assuntos da ciência relacionados com o seu dia-a-dia, permitindo-lhes o desenvolvimento de várias competências. Com efeito, Carmo refere que "o objetivo da tarefa consistia no desenvolvimento de várias capacidades (...) os alunos teriam que argumentar e elaborar questões" e Pedro mencionou que "os alunos desenvolvem, também, capacidades de conhecimento substantivo" (DB, sessão 3).

A análise de um conjunto de tarefas desafiantes, com diferentes características, em que se discutiu a distinção entre problema e investigação, permitiu aos futuros professores realizar aprendizagens importantes para a sua formação. De facto, Carmo afirmou que:

Esta sessão, para mim, foi das mais importantes porque a ideia que eu tinha, e que deixei bem claro nessa aula, era que tudo era trabalho prático ou exercícios. Não havia problemas. (...) Foi muito importante ficar a saber as diferenças entre as tarefas... Para mim, resolução de exercícios, resolução de problemas e trabalho prático era tudo a mesma coisa (E).

Na perspetiva de Sara também foi "importante resolvermos algumas tarefas para conseguirmos ver as diferenças entre exercícios, problemas e tarefa de investigação porque no nosso dia-a-dia não fazemos essa distinção" (E). Pedro também considerou que discutir a natureza das tarefas foi importante, como mostra na sua reflexão escrita:

As tarefas de maior abertura permitem desenvolver nos alunos competências cognitivas como são, para além do conhecimento substantivo e o raciocínio, a comunicação e diferentes tipos de conhecimento. (...) Constatado que este tipo de ensino, por aplicação de tarefas de natureza mais aberta e desafio mais elevado, implicam uma preparação exaustiva que pode ser extenuante em termos de preparação e trabalho ao longo do tempo, mas cujos resultados estimulam a sua execução mais regular. (...) A tarefa é assim um veículo para a aprendizagem" (RE).

De facto, o uso de tarefas com um grau de abertura elevado, remetendo para contextos de natureza



social, é essencial num ensino que pretende envolver ativamente os alunos nas aprendizagens CTS e fomentar a sua literacia científica, tendo sido um dos aspetos valorizados pelos futuros professores.

Contexto das tarefas

O contexto das tarefas constitui um elemento de trabalho importante e que pode condicionar a natureza das tarefas a propor na sala de aula, por isso, esta questão foi amplamente discutida durante as sessões. Por exemplo, na construção da tarefa de diagnóstico (sessão 4) este foi um dos aspetos que foi alvo de atenção. Nesta tarefa pretendia-se que os alunos determinassem a rapidez de um objeto, para isso, escolheu-se um contexto que lhes fosse familiar, um jogo de futebol (Figura 4):

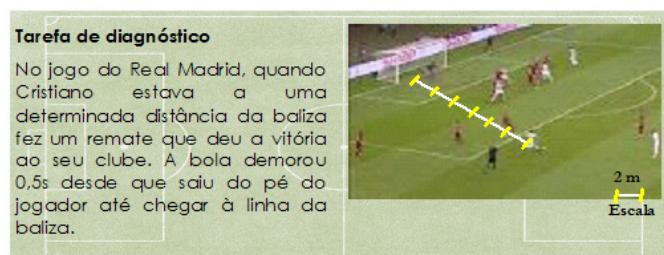


Figura 4. Contexto da tarefa de diagnóstico.

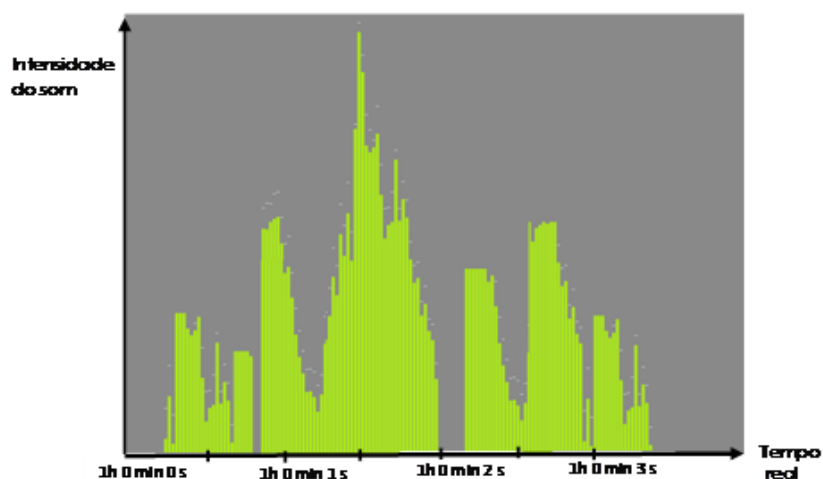
Os futuros professores reconheceram que a proximidade do contexto da tarefa com o dia-a-dia dos alunos lhes permite estabelecer uma ligação entre a ciência e a sua realidade de vida. Como referiu Pedro acerca desta tarefa, "A [sua] escolha deve também ter uma perspetiva educacional bem definida e cujo contexto seja próximo da vivência dos alunos, para estimular o seu interesse e sempre que possível extrapolar as suas aprendizagens para a sua realidade" (RE). Na verdade, os futuros professores reconhecem que, ao contextualizar a tarefa estão a tornar a situação mais relevante para o aluno, estimulando-o para a sua resolução.

Numa sessão posterior, a sessão 7, discutiu-se o contexto da tarefa a propor aos alunos na aula de investigação. Este contexto foi sofrendo alterações, de acordo com as sugestões do grupo até se chegar a um consenso. Por exemplo, uma das tarefas analisadas consistia num problema cuja resolução requeria a determinação do valor da velocidade do som de uma sirene a partir da distância percorrida, medida através de um mapa, e do tempo de propagação, medido com base no registo sonoro da sirene captado por um gravador. Apresenta-se a tarefa na figura 5:

Tarefa

○ Raúl afirma que consegue determinar a velocidade do som na sua casa desde que conheça a posição onde o som é produzido.
 ○ António diz que não é possível. Os dois fazem uma aposta. Quem ganha? Para saber quem ganha a aposta realizou-se uma experiência que permitiu recolher a seguinte informação:

- 1) ○ Raúl vive ao lado da estação de metro da Baixa / Chiado.
- 2) À 1h00 da manhã uma sirene emitiu um som intenso na estação de metro do Rossio.
- 3) ○ Raúl gravou o som da sirene da sua casa. Por volta dessa hora o som da sirene foi o som mais intenso que ouviu. O registo sonoro foi o que se apresenta na figura em baixo.



4) Dispõe-se do seguinte mapa:



Figura 5. Contexto de uma proposta de tarefa para a aula de investigação analisada na sessão 7.



Ao analisarem o contexto da tarefa, relacionado com uma situação do quotidiano, os futuros professores salientaram que os alunos poderiam ter dificuldades na sua interpretação. De facto, Carmo comentou que “o texto da tarefa é complicado” e Pedro concordou acrescentando “que é muita informação antes de iniciar as questões da tarefa e que os alunos podiam ter dificuldades em reter essa informação (...) e que a representação gráfica da onda sonora e a respetiva escala eram difíceis de interpretar (...) [nomeadamente] que a numeração do tempo podia levantar dificuldades” (RV, sessão 7).

Numa fase mais adiantada da sessão, discutiu-se uma outra proposta de tarefa, com outro contexto, que também permitia explorar o tópico da determinação do valor da velocidade do som. Esta tarefa foi sujeita a sucessivos melhoramentos, apresentando-se aqui a versão usada na aula de investigação (Figura 6).

Tarefa

1. Um “caça tempestades”, no preciso momento que vê um relâmpago (clarão), inicia a gravação do som. A figura seguinte representa o registo dessa gravação.

Figura 1 — Registo da gravação do trovão

1.1. Indiquem, relativamente ao trovão, o que aconteceu no instante de tempo igual a 0 segundo.

1.2. Indiquem o tempo que demorou o som do trovão até ser captado pelo microfone do gravador.

Figura 6. Exemplo da tarefa proposta aos alunos na primeira aula de investigação (sessão 9).

O contexto da tarefa era a trovoadas e pretendia-se que os alunos determinassem o valor da velocidade do trovão. A dada altura da realização da tarefa, os alunos teriam de determinar o tempo de propagação do trovão (questão 1.2). Para isso, teriam que identificar que o instante 0 s, no gráfico da figura, assinalava o início do trovão e que o tempo de propagação correspondia, assim, a 3 s. Ora, no instante 0 s ocorria, também, o relâmpago e como a velocidade de propagação da luz é muitíssimo superior à velocidade do trovão, este era observado “instantaneamente”, servindo de referência para assinalar o instante em que o trovão tinha início. Este raciocínio levantou muitas dificuldades aos alunos conforme se mostra no exemplo seguinte:

Aluna 1: Tens que dizer o que aconteceu aqui (e aponta para o gráfico no instante $t=0$ s). Não aconteceu nada.



Aluno 2: Se calhar é... É o início do clarão. É o clarão e depois vem o som (aponta para a região do gráfico em que há registo de som).

Aluna 3: Não aconteceu nada (refere-se ao instante $t=0$ s).

Aluna 1: Não, mas olha (dirige-se ao colega)... Isto aqui é a intensidade do som (aponta para a legenda da intensidade do som) isto aqui é o som (aponta para as barras).

Aluno 2: Sim.

Aluna 1: Mas no tempo zero só se vê o clarão. (...)

Aluna 3: (...) Sim, é o clarão. Não aconteceu nada, porque olha ali (aponta para o eixo da intensidade do som no instante 0 s percorrendo com o lápis o eixo), se acontecesse alguma coisa estava definida ali em cima (representação gráfica).

Aluno 2: Se calhar foi o início do trovão (...)

Aluna 3: Não, porque o início do trovão foi aqui no terceiro... (aponta para o instante 3 s) quando ele começou.

Aluno 2: Quando é que é o clarão, então?

Aluna 3: Então o clarão, o clarão...

(RV segunda aula de investigação, sessão 11)

No diálogo entre os alunos, foram bem evidentes as suas dificuldades em identificar o instante em que inicia o trovão (0 s), coincidente com o início do relâmpago (clarão). Apesar do contexto da trovoada ter sido muito discutido e ser consensual que podia levantar dificuldades aos alunos, os futuros professores quiseram mantê-lo, conforme referiu Pedro:

Pretende(u)-se assim incorporar (na tarefa) o desenvolvimento de outras competências como sejam a interpretação de gráficos e recolha de informação pertinente dos mesmos, correndo-se no entanto o risco, embora calculado, que os alunos não sejam capazes de responder à tarefa ou que confundam o instante em que se começa a ouvir o trovão (que determina o intervalo de tempo necessário para o cálculo da velocidade) com o intervalo de tempo de duração do trovão (RE).

Todavia, no final do estudo de aula, os futuros professores reconheceram que a trovoada não foi o contexto mais indicado para o estudo da velocidade do som, tendo levantado dificuldades aos alunos. É o que refere Carmo na entrevista: "Quando escolhemos (este contexto) não tínhamos noção que era tão complicado, isso também foi outra aprendizagem que fizemos, se calhar não era o mais adequado. (...) Achámos todos o contexto muito engraçado, era a trovoada, eram os caça fantasmas, eram as tempestades". Na verdade, manter a trovoada como contexto da tarefa foi do agrado dos três futuros professores, conforme referiram quando, em grupo, refletiram sobre este assunto: "na hipótese de um novo ciclo do estudo de aula, e dadas as reflexões efetuadas nos primeiros dois ciclos sobre o contexto escolhido para a introdução ao conceito da velocidade do som, optaríamos por escolher um outro contexto" (RE em grupo).

Todo o processo de seleção de um contexto e a sua discussão após as aulas de investigação levou os futuros professores a valorizarem a sua importância na aprendizagem dos alunos, conforme revelam na reflexão escrita em grupo:

De forma a tentar que os alunos se sentissem impelidos e curiosos relativamente à tarefa e sua resolução, o contexto escolhido foi também cautelosamente selecionado, para que fosse próximo da realidade dos alunos e na procura de que apresentando um caso que conhecessem fosse mais fácil chegar ao objetivo da determinação da velocidade



de propagação do som (RE em grupo).

Com efeito, o contexto da tarefa foi muito discutido, uma vez que os alunos se envolvem na aprendizagem da ciência quando os assuntos vão ao encontro dos seus interesses, suscitando-lhes curiosidade como mencionam os futuros professores. De facto, os contextos das tarefas que remetem para fenómenos sociais e naturais do dia-a-dia dos alunos interessam-lhes e envolvem-nos na sua aprendizagem, suscitando-lhes curiosidade como mencionam os futuros professores. O desenvolvimento da literacia científica requer que os alunos estabeleçam ligações entre a ciência e a sua realidade de vida. Os exemplos apresentados mostram que os futuros professores aprenderam a valorizar contextos que permitem aos alunos envolver-se com os assuntos da ciência em situações que lhes são familiares.

Dificuldades dos alunos

A participação no estudo de aula permitiu que os futuros professores estivessem mais atentos às dificuldades dos alunos no tópico. Por exemplo, na sessão 12 analisaram-se as respostas dos alunos quando determinaram o valor da velocidade do trovão e discutiram-se as suas dificuldades. Estes momentos foram importantes para a formação dos futuros professores, como referiu Sara: “os alunos durante a aula de investigação não estavam seguros da expressão que deviam usar (...) Este valor [da velocidade do trovão] foi resultado de muita discussão. Primeiro, os alunos começaram por escrever Δt a dividir por d e depois d a dividir por Δt ” (RV, sessão 12).

Na verdade, a determinação do valor da velocidade do trovão requeria que os alunos efetuassem o quociente do valor do deslocamento (d), pelo intervalo de tempo (Δt), e esta expressão algébrica não era do conhecimento de todos. Também, a análise das respostas dos alunos veio revelar que nem sempre compreendiam bem o que escreviam, mesmo quando recorreram à expressão algébrica adequada, como mostra o registo escrito que se segue:

$$2. v = \frac{d}{\Delta t} \Leftrightarrow v = \frac{1020}{3} = 340 \text{ m/s}$$

Figura 7. Registo escrito de alunos na questão 2 da tarefa da segunda aula de investigação.

O exemplo apresentado mostra que existiram dificuldades, uma vez que a divisão de 1020 m por 3 s é igual a 340 m/s, um resultado diferente do apresentado por este grupo de alunos. Para além destas dificuldades, a linguagem matemática e a definição das unidades também levantaram dificuldades identificadas pelos futuros professores, conforme deram a conhecer na reflexão escrita:

Verificou-se que, no geral, os alunos conseguem calcular a velocidade do som, embora alguns grupos apresentem falhas na sua resolução, tais como não apresentarem a resposta final por escrito, não indicarem a expressão do cálculo da velocidade e ainda demonstrarem alguma dificuldade em relação à apresentação das unidades corretas (RE em grupo).



De facto, durante esta sessão deu-se muita atenção à natureza das dificuldades dos alunos e ao modo como calcularam o valor da velocidade do trovão.

Ainda durante a sessão 12, analisaram-se as respostas dos alunos na questão 3 da tarefa. Nessa questão pedia-se aos alunos para explicarem o significado do valor que tinham calculado na questão anterior (o valor da velocidade do trovão). O exemplo seguinte mostra como um dos grupos respondeu:

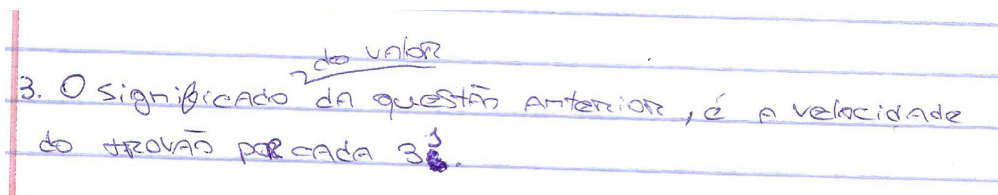


Figura 8. Registo escrito de alunos na questão 3 da tarefa da segunda aula de investigação.

O exemplo apresentado revela que existiram dificuldades em explicar o que significa a velocidade do trovão ser de 340 m/s. Carmo foi ao encontro deste resultado, ao referir que “no grupo também não compreenderam o cálculo, uma vez que um dos alunos ditou a resposta aos seus colegas, não havendo espaço para discussão” (RV, sessão 12). Na verdade, a dificuldade em explicar o significado do valor da velocidade do trovão foi geral a todos os alunos.

Em suma, a discussão aprofundada sobre as dificuldades dos alunos no tópico constituiu um momento importante para a formação dos futuros professores, conforme referiu Pedro na entrevista:

Esta questão de, talvez inicialmente tomar como adquirido de que por eles (alunos) terem falado do conceito de rapidez média no 7.º ano ser uma coisa imediata, e a constatação que de facto não é (...) Foi um fator muito importante. O outro [fator] é de tentar “descer” ao nível deles, (...) no sentido de perceber que a questão do som não ser uma entidade corpórea se torna uma dificuldade ainda maior para eles (E).

Também, Carmo partilhou das ideias de Pedro relativamente às dificuldades dos alunos no tópico, conforme deu a conhecer na entrevista:

Demos este tópico de forma muito mais aprofundada e olhei para ele de outra forma, uma forma que não estava habituada. Realmente, é a grande dificuldade que os alunos têm em compreender o som, realmente o som é algo que não veem, é algo que é muito difícil de explicar (...) Muitas vezes, não se vai ao fundo da questão e nós, com a nossa tarefa, quisemos ir ao fundo da questão, e isso para mim foi útil, principalmente para ver as dificuldades que eles tinham, foi muito isso que eu tirei da aplicação da tarefa (E).

De facto, durante o estudo de aula os futuros professores aprofundaram os seus conhecimentos no tópico (determinação da velocidade do som e o seu significado) e sobre as dificuldades que a aprendizagem deste tópico levantou aos alunos quando recorreram a tarefas desafiantes na sala de aula. Estas sessões de trabalho permitiram aos futuros professores adquirir uma outra perspetiva sobre este tópico e sobre o seu ensino, agora, mais centrado nos alunos, eventualmente generalizável para o planeamento e lecionação de outros tópicos.



Para que os alunos possam compreender as questões CTS precisam de construir melhores aprendizagens em ciência, em contexto. Uma perspetiva de ensino mais centrada no aluno e uma maior sensibilidade para identificar as dificuldades dos alunos no tópico, torna os futuros professores mais capazes de os ajudar a compreender as questões da ciência em contexto, fomentando a sua literacia científica.

Conclusões

A urgência de envolver os alunos em questões CTS e em situações de aprendizagem para as quais têm que pensar criticamente e tomar decisões coloca importantes desafios aos professores (Galvão, Reis, Freire, & Faria, 2011). O uso de tarefas com um grau de desafio mais elevado e com contextos que remetem para os fenómenos sociais e do dia-a-dia dos alunos permite aos professores fazer face a alguns desses desafios. Deste modo, os professores são fundamentais na criação destes ambientes de aprendizagem favoráveis ao desenvolvimento de um conjunto de competências que favorecem a literacia científica dos alunos. Neste sentido, é importante, desde a formação inicial, preparar os futuros professores para dar resposta a estes desafios.

Esta investigação mostra que o estudo de aula realizado, pelas suas características colaborativas e reflexivas, centrado na discussão aprofundada da prática letiva, bem como sessões formativas muito exigentes do ponto de vista da sua preparação, permitiu aos futuros professores aprender aspetos da prática letiva que vão ao encontro das atuais exigências do ensino das ciências (NRC, 2000; 2013; Osborne & Dillon, 2008). Com efeito, a participação dos futuros professores no estudo de aula possibilitou-lhes conhecer que existem tarefas de diferentes tipos e valorizar tarefas com um maior grau de abertura, com uma forte ligação ao dia-a-dia dos alunos. Estes aspetos são essenciais para que os alunos reconheçam a importância da ciência na compreensão do seu quotidiano (Galvão, Reis, Freire, & Faria, 2011). Além disso, as aprendizagens que realizaram ao identificar as dificuldades dos alunos num domínio específico do currículo, permitiram-lhes adquirir uma perspetiva sobre o ensino e a aprendizagem das ciências mais centrada no aluno.

Neste estudo, as sessões foram preparadas com grande profundidade, dando muita atenção à natureza das tarefas e refletindo cuidadosamente sobre as dificuldades dos alunos. Neste caso, tal como defendem Sims e Walsh (2009), os participantes sentiram-se confiantes e empenharam-se na sua formação, tendo aprendido a elaborar tarefas mais desafiantes para os alunos, a valorizar contextos relacionados com o dia-a-dia e a identificar as dificuldades de aprendizagem dos alunos no tópico. Trata-se, por isso, de um exemplo que representa uma boa prática de formação, capaz de dar resposta ao preconizado pelas recomendações internacionais para o ensino das ciências.

Verifica-se que a especificidade cultural e social de cada país é relevante para que os estudos de aula contribuam positivamente para o desenvolvimento profissional dos participantes (Fernandez, 2002; Fujii, 2014). Em Portugal, realizaram-se diversas investigações sobre estudos de aula, com professores de Matemática, e bem-sucedidos (e.g., Ponte, Baptista, Velez, & Costa, 2012, 2014). A investigação, segundo o modelo de Ponte (2015) com futuros professores de física e química, encontra-se numa fase inicial. Assim, importa continuar a aprofundar este modelo formativo na formação inicial para que dele se tirem todos os benefícios possíveis.



Referências

- Anderson, C. (2014). Perspectives on science learning. In S. Abell, & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 3-30). New York, NY: Roudledge.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A. M. (2012). Ensinando astronomia nas aulas de Física: a investigação como motor de mudança no professor. In V. Tiburcio, & A. P. Bossler (Orgs.), *Boas práticas docentes: Histórias de sucesso e superação de dificuldades* (pp. 51-77). Curitiba/PR: Honoris Causa.
- Burroughs, E. A., & Luebeck, J. L. (2010). Pre-service teachers in Mathematics lesson study. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 7(2-3), 391-400.
- Bybee, R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education* (pp. 25-35). Dordrecht: Springer.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Chamberlain, K., & Crane, C. (2009). *Reading, writing, and inquiry in the science classroom, grades 6-12: Strategies to improve content learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Doig, B., Groves, S., & Fujii, T. (2011). The critical role of task development in lesson study. In L. Hart, A. Alston, & A. Murata (Eds.), *Lesson study research and practice in mathematics education* (pp.181-200). Dordrecht: Springer.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 119-161). New York, NY: Macmillan.
- Faria, C., Freire, S., Galvão, C., Reis, P., & Baptista, M. (2012). Students as risk of dropping out: how to promote their engagement with school science? *Science Education International*, 23(1), 20-39.
- Fernandez, C. (2002). Learning from Japanese approaches to professional development: the case of lesson study. *Journal of Teacher Education*, 53(5), 393-405.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: a Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fernandez, C., Cannon, J., & Chokshi, S. (2003). A US-Japan lesson study collaboration reveals critical lenses for examining practice. *Teaching and Teacher Education*, 19(2), 171-185.
- Freire, S., Baptista, M., Carvalho, C., Freire, A., Oliveira, T., & Azevedo, M. (2009). Disengagement with school: Classroom investigations as a possible solution. *Problems in Education in 21st Century*, 13, 44-53.
- Fujii, T. (2014). Implementing Japanese lesson study in foreign countries: Misconceptions revealed. *Mathematics Teacher Education and Development*, 16(1), 65-83.
- Galini, R., & Kostas, K. (2014). Reflection of pre-service teachers in a tabletop exercise of lesson study



during their practicum. *Procedia-Social and Behavior Sciences*, 152, 868-873.

Galvão, C. (Coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações Curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação (DEB).

Galvão, C., Faria, F., Freire, S., & Baptista, M. (2013). Curriculum conception, implementation and evaluation: an experience. In B. Akpan (Ed.), *Science Education: a Global Perspective* (pp. 228-252). Abuja: Next Generation Education.

Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Almeida, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in Portuguese Science classes. *Research in Science Education*, 41(5), 651-666.

Kostas, K., Galini, R., & Maria, M. (2014). The practicum in pre-service teachers' education in Greece: the case of lesson study. *Procedia-Social and Behavior Sciences*, 152, 868-873.

Lerdeman, N. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education* (pp. 301-318). Dordrecht: Springer.

Lewis, C., Perry, R., & Murata, A. (2006). How should research contribute to instructional improvement: a case of lesson study. *Educational Researcher*, 35(3), 3-14.

Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers: Pedagogical content knowledge*. Clayton, Austrália: Sense.

Murata, A. (2011). Introduction: Conceptual overview of lesson study. In L. C. Hart, A. Alston, & A. Murata (Eds.), *Lesson study research and practice in mathematics education* (pp. 1-12). New York, NY: Springer.

NRC (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.

NRC (National Research Council) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) (2003). *The PISA 2003 assessment framework*. Paris: OCDE. Consultado em <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf>

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: King's College London.

Pektas, M. (2014). Effects of lesson study on science teacher candidates' teaching efficacies. *Educational Research and Reviews*, 9(6), 164-172.

Ponte, J. P. (2015). Lesson studies in preservice teacher education. Paper to be presented at the *ICME 13 (International Congress of Mathematical Education)*, Hamburg, Germany. Consultado em <http://www.icme13.org/>

Ponte, J. P., Baptista, M., Velez, I., & Costa, E. (2014). O contributo dos estudos de aula para as aprendizagens profissionais dos professores. In A. Flores (Ed.), *Formação e desenvolvimento*



profissional de professores: contributos internacionais (pp.171-192). Coimbra: Almedina.

Ponte, J. P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2015). Exercícios, problemas e explorações: perspetivas de professoras num estudo de aula. *Quadrante*, 24(2), 111-134.

Ricks, T. E. (2011). Process reflection during Japanese lesson study experiences by prospective secondary mathematics teachers. *Journal of Mathematics of Teacher Education*, 14(4), 251-267.

Sabel, J., Forbes, C. T., & Flynn, M. L. (2016). Elementary teachers' use of content knowledge to evaluate students' thinking in the life sciences. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1077-1099. doi: 10.1080/09500693.2016.1183179

Sims, L., & Walsh, D. (2009). Lesson study with preservice teachers: lessons from lessons. *Teaching and Teacher Education*, 25, 724-733.

Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York, NY: Free Press.

Welch, W., Klopfer, L., Aikenhead, G., & Robinson, J. (2006). The role of inquiry in science education: analysis and recommendations. *Science Education*, 65(1), 33-50.