

Estudo de aula interdisciplinar na formação de futuros professores de Matemática e Ciências Naturais do 2.º ciclo do ensino básico

Interdisciplinary lesson study in teacher education of mathematics and science preservice teachers of elementary school

Neusa Branco

Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Educação de Santarém
Portugal
neusa.branco@ese.ipsantarem.pt

Bento Cavadas

Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Educação de Santarém
CeIED, Universidade Lusófona
Portugal
bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

Resumo. Este artigo apresenta um estudo de aula (EA) interdisciplinar, no qual participam cinco futuras professoras de Matemática e Ciências Naturais do 2.º ciclo do ensino básico (CEB). O seu objetivo é compreender o contributo de dois ciclos do EA para a formação de futuros professores sobre o trabalho interdisciplinar. Os futuros professores planificam, lecionam e discutem uma proposta didática interdisciplinar estruturada em tarefas de Ciências Naturais sobre biodiversidade e tarefas de Matemática relativas a geometria e medida e organização e tratamento de dados. A recolha de dados tem por base documentos de planificação das aulas, guiões da proposta de trabalho, produções dos alunos, registos áudio e fotográficos e reflexões das futuras professoras. A análise interpretativa dos dados incidiu sobre a planificação das aulas e a reflexão das futuras professoras sobre a aprendizagem dos alunos do 2.º CEB. Os resultados evidenciam que o envolvimento das futuras professoras nos dois ciclos do EA contribui para o seu conhecimento quanto ao trabalho interdisciplinar com enfoque no conhecimento sobre o currículo, estratégias de ensino, elaboração de propostas de trabalho e a aprendizagem dos alunos em Matemática e Ciências Naturais.

Palavras-chave: estudo de aula; formação de professores; interdisciplinaridade; matemática; ciências naturais.

Abstract. This paper presents an interdisciplinary lesson study (LS), in which have participated five preservice teachers of Mathematics and Natural Sciences of elementary school. Its aim is to

understand the contribution of two cycles of LS to the preservice teachers' education about interdisciplinary work. The preservice teachers plan, teach and discuss an interdisciplinary didactic proposal structured in science tasks about biodiversity and mathematics tasks related with geometry and measurement and data analysis. The data collection is based on lesson planning documents, guidelines for the work proposal, student productions, audio and photographic records and reflections of the preservice teachers. The interpretative analysis of the data is focused on the preservice teachers' planning and reflection about students' learning from two 5th grade classes. The results show that the engagement of preservice teachers in the two cycles of LS contributes to their knowledge about interdisciplinary practices, with a focus on knowledge about the curriculum, teaching strategies, the development of educational resources and students' learning on Mathematics and Science.

Keywords: lesson study; teacher education; interdisciplinarity; mathematics; sciences.

Recebido em abril de 2020

Aceite para publicação em junho de 2020

Introdução

Na formação inicial por vezes constata-se que alguns dos futuros professores optam, na sua prática, por um modelo de ensino transmissivo que eventualmente podem ter experienciado enquanto alunos, por o considerarem mais seguro para enfrentar os desafios das atividades letivas diárias. Para evitar a repetição desse modelo, as experiências proporcionadas aos estudantes durante a formação inicial de professores assumem uma grande relevância (Leavy & Hourigan, 2016), permitindo desafiar as suas concepções através da vivência de diferentes modelos educativos. Por essa razão, é importante que a formação inicial proporcione, aos futuros professores, contextos que lhes permitam refletir criticamente sobre as experiências anteriores de sala de aula, enquanto, ao mesmo tempo, proporciona suporte e orientação sobre a inovação em educação. A inovação em educação é entendida como “qualquer mudança dinâmica que visa adicionar valor ao processo educativo e que resulta em resultados mensuráveis, quanto à satisfação das partes envolvidas ou ao desempenho educativo” (OECD/CERI, 2010, p. 14). De acordo com Fullan (2015), uma inovação em educação significativa deve abranger três dimensões: o uso de novos recursos (propostas de trabalho, currículo ou tecnologias), o uso de novas abordagens de ensino e a alteração nos pressupostos e teorias pedagógicas subjacentes a novas políticas ou programas. No presente trabalho, a inovação resulta da abordagem de ensino associada a um estudo de aula (EA) interdisciplinar em Matemática e Ciências.

O EA, pelas suas características, constitui uma oportunidade para fomentar a investigação da prática de ensino. Se essa investigação é sempre relevante, torna-se ainda mais importante em momentos associados a alterações curriculares como a que ocorreu em

Portugal, focada no desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, expressas no perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória (Ministério da Educação [ME], 2017). As aprendizagens essenciais definidas em 2018, ainda que por área disciplinar, valorizam o trabalho de natureza interdisciplinar (Decreto-Lei n.º 55/2018). As áreas de Matemática e Ciências Naturais, particularmente no 2.º CEB, são bastante propícias ao estabelecimento de ligações entre si porque, entre outros aspetos, podem ser lecionadas pelo mesmo professor. Esse potencial de articulação permite concretizar propostas conjuntas que abordem conhecimentos específicos de ambas. Esse trabalho interdisciplinar deve emergir de uma gestão curricular flexível, combinando múltiplas disciplinas numa mesma atividade (Roth, 2014), tal como a abordagem apresentada no presente estudo.

Este trabalho tem como principal objetivo identificar o contributo de um EA, estruturado em dois ciclos, para a formação de futuros professores sobre o trabalho interdisciplinar em Matemática e Ciências Naturais, no contexto do 2.º ciclo do ensino básico (CEB). Deste objetivo decorrem duas questões de investigação:

Q1: Quais os aspetos da planificação de uma proposta de trabalho interdisciplinar de Matemática e Ciências que as futuras professoras contemplam num EA?

Q2: Que aprendizagens dos alunos no contexto da implementação da proposta de trabalho interdisciplinar são identificadas pelas futuras professoras durante o EA?

O modelo dos estudos de aula

Os EA são um modelo de desenvolvimento profissional iniciado no Japão, através do qual os professores apresentam, reformulam e partilham conhecimento didático através da prática letiva e da colaboração com os seus pares (Shimahara, 2002). O EA tem, nas últimas décadas, sido alvo de várias experiências de formação e de investigação em todo o mundo. Preocupa-se com o desenvolvimento do conhecimento da prática profissional dos professores através de estratégias de colaboração, reflexão e de promoção do pensamento crítico sobre a prática (Marble, 2012). Um EA pode consistir num único ciclo ou em vários ciclos de planificação, implementação, observação e reflexão sobre as aulas (Figura 1).

Os ciclos do EA incluem um momento inicial, em que o grupo do EA reúne para definir a questão a investigar, com foco na aprendizagem dos alunos (Bjuland & Mosvold, 2015; Dudley, 2014; Lewis, Perry, & Murata, 2006; Marble, 2012; Sims & Walsh, 2009; Vrikki et al., 2017). O grupo do EA é o conjunto de professores que vão participar nesse estudo. Os participantes podem assumir o papel de professores, mas também de investigadores da sua prática (Bjuland & Mosvold, 2015; Leavy & Hourigan, 2016), ou serem observadores. A essa etapa segue-se a planificação colaborativa da aula de investigação (etapa 1.1.). A aula de investigação é a unidade de análise (Leavy & Hourigan, 2016) que será usada pelo grupo do EA para recolha de evidências que darão resposta à questão de investigação. Na planificação deve-se identificar os objetivos gerais e específicos de aprendizagem, antecipar o que os

alunos já sabem sobre o assunto, selecionar o modo de recolha de dados, descrever a estratégia de aprendizagem e enquadrar teoricamente a abordagem usada (Dudley, 2014). Posteriormente, um professor desse grupo leciona a aula de investigação, enquanto os restantes observam-na (etapa 1.2.). A concretização da aula de investigação e a observação visam a recolha de dados sobre a aprendizagem dos alunos. O foco da observação pode ser toda a turma, um grupo pequeno de alunos ou apenas um aluno (Dudley, 2014). Os dados podem ser recolhidos através de instrumentos diversificados, como: (i) diários de bordo; (ii) gravação áudio das aulas; (iii) gravação vídeo das aulas; (iv) reflexões escritas dos professores e (v) produções dos alunos. Dudley (2014) também sugere que sejam realizadas entrevistas a alguns alunos para recolher informação sobre a aula de investigação (etapa 1.3.). O ciclo de EA inclui um momento de discussão e de reflexão sobre a aula de investigação (etapa 1.4.). Essa reflexão não visa necessariamente a análise do desempenho do professor, mas é focada num determinado aspeto pedagógico que suscitou o EA e deve ter por base os dados recolhidos durante a aula de investigação. Os dados podem ser usados para analisar a aprendizagem dos alunos, o conteúdo específico lecionado, o *design* da aula e da unidade de ensino, assim como outros aspetos relacionados com o processo de ensino e aprendizagem, de modo a obterem-se conclusões (Dudley, 2014). As conclusões provenientes do momento de discussão, devem ser tomadas em consideração no segundo ciclo do EA. No final deste ciclo, ou de outro ciclo caso seja necessário, deve ocorrer um momento de divulgação dos resultados para que a comunidade educativa alargada possa aprender com os mesmos (Dudley, 2014).

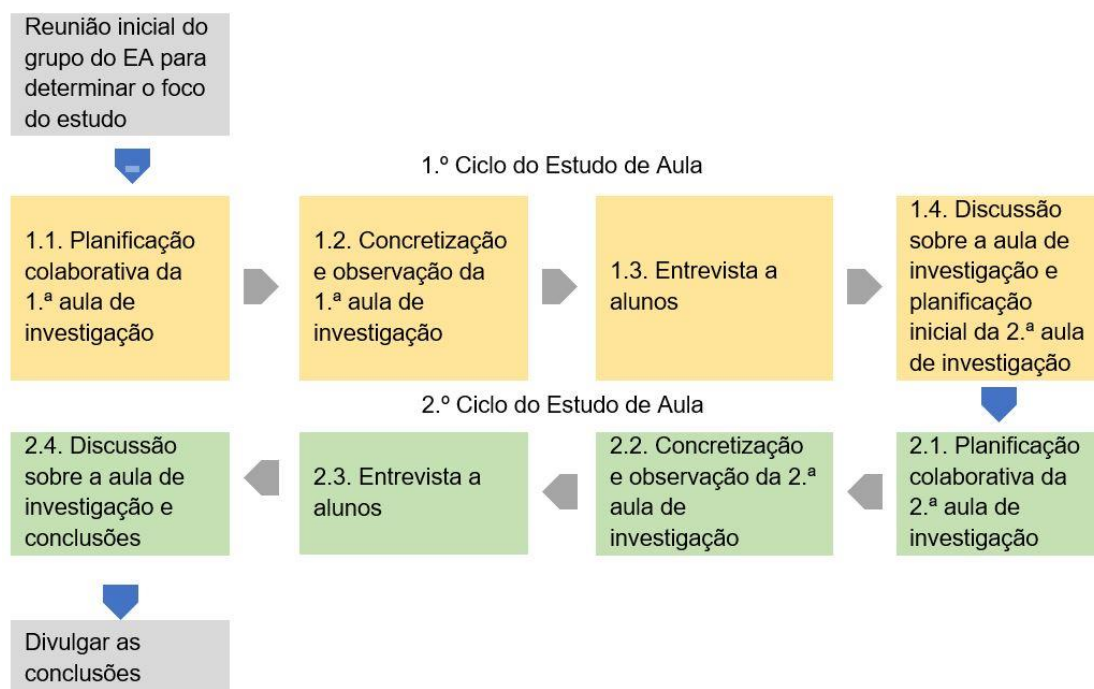


Figura 1. Ciclos sucessivos e etapas de um estudo de aula (adaptado de Dudley, 2014)

A sala de aula é um dos ambientes mais apropriados para realizar a investigação da prática de ensino e o EA um modelo adequado para proporcionar o desenvolvimento profissional dos professores. A participação de professores em EA conduziu a melhorias na consecussão dos objetivos de aprendizagem dos alunos quando o EA foi aplicado numa estratégia de melhoria global da escola em que foi realizado (Hadfield & Jopling, 2016). Há também fortes evidências de que o desenvolvimento profissional pode ser influenciado positivamente quando os professores em formação estão envolvidos num grupo de EA (Vrikki, et al., 2017). Por exemplo, Quaresma e Ponte (2017), num EA realizado com professores de Matemática de 2.º CEB, concluem que promoveu aprendizagens nos professores envolvidos relativas ao conhecimento do currículo, dos alunos e dos seus processos de aprendizagem sobre o assunto em estudo e ao conhecimento da prática letiva. Contudo, é necessário realizar mais estudos para descrever a evolução do conhecimento dos professores num ciclo de EA ou em ciclos sucessivos de EA (Shuilleabhain & Clivaz, 2017), como se propõe o presente trabalho.

Estudos de aula na formação inicial de professores

Apesar do EA ser usado habitualmente para o desenvolvimento profissional dos professores em serviço, há vários estudos que o aplicam na formação dos futuros professores (Baptista, Conceição, & Ponte, 2020; Bjuland & Mosvold, 2015; Cajkler & Wood, 2016; Cajkler, Wood, Norton, & Pedder, 2013; Fernández, 2005; Fernández, 2010; Leavy & Hourigan, 2016; Marble, 2012; Merichelli & Curi, 2016; Saito et al., 2006). Uma dimensão essencial na formação dos futuros professores é o desenvolvimento da sua capacidade de aprender a partir da prática pedagógica, tendo o EA o potencial para servir de contexto a esse processo (Cohan & Honigsfeld, 2007; Sims & Walsh, 2009). A Figura 2 apresenta a organização de um EA na formação inicial de professores proposta por Cajkler et al. (2013).

Neste caso, o grupo de EA é constituído por um professor mais experiente (formador) e um professor menos experiente (futuro professor). Esse grupo pode ainda ser constituído por outros professores (etapa 1). Uma vez constituído o grupo de EA, este deve decidir a questão a investigar. O grupo planifica uma aula de investigação detalhada, com o foco na aprendizagem dos alunos e identificando os alunos a observar (etapa 2). Posteriormente, o formador leciona a aula de investigação, enquanto os outros elementos do grupo observam e recolhem evidências do trabalho dos alunos (etapa 3). Essas evidências são analisadas num momento de discussão entre o grupo do EA no enquadramento do problema inicial (etapa 4). As conclusões dessa discussão são incorporadas num novo momento de planificação que irá conduzir a uma nova aula de investigação, agora lecionada pelo futuro professor e observada pelos restantes (etapa 5) (Cajkler et al., 2013).

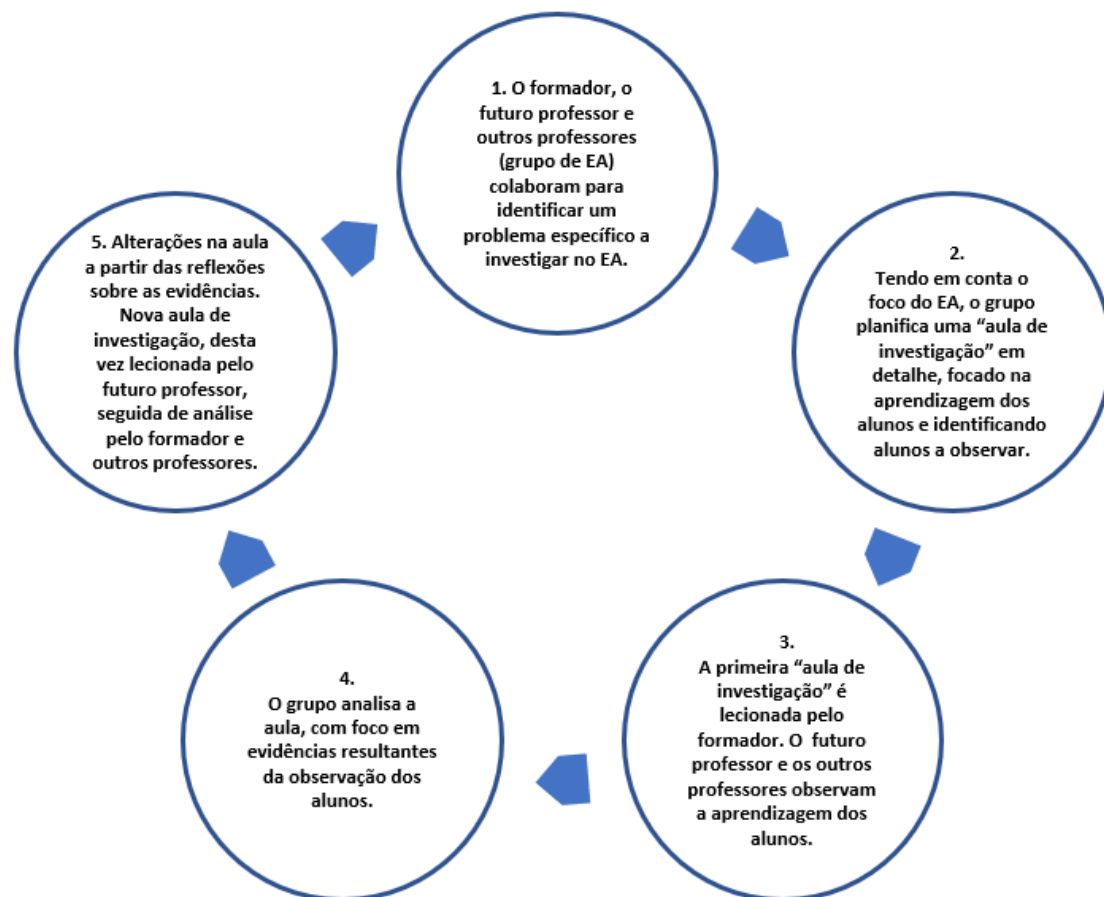


Figura 2. Momentos de um EA adaptado à formação inicial de professores (adaptado de Cajkler et al., 2013)

Portanto, a principal diferença relativamente ao EA proposto por Dudley (2014) é o facto de um professor menos experiente (futuro professor) observar, num primeiro momento, uma aula de investigação lecionada por um professor mais experiente (formador). Num segundo momento, o futuro professor concretiza uma segunda aula de investigação, após as devidas reformulações que decorrem de reflexões do grupo de EA sobre primeira aula de investigação.

A vivência de um EA pode trazer vários benefícios aos futuros professores: aprendem a refletir com mais profundidade sobre objetivos de aprendizagem a longo prazo (Sims & Walsh, 2006); melhoram a planificação e execução das suas aulas (Cohan & Honigsfeld, 2007; Fernández, 2010; Merichelli & Curi, 2016; Sims & Walsh, 2006); aprendem abordagens de ensino mais eficazes (Fernández, 2010; Saito et al., 2006; Sims & Walsh, 2006); aprofundam o conhecimento do conteúdo (Fernández, 2005; Fernández, 2010; Sims & Walsh, 2006); aumentam a sua literacia pedagógica (Cajkler & Wood, 2016); focam-se na aprendizagem dos alunos e não na ação do professor (Fernández, 2010). O EA contribui também para o aumento do reconhecimento dos benefícios da colaboração entre futuros professores (Cohan & Honigsfeld, 2007; Merichelli & Curi, 2016; Sims & Walsh, 2006) e entre professores experientes (Bae et al., 2016; Hadfield & Jopling, 2016).

No entanto, o EA quando desenvolvido com futuros professores também acarreta algumas dificuldades. Segundo Bjuland e Mosvold (2015) alguns constrangimentos manifestam-se na observação estruturada das aprendizagens dos alunos durante a aula de investigação, na formulação da questão de investigação e na organização da aula de modo a tornar a aprendizagem dos alunos observável. Essa dificuldade de focar a observação na aprendizagem dos alunos pode decorrer do facto de os futuros professores darem mais atenção às metodologias de ensino do que a essas aprendizagens (Saito et al., 2006; Sims & Walsh, 2009).

Interdisciplinaridade em Matemática e Ciências

A associação *Science Europe* (2018), num relatório dedicado à interdisciplinaridade na ciência, menciona que essa abordagem é cada vez mais usada para lidar com questões científicas complexas e grandes desafios da sociedade. Na literatura existem múltiplas conceções sobre interdisciplinaridade, quer quanto ao objeto, quer quanto ao método. Tendo em conta os objetivos do presente trabalho é usada a apresentada por Greef, Post, Vink e Wenting (2017): “a integração interdisciplinar pode ser definida como a síntese entre duas ou mais visões disciplinares – obtidas a partir de diferentes perspetivas – com novo conhecimento” (p. 33). O trabalho interdisciplinar implica uma reorganização do processo de ensino-aprendizagem e pressupõe um trabalho cooperativo entre os professores (Pombo, Levy & Guimarães, 1994). Porém, esse trabalho interdisciplinar pode, em algumas situações, ser complexo e de difícil concretização (Pombo, 2005). A transposição da integração interdisciplinar para práticas interdisciplinares em educação acarreta várias dificuldades, como o facto de os professores de diferentes disciplinas terem, naturalmente, distintas práticas disciplinares e diferentes objetivos de aprendizagem a alcançar (Williams & Roth, 2019). Outra dificuldade manifesta-se ao nível do conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo pelos professores, em particular relativamente às disciplinas das quais não são especialistas (Koirala & Bowman, 2003). Uma forma de obviar essas dificuldades e de promover a integração é relacionar o currículo de Matemática com outra área, como as Ciências, com o intuito de encontrar propostas de trabalho comuns, dinamizadas pelos professores de Matemática e de Ciências, e que vão ao encontro dos objetivos de aprendizagens das duas áreas, formando uma rede curricular interdisciplinar (Cavadas & Mestrinho, 2019).

Para que as práticas interdisciplinares sejam mais frequentes na ação pedagógica dos professores, é importante que, desde a formação inicial, exista contacto com ambientes de aprendizagem que favoreçam a reflexão, a prática coletiva e o diálogo entre as diferentes disciplinas (Cavadas & Mestrinho, 2019; Feistel & Maestrelli, 2012; Koirala & Bowman, 2003), para promoverem a integração da Matemática com as Ciências na sua futura prática de ensino (Cavadas & Mestrinho, 2019; Koirala & Bowman, 2003; Lima & Ramos, 2017). Por

essa razão, é importante que os próprios professores do ensino superior dinamizem propostas de trabalho conjuntas para melhorar as suas estratégias de ensino em contextos interdisciplinares (Bobônová et al., 2019).

A título de exemplo, apresentam-se duas experiências de formação inicial de professores, num contexto interdisciplinar, uma de professores do 3.º ciclo e ensino secundário e outra de estudantes de Educação Básica. Oliveira, Henriques e Baptista (2019) propuseram a futuros professores de Física e Matemática do 3.º ciclo e ensino secundário um cenário de aprendizagem construído em torno da abordagem STEM, com recurso a tecnologia, sobre a temática do degelo no Alasca. Concluíram que a integração da tecnologia no cenário atendeu, na generalidade, às três dimensões do modelo de *Authentic Integration* (Treacy & O'Donoghue, 2014) proposto, nomeadamente quanto ao desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores sobre a articulação entre as duas áreas. No contexto de um curso de licenciatura em Educação Básica, Cavadas e Mestrinho (2019) referem propostas de trabalho interdisciplinares entre a Matemática e as Ciências, relacionadas com uma rede curricular interdisciplinar organizada nas temáticas da origem, evolução e futuro da vida. Os autores constatam que essas propostas contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento do conteúdo da Matemática e das Ciências em estudantes em formação inicial de professores e para a valorização do trabalho interdisciplinar na sua aprendizagem.

Os EA podem ser também uma estratégia adequada para colocar os futuros professores em contextos de formação de natureza interdisciplinar. Os estudos de aula interdisciplinares caracterizam-se principalmente por serem realizados por equipas interdisciplinares (Lewis & Hurd, 2011; Stepanek et al., 2007; Whisenhunt, 2009) em que professores de diferentes áreas colaboram entre si para estudarem e melhoraram as suas práticas. É o caso do EA realizado por Capone, Adesso e Manolino (2020) que procura analisar o modo como a colaboração de professores de Matemática com professores de outras áreas contribui para a aprendizagem de Matemática de alunos do ensino secundário, ou o trabalho de Whisenhunt (2009), que estudou o modo como professores de Matemática, Ciências, Inglês e Estudos Sociais colaboram entre si, no contexto de um EA, para a integração de tecnologias nas suas práticas.

São ainda pouco frequentes os estudos de aula focados em aulas interdisciplinares, nos quais os professores planificam, implementam e avaliam propostas de trabalho interdisciplinar. Yang (2017), num EA sobre o tema embalagens e presentes, em que relaciona a Matemática com as Artes, verifica que os professores refletem significativamente sobre o conteúdo, atividades práticas e grau de integração das duas áreas. Quanto a um EA interdisciplinar entre a Matemática e as Ciências realizado em Portugal, destaca-se uma comunicação realizada por Cavadas, Linhares e Branco (2019) cujo presente trabalho aprofunda.

Metodologia

O estudo segue uma metodologia qualitativa, com uma abordagem interpretativa, e centra-se na realização de um EA realizado no contexto do 2.º CEB. Esse EA teve um momento prévio enquadrado nas unidades curriculares (UC) de Didática das Ciências Físicas e Naturais I e Didática da Matemática I de um Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB. O enquadramento do EA em UC dos cursos de mestrado de formação inicial de professores foi também uma opção usada em outros estudos (Baptista et al., 2020).

Participantes

O grupo de EA que participa neste estudo são os dois autores, um da área de Educação Matemática e o outro de Educação em Ciências, professores das UC de didáticas referidas e da prática de ensino supervisionada no 2.º CEB (PES), cinco estudantes do curso de mestrado (futuras professoras) e quatro professores cooperantes, titulares de três turmas de 2.º CEB nas disciplinas de Ciências Naturais e Matemática (Tabela 1).

As futuras professoras, no momento da aplicação do EA, realizado no ano letivo 2018/19, já tinham experiência de lecionação no 1.º CEB e iam iniciar a sua experiência pedagógica no 2.º CEB. A Tabela 1 apresenta a organização do grupo do EA. Os participantes consentiram o uso dos dados recolhidos para efeitos de investigação em educação e os dados foram anonimizados para proteger a sua identidade.

Tabela 1. Organização do grupo do estudo de aula

Ano de escolaridade	Escola	Futuras professoras	Professores cooperantes (PC)	Professores supervisores (PS)
5.º ano	Escola A	Ana Bárbara	PC1 (Mat) PC2 (CN)	
5.º ano	Escola B	Carolina Daniela	PC3 (Mat e CN)	PS1 (CN) PS2 (Mat)
6.º ano	Escola A	Elsa	PC4 (Mat e CN)	

Organização do Estudo de Aula Interdisciplinar

O foco do EA é a aprendizagem dos alunos do 2.º CEB em Matemática e Ciências através do seu envolvimento na proposta de trabalho interdisciplinar “Investigar as pegadas dos animais” (Branco, Cavadas, & Linhares, 2019).

Num momento prévio ao EA (Figura 3), as futuras professoras discutiram inicialmente a natureza de uma abordagem interdisciplinar e realizaram tarefas relativas a uma proposta mais alargada do trabalho “Investigar as pegadas dos animais”. Num segundo momento,

deu-se início ao EA propriamente dito, organizado em dois ciclos (Figura 3), definindo a questão a investigar.

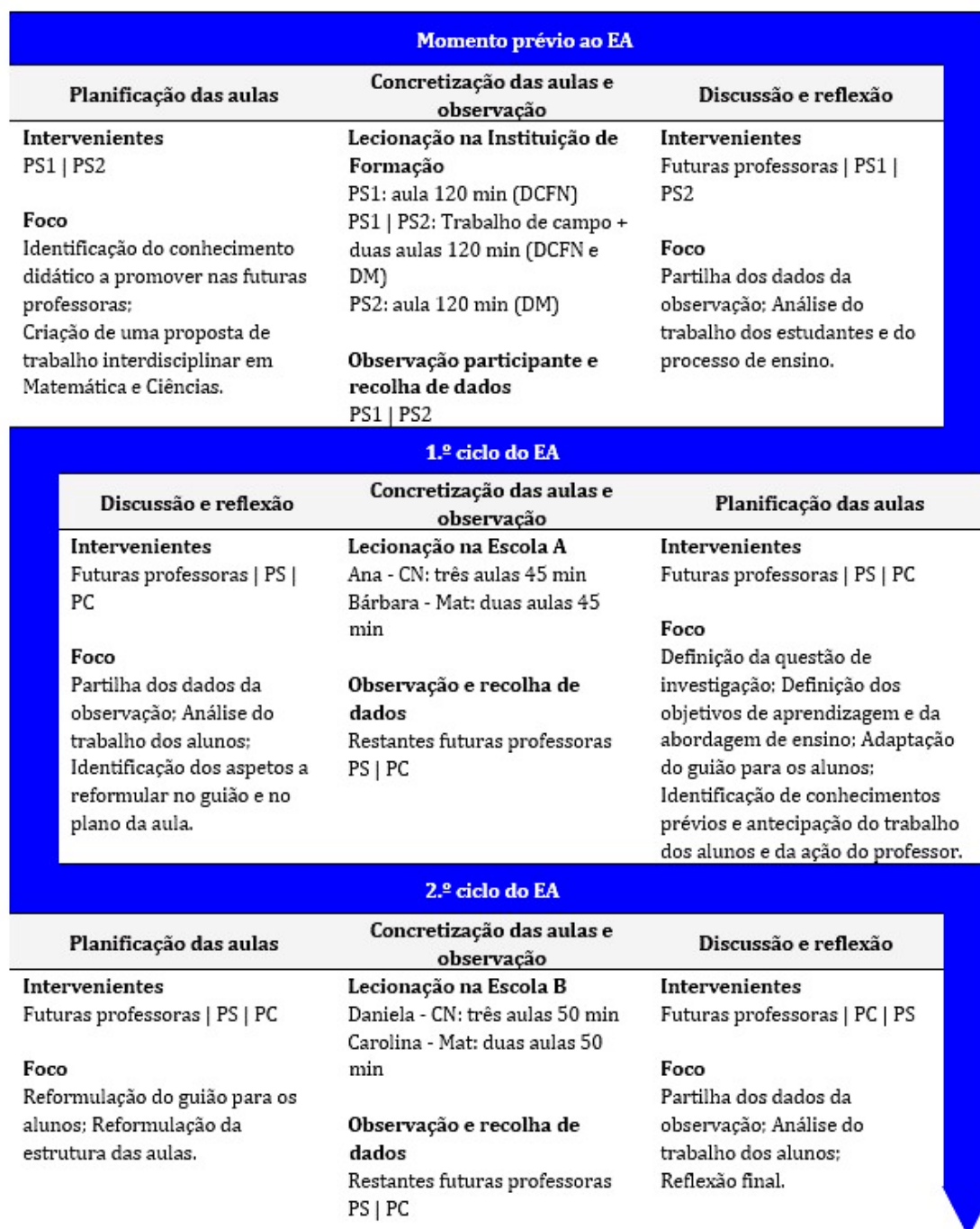


Figura 3. Organização do momento prévio e dos dois ciclos do EA

Cada ciclo envolve a lecionação de aulas de Matemática e de Ciências Naturais no 2.º CEB, por futuras professoras diferentes, em turmas e escolas distintas, no âmbito da PES. Os momentos de planificação e discussão do EA foram enquadrados em aulas das didáticas específicas e da PES.

Do 1.º ciclo para o 2.º ciclo do EA identificam-se aspetos que são reformulados na proposta de trabalho interdisciplinar, tendo por base as reflexões sobre as observações do trabalho dos alunos, com o intuito de melhorar a sua aprendizagem.

Instrumentos de recolha de dados

A Tabela 2 apresenta os instrumentos de recolha de dados usados em cada uma das etapas de ambos os ciclos do EA, relacionando-os com as questões de investigação.

Tabela 2. Instrumentos de recolha de dados usados em cada uma das etapas do EA

Etapas do EA	Instrumento de recolha de dados	Questão de investigação
Planificação	Documentos de planificação das aulas;	Q1
	Guião da proposta de trabalho interdisciplinar;	
	Reflexões escritas das futuras professoras;	
Concretização	Produções escritas dos alunos do 2.º ciclo no guião;	Q2
	Registos fotográficos;	
	Guião de observação das aulas;	
	Reflexões escritas das futuras professoras.	
Discussão	Registos áudio;	Q1 e Q2
	Reflexões escritas das futuras professoras.	

O guião de observação das aulas referido na etapa de concretização visa a recolha de informação que sustenta a reflexão sobre a aprendizagem dos alunos, contemplando aspetos gerais como: (i) características das tarefas; (ii) motivação dos alunos; (iii) evidências da adequação dos conteúdos, e (iv) evidências da adequação dos recursos. Integra também o registo de aspetos específicos a observar com foco nas aprendizagens do aluno, sendo sugeridos alguns elementos, nomeadamente:

- a compreensão do aluno evidenciada pela sua atividade e discussões;
- as várias estratégias e soluções que ajudam ou dificultam a aprendizagem do aluno;
- palavras específicas que o aluno usa relacionadas com as tarefas;
- representações que usa ou gestos que faz e que evidenciam a sua compreensão;
- erros que comete e as causas desses erros.

Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada de modo interpretativo, centrando-se nos aspetos que as futuras professoras abordam relativamente à planificação e à aprendizagem dos alunos, no decurso do EA interdisciplinar.

As etapas de planificação e discussão do EA contribuíram com dados para a análise da planificação realizada pelas futuras professoras. A análise centra-se no modo como realizam a gestão do currículo num contexto interdisciplinar, nas alterações e adaptações realizadas ao guião da proposta de trabalho interdisciplinar, nos recursos e na organização do ambiente educativo. As etapas de concretização e discussão do EA contribuíram com dados sobre o pensamento das futuras professoras sobre a aprendizagem dos alunos durante as aulas de investigação. A análise centra-se em aspetos que identificam sobre o pensamento dos alunos na realização e discussão das tarefas, com enfoque nas dificuldades que manifestaram e nas estratégias que utilizaram.

Portanto, a análise dos dados organiza-se nos resultados das etapas do EA que mostram o conhecimento das futuras professoras sobre o trabalho interdisciplinar em Matemática e Ciências, com foco na planificação e nas aprendizagens observadas nos alunos do 2.º CEB, nos dois ciclos do EA interdisciplinar.

Apresentação e discussão dos resultados do estudo de aula interdisciplinar

1.º ciclo do EA

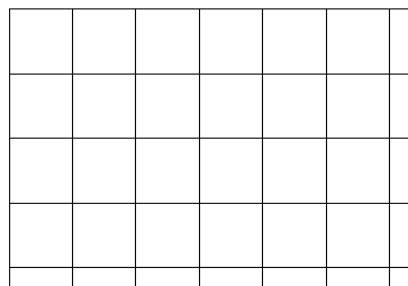
Planificação

As reflexões das futuras professoras mostram que começam o trabalho de planificação com a discussão do currículo de Matemática e de Ciências Naturais do 2.º CEB. Tendo em conta a proposta inicial “Investigar as pegadas dos animais”, identificam que nas aulas de investigação serão abordados o tema “Diversidade de seres vivos e suas interações com o meio”, em Ciências Naturais, e os temas “Geometria e Medida” (GM) e “Organização e Tratamento dos Dados” (OTD), em Matemática. Fazem uma gestão flexível do currículo para mobilizarem os temas GM e OTD ao mesmo tempo na proposta de trabalho interdisciplinar, tendo em conta que essa abordagem não foi inicialmente planificada para a disciplina de Matemática pelo PC. Em função dos objetivos previstos nesses temas, selecionam e adaptam as tarefas a realizar com os alunos e definem a sequência de aprendizagem da proposta de trabalho interdisciplinar. As futuras professoras concluem que deve iniciar com uma abordagem ao tema da biodiversidade, a partir do qual emerge o estudo das pegadas dos animais. Contemplam a exploração das características dos animais (forma do corpo, revestimento e órgãos de locomoção), visando a aprendizagem essencial do 5.º ano de Ciências Naturais: “Relacionar as características (forma do corpo, revestimento, órgãos de locomoção) de diferentes animais com o meio onde vivem” (ME, 2018a, p. 9). As futuras professoras decidem usar as pegadas dos animais em Matemática para trabalhar a área por decomposição em duas malhas. Para tal, e com o intuito de melhor organizar o trabalho dos

vários grupos e facilitar a discussão, decidem usar registos das pegadas de mamíferos em acetato que os alunos irão sobrepor nas malhas.

No que respeita aos conhecimentos prévios dos alunos, as futuras professoras antecipam que revelem dificuldades na compreensão das unidades de área, no processo de medição e no uso de fórmulas a partir de medidas lineares. Nesse sentido, a proposta de trabalho que elaboram tem como objetivo reforçar a compreensão de que a medida da área de uma figura é um número que resulta da comparação entre essa figura e aquela que é considerada como unidade de medida (Breda et al., 2011). Neste caso, a grandeza a estudar é a área e é usada, como unidade de medida, a medida de um quadrado com um centímetro de lado (identificada no enunciado). Na tarefa são disponibilizadas malhas diferentes para apoiar a medição (Figura 4). As futuras professoras pretendem que os alunos possam discutir diferentes estratégias para determinar a área das pegadas, em particular na malha 2.

Malha 1.



Malha 2.

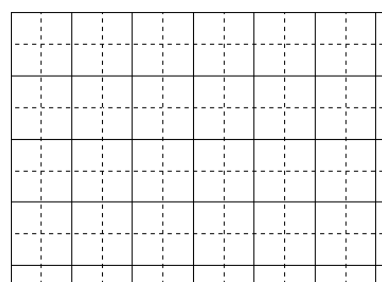


Figura 4. Malha 1 e Malha 2 para cálculo da área das pegadas (Aula 2 de Mat - 1.º ciclo do EA)

Embora as futuras professoras planifiquem a proposta “Investigar as pegadas dos animais” para ser realizada em ambiente *outdoor*, também decidem que, caso ocorram dificuldades devido a questões climatéricas ou logísticas, em sua substituição irão reproduzir em sala de aula diferentes pegadas em tabuleiros com areia. Nesse sentido, planificam simular três zonas, com características distintas, de um mesmo ecossistema em três tabuleiros com areia. Nesses tabuleiros são registadas pegadas de espécies distintas e em diferente número. A articulação desse momento com a Matemática surge através da contabilização do número de espécies de animais através da identificação das pegadas registadas nessas três zonas de amostragem. Assim, elaboram uma ficha de registo onde pretendem que os alunos organizem essa informação numa tabela e numa representação gráfica, em que indicam o número de espécies de animais diferentes encontrado em cada zona, concluindo depois sobre a zona que tem mais ou tem menos biodiversidade animal.

Da planificação realizada pelas futuras professoras, resulta a seguinte sequência de trabalho interdisciplinar:

Aula 1 CN – Abordagem ao significado de biodiversidade; exploração das características dos animais, nomeadamente das suas pegadas.

Aulas 2 e 3 CN – Recolha de dados sobre a biodiversidade animal em zonas distintas de um mesmo ecossistema, através da identificação de vestígios dos animais, em particular as suas pegadas.

Aulas 1 e 2 Mat – Organização de dados e identificação da biodiversidade; medida da área da superfície da pegada e associação às características dos animais.

Os documentos da planificação das aulas e o momento de discussão mostram que as futuras professoras têm como intuito que o contexto das Ciências (biodiversidade e pegadas de animais) contribua com exemplos de aplicação concretos para a Matemática (GM e OTD). Por sua vez, a Matemática devolve às Ciências evidências que contribuem para o aprofundamento da compreensão da biodiversidade, através da identificação das zonas com mais ou menos espécies diferentes de animais, e das características anatómicas das pegadas, contribuindo com dados das suas dimensões. Este tipo de abordagem é defendido por diversos investigadores (Cavadas & Mestrinho, 2019; Frykholm & Glasson; 2005; Hollenbeck, 2007), como capaz de promover a compreensão dos alunos relativamente aos conceitos e contextos que unem as duas áreas.

A aprendizagem dos alunos

Os dados recolhidos através das produções escritas dos alunos do 2.º CEB no guião, dos registos fotográficos, do guião de observação das aulas e das reflexões escritas das futuras professoras fazem emergir aspetos que estas reconhecem como importantes na aprendizagem dos alunos decorrentes da implementação da proposta interdisciplinar, os quais se apresentam e discutem de seguida.

Ao contrário do planeado inicialmente, as aulas 2 e 3 de CN não são concretizadas em ambiente *outdoor* devido a condições climatéricas adversas, tendo-se simulado em três tabuleiros as características pretendidas com a marcação de pegadas de diferentes espécies e em diferente número em cada zona (Figura 5), tal como fora antecipado na planificação.



Figura 5. Distribuição das pegadas em tabuleiros, simulando diferentes zonas de biodiversidade (Aulas 2 e 3 de CN – 1.º ciclo do EA)

As futuras professoras, no momento de discussão do EA, relatam que alguns alunos manifestaram dificuldades na identificação da espécie à qual corresponde a pegada porque dão mais atenção à observação de aspetos como o contorno global da forma, e menos a aspetos particulares, como a presença ou ausência de marcas de unhas ou de almofadas e o número de dedos. Dessa tarefa decorre o registo do contorno das pegadas em acetato nas aulas de Ciências, para usar nas tarefas de Matemática (Figura 6), o que é considerado relevante pelas futuras professoras como trabalho de interdisciplinaridade “dando significado ao trabalho dos alunos” (Bárbara, Reflexão escrita). Mais tarde, e após a realização das tarefas de matemática associadas ao cálculo da área por enquadramento das pegadas, as futuras professoras constataam que os alunos já dão atenção a aspetos particulares do contorno das pegadas, como a presença de dedos e de unhas, na medida em que os alunos também têm de os considerar para calcular a área total da pegada. Na discussão, as futuras professoras referem que esta situação constitui um exemplo de como a atividade dos alunos numa tarefa de Matemática pode contribuir para a consecução dos objetivos de aprendizagem das Ciências.



Figura 6. Registo das pegadas em acetato (Aulas 2 e 3 de CN – 1.º ciclo EA)

Na aula de Matemática, os alunos usaram esses registos para calcular a área da superfície das pegadas, o que lhes permitiu comparar com mais objetividade o tamanho das pegadas e, conseqüentemente, dos animais entre si. Na observação do trabalho dos alunos, as futuras professoras verificam que estes evidenciam dificuldades em perceber o que devem fazer para determinar a área da superfície da pegada. Relatam que os alunos procuram inicialmente aplicar uma fórmula, sem perceber ao que corresponde medir a área de uma superfície dada uma unidade de medida, como refere Bárbara: “Os alunos revelaram uma conceção errada da área, evidenciando que associavam este conceito à aplicação de uma fórmula e não ao espaço do plano ocupado por uma figura”; “Demonstraram que apenas sabiam calcular a área de figuras regulares, por meio de fórmulas, e nem sabiam o que representava a área (sendo esta a superfície ocupada por uma figura)” (Reflexão escrita). Relata ainda que alguns alunos evidenciam alguma confusão entre os conceitos de

perímetro e de área: “a maior dúvida foi a questão de perceber o que é a área, perguntaram se tinham de contar o número de quadrados onde se encontrava o contorno da pegada; eles não sabiam o que era a área” (Bárbara; Registo áudio). As futuras professoras reconhecem que a dificuldade com a identificação da unidade de medida é mais notória na malha 2, ainda que a unidade de medida seja a mesma, mas dividida em quatro partes iguais, como destaca Bárbara: “Os alunos demonstraram pensar que a unidade de medida era diferente em cada uma das malhas, sendo que identificavam na malha 1 o quadrado grande como a unidade de medida e na malha 2, o quadrado pequeno.”; “Nessa malha muitos alunos afirmaram que a medida da área das pegadas era igual ao número de quadrados pequenos e não conseguiram relacionar com a unidade de medida da área (quatro quadrados pequenos formam uma unidade de medida)” (Reflexão escrita).

Verificam que apenas um número reduzido de alunos consegue completar a tarefa devido às dificuldades observadas. Acerca disso, Carolina refere: “sobretudo na malha 2... como eram muitos quadrados, a determinado momento perderam-se [na contagem]... sugeri contagem por filas” (Discussão - Registo áudio). As futuras professoras identificam duas estratégias usadas pelos alunos: “Alguns alunos contaram o número de quadrados pequenos e dividiram por quatro para descobrir a área na unidade de medida e outros alunos foram agrupando quatro quadrados pequenos para formarem um grande para contarem como uma unidade” (Bárbara; Reflexão escrita).

Bárbara refere que os alunos “clarificaram que a área é a região que ocupa uma figura, seja ela regular ou irregular” (Reflexão escrita). Assim, na discussão no 1.º ciclo do EA, tendo por base as suas reflexões em torno das evidências do trabalho dos alunos, as futuras professoras reforçam a pertinência desta tarefa, de modo a envolvê-los em atividades sobre os princípios de medição antes de serem introduzidas fórmulas para a medida da área, o que poderá contribuir para uma melhor compreensão desse conteúdo.

Ainda na aula de Matemática, os alunos registam numa tabela o número de espécies de animais que identificaram em cada zona e partilham os resultados. Com essa informação, decorrente do contexto das ciências, constroem um gráfico com barras, como aponta Carolina: “estes conseguiram completar o gráfico de barras, indicando o título e colocando as barras com a mesma largura e distância” (Reflexão escrita). A Figura 7 apresenta dois exemplos de gráficos construídos pelos alunos, analisados na discussão do EA.

Na discussão evidencia-se que o gráfico pode induzir interpretações erradas apoiadas na percepção visual. Ao analisar estas produções, as futuras professoras verificam que os dois gráficos apresentam os mesmos dados, mas visualmente a representação gráfica do grupo A (que apresenta um erro na altura da barra da Zona A) destaca melhor a diferença entre o número de espécies por zonas do que a representação gráfica do grupo B.

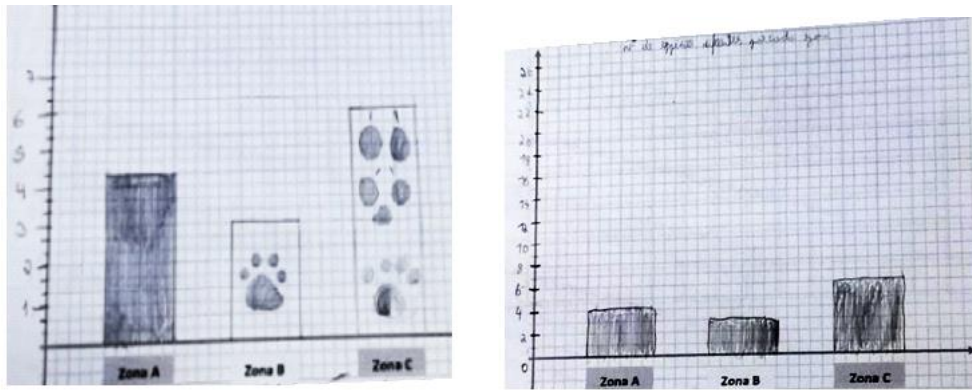


Figura 7. Gráficos dos grupos A (à esquerda) e B (à direita) referentes ao número de espécies nas zonas A, B e C (Aula 1 de Mat – 1.º ciclo EA)

Neste 1.º ciclo do EA, Bárbara reporta que os alunos identificam corretamente a zona em que há uma maior presença de espécies, como exemplifica a resposta da Figura 8, verificando a ligação que os alunos estabelecem entre o trabalho nas duas disciplinas: “no âmbito das Ciências Naturais, os alunos deram evidências dessa aquisição no início das atividades de Matemática em que estes apresentaram os dados recolhidos anteriormente numa tabela e conseguiram responder rapidamente à questão «Em que zona existia maior biodiversidade?»” (Reflexão escrita, aspas no original).

Eu concluo que a «ZONA C» tem uma diversidade maior. (A zona C tem mais espécies de animais).

Figura 8. Conclusão sobre a biodiversidade animal (Aula 1 de Mat – 1.º ciclo EA)

As futuras professoras, focando-se na aprendizagem dos alunos e não na ação do professor (Fernández, 2010), identificam dificuldades que estes manifestaram e também estratégias de resolução diferentes que surgiram nas aulas, evidenciando a pertinência da articulação entre as duas áreas para dar um contexto significativo à aprendizagem dos alunos. A reflexão que fazem é fortemente sustentada por evidências do trabalho dos alunos recolhidas através das suas produções escritas, fotografias do seu trabalho ou do guião de observação das aulas tal como delineado no momento de planificação do EA relativamente à recolha de dados nas aulas de investigação.

2.º ciclo do EA

Planificação

No 2.º ciclo do EA, as futuras professoras modificam a planificação anterior e as tarefas, mantendo a organização global de três aulas de Ciências Naturais e duas aulas de Matemática e os objetivos de aprendizagem. Por exemplo, alteram algumas tarefas das Ciências no guião, associadas à identificação das características de algumas pegadas, tal

como refere Carolina: “as folhas de registo foram alteradas, tendo sido colocado um exemplo de resolução, para que os alunos não tivessem dúvidas sobre o que era pretendido” (Reflexão escrita), como mostra a Figura 9.


		Qual foi o grupo de animais que a produziu?	
		Aves	Mamíferos
Pegada exemplo		Características - Membrana interdigital; - Unhas; - Dedos.	X
			Qual é o animal? pato

Figura 9. Tabela de registo (Aula 1 de CN – 2.º ciclo do EA)

Também alteram o momento de explicação do conceito de biodiversidade. No 1.º ciclo do EA é explorado no início da proposta de trabalho enquanto neste 2.º ciclo planificam que ocorra após a realização de algumas tarefas por parte dos alunos para, desse modo, ser abordado recorrendo ao contexto da diversidade de animais que observam.

Planeiam as segunda e terceira aulas de Ciências Naturais para decorrerem em laboratório, simulando-se novamente três zonas com vestígios de animais. Contudo, neste 2.º ciclo do EA, as futuras professoras têm necessidade de reformular a organização do espaço e dos grupos de alunos: “Tem de ser por grupos e tem de estar separados, em vez de estarem em linha” (Carolina; Discussão – Registo áudio); “Devem realizar a atividade em pé, para conseguirem observar e movimentar melhor” (Bárbara; Discussão – Registo áudio). Pretendem que, após identificadas e quantificadas as espécies de animais, os alunos construam gráficos com esses dados, mas apesar das situações identificadas no 1.º ciclo do EA consideram ser importante dar oportunidade aos alunos para definirem a escala no eixo vertical referente ao número de animais e o título do gráfico, mantendo a possibilidade de discussão em torno desse aspeto relevante no âmbito de OTD. Além disso, nesta aula planificam que devem reforçar as características de cada zona que justificam a quantidade de espécies que apresentam.

No trabalho com a área, fazem uma alteração no guião que resulta das dificuldades dos alunos em identificarem a unidade de medida e a superfície da qual querem medir a área. Assim, tal como refere Carolina: “Na parte da matemática, como surgiram muitas dúvidas no cálculo da área nas malhas, foi colocada uma pegada em cada malha para que fosse realizado em grande grupo o cálculo da área dessa pegada nas duas malhas” (Reflexão escrita). A planificação da nova tarefa apresenta as malhas como mostra a Figura 10, com uma unidade de medida de área sombreada, como reporta Bárbara: “Outra alteração realizada foi a colocação da unidade de medida, sombreada em cada uma das malhas”

(Reflexão escrita), e um exemplo de uma pegada, neste caso de corso, também sombreado em cada uma das malhas:

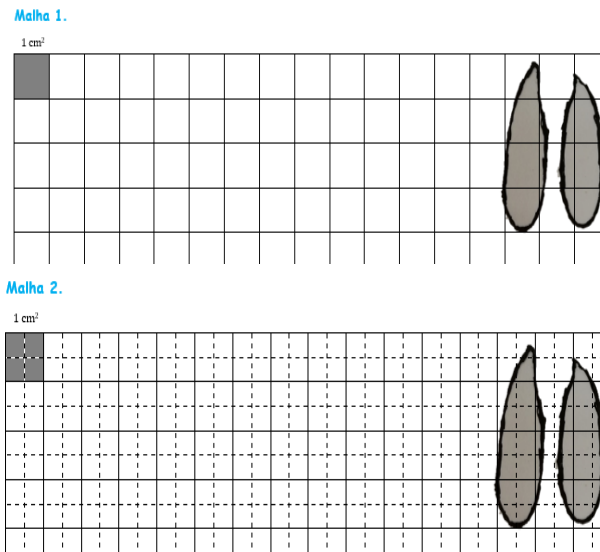


Figura 10. Malhas para cálculo da área das pegadas (Aula 2 de Mat – 2.º ciclo do EA)

Neste segundo momento de planificação do EA as futuras professoras realizam alterações específicas que visam melhorar a aprendizagem dos alunos em Ciências Naturais e em Matemática. Além disso, no âmbito do trabalho interdisciplinar, evidenciam uma reflexão sobre a integração das duas áreas, também identificada em outro EA interdisciplinar (Yang, 2017), que reforçam na planificação do 2.º ciclo do EA. Deste modo, verifica-se que as futuras professoras incorporam neste novo momento de planificação os resultados da observação e discussão no 1.º ciclo do EA, como apontam os modelos de EA de Cajkler et al. (2013) e Dudley (2014). Tal como vários investigadores relatam nos seus trabalhos (Cohan & Honigsfeld, 2007; Fernández, 2010; Merichelli & Curi, 2016; Sims & Walsh, 2006), o envolvimento das futuras professoras num EA concorre para a melhoria da planificação e execução das suas aulas.

A aprendizagem dos alunos

Neste ciclo do EA, e no momento de envolvimento dos alunos na primeira tarefa de Ciências, verificam que a integração do exemplo na tabela, faz com que seja mais explícito para os alunos quais as características das pegadas que devem salientar (Figura 11).



Figura 11. Registo de pegadas (Aula 1 de CN - 2.º ciclo do EA)

Como planeado, as aulas 2 e 3 de CN decorrem em sala de aula, com recurso novamente a tabuleiros com pegadas que recriam características de zonas distintas e a respetiva recolha de dados. As futuras professoras concluem que, neste ciclo do EA, os alunos realizam uma melhor articulação entre as temáticas das duas áreas, embora subsistam algumas dificuldades, como exemplifica esta reflexão:

No que diz respeito à aferição da biodiversidade através das pegadas, os alunos conseguiram identificar qual a zona com maior e menor biodiversidade, no entanto, foram poucos os que conseguiram explicar o porquê de existir mais animais numa zona e menos noutra: “Concluimos que a zona C tem mais florestação para os animais se esconderem e para terem habitat, etc. A zona B é a zona menos densa e há menos animais” (MC); “Na zona C tem mais florestação para se esconderem dos outros animais, etc. Na zona B é menos densa porque há menos sítio para os animais se esconderem.” (MB); “Concluimos que há mais diversidade na zona C porque a zona C é mais biodiversificada porque tem mais alimentos, água e habitat do que a zona B” (VH). (Carolina, Reflexão escrita)

Carolina apresenta na sua reflexão escrita a resposta da Figura 12, evidenciando a relação que os alunos conseguem estabelecer entre as características da zona e a biodiversidade animal que nela encontram.

Bárbara refere que a proposta de trabalho interdisciplinar: “facilitou a perceção do conceito de biodiversidade . . . eles perceberam que agora estavam a trabalhar matemática, mas com alguns conceitos das ciências” (Discussão - Registo áudio).

Tal como aconteceu no 1.º ciclo do EA, numa fase inicial do 2.º ciclo surgem questões sobre o conceito de área, como refere Carolina: “surgiram algumas dúvidas pois, para os alunos, a área só pode ser calculada através de uma fórmula”. Contudo, essas questões são rapidamente ultrapassadas, o que para Carolina foi “devido ao facto de estar presente na malha a pegada do corço, que os alunos conseguiram chegar mais facilmente a esta estratégia”. Carolina destaca ainda que: “Colocar a imagem da pegada do corço ajudou bastante e fazer em conjunto com toda a turma a área dessa pegada fez com que existissem menos dúvidas quando estavam a realizar trabalho autónomo a pares” (Discussão - Registo áudio).

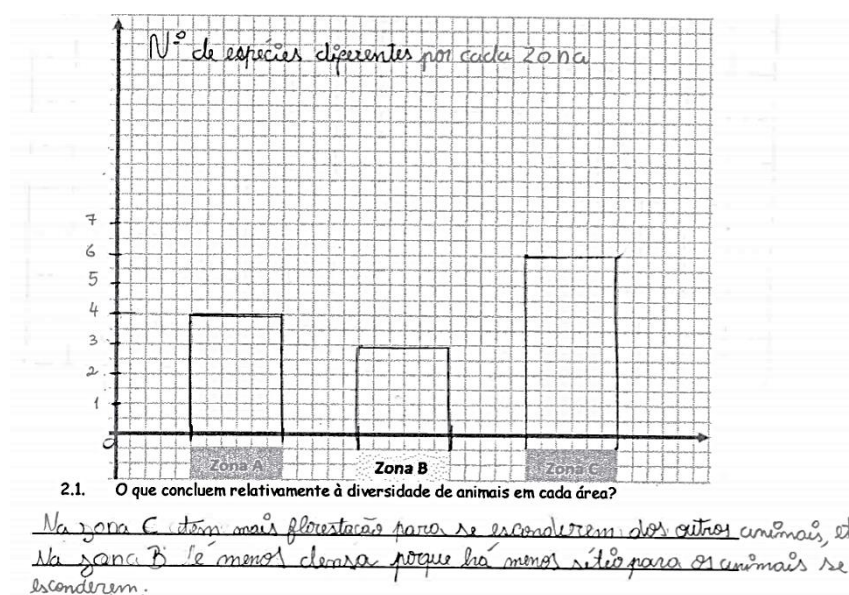


Figura 12. Gráficos referentes ao número de espécies em cada zona (Aula 1 de Mat – 2.º ciclo do EA)

Nas estratégias usadas pelos alunos para calcularem a área das pegadas, verificam que o processo de determinação da medida da área na malha 1 envolve, essencialmente, a estratégia de contagem de unidades inteiras e de agrupamento de partes da unidade que juntas se aproximam da unidade de medida, obtendo um valor aproximado para a medida da área. Observam que a maioria dos grupos, de modo a facilitar a contagem, assinala no acetato a unidade ou a parte da unidade enquanto conta (Figura 13).

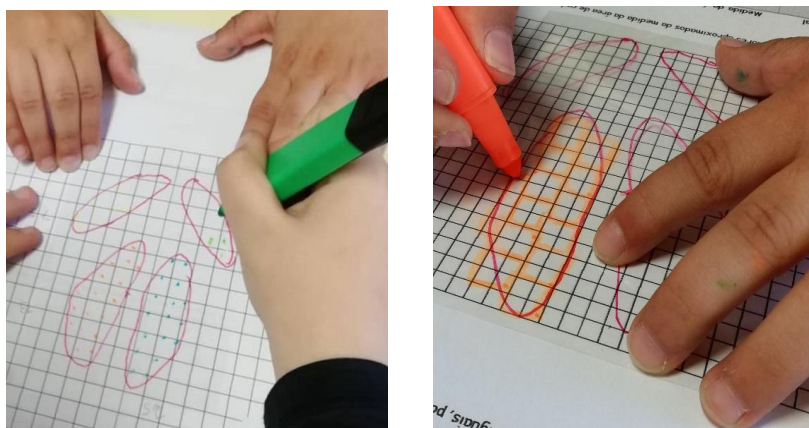


Figura 13. Cálculo da área com malha 1 à esquerda e malha 2 à direita (Aula 2 de Mat – 2.º ciclo do EA)

No caso da determinação da medida da área na malha 2, identificam duas estratégias, tendo estes alunos um melhor desempenho do que os alunos do 1.º ciclo do EA, como refere Carolina: “só tive um par que baralhou isso... eles dividiam por quatro ou juntavam quatro a quatro” (Discussão - Registo áudio). As futuras professoras atribuem essa melhoria às alterações feitas na tarefa, como reporta Bárbara: “tornaram o trabalho dos alunos mais

facilitado e a sua compreensão mais célere ... as alterações realizadas com base nas principais dificuldades dos alunos, melhoraram as atividades”. Verificam que, numa das estratégias, os alunos fazem a contagem total dos quadrados pequenos e noutra agrupam quatro quadrados pequenos, por exemplo marcando-os com uma caneta para facilitar a contagem (Figura 13). Bárbara destaca essas estratégias: “alguns alunos contaram o número de quadrados pequenos e dividiram por quatro para descobrir a área na unidade de medida e outros alunos foram agrupando quatro quadrados pequenos para formarem um grande para contarem como uma unidade” (Reflexão escrita). Verificam que a partilha e discussão destas duas estratégias constitui também um momento de aprendizagem para todos os grupos, referindo na discussão que fomentou nos alunos, como planificado, o desenvolvimento da capacidade de “expressar, oralmente e por escrito, ideias Matemáticas, com precisão e rigor, e justificar raciocínios, procedimentos e conclusões” (ME, 2018b, p. 11). Carolina conclui que, apesar das dificuldades iniciais, “a realização desta atividade mostrou aos alunos que o cálculo da área de uma figura não se obtém apenas através de fórmulas, sendo que, para figuras não regulares, como as pegadas, é necessário recorrer a esta estratégia” (Reflexão escrita).

Tendo sido ultrapassadas situações que conduziram a algumas dificuldades no 1.º ciclo do EA, neste 2.º ciclo do EA a análise e reflexão das futuras professoras sobre a aprendizagem dos alunos centra-se mais nas estratégias e conclusões dos alunos, o que as leva a constatar uma melhor articulação entre a Matemática e as Ciências, em comparação com o 1.º ciclo do EA.

Conclusão

Tal como em outros EA realizados no enquadramento da formação inicial ou contínua de professores em Portugal (Baptista, Conceição, & Ponte, 2020; Quaresma & Ponte 2017), este EA interdisciplinar trouxe benefícios para a formação dos futuros professores.

O envolvimento das futuras professoras no EA promove a melhoria do que Cajkler e Wood (2016) designam por literacia pedagógica e contribui para a aprendizagem de abordagens de ensino mais eficazes, uma vantagem identificada também em outros estudos (Fernández, 2010; Saito et al., 2006; Sims & Walsh, 2006). A participação no EA evidencia também o benefício da colaboração entre as futuras professoras (Cohan & Honigsfeld, 2007; Merichelli & Curi, 2016; Sims & Walsh, 2006) na medida em que aprendem umas com as outras e conseguem uma melhoria da proposta de trabalho e das aprendizagens dos alunos do 2.º CEB em Matemática e Ciências Naturais.

Concretamente, a participação das futuras professoras no EA contribui para a sua formação sobre o trabalho interdisciplinar em Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB, melhorando o seu conhecimento do modo como podem articular o currículo das duas áreas numa proposta de trabalho comum. Contribui também para tornar evidente a importância

da planificação detalhada da sequência didática para que as estratégias de ensino e recursos utilizados possam promover a aprendizagem dos alunos. Melhoram o seu conhecimento sobre os alunos e o modo como estes aprendem, o que se evidencia na reflexão que fazem das aprendizagens dos alunos que observam durante a concretização das aulas de investigação. Reconhecem que o contexto das Ciências (biodiversidade e pegadas de animais) proporciona uma aprendizagem contextualizada da Matemática, e que o trabalho realizado em Matemática permite aos alunos compreender melhor os conceitos abordados no tema “Diversidade dos seres vivos e a sua relação com o meio”. Embora subsistissem dificuldades em alguns alunos, associadas à identificação da espécie a que pertence determinada pegada e ao cálculo da área, as futuras professoras reconhecem as mais valias do trabalho interdisciplinar em Matemática e Ciências para a aprendizagem de ambas as áreas, tal como apontam outros estudos (Cavadas & Mestrinho, 2019; Koirala & Bowman, 2003; Lima & Ramos, 2017), o que poderá contribuir para que promovam essa integração na sua prática futura.

O número ainda reduzido de EA interdisciplinares entre a Matemática e as Ciências aponta a necessidade de se realizarem mais trabalhos nesse contexto, nomeadamente na formação inicial de professores. Importa continuar a avaliar o contributo dos EA para a formação dos futuros professores quanto ao conhecimento do processo de aprendizagem dos alunos em Matemática e Ciências e de desenvolvimento de capacidades transversais, num contexto de trabalho interdisciplinar.

Referências

- Bae, C. L., Hayes, C. N., Seitz, J., O'Connor, D., & DiStefano, R. (2016). A coding tool for examining the substance of teacher professional learning and change with example cases from middle school science lesson study. *Teaching and Teacher Education, 60*, 164-178.
- Baptista, M., Conceição, T., & Ponte, J. P. (2020). Estudo de aula como facilitador de aprendizagens de futuros professores de física e química sobre o uso de múltiplas representações. *APeDuC Revista, 1*(1), 41-54.
- Bjuland, R., & Mosvold, R. (2015). Lesson study in teacher education: Learning from a challenging case. *Teaching and Teacher Education, 52*, 83-90.
- Bobónová, I., Ceretková, S., Tirpáková, A., & Markechová, D. (2019). Inclusion of interdisciplinary approach in the mathematics education of biology trainee teachers in Slovakia. In B. Doig, J. Williams, D. Swanson, R. B. Ferri, & P. Drake (Eds.), *Interdisciplinary mathematics education. The state of the art and beyond* (pp. 263-280). Cham: Springer Open.
- Branco, N., Cavadas, B., & Linhares, E. (2019). Explorar matemática através das pegadas de animais. *Educação e Matemática, 154*, 35-40.
- Breda, A., Serrazina, L., Menezes, L., Sousa, H., & Oliveira, P. (2011). *Geometria e medida no ensino básico*. Lisboa: DGIDC-ME.
- Cajkler, W., & Wood, P. (2016). Lesson study and pedagogic literacy in initial teacher education: Challenging reductive models. *British Journal of Educational Studies, 64*(4), 503-521.
- Cajkler, W., Wood, P., Norton, J., & Pedder, D. (2013). Lesson study: towards a collaborative approach to learning in initial teacher education? *Cambridge Journal of Education, 43*(4), 537-554.

- Capone, R., Adesso, M. G., & Manolino, C. (2020). Learning to teach by group: A case of interdisciplinary lesson study in Italian high school. In *Mathematics Education and Lesson Study in Europe (MELSE) - Second Research Meeting 2020*, Nottingham, United Kingdom.
- Cavadas, B., Linhares, E., & Branco, N. (2019, julho). Interdisciplinary lesson study about an inquiry of biodiversity through animal footprints. Comunicação apresentada no *ICRE.19 Porto International Conference on Research in Education*, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal.
- Cavadas, B., & Mestrinho, N. (2019). Rede curricular interdisciplinar: uma proposta para a integração entre a matemática e as ciências. *Educação e Matemática*, 154, 2-8.
- Cohan, A., & Honigfeld, A. (2007). Incorporating 'Lesson Study' in teacher preparation. *The Educational Forum*, 71(1), 81-92.
- Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho. Diário da República, 1.ª Série, n.º 129, de 06 de julho de 2018, pp. 2928-2943.
- Dudley, P. (2014). *Lesson Study: A handbook*. Recuperado de <http://disde.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/5017/Lesson%20Study%20a%20Handbook.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Feistel, R., & Maestrelli, S. (2012). Interdisciplinaridade na formação inicial de professores: um olhar sobre as pesquisas em educação em ciências. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 155-176.
- Fernández, M. L. (2005). Learning through microteaching Lesson Study in teacher preparation. *Action in Teacher Education*, 26(4), 37-47.
- Fernández, M. L. (2010). Investigating how and what prospective teachers learn through microteaching lesson study. *Teaching and Teacher Education*, 26(2), 351-362.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical context knowledge for teachers. *School, Science and Mathematics*, 105(3), 127-141.
- Fullan, M. (2015). *The new meaning of educational change* (5th ed.). New York, NY: Teachers College Press.
- Greef, L. de, Post, G., Vink, C., & Wenting, L. (2017). *Design interdisciplinary education. A practical handbook for University teachers*. Amsterdam: Amsterdam University Press
- Hadfield, M., & Jopling, M. (2016). Problematizing Lesson Study and its impacts: Studying a highly contextualized approach to professional learning. *Teaching and Teacher Education*, 60, 203-214.
- Hollenbeck, J. E. (2007). Integration of Mathematics and Science: Doing it correctly for once. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 1(1), 77-81.
- Koirala, H. P., & Bowman, J. K. (2003). Preparing middle level preservice teachers to integrate mathematics and science: Problems and possibilities. *School, Science and Mathematics*, 103(3), 145-154.
- Leavy, A. M., & Hourigan, M. (2016). Using Lesson Study to support knowledge development in initial teacher education: Insights from early number classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 57, 161-175.
- Lewis, C., Perry, R., & Murata, A. (2006). How should research contribute to instructional improvement? The case of lesson study. *Educational Researcher*, 35(3), 3-14.
- Lewis, C., & Hurd, J. (2011). *Lesson Study step by step. How teacher learning communities improve instruction*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Lima, V., & Ramos, M. G. (2017). Percepções de interdisciplinaridade de professores de Ciências e Matemática: Um exercício de análise textual discursiva. *Revista Lusófona de Educação*, 36, 163-177.
- Marble, S. T. (2012). Learning to teach through Lesson Study. *Action in Teacher Education*, 28(3), 86-96.
- ME (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: ME.
- ME (2018a). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 5.º ano. Ciências Naturais*. Recuperado de https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/5_ciencias_naturais.pdf

- ME (2018b). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 5.º ano. Matemática*. Recuperado de https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/5_matematica_18julho_rev.pdf
- Merichelli, M. A. J., & Curi, E. (2016). Estudos de aula ("lesson study") como metodologia de formação de professores. *REnCiMa, Edição Especial: Educação Matemática*, 7(4), 15-27.
- OECD/CERI (2010). *Inspired by technology, driven by pedagogy: A systemic approach to technology-based school innovation*. Paris: OECD Publishing.
- Oliveira, H., Henriques, A., & Baptista, M. (2019). A tecnologia num cenário de aprendizagem de articulação entre Física e Matemática: Um estudo na formação inicial de professores. *Sisyphus Journal of Education*, 7(1), 9-30. <https://doi.org/10.25749/sis.15805>
- Pombo, O., Levy, T., & Guimarães, H. (1994). *Interdisciplinaridade: Reflexão e experiência* (2.ª ed.). Lisboa: Texto Editora.
- Pombo, O. (2005). Interdisciplinaridade e integração de saberes. *Liinc em Revista*, 1(1), 3-15.
- Quaresma, M., & Ponte, J. P. (2017). Dinâmicas de aprendizagem de professores de Matemática no diagnóstico dos conhecimentos dos alunos num estudo de aula. *Quadrante*, 26(2), 43-68.
- Roth, W.-M. (2014). Interdisciplinary approaches in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 647-650). Berlin, Heidelberg: Springer.
- 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.
- Science Europe (2018). *Symposium Report. Interdisciplinarity*. Brussels: Science Europe. Recuperado de <https://www.scienceeurope.org/media/yv2huvp1/report-of-2018-science-europe-symposium-on-interdisciplinarity.pdf>
- Shimahara, N. K. (2002). Teacher professional development in Japan. In G. DeCoker (Ed.), *National standards and school reform in Japan and the United States* (pp. 107-120). New York: Teachers College Press.
- Shuilleabhain, A. N., & Clivaz, S. (2017). Analisando a aprendizagem do professor num estudo de aula: conhecimento matemático para ensinar e níveis de atividade do professor. *Quadrante*, 26(2), 99-125.
- Sims, L., & Walsh, D. (2009). Lesson study with preservice teachers: lessons from lessons. *Teaching and Teacher Education*, 25(5), 724-733.
- Stepanek, J., Appel, G., Leong, M., Mangan, M. T., & Mitchell, M. (2007). *Leading Lesson Study: A practical guide for teachers and facilitators*. Thousand Oaks, California: Corwin Press.
- Treacy, P., & O'Donoghue, J. (2014). Authentic Integration: a model for integrating mathematics and science in the classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(5), 703-718.
- Vrikki, M., Warwick, P., Vermunt, J. D., Mercer, N., & Halem, N. V. (2017). Teacher learning in the context of Lesson Study: A video-based analysis of teacher discussions. *Teaching and Teacher Education*, 61, 211-224.
- Williams, J., & Roth, W.-M. (2019). Theoretical perspectives on interdisciplinary mathematics education. In B. Doig, J. Williams, D. Swanson, R. B. Ferri, & P. Drake (Eds.), *Interdisciplinary Mathematics Education. The state of the art and beyond* (pp. 13-34). Cham: Springer Open.
- Whisenhunt, T. G. (2009). *The impact of interdisciplinary lesson study on teachers' instructional decisions and technology use* (Doctoral Thesis). University of Oklahoma, USA.
- Yang, J. (2017). *Research on how to make interdisciplinary teaching more effective: Based on the Lesson Study of "Gift Packaging"*. World Association of Lesson Studies 201. Recuperado de <https://www.walsnet.org/2017/program/program/pdf/Kday2poster.pdf>