

POTENCIAR O ENSINO DA MATEMÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS HANDS-ON NUM CONTEXTO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Maria Cristina Costa¹ – António Domingos²
ccosta@ipt.pt – amdd@fct.unl.pt

¹ UIED³, UDMF, ESTT do Instituto Politécnico de Tomar, Portugal;

² UIED³, DCSA, FCT da Universidade NOVA de Lisboa, Portugal.

Núcleo temático: Formação de Professores de Matemática

Modalidade: CB

Nível educativo: Primário (6 a 11 anos)

Palavras chave: Desenvolvimento profissional, *hands-on*, interdisciplinaridade, questionamento investigativo.

Resumo

Este artigo pretende descrever como potenciar o ensino da matemática, ao nível do 1.º Ciclo do Ensino Básico, através de um contexto formativo que envolve atividades experimentais hands-on de ciências, recorrendo ao questionamento investigativo. Os participantes são professores inscritos em ações de formação acreditadas, que decorreram durante dois anos letivos. Estes frequentaram workshops com conteúdos de matemática e ciências, onde desenvolveram atividades hands-on e produziram tarefas de matemática, para implementar em aula. Além disso, foram realizadas sessões individuais com os professores, para os acompanhar e orientar na criação das tarefas. Este contexto formativo envolveu, ainda, visitas dos formadores às escolas, para apoiar e observar os formandos na implementação das mesmas.

Com uma metodologia de Teacher Design Research, procura-se investigar o impacto deste desenvolvimento profissional nos professores, através de observações presenciais, entrevistas semiestruturadas, focus group e portefólios, criados e apresentados pelos professores, no âmbito da formação.

Apresentam-se alguns resultados desta experiência, nomeadamente o impacto deste contexto de formação nas práticas de alguns professores. Verificou-se que os mesmos aumentaram a confiança para inovar as suas práticas, tirando partido das atividades experimentais de ciências, desenvolvendo e propondo tarefas de matemática, destinadas aos seus alunos.

Introdução

Este artigo pretende descrever como potenciar o ensino da matemática, ao nível do 1.º Ciclo do Ensino Básico (1.º CEB), através de um contexto formativo que envolve atividades experimentais *hands-on* de ciências, recorrendo ao questionamento investigativo. Neste sentido, iremos observar o impacto que este contexto formativo teve nos professores,

participantes no estudo, nomeadamente na sua capacidade de criar e implementar tarefas de matemática, a partir de atividades experimentais de ciências. Procuramos, assim, dar resposta à seguinte questão de investigação: Em que medida este contexto formativo potencia a produção de tarefas *hands-on* inovadoras e promotoras do ensino da matemática?

O estudo assenta em dois ciclos de *Teacher Design Research* (Bannan-Ritland, 2000), que decorreram durante dois anos letivos, com professores do 1.º CEB, de alguns Agrupamentos de Escolas, em Portugal. Nestes dois ciclos, os professores frequentaram workshops com conteúdos de Matemática e Ciências, onde executaram atividades *hands-on* e produziram tarefas, para implementar em aula. Este contexto formativo envolveu, também, visitas dos formadores às escolas, para promover atividades experimentais e, ainda, apoiar e observar os professores na implementação das mesmas.

Costa e Domingos (2017) apresentam um estudo preliminar, baseado no primeiro ciclo de *Teacher Design Research* (TDR), que decorreu com professores que participaram numa formação contínua com 26 horas presenciais. Neste estudo, concluem que apesar de os professores ganharem motivação para inovarem as suas práticas, ainda revelaram dificuldade em fazê-lo, sem o incentivo e apoio dos formadores, havendo assim necessidade de continuar a investir no seu desenvolvimento profissional, de modo a aumentar a sua confiança e autonomia.

Este artigo pretende apresentar as conclusões resultantes da investigação desenvolvida nas duas formações, ao longo de dois anos letivos, nomeadamente em que medida a oficina de formação, resultante do segundo ciclo de TDR promoveu o aumento da confiança e autonomia dos professores para inovarem as suas práticas.

Revisão da Literatura

Vários relatórios internacionais (e.g., Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007) identificam um declínio no interesse dos jovens pela Matemática e Ciências, o que irá comprometer o futuro das próximas gerações. Ambos os relatórios salientam a necessidade de novas estratégias de ensino que despertem o interesse dos estudantes por estas áreas. Das várias estratégias recomendadas, destaca-se o *inquiry* (questionamento investigativo), defendido como uma abordagem que dá mais espaço à observação, experimentação e construção, dando oportunidade à criança de construir o seu conhecimento, orientada pelo

professor (Rocard et al., 2007). Apesar de altamente recomendado, e de já fazer parte do currículo de alguns países (e.g. Jocz, Zhai, & Tan, 2014), o questionamento investigativo ainda não é uma realidade, em aula, na maioria dos países europeus (Rocard et al., 2007; PRIMAS, 2011).

As ciências devem ser usadas para promover a interdisciplinaridade, por favorecerem a aprendizagem de outras áreas curriculares (e.g., Abell & McDonald, 2006) e a sua integração no currículo favorece os estudantes, uma vez que estes ficam mais bem preparados para a vida real (e.g., Beane, 1995). Relacionar a matemática com as ciências tem sido amplamente defendido por vários autores (e.g. Berlin & Lee, 2005) mas, a concretização deste objetivo não é fácil (e.g. Baxter, Ruzicka, Beghetto, & Livelybrooks, 2014). Treacy e O'Donoghue (2014) referem a existência de pouca investigação sobre a integração da matemática e ciências na aula, bem como a falta de um modelo de ensino que seja adotado por todos. Estes autores defendem, ainda, que um modelo eficiente para esta integração tem que ser baseado em tarefas *hands-on* e centradas nos estudantes.

Os professores são a pedra basilar de qualquer processo de renovação pedagógica (Rocard et al., 2007) e o sucesso de qualquer intervenção nas escolas não é possível sem o seu desenvolvimento profissional (Hewson, 2007).

Para melhorar a aprendizagem da matemática de cada criança, é crucial dar oportunidades de aprendizagem aos professores, sendo fundamental o desenvolvimento cuidadoso de cursos, *workshops* e materiais bem desenhados e administrados (Ball, 2003). Os professores devem trabalhar e experimentar, os conteúdos e tarefas que se espera que venham a desenvolver em aula, num ambiente de reflexão onde se sintam apoiados (Afonso, Neves, & Morais, 2005).

Metodologia

Este estudo assenta numa metodologia baseada em *Teacher Design Research*, a qual tem por objetivo promover o crescimento dos professores, como especialistas adaptativos, recorrendo a práticas investigativas (Bannan-Ritland, 2000). Nesta abordagem, há um trabalho colaborativo, envolvendo equipas de investigação, sendo o principal objetivo promover o seu desenvolvimento profissional, levando-os a alterarem as suas práticas, com vista a melhorar todo o processo de ensino e aprendizagem.

Os participantes são professores do 1.º CEB, envolvidos em pelo menos um dos dois ciclos de TDR. Nos *workshops* de formação, com a duração de cerca de 3 horas cada, são introduzidos conteúdos sobre temas como a astronomia, som e eletricidade. Os professores trabalham e manipulam os materiais, com vista à implementação das tarefas propostas. Posteriormente, os formadores deslocam-se à sala de aula dos formandos, quer para realizar atividades experimentais *hands-on*, com os respetivos alunos (a fim de exemplificar) quer para observar os professores em ação. O questionamento investigativo foi usado para implementar as atividades experimentais e conduzir os alunos na investigação, procurando respostas para as questões colocadas. Além disso, os professores foram encorajados a desenvolver a sua autonomia, criando e implementando as suas próprias tarefas. Nalguns casos, foram ainda realizadas reuniões de acompanhamento com os professores para os apoiar e incentivar a inovar as suas práticas.

Ao longo das várias sessões de formação contínua, uma das metodologias de trabalho é o “Focus Group” (FG) (Morgan, 1997; Williams & Katz, 2001), para promover a reflexão sobre a formação, no sentido de melhorar as práticas desenvolvidas e, principalmente apoiar os professores fazendo-os sentir que fazem parte deste processo colaborativo de desenvolvimento profissional.

Recolha de dados

A recolha de dados tem início na primeira sessão de formação presencial, em cada um dos ciclos de TDR, através de um questionário escrito, para caracterizar os professores, as suas motivações para este curso, conhecimentos sobre os temas abordados e que tipo de atividades experimentais costumam realizar.

A observação participante decorreu essencialmente nos workshops da formação presencial com os professores e nas visitas às respetivas aulas. A primeira autora do artigo esteve presente em todas estas ações, numas como dinamizadora e noutras como observadora. Todas estas sessões foram filmadas e ainda foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Nas observações das aulas dos professores, procurou-se investigar se estes integravam os conteúdos trabalhados na formação, se inovavam criando as suas próprias tarefas e se usavam a pedagogia do questionamento investigativo.

Após cada workshop, sobre cada um dos temas trabalhados, foi solicitado aos professores que apresentassem propostas de tarefas, destinadas a implementar com os seus alunos, que

integrassem o tema abordado com a matemática. No final de cada ciclo de TDR, os professores apresentaram uma reflexão crítica sobre o impacto da formação recebida, descrevendo as práticas desenvolvidas com os seus alunos.

Análise e discussão dos dados

Os dados analisados dizem respeito ao tema relacionado com a Eletricidade, conteúdo da disciplina de Estudo do Meio, do 1.º CEB. Apesar dos manuais escolares adotados apresentarem propostas de atividades experimentais, relacionadas com este tópico, a maioria dos professores não as executa. Uns por não terem os materiais necessários, outros por darem prioridade às disciplinas de Português e de Matemática de forma mais individualizada, ou ainda por falta de tempo. Estão previstas semanalmente 3h30min para a disciplina de Estudo do Meio, a qual apresenta conteúdos que envolvem temas como o corpo humano, geografia, história, entre outros. As poucas horas reservadas a esta disciplina são um argumento, frequentemente apresentado, para justificar a falta de tempo para realizar atividades experimentais. No entanto, a maioria dos professores acaba por confessar que não se sente à vontade para trabalhar conteúdos como por exemplo a eletricidade, por não terem os conhecimentos necessários para a sua implementação.

As atividades *hands-on*, relacionadas com a eletricidade, envolveram várias tarefas, das quais destacamos estabelecer um circuito elétrico de acendimento de uma lâmpada e registo de diversas medidas desde temperatura, peso e diâmetro das pilhas (químicas e biológicas), a diferenças de potencial, entre outras. Procura-se investigar em que medida os professores potenciaram o ensino da matemática através de atividades experimentais relacionadas com este tema.

O 1.º ciclo de TDR (ano letivo 2015/2016)

No 1.º ciclo de TDR verificou-se que a maioria dos formandos conseguem reproduzir as atividades *hands-on* que foram trabalhadas, com o apoio dos formadores (Costa e Domingos, 2016), desde que tenham os materiais necessários à concretização das mesmas. Alguns escolheram trabalhar só a matemática e outros só as ciências. Apesar de reconhecerem a importância de integrar a matemática e as ciências, poucos o fizeram e os mais inovadores foram os que receberam mais acompanhamento dos formadores, nomeadamente em aula. Este primeiro ciclo de TDR terminou com um FG, onde após uma reflexão sobre a formação

recebida, foi preparado o segundo ciclo de TDR. Para promover um maior envolvimento dos professores na realização de atividades experimentais *hands-on* em aula, combinou-se que a ação acreditada, constante do 2.º ciclo de TDR seria uma oficina: 50% de formação presencial com os formadores e 50% de trabalho autónomo em aula com os alunos.

O 2.º ciclo de TDR (ano letivo 2015/2016)

Iremos analisar o impacto que este contexto formativo, teve nos professores, nomeadamente o caso particular da professora Josefina que criou e implementou tarefas em aula que promoveram a interdisciplinaridade, usando o questionamento investigativo.

A professora Josefina (nome fictício)

A professora Josefina tem 42 anos de idade e uma turma com alunos do 3.º e 4.º ano de escolaridade. Esta professora revelou que gostava de fazer atividades com os seus alunos, nomeadamente pequenas hortas, observação microscópica, entre outras. No entanto, nunca tinha trabalhado a eletricidade e escolheu este tema para fazer um projeto interdisciplinar, promovendo o desenvolvimento sustentável. Começou por trabalhar o tema com os alunos, sensibilizando-os para a importância da reciclagem e da preservação do ambiente. De seguida, pediu às crianças para trazerem de casa pilhas e equipamentos elétricos que já não funcionem, para ver se seria possível reaproveitar/reutilizar (construindo por exemplo brinquedos).

Com as pilhas, a professora aproveitou para trabalhar a interdisciplinaridade: expressões, matemática, português e estudo do meio. Pediu aos alunos para as separarem, de acordo com os tamanhos e modelos. De seguida, pediu para desenharem os modelos identificados e fazerem contagens para descobrirem quantas pilhas havia de cada tipo. A turma identificou 6 modelos e tomou nota de quantas pilhas havia de cada modelo. Com estes dados, a professora colocou os alunos a trabalhar a matemática, realizando diagramas de caule e folhas, gráficos de barras, entre outras tarefas.

Após a formação sobre eletricidade, a equipa de formadores foi à sala da professora fazer uma ação sobre reciclagem, para ensinar o que fazer com as pilhas. Foi uma surpresa muito agradável quando a professora mostrou um multímetro e leds que tomou a iniciativa de comprar, para conseguir promover atividades experimentais com os alunos. A Josefina mostrou autonomia e confiança para implementar o que tinha aprendido na formação, optando por trabalhar tarefas diferentes da formação presencial. Com multímetros, as

crianças mediram a corrente de todas as pilhas, separando as que não tinham carga das que ainda tinham corrente. Foi explicado que as que não tinham carga iam para o pilhão. As que ainda forneciam corrente foram usadas para acender lâmpadas, colocar motores a funcionar, relógios, termómetros, brinquedos, etc.

Verificou-se que as crianças desenvolveram capacidades investigativas, tomando a iniciativa de fazer experiências como colocar pilhas em série para medir a corrente, acender mais do que uma lâmpada, experimentar diversos aparelhos e pilhas para ver se funcionam e para que servem.

Numa outra sessão a professora encarregou-se de conduzir a aula sobre eletricidade. Organizou os alunos em grupos de dois ou três e implementou as tarefas recorrendo ao questionamento investigativo. Começou por entregar uma pilha química a cada aluno e pediu para medirem a diferença de potencial (d.p.). De seguida introduziu as pilhas biológicas (frutas ou legumes) e pediu para medirem e registarem a d.p. das mesmas. No decorrer das tarefas, pediu ainda que os alunos fizessem desenhos sobre as tarefas implementadas. Apresentamos de seguida um extrato do diálogo que reflete a forma como as tarefas foram conduzidas:

- Professora: Qual a diferença de potencial da laranja?
Aluno: É 0,51.
Professora: Quanto precisa a lâmpada para acender-se?
Aluno: Precisa de 1,5V. Olha! É quase o triplo!
Professora: Então quantas laranjas precisam para acender a lâmpada?
Aluno: São precisas três.
Professora: E se partirem a laranja ao meio? Achar que a diferença de potencial é a mesma para cada uma das metades?
Aluno: Claro que não! Deve ser metade.
Professora: Então corta a laranja ao meio e mede 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 diferença de potencial da fruta ou legume que têm à vossa frente e vão-me dizer o que obtiveram.

Depois de registar 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 fazendo questões, trabalhando a eletricidade e ao mesmo tempo a matemática. Este diálogo mostra que ela apreendeu conteúdos sobre eletricidade e conseguiu usá-los para trabalhar a matemática, usando o questionamento investigativo.

Numa outra sessão, a professora criou uma ficha de aplicação à Matemática, nomeadamente na área de tratamento e organização de dados, bem como problemas que envolvem operações. Nesta ficha disponibilizou uma tabela com os registos das d.p. das diferentes frutas e colocou questões sobre os dados, levando os alunos a trabalhar os conceitos de média, construção de gráficos de barras, entre outros.

A Josefina demonstra uma grande motivação para realizar atividades *hands-on* e mostra autonomia para implementar os conhecimentos obtidos na formação. Ao mesmo tempo aprecia o apoio dos formadores, recorrendo aos mesmos sempre que sente necessidade ou tem dúvidas sobre os novos conteúdos, ou como implementá-los.

Considerações finais

A professora em estudo implementou atividades experimentais *hands-on* de ciências e tirou partido das mesmas, para desenvolver e propor tarefas de matemática, destinadas aos seus alunos, usando o questionamento investigativo e inovando as suas práticas.

No entanto, apesar dos resultados aqui apresentados, e de se verificar que no 2.º ciclo de TDR os professores apresentaram propostas mais inovadoras do que no 1.º ciclo de TDR, verifica-se que ainda há professores que continuam a manifestar alguma relutância em apresentar tarefas de matemática, criadas a partir das atividades experimentais de ciências. Este será um aspeto a investigar no futuro, no sentido de se conseguir que esta passe a ser uma prática habitual, entre os professores.

Referências bibliográficas

Abell, S. K., & McDonald, J. T. (2006). Envisioning a curriculum of inquiry in the elementary school. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 249-261). Dordrecht, Boston: Springer.

- Afonso, M., Neves, I., & Morais, A. M. (2005). Processos de formação e sua relação com o desenvolvimento profissional dos professores. *Revista de Educação*, 13(1), 5-37.
- Ball, D. L. (2003). *Mathematics in the 21st century: What mathematical knowledge is needed for teaching mathematics*. Paper presented at the Secretary's Summit on Mathematics, U.S. Department of Education, Washington, DC.
- Bannan-Ritland, B. (2000). Teacher Design Research. An emerging paradigm for teachers' professional development. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*, Capítulo 12, pp. 246-262. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Beane, J. A. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *The Phi Delta Kappan* 76(8) 616-622.
- Berlin D F & Lee H (2005) Integrating science and mathematics education: Historical analysis. *School Science and Mathematics* 105(1) 15-24
- Baxter I A Ruzicka A Beshetto R A & Livelvbrooks D (2014) Professional development strategically connecting mathematics and science: The impact on teachers' confidence and practice. *School Science and Mathematics*, 114(3), 102-113.
- Costa, M. C.; & Domingos, A. (2017). *Innovating teachers' practices: potentiate the teaching of mathematics through experimental activities*. In CERME 10.
- Hewson, P.W. (2007). *Teacher Professional Development in Science*. In Abell, S. K., & Lederman, N. G., *Handbook of research on science education*. New York: Routledge.
- 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. doi:10.1080/09500693.2014.908327
- Morgan, D. L. (1997). *The focus group guidebook* (Vol. 1). Sage publications.
- 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
- 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.
- 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.
- Williams, A., & Katz, L. (2001). The use of focus group methodology in education: Some theoretical and practical considerations, 5 (3). *IEJLL: International Electronic Journal for Leadership in Learning*, 5.

³This work is supported by national funds through FCT - Foundation for Science and Technology in the context of the project UID/CED/02861/2016