

Uma experiência de *inquiry* no ensino da matemática e das ciências naturais

Bento Cavadas^{1,2}, Nelson Mestrinho¹
bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt, nelson.mestrinho@ese.ipsantarem.pt

¹*Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal*

²*CeiED, Universidade Lusófona, Portugal*

Resumo

Neste trabalho apresenta-se uma experiência didática interdisciplinar entre a Matemática e as Ciências Naturais organizada segundo o modelo de ensino 6E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Exchange e Evaluate). Consistiu na realização da atividade *Inquiry: Creative seeds* com estudantes em formação de professores do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico. O ensino através de *Inquiry* implica: (i) partir de um problema; (ii) dar prioridade às evidências empíricas na resposta às questões; (iii) formular explicações a partir dos dados obtidos; (iv) avaliar as explicações à luz do conhecimento científico; (v) comunicar e justificar as explicações propostas. Neste estudo exploratório optámos por uma abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso, com dados obtidos a partir das produções dos estudantes e analisados numa perspetiva interpretativa. O *Inquiry* partiu do seguinte problema: Que características deve ter uma semente para se dispersar à maior distância possível através do vento? De seguida, em grupos de trabalho, os estudantes colocaram hipóteses, construíram modelos de sementes, testaram a sua dispersão, recolheram evidências, avaliaram os resultados e delinearão conclusões. Essas conclusões foram usadas para a realimentação cíclica do processo, com a revisão das hipóteses, melhoria do modelo inicial e realização de novos testes. Depois das conclusões finais, seguiu-se a partilha de resultados e subsequente elaboração, por parte dos estudantes, de um relatório da atividade. Este estudo permitiu-nos concluir que a atividade promoveu um conjunto de competências associadas ao *Inquiry* em Ciências Naturais e à resolução de problemas em Matemática porque os estudantes: (i) utilizaram um problema como ponto de partida para a construção do conhecimento científico relativo às características que uma semente deve possuir para favorecer a dispersão; (ii) deram prioridade às evidências empíricas na resposta às questões porque construíram modelos de sementes, analisaram e registaram a sua dinâmica de dispersão; (iii) formularam explicações a partir dos dados recolhidos ou observados; (iv) avaliaram as explicações à luz do conhecimento científico sobre a dispersão das sementes; (v) comunicaram e justificaram as suas explicações. Este estudo evidenciou que o modelo de ensino 6E, em contexto interdisciplinar entre a Matemática e Ciências Naturais, é propício ao desenvolvimento das competências profissionais dos futuros professores através de atividades *Inquiry*.

Palavras-Chave: didática das ciências naturais; didática da matemática; inquiry; formação inicial de professores; resolução de problemas.

1 Introdução

Neste trabalho apresentam-se os resultados de uma experiência didática que consistiu na realização de uma atividade interdisciplinar designada *Inquiry: Creative seeds*. Foi concretizada em unidades curriculares da área das didáticas específicas (Didática das Ciências Físicas e Naturais - DCFN) e da área de docência (Matemática e Resolução de Problemas - MRP) do Mestrado em Ensino do 1.º e do 2.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém.

As atividades investigativas estão no cerne dos objetivos de formação do currículo STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), defendido por instituições governamentais como o *U. S. Department of Education* (2016):

All young people should be prepared to think deeply and to think well so that they have the chance to become the innovators, educators, researchers, and leaders who can solve the most pressing challenges facing our nation and our world, both today and tomorrow.

No que diz respeito ao currículo português, algumas metas curriculares do 5.º ano de Ciências Naturais parecem apontar para a realização de atividades *Inquiry*:

12.2. Testar a influência da água e da luz no crescimento das plantas, através do controlo de variáveis, em laboratório. (MEC, 2013)

Apesar de o programa de Matemática do Ensino Básico em vigor se revelar pouco alinhado com este tipo de atividades, existem amplas referências à sua pertinência e importância para a aprendizagem da Matemática. Para Chistiansen e Walther (1986) as tarefas que exigem um elevado grau de experimentação e exploração constituem uma ferramenta educacional que potencia a aprendizagem, defendendo estes autores a sua inclusão no processo de ensino-aprendizagem. As atividades investigativas e de resolução de problemas estão associadas a uma conceção de «Matemática em construção», experimental e indutiva. Trata-se de uma outra face da Matemática, tradicionalmente encarada apenas na perspetiva da sua organização lógico-dedutiva (Polya, 2003). Para além de aproximar a Matemática que se estuda na escola com a Matemática enquanto ciência, este tipo de atividades promovem o envolvimento ativo dos estudantes, chamados a mobilizar os seus recursos cognitivos e afetivos com vista a atingir um objetivo (Ponte, Brocardo & Oliveira, 2003).

Este trabalho inicia-se com uma abordagem teórica ao *Inquiry*, às suas características essenciais e modalidades de abordagem, assim como ao seu enquadramento curricular na formação de professores. Depois da explicação dos aspetos metodológicos do trabalho, segue-se a apresentação dos resultados do *Inquiry: Creative seeds*. A apresentação dos resultados organizou-se em torno das cinco características do *Inquiry* definidas pelo *National Research Council* (NRC, 2000). O texto termina com as conclusões, centradas nas implicações do *Inquiry* para o ensino das ciências e da matemática associado ao modelo de ensino 6E, e ao seu impacto na formação de professores.

2 O Inquiry

As atividades investigativas integram um processo ativo de ensino-aprendizagem com múltiplas designações na literatura da especialidade, como *Inquiry*, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem, ensino por investigação (Zômpero & Laburú, 2011) ou enquiry-based-learning (Hutchings, 2007). Segundo Hutchings (2007), “Enquiry-Based Learning is a term that describes any process of learning through enquiry (...) For all learning is at root enquiring: the identification of an area of ignorance and the search for the missing knowledge, ideas or hypotheses.” (p. 11). Portanto, é um processo de aprendizagem centrado no estudante, promotor do pensamento crítico, reflexão e autoavaliação, trabalho em grupo, autonomia e da literacia científica, que concebe a aprendizagem através do questionamento (Hutchings, 2007).

Ernest (1991) distingue diferentes formas de *Inquiry* com base no seu objeto ou foco, processo e pedagogia que lhe está associada, estando resumidas na tabela 1.

O NRC (2000) definiu cinco características essenciais do *Inquiry*:

- Learners are engaged by scientifically oriented questions;
- Learners give priority to evidence, which allows them to develop and evaluate explanations that address scientifically oriented questions;
- Learners formulate explanations from evidence to address scientifically oriented questions;
- Learners evaluate their explanations in light of alternative explanations, particularly those reflecting scientific understanding;
- Learners communicate and justify their proposed explanations. (p. 25)

Apesar das etapas anteriores sugerirem uma organização cronológica, num processo investigativo estas podem ser expressas de formas diversas, tal como referem Zômpero e Laburú (2011): “as atividades investigativas não são realizadas, atualmente, por meio de etapas, levando os estudantes a

Tabela 1: Comparação entre métodos de Inquiry (Adaptado de Ernest, 1991 e Polya, 2003).

Método	Descrição	Papel do professor	Papel do estudante
Descoberta guiada	Existe um objetivo bem definido a atingir. Para tal, o estudante inicia um processo de descoberta, respondendo a questões propostas, com uma lógica específica e uma sequenciação intencional, até o objetivo ser finalmente atingido. Pensamento convergente.	Coloca o problema ou escolhe a situação com o intuito de alcançar determinado objetivo. Guia o estudante até à solução ou objetivo.	Segue as instruções apresentadas pelo professor.
Resolução de Problemas	Parte de um problema enquanto situação não rotineira que requer criatividade na sua abordagem. Processo de descoberta e de invenção que se traduz num conjunto de ações com vista à obtenção de uma solução para o problema proposto. Pensamento convergente.	Formula o problema deixando em aberto o método de resolução.	Encontra o seu próprio caminho para resolver o problema dado.
Abordagem investigativa	Parte de uma situação inicial, tornando-se esta geradora de novas questões para resolver e explorar. Processo de exploração de todos os aspetos desconhecidos da situação proposta. Pensamento divergente.	Escolhe a situação de partida ou aprova a escolha do estudante.	Formula os seus próprios problemas no âmbito da situação de partida. Procura resolver autonomamente as situações.

realizá-las de modo algorítmico, como em um suposto método científico” (p. 73). Na verdade, a multiplicidade de métodos científicos defendidos pelas perspetivas atuais da natureza da ciência mostra que a realização de uma investigação é um processo dinâmico, que se pode expressar em diferentes etapas. O que se pretende não é formar cientistas, mas sim estudantes capazes de desenvolverem atividades investigativas promotoras de capacidades reflexivas, de tomarem decisões metodológicas, de questionarem a realidade envolvente, saberem usar a sua criatividade para a colocação de hipóteses e definição de procedimentos, elaboração de registos e formas de análise de dados, associados a uma forte capacidade de argumentação assente em linguagem científica. Nesse percurso, os estudantes podem tomar diferentes decisões, algumas das quais irão revelar-se erradas ou improdutivas. No entanto, Hutchings (2007) salienta que esses erros são parte do processo de aprendizagem e ensinam ao estudante que numa investigação não há respostas previamente construídas. Quanto ao papel do professor num processo investigativo, este deve atuar como facilitador através da organização de ambientes de aprendizagem que promovem o *Inquiry*. As características do *Inquiry* podem ser organizadas pelo professor através do modelo de ensino 6E. O modelo de ensino 5E do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCE), proposto por Bybee et al. (2006), inclui os momentos de *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration* e *Evaluation*. O projeto IRRESISTIBLE, que teve como finalidade conceber atividades promotoras do envolvimento dos estudantes e do público no processo de investigação e inovação responsáveis, acresceu um sexto momento aos anteriores (*Exchange*). De acordo com Kähkönen (2016), o momento de Exchange visa que os estudantes comuniquem o resultado do seu trabalho utilizando uma argumentação científica.

3 Enquadramento curricular da atividade Inquiry na formação de professores

A atividade *Inquiry: Creative seeds* foi realizada no ano letivo 2015/16 e enquadrou-se nas unidades curriculares de DCFN e MRP do 2.º Ano/2.º Semestre do Mestrado em Ensino do 1.º do 2.º CEB da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém (Despacho n.º 1529/2015).

No caso da DCFN, o *Inquiry* ocorreu no âmbito de um conteúdo programático baseado no trabalho de Hutchings (2007), Pedaste et al. (2015) e Saltiel e Montané (2006), associado à conceção, implementação e avaliação de diferentes situações de aprendizagem relacionadas com a resolução de problemas no ensino das ciências. Os objetivos de aprendizagem ligados a este conteúdo programático

consistiam no desenvolvimento do conhecimento científico, curricular e didático dos estudantes de modo a os capacitar para conceber, implementar e avaliar atividades investigativas.

Em relação à MRP, esta atividade inseriu-se no estudo de modelos de resolução de problemas. Tomado como ponto de partida o estudo do modelo clássico de Polya (2003), foram analisadas as contribuições mais recentes neste domínio (Voskoglou, 2008), de modo a que se pudesse reconhecer quer a natureza multidimensional do processo de resolução de problemas, quer a sua natureza cíclica, cujas fases estão claramente alinhadas com as de uma abordagem de tipo *Inquiry*, conforme apresentada anteriormente. A participação nesta atividade permitiu compreender estes aspetos num contexto prático e interdisciplinar e perceber o papel dos problemas enquanto elemento central no desenvolvimento do conhecimento científico. Portanto, a interdisciplinaridade entre a Matemática e as Ciências Naturais não ocorreu ao nível dos conteúdos, mas sim na dimensão dos processos cognitivos. Considera-se que o processo de resolução de problemas associado ao *Inquiry*, nas ciências, assemelha-se ao processo de resolução de problemas na Matemática.

4 Aspetos metodológicos

Para melhor suportar a análise da experiência didática de integração interdisciplinar do *Inquiry* na Matemática e nas Ciências Naturais, recorrendo à tipologia de estudos da investigação elaborada por Vilelas (2009), realizou-se uma investigação qualitativa, quanto ao modo de abordagem; exploratória, quanto aos objetivos, e a partir de um estudo de caso, quanto ao procedimento técnico. De acordo com este autor, o caso é uma unidade de análise que pode consistir num pequeno grupo, pelo que, no presente estudo, foi analisado o trabalho produzido pelos cinco estudantes que realizaram a atividade.

A atividade foi realizada num laboratório, com a presença de ambos os docentes das unidades curriculares de DCFN e de MRP e com a duração de 180 minutos. O papel dos docentes foi atuarem como facilitadores da dinamização do *Inquiry: Creative seeds*.

O *Inquiry: Creative seeds* estruturou-se num conjunto de tarefas associadas aos seis momentos do modelo de ensino 6E, que se descrevem de seguida:

Engagement: Os docentes apresentaram o problema: “Que características deve ter uma semente para se dispersar à maior distância possível através do vento?” Esta pergunta relaciona-se com a seguinte meta curricular do 2.º CEB de Ciências Naturais: “15.5 Indicar a importância da dispersão das sementes para a distribuição espacial das plantas” (MEC, 2013). De seguida, definiram o objetivo principal da atividade: Elaborar modelos de sementes, com diferentes materiais, para identificarem as características que favorecem a sua dispersão.

Explore: Os estudantes organizaram-se em pequenos grupos de trabalho (2 elementos) ou realizaram o trabalho individualmente. A partir de uma hipótese inicial sobre as características da semente que favorecem a sua dispersão, elaboraram um modelo a partir da reutilização de materiais diversos disponibilizados pelos docentes (papel, plásticos, arames, balões, palhinhas, etc.). De seguida, testaram a sua dispersão lançando-o de uma altura de aproximadamente cinco metros e registaram os resultados da distância e dinâmica de voo. A partir dos resultados anteriores, estabeleceram conclusões sobre as características anatómicas que contribuíram para a maior ou menor dispersão dos modelos de sementes. Depois desta fase procuraram melhorar o modelo inicial, o qual testaram novamente e assim sucessivamente.

Explain: Elaboraram explicações sobre as características dos modelos de sementes que contribuíram, ou prejudicaram, a sua dispersão.

Exchange: Apresentaram os resultados aos colegas e professores. Discutiram-se coletivamente os resultados, num processo análogo ao de revisão por pares.

Evaluate: Elaboraram um relatório do processo *Inquiry*, registando cuidadosamente todas as etapas, resultados e decisões metodológicas, o qual foi avaliado pelos docentes.

Elaborate: A fim de aprofundarem os conhecimentos sobre a importância das sementes, os estudantes realizaram uma visita virtual ao *Svalbard Global Seed Vault* em <https://www.croptrust.org/our-work/svalbard-global-seed-vault/>

Como instrumentos de recolha de dados, utilizaram-se fotografias, relatórios produzidos pelos estudantes (RA, RB e RC) e vídeos que elaboraram após a realização do *Inquiry: Creative seeds*. A tabela

seguinte apresenta a distribuição dos estudantes e a abreviatura utilizada para designar os respectivos relatórios (Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição dos estudantes e identificação dos relatórios.

Grupo	N.º de estudantes (n)	Relatório
A	2	RA
B	2	RB
C	1	RC

A análise de conteúdo realizada foi de natureza interpretativa, procurando-se identificar as evidências das características do *Inquiry* no trabalho desenvolvido pelos estudantes. Essas evidências foram organizadas em torno das categorias de análise associadas às cinco características essenciais do *Inquiry* definidas pelo NRC (2000), relacionando-as com os momentos do modelo de ensino 6E. Para melhor suportar a apresentação dessas evidências recorreu-se, sempre que necessário, a citações diretas do texto apresentado pelos estudantes nos relatórios.

5 Apresentação e discussão dos resultados

5.1 Os estudantes são envolvidos na formulação de questões cientificamente orientadas

De acordo com o NRC (2000), os estudantes são envolvidos na formulação de questões cientificamente orientadas. Uma das variações desta característica, associada, no entanto, a um papel menos autônomo dos estudantes, consiste na apresentação da questão pelos docentes. A vantagem de serem os docentes a apresentar a questão é permitir que os estudantes abordem o mesmo problema, neste caso relacionado com as metas curriculares do 2.º CEB de Ciências Naturais, em vez de problemas distintos. Esta opção vai ao encontro das sugestões do NRC (2000) que sugere uma conexão dos problemas aos conceitos científicos curriculares. Assim, no momento Engagement, os docentes apresentaram aos estudantes o problema e o objetivo geral da atividade. A introdução de um dos relatórios mostra como o estudante ficou envolvido e motivado para a realização da atividade após a colocação do problema: “Esta atividade é uma forma motivante de os estudantes compreenderem como é que o tamanho e a forma das sementes influenciaram a sua capacidade de dispersão pelo vento” (RC).

5.2 Os estudantes atribuem prioridade às evidências, de modo a desenvolver e avaliar explicações sobre as questões cientificamente orientadas

O NRC (2000) estabelece que os estudantes devem atribuir prioridade às evidências empíricas, o que lhes permite desenvolver e avaliar explicações sobre as questões cientificamente orientadas. Uma das variações desta característica é a possibilidade de os estudantes serem direcionados a recolherem determinados dados para resolver o problema (NRC, 2000). Neste caso, os estudantes foram aconselhados a medir a distância da queda, assim como analisar a dinâmica de voo dos modelos de sementes a partir de lançamentos efetuados a uma altura de cerca de 5m (Explore).

Num dos relatórios, os participantes parecem compreender que o problema conduz necessariamente a uma investigação empírica:

Com a presente atividade prática, tivemos assim a oportunidade de refletir sobre uma estratégia de resolução do problema proposto e aplicá-la, através da construção dos nossos próprios protótipos. (RB)

Todos os grupos de trabalho sentiram a necessidade de colocar hipóteses sobre as características das sementes que promovem a sua dispersão. A seguir apresentam-se alguns exemplos dos modelos (Figura 1), por vezes designados pelos estudantes por “protótipos”, e das hipóteses:

Hipótese 1: Construção de uma semente com uma armação de arame e coberta com plástico. (RA; Figura 1 – Modelo do Grupo A).

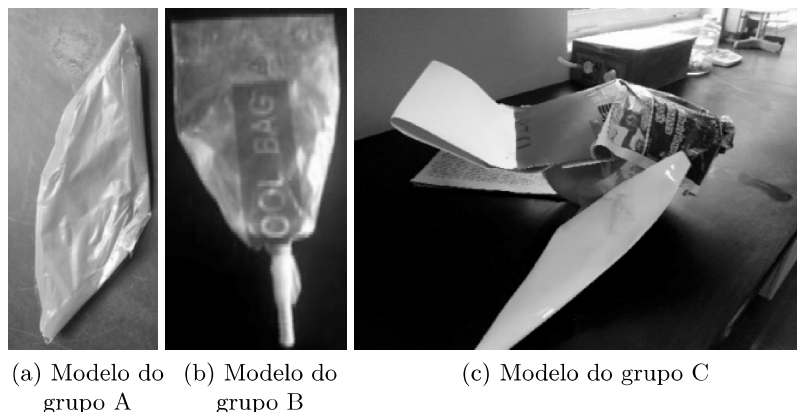


Figura 1: Modelos de sementes realizado pelos grupos A, B e C.

Primeira Ideia / Hipótese: Ao visualizarmos o conjunto de materiais disponíveis para a construção do nosso protótipo, pensámos que um saco de plástico, cheio de ar, preso a uma espécie de parafuso de plástico de grandes dimensões, seria o suficiente para o nosso protótipo deslocar-se a uma grande distância. (RB; Figura 1 – Modelo do Grupo B).

Hipótese 5: Acrescentamos uma parte atrás para equilibrar o peso, visto que caía para a frente. (RC; Figura 1 – Modelo do Grupo C).

Nos exemplos anteriores fica patente que os estudantes se preocuparam em colocar hipóteses relativamente ao tipo de materiais ou de superfícies que facilitam a dispersão. De seguida, todos os grupos apresentaram listas de materiais e a planificação da investigação para testar as respetivas hipóteses (Explore).

[Os professores] Procederam ao fornecimento do material necessário à concretização da atividade, com o objetivo de construirmos um protótipo de semente ou fruto, testarmos, melhorarmos e refletirmos sucessivamente sobre esse mesmo protótipo, de forma a averiguar e justificar qual a melhor semente ou fruto para uma dispersão mais eficaz pelo vento. (RB)

Alguns grupos sentiram a necessidade de realizar um pré-teste com o auxílio de uma ventoinha, antes do lançamento dos modelos à altura de 5m:

Testar, com o auxílio de uma ventoinha, a capacidade de dispersão da semente construída. (RA)

Testar o protótipo, na ventoinha. (RB)

Tínhamos disponível uma ventoinha para simular os lançamentos. (RC)

Nos procedimentos foi visível a importância que deram à recolha de evidências, essencialmente através da observação direta, fotografias e vídeos, para aferir o tipo de movimento das sementes durante a queda, e de medições para registar o alcance das sementes:

Lançar a semente pela janela e filmar o lançamento desta de forma a aferir o movimento que esta realiza no ar e durante a queda. Medir a distância entre a parede e local onde a semente pousou. (RA)

Gravar o deslocamento do protótipo. Medir a distância de deslocação do protótipo. Apontar os resultados. (RB)

Em cada lançamento o par teria de medir o alcance obtido pela sua semente e caracterizar o movimento que efetuou ao cair. (RC)

Essa recolha de evidências permitiu a produção de resultados:

Deslocação do protótipo: O protótipo caiu num movimento suave helicoidal. (Vídeo 1 – O Voo Silencioso). (RB)

Distância da deslocação: A nossa primeira experiência deslocou-se a uma distância de 2,50 m. (RB)

As autoras do RB compreenderam que a recolha de evidências ia passar pela realização de “medições sobre uma característica muito importante na dispersão de sementes pelo vento: a distância percorrida”. As afirmações anteriores vão ao encontro do NRC (2000) quando indicam que os cientistas procuram recolher evidências a partir de observações de medições em contexto natural ou em laboratório.

5.3 Os estudantes, partindo de evidências, formulam explicações para resolver as questões cientificamente orientadas

Uma variação desta característica do *Inquiry*, associada a uma menor orientação dos professores e a maior autonomia dos estudantes, sumariza-se da seguinte forma pelo NRC (2000): “Learners formulate explanation after summarizing evidence” (p. 29). Após os lançamentos, os estudantes interpretaram os resultados e elaboraram explicações (Explain) mais ou menos complexas para os resultados alcançados com os modelos:

A análise do movimento da semente no ar e durante a queda permitiu-nos verificar que a distância percorrida pela mesma (30 cm) corresponde à impulsão inicial dada aquando do seu lançamento, porque de seguida observa-se uma descida vertical abrupta, não se verificando uma dispersão da semente eficaz. Os resultados obtidos levaram-nos a concluir que necessitávamos de melhorar o nosso protótipo no sentido de reduzirmos o peso do mesmo. (RA)

O resultado obtido foi ao encontro do que havíamos pensado inicialmente sobre o material selecionado (saco de plástico). Com isto, conseguimos perceber que o protótipo construído se encontrava num bom caminho, mas que poderíamos agregar mais materiais que facilitassem a dispersão do mesmo pelo vento. (RB)

Estas explicações deram origem a novas hipóteses:

Posteriormente à primeira ideia/hipótese, pensámos que o nosso protótipo se deslocaria a uma distância maior se se encontrasse apetrechado com duas asas de papel, com o saco de plástico virado para baixo. (RB)

Essas hipóteses, por sua vez, originaram novos modelos de sementes que foram testados e assim sucessivamente.

5.4 Os estudantes avaliam as suas explicações tendo por base conhecimento científico

De acordo com o NRC (2000), uma das principais características do *Inquiry* é “Learners connects explanations to scientific knowledge.” (p. 29). Os relatórios mostram que os grupos de trabalho se preocuparam em dar resposta ao problema (*Explain*) cruzando as evidências recolhidas com o conhecimento científico sobre a dispersão de sementes:

Na nossa perspetiva e de acordo com o que observámos, as sementes para se dispersarem através do vento devem ser leves, possuir uma forma aerodinâmica e não permitir a passagem de ar. (RA)

Genericamente, as características que favorecem a disseminação pelo vento são: sementes leves ou pequenas, com projeções como pelos, plumas ou asas. (RC)

Há, ainda, exemplos nos relatórios que mostram que há conexões entre as explicações dos estudantes, a definição de estratégias e a natureza cíclica do processo de resolução de problemas, revelando capacidades de metacognição:

É de salientar que as nossas conclusões poderiam ser diferentes se as condições do local, no que respeita ao vento e aos obstáculos fossem melhoradas, ou seja, tornou-se evidente que para além do vento existem outros fatores que intervêm na dispersão das sementes. (RA)

A execução da presente atividade prática *Inquiry* (...) fez-nos colocar em evidência diversas hipóteses, executar um procedimento e ponderar se as mesmas seriam viáveis de ser aplicadas. Isto contribui, de certo modo, para que, perante um problema, obtenhamos uma plasticidade mental para a resolução do mesmo, indicando diversas hipóteses de o resolver, testando as mesmas e refletindo sobre o porquê de algumas hipóteses serem mais viáveis do que outras. (RB)

O resultado obtido não foi ao encontro daquilo que estávamos à espera, visto que considerámos que o protótipo fosse dispersar-se a uma maior distância com a presença de asas, pois pensámos que as asas facilitariam o voo de um objeto e não o contrário. (RB)

5.5 Os estudantes comunicam e justificam as soluções propostas

A comunicação do trabalho realizado ocorreu no momento *Exchange*. Nessa fase, os estudantes apresentaram oralmente hipóteses, procedimentos, evidências e explicações, compararam os resultados com os dos restantes colegas e colocaram questões sobre o percurso investigativo realizado, num processo que simula o de revisão por pares.

Outro momento de comunicação, mais formal, consistiu na elaboração dos relatórios, os quais foram avaliados e classificados pelos docentes (*Evaluate*).

A justificação das explicações (*Explain*) esteve patente em alguns relatórios, evidenciando que os estudantes se preocuparam não só em apresentar resultados, mas também em formular argumentos lógicos para as comunicar:

A análise do movimento da semente no ar e durante a queda permitiu-nos verificar que o protótipo se afastou ligeiramente da parede devido à impulsão inicial dada aquando do seu lançamento, contudo a ação do vento empurrou-o contra os objetos presentes na parede (cabo de electricidade e ar condicionado) o que nos impediu de observar adequadamente o tipo de movimento efetuado aquando dos lançamentos. No entanto, por breves segundos, verificámos que o movimento era ondulante. Tivemos a perceção de que se os lançamentos tivessem ocorrido num local com menos obstáculos e com uma direção do vento oposta, este último protótipo seria na nossa opinião o mais favorável à dispersão pela ação do vento. (RA)

Para aprofundarem o seu conhecimento sobre a importância das sementes, propôs-se a atividade *Elaborate*, na qual realizaram uma visita virtual a um banco de sementes.

6 Conclusões

O *Inquiry: Creative seeds*, associado ao modelo de ensino 6E, em contexto interdisciplinar entre a Matemática e as Ciências Naturais, permitiu desenvolver, nos estudantes, competências comuns associadas ao processo investigativo em Ciências Naturais e de resolução de problemas em Matemática, nomeadamente:

1. investigar a partir de um problema cientificamente orientado.
O trabalho realizado pelos estudantes partiu de um problema relacionado com a dispersão das sementes através do vento.
2. priorizar as evidências empíricas na resposta ao problema.
Os estudantes recolheram dados e fizeram registos diversos relativos à dinâmica de voo, principalmente quanto à distância de deslocação das sementes.
3. elaborar explicações a partir dos dados recolhidos.
Os estudantes produziram explicações a partir dos dados recolhidos sobre a dinâmica de voo e distância percorrida pelas sementes.

4. associar essas explicações ao conhecimento científico ou apresentar outras explicações lógicas para os resultados.
Os estudantes cruzaram as explicações com o conhecimento científico sobre a dispersão de sementes.
5. comunicar e justificar as explicações.
Os estudantes apresentaram e discutiram oralmente o trabalho e elaboraram um relatório do Inquiry.

Este trabalho evidencia o contributo, para os estudantes em formação inicial de professores, das atividades investigativas interdisciplinares entre a Matemática e as Ciências Naturais para o desenvolvimento de um conhecimento profissional promotor do envolvimento ativo dos alunos nos processos de ensino-aprendizagem.

7 Referências

- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Christiansen, B., & Walther, G. (1986). Task and activity. In B. Christiansen, A. G. Howson & M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education* (pp. 243-307). Dordrecht: D. Reidel.
- Despacho n.º 1529/2015. *Diário da República, 2.ª série*, n.º 30, 12 de fevereiro de 2015. (Republicação da estrutura e plano de estudos conducente à obtenção do grau de mestre em Ensino do 1.º e do 2.º Ciclo do Ensino Básico, a ministrar pela Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém).
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. London: The Falmer Press.
- Hutchings, W. (2007). *Enquiry-Based Learning: Definitions and rationale*. Manchester: The University of Manchester.
- Kähkönen, A-L. (2016). *Models of inquiry and the irresistible 6E model*. <http://www.irresistible-project.eu/index.php/pt/blog-pt/168-models-of-inquiry-and-the-irresistible-6e-model>
- Ministério da Educação e Ciência (MEC) (2013). *Metas curriculares do Ensino básico. Ciências Naturais. 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Governo de Portugal/Ministério da Educação e Ciência.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press. <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309064767>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. de, Riesen, S. A. N. van, Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Polya, G. (2003). *Como resolver problemas*. Lisboa: Editora Gradiva.
- Ponte, J. P., Brocardo, J., & Oliveira, H. (2003). *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- Saltiel, E., & Montané, M. (2006). *Methodological guide. Inquiry-Based Science Education: Applying it in the classroom* (Pollen. Seed cities for science). Barcelona: P.A.U. Education.
- Svalbard Global Seed Vault (2016). *Interactiv visit*. <https://www.croptrust.org/what-we-do/svalbard-global-seed-vault/interactive-visit/>
- U. S. Department of Education (2016). *Science, Technology, Engineering and Math: Education for global leadership*. <http://www.ed.gov/stem>

- Vilelas, J. (2009). *Investigação. O processo de construção do conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Voskoglou, M. (2008). Problem solving in mathematics education: recent trends and development. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Scienze Matematiche)*, 18, 22-28.
- Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino das ciências. Aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, 13(03), 67-80.