

## O QUESTIONAMENTO INVESTIGATIVO NA AULA DE MATEMÁTICA E NA INTEGRAÇÃO DAS STEM

Maria Cristina Costa

*Instituto Politécnico de Tomar & UIED\* - Unidade de Investigação em Educação e Desenvolvimento, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal*

[ccosta@ipt.pt](mailto:ccosta@ipt.pt)

António Domingos

*Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal & UIED\* - Unidade de Investigação em Educação e Desenvolvimento, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal*

[amdd@fct.unl.pt](mailto:amdd@fct.unl.pt)

\*This work is supported by national funds through FCT - Foundation for Science and Technology, I. P., in the context of the project UID/CED/02861/2016

### Resumo

Nos últimos anos têm aumentado os apelos para a promoção da interdisciplinaridade, nomeadamente a integração das STEM, para preparar melhor os estudantes para os desafios cada vez mais exigentes das sociedades atuais. Além disso, são cada vez mais os estudos que defendem a introdução de novas estratégias de ensino que tornem a aprendizagem mais significativa. Neste sentido, o questionamento investigativo é uma abordagem considerada eficaz para potenciar a aprendizagem dos estudantes, ao ponto de fazer parte do currículo de vários países. No entanto, são inúmeras as referências sobre as dificuldades relacionadas quer com a promoção da interdisciplinaridade quer relativamente à implementação do questionamento investigativo. Este estudo pretende contribuir para a literatura apresentando alguns exemplos de professores que desenvolveram tarefas de matemática e tarefas interdisciplinares que foram implementadas recorrendo ao questionamento investigativo. Com uma metodologia qualitativa de natureza interpretativa, os dados recolhidos consistem em observação presencial e relatórios escritos por professores, no âmbito de um programa de formação contínua. Com base em estudos de caso de alguns professores que participaram no referido programa verificamos que os mesmos conseguem inovar as suas práticas desenvolvendo as suas próprias tarefas e implementando-as recorrendo ao questionamento investigativo.

**Palavras-chave:** Educação matemática; questionamento investigativo; interdisciplinaridade; desenvolvimento profissional; ensino básico.

## Introdução

Nos últimos anos têm aumentado os apelos para a promoção da interdisciplinaridade, nomeadamente a integração das STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), para motivar os estudantes para estas áreas e para os preparar melhor para os desafios cada vez mais exigentes das sociedades atuais (Baker & Galanti, 2017; Costa & Domingos, 2018a, 2018b).

Além disso, são cada vez mais os estudos que defendem a introdução de estratégias de ensino que tornem a aprendizagem mais significativa. Neste sentido, o questionamento investigativo (conhecido internacionalmente como *inquiry*) é uma abordagem considerada eficaz para potenciar a aprendizagem dos estudantes (Krogh & Morehouse, 2014; Rocard et al., 2007), ao ponto de fazer parte do currículo de vários países (Murphy, Smith, Varley, & Razi, 2015; Jocz, Zhai, & Tan, 2014).

Em Portugal, a interdisciplinaridade e o questionamento investigativo (QI) também estão patentes nos princípios orientadores da organização curricular e programas do Ensino Básico. No primeiro Ciclo do Ensino Básico (1.º CEB), a Matemática e o Estudo do Meio são áreas disciplinares de frequência obrigatória. No programa de Estudo do Meio (ME, s.d.) é referido que este “está na intersecção de todas as outras áreas do programa, podendo ser motivo e motor para a aprendizagem nessas áreas.” (p. 101). As indicações metodológicas são que: “A curiosidade infantil pelos fenómenos naturais deve ser estimulada e os alunos encorajados a levantar questões e a procurar respostas para elas através de experiências e pesquisas simples” (p. 115). Os alunos devem, ainda, usar instrumentos de observação e medida, sendo importante que façam registos daquilo que observam. No que diz respeito à Matemática (ME, 2013), a análise do mundo natural é assinalada como uma das três finalidades para o seu ensino, sendo referido que esta “é indispensável a uma compreensão adequada de grande parte dos fenómenos do mundo que nos rodeia (...)” (p. 2) e “revela-se essencial ao estudo de fenómenos que constituem objeto de atenção em outras disciplinas do currículo do Ensino Básico” (p. 2).

No entanto, apesar das recomendações acima descritas, são inúmeras as referências sobre as dificuldades relacionadas com a promoção da interdisciplinaridade (Baxter, Ruzicka, Beghetto & Livelybrooks, 2014; Ríordáin, Johnston, & Walshe, 2016), bem como relativamente à implementação do QI, quer a nível internacional (Rocard et al., 2007; PRIMAS; 2011) quer a nível nacional (Varela & Costa, 2015). De facto, muitos estudos continuam a referir que os professores fazem um ensino expositivo, centrado nos manuais, sem apelar à experimentação e à curiosidade natural das crianças, nos primeiros anos de escolaridade (Afonso, Neves e Morais, 2005; Carvalho, Silva, Lima, Coquet & Clement, 2004; Löfgren, Schoultz, Hultman, & Björklund, 2013; Osborne, & Dillon, 2008).

Neste artigo, pretendemos contrariar esta tendência mostrando que é possível mudar o paradigma e levar os professores a inovarem as suas práticas, de modo a passarem de um ensino tradicional, maioritariamente dedutivo (Rocard et al., 2007), para um ensino

construtivista mais centrado nos alunos, como é o caso das abordagens com o QI (PRIMAS, 2011).

Este estudo resulta de um projeto mais amplo (Costa & Domingos, 2018b) que desde 2015, em parceria com um centro de formação, inclui Programas de Desenvolvimento Profissional (PDP) de professores que envolvem ações de formação acreditadas, e visitas às escolas dos professores em formação para os apoiar na inovação das suas práticas. A inscrição dos professores neste programa é voluntária. Neste artigo, a principal questão que queremos investigar é: Como os professores do 1.º CEB que participaram no PDP implementaram tarefas de matemática e tarefas interdisciplinares, em aula, recorrendo ao questionamento investigativo?

Procuramos responder a esta questão apresentando estudos de caso de duas professoras que participaram no referido programa e desenvolveram tarefas investigativas consentâneas com as recomendações dos programas curriculares.

### **Enquadramento teórico**

O conhecido relatório Rocard et al. (2007) identifica um declínio alarmante no interesse dos estudantes pelas ciências e matemática, o que irá comprometer a capacidade de inovação da Europa no futuro, uma vez que irá afetar a necessidade crescente de profissionais relacionados com essas áreas. Em Portugal também se verifica esta tendência, uma vez que apenas 35% dos alunos inscritos no Ensino Secundário, nos anos letivos 2011/2012 e 2012/2013, se encontravam matriculados em cursos de Ciências e Tecnologia, de acordo com os dados da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência [DGEEC] (2014).

A falta de profissionais nas áreas das STEM deve ser combatida com uma intervenção ao nível dos primeiros anos de escolaridade de modo a motivar os estudantes para estas áreas (DeJarnette, 2012). Neste sentido, vários relatórios (Osborne & Dillon, 2008; PRIMAS, 2011; Rocard et al., 2007) referem que a implementação de atividades experimentais relacionadas com STEM, nos primeiros anos de escolaridade, tem um impacto positivo nos estudantes, despertando o seu interesse por estas áreas. Os mesmos relatórios recomendam a introdução de novas estratégias de ensino que promovam a aprendizagem dos estudantes na área das STEM, como é o caso do QI. De acordo com Artigue e Blomhøj (2013), “a pedagogia baseada no QI pode ser definida como uma forma de ensinar na qual os estudantes são convidados a trabalhar de forma semelhante à qual os matemáticos e cientistas trabalham” (p. 797).

Não há um consenso relativamente à definição de QI, mas teremos como base os relatórios Rocard et al. (2007) e PRIMAS (2011), onde é referido que nesta abordagem, o aluno é conduzido através de questões colocadas pelo professor, questões que levam o aluno a investigar, refletir, experimentar, voltar a refletir e, assim sucessivamente, com o objetivo de finalmente tirar conclusões. Estas conclusões devem, ainda, ser partilhadas e discutidas com a turma. Dos vários aspetos, recomendados como essenciais pelo National Research Council (NRC, 2000), relativamente ao QI em aula, destacamos os seguintes: os estudantes são envolvidos em tarefas através de questões cientificamente orientadas; a partir das evidências desenvolvem e avaliam possíveis respostas às questões e levantam novas questões no sentido de finalmente tirarem conclusões comunicando os resultados aos pares.

Segundo o relatório PRIMAS (2011), o QI não é completamente novo, uma vez que as abordagens construtivistas já mostraram que a aprendizagem dos estudantes é mais

significativa, se estes tiverem oportunidade de explorar situações, de se envolverem ativamente em aula, de monitorizar a sua própria aprendizagem, em vez de apenas assumirem uma postura passiva, centrada no professor. No entanto, e apesar de o QI fazer parte do currículo em vários países (Jocz et al., 2014; Murphy et al., 2015) têm sido várias as dificuldades na sua implementação em aula, fazendo com que esta não seja, ainda, uma prática habitual entre os professores, principalmente ao nível do 1.º CEB (Rocard et al., 2007; Varela & Costa, 2015).

### ***O questionamento investigativo no ensino da matemática e das ciências***

São cada vez mais as recomendações para a introdução de abordagens de ensino mais centradas no aluno e promotoras da aprendizagem significativa (Ausubel, 2012). De acordo com este autor, é preciso ter em conta o conteúdo e a estrutura cognitiva do estudante, para promover a aprendizagem significativa. Cabe ao professor adequar o ensino de modo a facilitar a interação com o conhecimento prévio do aluno, de forma a potenciar a aprendizagem do mesmo.

Neste sentido, o QI é considerado uma pedagogia eficaz para promover a aprendizagem significativa, uma vez que desenvolve a criatividade e o espírito crítico dos estudantes (Murphy et al., 2015; PRIMAS, 2011; Rocard et al., 2007). No relatório Rocard, esta abordagem é chamada de “*Inquiry-based Science Education*” e a sigla IBSE aparece frequentemente na literatura.

Quanto ao QI aplicado à educação matemática, o mesmo relatório refere a aprendizagem focada nos problemas (*Problem Based Learning*). Deste ponto de vista, o problema é colocado de forma a que as crianças precisem de obter novos conhecimentos para os conseguirem resolver. Na literatura internacional, a sigla IBME (*Inquiry-based Mathematics Education*) tem vindo a aparecer com mais frequência, principalmente nos últimos anos (Artigue & Blomhøj, 2013).

### ***O papel dos professores***

Krogh e Morehouse (2014) referem que a aprendizagem deve ser feita através de um constante *inquiry*, acompanhado do estímulo e intervenção dos adultos. Estas autoras defendem, ainda, que o modelo de aprendizagem a que chamam de *inquiry-based, integrated learning* deve ser estendido às escolas pois conduz a um desenvolvimento mais eficaz na aprendizagem dos alunos. Neste sentido, as mesmas autoras salientam o papel dos professores neste processo:

Se os professores conseguirem abrir as mentes das crianças para estas adquirirem o conhecimento através do *inquiry* (...) de modo a permitir que as mesmas apliquem o seu entendimento de forma significativa, produtiva, e de forma relevante, (...) então os professores estarão a oferecer aos estudantes um presente de valor inestimável. (...) o desembrulhar deste presente demora tempo. Também exige esforço e dedicação por parte do professor para ajudar (...) (p. 354).

A citação anterior refere um aspeto incontornável quando se fala na aprendizagem dos alunos: o papel dos professores. Neste sentido, o relatório Rocard et al. (2007) conclui que os professores “são a pedra basilar de qualquer processo de renovação da educação científica” (p. 11) e que “ser parte de uma rede permite-lhes melhorar a qualidade do seu ensino e motiva-os” (p. 3). O já referido relatório PRIMAS também defende a implementação do QI na matemática e nas ciências através do desenvolvimento profissional dos professores. Também Artigue e Blomhøj (2013) referem que o papel do

professor é crucial e que lhe compete conduzir o processo do QI com recurso a tarefas e lições cuidadosamente desenhadas.

Löfgren, Schoultz, Hultman e Björklund (2013) referem que as dificuldades de implementação desta pedagogia relacionam-se com a concretização de explicações científicas ao nível do ensino básico: “Estas capacidades não são automaticamente atingidas com recurso a materiais baseados no QI – precisam de ser treinadas” (p. 482). Neste sentido, Murphy et al. (2015) recomendam a implementação de um PDP de professores, que lhes dê oportunidade de desenvolver o seu conhecimento concetual e pedagógico em abordagens baseadas no QI. Os mesmos autores referem que para implementar um currículo no ensino básico com a sua máxima eficácia, é fundamental que os professores tenham confiança e competência na aplicação destas abordagens. Além disso, Afonso et al. (2005) recomendam que sejam dadas oportunidades aos professores de trabalhar e experimentar os conteúdos e tarefas, que se espera que venham a desenvolver em aula, num ambiente de reflexão onde se sintam apoiados. Neste sentido, Artigue e Blomhøj (2013) defendem ser essencial procurar um desenvolvimento profissional que apoie os professores enquanto estes experimentam e desenvolvem a sua própria prática de QI no ensino da matemática.

Vários autores defendem, ainda, a importância de apoiar os professores sobre como ensinar, de forma a que estes adquiram conhecimentos pedagógicos e de conteúdo para inovarem as suas práticas (Capps & Crawford, 2013; Zehetmeier, Andreitz, Erlacher, & Rauch, 2015). Neste sentido, Costa e Domingos (2017) também desenvolveram um estudo preliminar, onde verificaram a importância de desenvolver nos professores o conhecimento de conteúdo sobre as matérias a ensinar, para promover o sucesso da implementação de atividades experimentais interdisciplinares, em aula. Os mesmos autores concluem haver necessidade de continuar a investir no seu desenvolvimento profissional, de modo a aumentar a confiança e autonomia dos professores para inovarem as suas práticas, sendo fundamental desenvolver um trabalho colaborativo de modo a apoiá-los neste processo.

Esta investigação alinha com os pontos de vista acabados de descrever por também considerar importante intervir junto dos professores. Nesse sentido, foram criadas ações de formação acreditadas, com o objetivo de munir os professores de conhecimento de conteúdo e pedagógico relacionado com as STEM, de modo a motivá-los e apoiá-los na criação e implementação de tarefas recorrendo ao QI em aula.

## **Metodologia**

Neste artigo, usamos uma metodologia qualitativa de natureza interpretativa recorrendo a estudos de caso (Cohen, Lawrence, & Keith, 2007). Um estudo de caso consiste numa investigação empírica que observa “fenómenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real” (Yin, 2001, p. 19), podendo permitir uma “generalização dos resultados” obtidos (Yin, 2001, p. 53).

Neste sentido, iremos considerar o estudo de caso de duas professoras que participaram no referido PDP, que ilustram a forma como foi usado o QI para implementar tarefas em aula. Para preservar o anonimato das mesmas os nomes apresentados são fictícios. A professora Luísa, com 56 anos de idade, 37 anos de serviço e responsável por uma turma do 3.º ano do 1.º CEB com 25 alunos, participou no PDP no ano letivo 2015/2016. Este artigo evidencia o trabalho desenvolvido no início do ano letivo seguinte (2016/2017), no qual a professora implementou tarefas essencialmente de matemática centradas nos alunos, desenhadas por ela, durante uma manhã (cerca de três horas). A professora Josefa (42 anos de idade, 18 anos de serviço, turma com alunos do

3.º e 4.º ano) participou no PDP no ano letivo 2016/2017 e escolheu implementar tarefas interdisciplinares relacionadas com a eletricidade. Das várias sessões realizadas pela professora iremos evidenciar uma das sessões onde a professora dinamizou tarefas interdisciplinares que foram conduzidas recorrendo ao QI.

A recolha de dados consiste em observação participante, entrevistas semiestruturadas, *focus group* e relatórios escritos pelas professoras no decorrer e no final do PDP. A primeira autora deste artigo é observadora participante, sendo responsável por tirar fotografias e pela escrita dos diários. O segundo autor é responsável pela triangulação e validação de toda a informação envolvida. A observação participante decorre essencialmente nos *workshops* da formação presencial com os professores e nas visitas às respetivas aulas.

### **Análise e discussão dos dados**

Nesta seção, começamos por analisar o caso da professora Luísa que trabalhou a matemática a partir de tarefas centradas nos alunos e na vida real. De seguida, apresentamos a professora Josefa que trabalhou a matemática, a partir de atividades experimentais relacionadas com a eletricidade. Em ambos os casos, procuramos evidenciar como as professoras usaram o QI na implementação das tarefas com os respetivos alunos.

#### ***A professora Luísa (anos letivos 2015/2016 e 2016/2017)***

Costa e Domingos (2017) apresentam o caso da professora Luísa, a qual revelou algumas dificuldades em trabalhar a eletricidade no ano letivo 2015/2016. Estas dificuldades estavam essencialmente relacionadas com o conhecimento de conteúdo especializado: “Não sinto confiança para ensinar estes conteúdos porque não domino estes conceitos (...)” (*Focus group*, junho 2016). No entanto, ela reconheceu a importância de realizar atividades centradas nos alunos e, com o incentivo dos formadores, optou por desenvolver tarefas essencialmente de matemática, as quais se encontram descritas em Costa e Domingos (2017).

No ano letivo 2016/2017, e com os alunos no 4.º ano, a professora retomou a atividade de medir as alturas dos seus alunos, com o objetivo de aprofundar a abordagem trabalhada nos *workshops* de formação e de trabalhar mais conteúdos de matemática a partir desta atividade.

A sessão teve início com uma questão desafio tal como recomendado nas abordagens com QI:

Professora: Hoje vamos ver quem cresceu mais do ano passado para este ano. Como é que vamos descobrir?

Aluno1: Temos que medir as alturas de todos.

Professora: E como é que vamos medir?

Aluno1: Precisamos da fita métrica. Fazemos como no ano passado.

A questão desafio foi facilmente compreendida pelos alunos porque se lembraram que já tinham feito medições das respectivas alturas no ano anterior. Desta forma, a professora passou logo à ação pedindo aos alunos para começarem as medições. Cada aluno dirigiu-se à fita métrica com a ajuda de um colega que marcou com uma régua a respetiva altura na fita métrica (Figura 1). Depois de verificar quanto media, regressou ao seu lugar para registar a sua altura e responder às questões da ficha preparada para o efeito.



Figura 1 – Medir e registar a altura  
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora)

O seguinte excerto de um diálogo ilustra a forma como a professora ajudou a Ana (nome fictício) a registar a sua altura.

Professora: Vais ter que tirar as botas! Quanto medes?

A aluna contrariada descalça as botas e encosta-se à fita métrica.

Professora: Quanto medes?

Ana: 132 cm. Mas oh professora ... porque é que tive que tirar as botas?

Professora: Calça lá as botas e vai-te medir outra vez. [Pausa] Quanto medes agora?

Ana: 138 cm.

Professora: É a mesma medida? Cresceste agora?

Ana: Não!

Professora: Então donde vem a diferença?

Ana: Ah!!! Já percebi! ... é por causa dos saltos das botas.

Este diálogo mostra que a professora conduziu a aluna de forma a ela própria concluir por que motivo ela tinha de tirar as botas para recolher a medida correta da sua altura. Este exemplo está relacionado com a importância da estrutura das interações dos diálogos entre o professor e o estudante (Artigue & Blomhøj, 2013).

Enquanto se faziam os registos, a professora pediu aos alunos para irem respondendo às questões da ficha (Figura 2). Depois de terminadas as medições, a professora disse: “Falta descobrir quem é o aluno mais alto da turma para o poderem desenhar. Se não

soubermos as alturas de todos não descobrimos quem é”. Posto isto, a professora registou no quadro as informações fornecidas pelos alunos (Figura 2).



Figura 2 – Excerto da ficha proposta pela professora e registos das alturas de todos alunos  
 Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora)

Uma das alunas era nova na turma e não sabia a medida da sua altura no ano letivo passado.

Professora: Como é que vamos resolver este problema?

Como não obteve resposta, continuou:

Professora: Vamos atribuir-lhe um crescimento ao calhas? Vamos atribuir-lhe o maior crescimento da turma? Vamos atribuir-lhe o menor crescimento da turma?

Por fim, após alguma discussão com a turma, lá concluíram que o melhor era atribuir o valor médio do crescimento da turma, cujo cálculo foi o desafio seguinte. Enquanto a professora conduz a discussão certifica-se se os alunos estão a resolver bem as tarefas. Quando alguém tem dúvidas ou não interpretou bem o problema manda ao quadro para expor as dúvidas à turma e de forma a resolverem o problema em conjunto. Este é mais um exemplo identificado por Artigue e Blomhøj (2013) que destacam a interação entre o professor e os estudantes e entre os próprios estudantes.



A determinada altura, a professora manifestou-se muito surpreendida com a questão relacionada com o traçado de um segmento. Ora, muitos alunos deram uma resposta semelhante à indicada na figura 3.

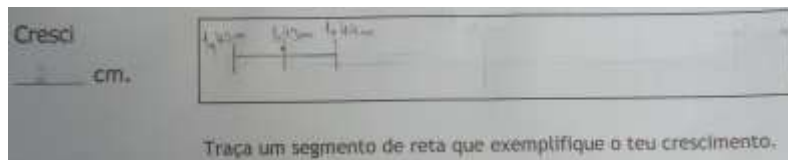


Figura 3 – Resolução do aluno  
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora)

Professora: Agora é que eu estou baralhada com a minha turma! O que é um segmento de reta?

Após alguma discussão manda o Tiago ao quadro representar o seu “segmento”.

Professora: O que é que andaste a fazer Tiago?! Mas, afinal o que é que traçaste?

Tiago: Um segmento, professora.

Professora: Não, Tiago! Isso não é um segmento. São dois segmentos! Traça lá um segmento. Turma, ajudem o Tiago a traçar um segmento!

Mais uma vez com uma discussão que envolveu toda a turma, finalmente perceberam como traçar um segmento de reta. Na entrevista semiestruturada, após esta aula, a professora voltou a manifestar a sua surpresa com a confusão dos seus alunos relativamente ao conceito de segmento. “Não é possível! Eu trabalhei muito bem a geometria e os meus alunos nunca se enganaram, antes, a traçar segmentos!” Após alguma discussão lá se concluiu que uma coisa é traçar segmentos numa aula destinada a esse tema, outra coisa muito diferente é traçar num contexto de medições onde sugeridos pela régua e fora do contexto habitual confundiram o conceito de segmento. Este é mais um facto que sugere a importância de colocar os alunos a pensar “fora da caixa”. É habitual os alunos resolverem corretamente os exercícios no contexto habitual e, noutro contexto, não conseguirem fazer a ligação com conhecimentos anteriormente adquiridos.

A professora Luísa conseguiu propor e implementar tarefas baseadas em dados da vida real e centradas nos seus alunos, explorando o seu espírito investigativo e propondo questões cuja resolução envolve a matemática. Quando necessário, a professora conduziu os alunos com o objetivo de estes chegarem às suas próprias conclusões. Além disso, promoveu a cooperação entre os alunos lançando desafios à turma para em conjunto resolverem os problemas, tal como recomendado na literatura (Artigue & Blomhøj, 2013).

#### ***A professora Josefa (ano letivo 2016/2017)***

A professora Josefa desenvolveu atividades relacionadas com a eletricidade, tendo dedicado várias aulas a este tema. Neste artigo, destacamos parte de uma dessas aulas onde foi trabalhada a matemática a par com a eletricidade. Nesta aula, após introduzir pilhas biológicas (frutas ou legumes), a professora pediu para medirem e registarem a

diferença de potencial (d.p.) das várias pilhas usadas, recorrendo a multímetros (Figura 4).

Apresentamos de seguida um excerto de um diálogo que reflete a forma como algumas das tarefas foram conduzidas:

Professora: Qual é a d.p. da laranja?

Aluno: É 0,51 volts.

Professora: Quanta d.p. precisa a lâmpada para se acender?

Aluno: Precisa de 1,5 volts. Olha! É quase o triplo!

Professora: Então quantas laranjas precisam para acender a lâmpada?

Aluno: São precisas três.



Figura 4 – Circuitos com pilhas biológicas e medição da d.p. de pilhas biológicas

Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora)

Tendo em conta que a resposta dos alunos não era a mais adequada, a professora procurou desenvolver tarefas investigativas de forma a estes poderem tirar conclusões:

Professora: E se partirem a laranja ao meio? Acham que a d.p. é a mesma para cada uma das metades?

Aluno: Claro que não! Deve ser metade.

Professora: Então cortem a laranja ao meio e meçam a d.p. de cada uma das metades!

Aluno: Ah!!! Deu quase igual à da laranja inteira! Não pode ser....

Professora: Corta as metades ao meio e volta a medir? O que achas que vai acontecer?

Aluno: Se calhar vai dar o mesmo ... pois é! O tamanho da fruta não conta!

Professora: Afinal, são precisas três laranjas para acender a lâmpada?

Aluno: Não. Devem bastar três bocados... Vou experimentar! ...Acendeu!!!

Professora: Agora, cada um de vocês vai medir a d.p. da fruta ou legume que têm à vossa frente e vão-me dizer o que obtiveram.

Depois de registrar no quadro as d.p., ditadas pelos alunos, a professora continuou:

Professora: Qual a fruta ou legume com maior d.p.? E com menor d.p.?

Alunos: É o tomate. É a maçã.

A professora continuou a colocar questões, trabalhando a eletricidade e ao mesmo tempo a matemática. Este diálogo ilustra a forma ela conduziu as atividades promovendo a realização de tarefas exploratórias e investigativas através de questões. No seu relatório final, a professora também reconhece alterações nas suas práticas: “Fui capaz de aplicar novas práticas e metodologias no contexto da sala de aula integrando a matemática e as ciências experimentais” (Relatório final, junho 2017).

Em ambos os casos, as duas professoras desenvolveram tarefas exploratórias e investigativas. Desta forma, os estudantes realizaram as tarefas guiados pelas professoras que colocavam as questões de forma a conduzir os alunos na investigação com o objetivo de encontrar as soluções. No caso da Josefa, um destes exemplos está relacionado com a questão “Qual a d.p. necessária para acender a lâmpada?” e “Precisam de 3 laranjas para acender a lâmpada?” As tarefas de matemática desenvolvidas por ambas as professoras incluem problemas e exercícios, organização e tratamento de dados incluindo tabelas, gráficos e diagramas.

### **Considerações Finais**

Para fazer face aos apelos para a promoção da interdisciplinaridade (Baker & Galanti, 2017) bem como para usar estratégias de ensino que tornem a aprendizagem mais significativa, como é o caso do QI (Krogh & Morehouse, 2014), inúmeros autores defendem a importância de desenvolver um PDP adequado para apoiar os professores na inovação das suas práticas (Rocard et al., 2007; PRIMAS, 2011).

Apesar das dificuldades identificadas na literatura relacionadas com a promoção da interdisciplinaridade (Ríordáin et al., 2016), bem como com a implementação do QI (Rocard et al., 2007; PRIMAS; 2011; Varela & Costa, 2015), verificamos que as professoras em estudo implementaram diversas tarefas recorrendo ao QI. A professora Luísa trabalhou essencialmente a matemática recorrendo a dados da vida real centrados nos seus alunos, explorando o seu espírito investigativo e promovendo a discussão quer individual com um aluno quer com toda a turma. A professora Josefa criou e implementou tarefas interdisciplinares relacionadas com a matemática e com a eletricidade. Em ambos os casos, os alunos usaram instrumentos de observação e medida, tal como sugerido nos programas curriculares. Além disso, os alunos foram envolvidos em tarefas através de questões orientadas com o objetivo de tirarem conclusões e comunicando os resultados aos pares, tal como recomendado na literatura (NRC, 2000; PRIMAS; 2011). Os diálogos desenvolvidos, quer com um aluno quer com a turma, inserem-se na estrutura destacada por Artigue e Blomhøj (2013) que referem a importância das interações entre o professor e os estudantes e, ainda, entre os próprios estudantes.

Face às investigações que revelam dificuldades na implementação do QI, o que faz com que este raramente seja usado na maioria das escolas portuguesas do 1.º CEB (Varela & Costa, 2015), verificamos ser possível mudar as práticas dos professores passando para

um ensino mais construtivista e promotor da aprendizagem significativa, através de um PDP que exemplifica esta abordagem e apoia os professores na inovação das suas práticas. Esta conclusão está de acordo com vários autores que sustentam a importância de apoiar os professores no contexto do seu desenvolvimento profissional (Capps & Crawford, 2013; Zehetmeier et al., 2015) e referem alterações nas práticas dos mesmos após este frequentarem um PDP adequado (Murphy et al., 2015).

Reconhecemos as limitações deste estudo por apenas apresentarmos os exemplos de duas professoras, mas defendemos que os mesmos ilustram outros casos de professores que também participaram no PDP e desenvolveram outras tarefas de matemática, bem como tarefas de matemática integradas nas STEM tais como as relacionadas com a astronomia (Costa & Domingos, 2018a) e com o som (Costa & Domingos, 2018c), entre outras. Concluímos, assim, que os professores que participaram no PDP conseguem inovar as suas práticas desenvolvendo as suas próprias tarefas e implementando-as recorrendo ao QI.

### Referências Bibliográficas

- Afonso, M., Neves, I. P., & Morais, A. M. (2005). Processos de formação e sua relação com o desenvolvimento profissional dos professores. *Revista de Educação*, 13(1), 5-37.
- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810.
- Ausubel, D. P. (2012). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer Science & Business Media.
- Baker C. K., & Galanti T. M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education*. 4(1), 1-15.
- Baxter, J. A., Ruzicka, A., Beghetto, R. A., & Livelybrooks, D. (2014). Professional development strategically connecting mathematics and science: The impact on teachers' confidence and practice. *School Science and Mathematics*, 114(3), 102-113.
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based professional development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science? *International Journal of Science Education*, 35(12), 1947-1978.
- Carvalho, G. S., Silva, R., Lima, N., Coquet, E., & Clement, P. (2004). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1111-1130.
- Cohen, L., Lawrence, M., & Keith, M. (2007). *Research Methods in Education*. 6<sup>th</sup> Edition. Taylor and Francis Group.
- Costa, M. C., & Domingos, A. (2017). Innovating teachers' practices: potentiate the teaching of mathematics through experimental activities. In CERME 10: Dooley, T., & Gueudet, G. (Eds.) (2017). *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (2828-2835). Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME.
- Costa, M. C., & Domingos, A. (2018a). *Ensinar matemática recorrendo ao ensino*

*experimental das ciências. Atas do XXIX Seminário de Investigação em Educação Matemática (XXIX SIEM (pp. 97-110). Almada, Portugal.*

- Costa, M. C., & Domingos, A. (2018b). Promoting STEAMH at primary school: a collaborative interdisciplinary project. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 4(8), 234-245.
- Costa, M. C., & Domingos, A. (2018c). Promover o ensino da matemática num contexto de formação profissional com STEM. *Revista de Educación Matemática*. In Press.
- DeJarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering, and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-85.
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (2014). *Matrículas e transições no 10.º, 11.º e 12.º ano em cursos científico-humanísticos, em 2011/12 e 2012/13, por NUTSII e concelho*. Acedido através de <http://www.dgeec.mec.pt/np4/173/>
- Jocz, J. A., Zhai, J., & Tan, A. L. (2014). Inquiry learning in the singaporean context: Factors affecting student interest in school science. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2596-2618.
- Krogh, S., & Morehouse, P. (2014). *The Early Childhood Curriculum Inquiry Learning Through Integration*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Löfgren, R., Schoultz, J., Hultman, G., & Björklund, L. (2013). Exploratory talk in science education: Inquiry-based learning and communicative approach in primary school. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 482-496.
- Ministério da Educação (2013) Metas Curriculares de Matemática. Programa de Matemática para o ensino básico - 1.º Ciclo. Lisboa: Departamento da Educação Básica. Acedido através de <http://www.dge.mec.pt/matematica>.
- Ministério da Educação (sem data) Programa de Estudo do Meio para o ensino básico - 1.º Ciclo. Lisboa: Departamento da Educação Básica. Ministério da Educação. Acedido através de <http://www.dge.mec.pt/estudo-do-meio>.
- Murphy, C., Smith, G., Varley, J., & Razi, Ö. (2015). Changing practice: An evaluation of the impact of a nature of science inquiry-based professional development programme on primary teachers. *Cogent Education*, 2(1), 1077692.
- National Research Council of America (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. London: The Nuffield Foundation.
- PRIMAS (2011). *The PRIMAS project: Promoting Inquiry-based Learning (IBL) in mathematics and science education across Europe*. European Union: Capacities. <http://www.primas-project.eu> Consultado 20/01/2017.
- Ríordáin, M. N, Johnston, J., & Walshe, G. (2016). Making mathematics and science integration happen: key aspects of practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(2), 233-255.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.

- Varela, P., & Costa, M. F. (2015). Explore the concept of “light” and its interaction with matter: an inquiry-based science education project in primary school. In *Journal of Physics: Conference Series: 605(1)*, 012041. IOP Publishing.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (Tradução de Daniel Grassi - 2.<sup>a</sup> Ed). Porto Alegre: Bookman.
- Zehetmeier, S., Andreitz, I., Erlacher, W., & Rauch, F. (2015). Researching the impact of teacher professional development programmes based on action research, constructivism, and systems theory. *Educational action research*, 23(2), 162-177.