

PROMOVER O ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS RECORRENDO AO QUESTIONAMENTO INVESTIGATIVO

PROMOTE HANDS-ON SCIENCE EDUCATION WITH INQUIRY

Maria Cristina Costa

Instituto Politécnico de Tomar, Portugal; ccosta@ipt.pt

António Domingos

Universidade Nova de Lisboa, Portugal; amdd@fct.unl.pt

Vítor Teodoro

Universidade Nova de Lisboa, Portugal; vdt@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 PTDC/CED-EDG/32422/2017

Resumo

Este artigo tem por objetivo investigar como promover o ensino experimental das Ciências, nos primeiros anos de escolaridade, recorrendo ao questionamento investigativo. São cada vez mais os relatórios e estudos que defendem a aplicação desta abordagem, nos vários níveis de ensino. No entanto, são muitos os autores que continuam a referir dificuldades na sua implementação em aula por parte dos professores. Este estudo pretende contribuir para conhecer melhor esta problemática, dando conta dos resultados de uma investigação, desenvolvida com professores do ensino básico, que participaram num programa de desenvolvimento profissional, sendo apresentado o estudo de caso de uma professora que usou o questionamento investigativo na implementação de tarefas de Ciências. Os dados recolhidos consistem em observações, bem como relatórios dos professores contendo reflexões individuais e evidências das tarefas implementados com os respetivos alunos. Os dados foram analisados com uma metodologia qualitativa de natureza interpretativa, tendo-se verificado que as dificuldades de implementação do questionamento investigativo estão relacionadas com conhecimentos sobre a matéria a ensinar. No entanto, concluímos que é possível os professores usarem esta abordagem, através de um programa de desenvolvimento profissional, onde se promove um trabalho colaborativo que apoia os professores na implementação das suas práticas em aula.

Palavras-chave: Questionamento investigativo; ensino experimental das Ciências; desenvolvimento profissional; ensino básico; *hands-on*.

Abstract

This paper aims to investigate how to promote science hands-on experiments at primary school resorting to the inquiry approach. There are countless reports and studies that sustain the implementation of this approach at primary school. However, many authors still refer to difficulties about the use of the inquiry by the teachers in the classroom. This study intends to contribute to better understand this problem by giving an account of the results of an investigation developed with primary teachers, who participated in a Continuing Professional Development program. It will be presented a case study of a teacher who used the inquiry to implement science hands-on experiments. Data collection consisted in observations and individual portfolios presented by the teachers. With a qualitative methodology and an interpretative approach, it was verified that implementation difficulties are related to subject matter knowledge. However, we conclude that it is possible to implement the inquiry approach through a Continuing Professional development program that promotes a collaborative work and supports teachers on the innovation of their practices.

Keywords: Inquiry; science education; professional development; primary school; *hands-on*.

Introdução

A educação é o pilar da formação de uma sociedade, sendo as Ciências consideradas potenciadoras do desenvolvimento económico e da literacia científica (HALLSTROM, HULTEN; LOVHEIM, 2014; OSBORNE, 2009). Harlen e Qualter (2014) referem que:

É universalmente aceite que a aprendizagem das Ciências é importante para a vida futura de todos os cidadãos e, por este motivo, é parte obrigatória da educação básica e secundária em praticamente todos os países. As Ciências são uma grande área da mente humana e a atividade prática e o conhecimento que geram desempenham um papel fundamental nas nossas vidas e na vida das gerações futuras. (p. 3)

Na maioria das vezes o interesse dos alunos pelas Ciências é formado no ensino básico, observando-se um decréscimo e desmotivação por volta dos 14 anos de idade (ARCHER *et al.*, 2010). Para colmatar este desinteresse, é prioritário familiarizar os estudantes, desde muito cedo, com conceitos básicos de Ciências, para assegurar o seu interesse por estas matérias a médio e longo prazo e, por conseguinte, promover o seu sucesso em níveis posteriores de aprendizagem (ROCARD *et al.*, 2007).

Mas não basta ensinar Ciências. O questionamento investigativo (*inquiry*) é frequentemente defendido como uma estratégia de ensino eficaz para promover a aprendizagem significativa dos estudantes, tornando-os mais preparados para os desafios da vida real (KROGH; MOREHOUSE, 2014; ROCARD *et al.*, 2007).

Em Portugal, o ensino básico é constituído por três ciclos. O primeiro ciclo do ensino básico (1.º CEB) consiste em quatro anos, tendo os alunos idades compreendidas entre os 5 anos (1.º ano) e os 10 anos (4.º ano). No nosso País, as Ciências experimentais, ao nível do 1.º CEB, têm sido ministradas na área curricular de Estudo do Meio. Neste ciclo são, também, ministradas as áreas curriculares de Matemática e de Português, as quais são lecionadas pelo mesmo professor, conhecido como professor titular da turma. A abordagem com o questionamento investigativo está patente nos objetivos gerais do programa de Estudo do Meio (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, s.d.), onde se destaca que o aluno deve:

Utilizar alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avançar possíveis respostas, ensaiar, verificar), assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, s.d., p. 103).

O relatório intitulado “*Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*” defende que as abordagens com questionamento investigativo apelam à curiosidade natural das crianças, desenvolvendo a sua criatividade e sentido crítico, na idade em que elas têm ânsia de descobrir o mundo à sua volta e compreender como este funciona (ROCARD *et al.*, 2007). Esta abordagem é chamada de “*Inquiry-based Science Education*”, no referido relatório, e a sigla IBSE aparece frequentemente na literatura. Outro relatório europeu (OSBORNE; DILLON, 2008) salienta a necessidade de introduzir novas estratégias de ensino, nomeadamente recorrer ao IBSE, para aumentar o interesse dos estudantes pelas Ciências. Segundo os mesmos autores, esta abordagem é centrada nos estudantes, o que permite construir o seu conhecimento de forma mais significativa.

Krogh e Morehouse (2014) referem que as crianças aprendem mais nos primeiros anos de vida do que irão aprender em qualquer outra fase das suas vidas e que a aprendizagem deve ser feita através de um questionamento constante, acompanhado do estímulo e intervenção dos adultos. Estas autoras defendem, ainda, que o modelo de aprendizagem *inquiry-based integrated learning* deve ser estendido às escolas pois este conduz a um desenvolvimento mais eficaz na aprendizagem dos alunos.

Löfgren, Schoultz, Hultman e Björklund (2013) falam em “diálogo exploratório” e apresentam um estudo conduzido no 3.º ano de escolaridade na Suíça, que identifica dificuldades na implementação desta estratégia de ensino aplicada às Ciências. Uma das principais conclusões destes autores é que o diálogo exploratório e as explicações científicas não são fáceis de concretizar, ao nível do ensino básico: “Estas capacidades não são automaticamente atingidas com recurso a materiais baseados no questionamento investigativo – precisam de ser treinadas” (p. 482). Em Portugal vários autores referem dificuldades na aplicação do ensino das Ciências, nomeadamente dificuldades na implementação do questionamento investigativo, o que faz com que este raramente seja usado na maioria das escolas portuguesas do 1.º CEB (VARELA; COSTA, 2015).

Santana e Franzolin (2018) também identificam desafios de implementação desta estratégia de ensino e defendem a importância de desenvolver estudos sobre “as necessidades de aperfeiçoamento da abordagem do ensino de Ciências por investigação e para a sua valoração diante dos docentes” (p. 231).

Este estudo pretende contribuir para conhecer melhor esta problemática, dando conta dos resultados de uma investigação, desenvolvida com professores do 1.º CEB, que participaram num programa de desenvolvimento profissional em Matemática, Ciências e Tecnologia que decorreu durante dois anos letivos: 2015/2016 e 2016/2017. Este programa envolve workshops com atividades experimentais *hands-on*, onde os professores têm a oportunidade de praticar diversas atividades experimentais, realizadas pelos próprios, com o acompanhamento dos formadores. Nestas sessões, a principal abordagem de implementação das atividades experimentais é o questionamento investigativo. Em particular, apresentamos o estudo de caso de uma professora que participou neste programa de formação e escolheu trabalhar a eletricidade com os seus alunos, tendo implementado atividades experimentais *hands-on* recorrendo ao questionamento investigativo.

Enquadramento teórico

Vários estudos têm demonstrado que a realização de atividades experimentais *hands-on* relacionadas com Ciências, ao nível dos primeiros anos de escolaridade, tem um impacto positivo nos estudantes, despertando o seu interesse por estas áreas (e.g., SPENCER; HUSS, 2013; OSBORNE, 2009). Mas não basta fazer atividades experimentais *hands-on*. A forma como estas são implementadas é crucial para a sua eficácia. Neste sentido, o questionamento investigativo (conhecido internacionalmente como *inquiry*) é frequentemente defendido como uma pedagogia eficaz para promover a aprendizagem significativa, por apelar à curiosidade natural das crianças e desenvolver a sua criatividade e questionamento crítico (MURPHY; VARLEY; VEALE, 2012; PRIMAS, 2011; OSBORNE; DILLON, 2008; ROCARD *et al.*, 2007).

Não há consenso relativamente à definição de questionamento investigativo, mas teremos como base os relatórios e artigos acima citados, onde se refere que nesta abordagem, o aluno é conduzido através de questões colocadas pelo professor, questões que levam o aluno a investigar, refletir, experimentar (através de atividades *hands-on*), voltar a refletir e, assim sucessivamente, com o objetivo de finalmente tirar conclusões.

Na verdade, as estratégias de ensino relacionadas com esta abordagem são defendidas por inúmeros autores, apesar de aparecerem com outras designações tais como ensino por investigação, ensino reflexivo, entre outras. Com base na investigação de Piaget, Johnston (2005) defende que as crianças devem ser encorajadas a interagir com o meio envolvente e a explorar fenómenos científicos do seu mundo, devendo ser o ambiente envolvente “acomodado” à criança e não o contrário. Na “Aprendizagem por descoberta guiada”, Jerome Bruner (1990) destaca um modelo em que o aluno vai descobrindo, passo a passo, factos, fenómenos e relações, sob a orientação e questionamento do professor. As questões podem ser colocadas verbalmente ou estar organizadas num guião que os alunos seguem, enquanto realizam uma dada atividade, que pode ser uma experiência ou a visualização de uma animação, entre outros.

Harlen e Qualter (2014) defendem a importância de usar as ideias das crianças no ensino das Ciências no ensino básico. O uso destas ideias deve ser acompanhado de questionamento, dar tempo para responder, promover o diálogo entre aluno e professor e,

também, o diálogo de criança para criança, acompanhados de experiências que promovam o desenvolvimento de ideias científicas: “Os professores não só devem dar os materiais mas também devem dar tempo para estes serem manipulados (...) as crianças precisam de ver, sentir e experimentar por elas próprias” (p.10).

Segundo o relatório PRIMAS (2011), o questionamento investigativo 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.

Dos vários aspetos, recomendados como essenciais pelo National Research Council (2000), relativamente ao questionamento investigativo 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.

Minner, Levy e Century (2010) também referem que o questionamento investigativo tem várias características, sendo uma das principais a aprendizagem centrada no estudante, na qual este procura o conhecimento em vez de o receber de forma passiva. Segundo estes autores, nesta abordagem os estudantes desempenham um papel mais ativo e o professor assume o papel de facilitador no sentido em que é responsável pela condução do questionamento investigativo. O termo *inquiry* tem sido protagonista na educação em Ciências e refere-se a “pelo menos três categorias distintas – o que fazem os cientistas (...), como os alunos aprendem (...) e a abordagem pedagógica usada pelos professores” (MINNER *et al.*, 2010, p. 476).

A nível internacional são muitos os esforços para usar o questionamento investigativo desde a Austrália, Estados Unidos, Europa e Ásia (JOCZ; ZHAI; TAN, 2014; NATIONAL CURRICULUM BOARD, 2009; NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF AMERICA, 2000, 2005; ROCARD *et al.*, 2007). É essencial incentivar os professores a usar o questionamento investigativo nas suas práticas, no sentido de desenvolver a compreensão dos conceitos e dos procedimentos científicos (MINNER *et al.*, 2010; PRIMAS, 2011). Com base na análise de vários estudos, os mesmos autores concluem que as estratégias de ensino que envolvem os alunos no processo de aprendizagem, através de tarefas de investigação, são mais eficazes do que as tradicionais que assentam em métodos mais passivos de ensino.

No entanto, e apesar de fazer parte do currículo em vários países (e.g., JOCZ; ZHAI; TAN, 2014) 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 (COLOMBO; LOURENÇO; SASSERON; CARVALHO, 2016; ROCARD *et al.*, 2007; VARELA; COSTA, 2015). Na verdade, são inúmeras as referências (quer a nível nacional, quer internacional) que continuam a evidenciar que os professores se limitam a fazer um ensino expositivo, centrado nos manuais, sem apelar à experimentação e à curiosidade natural das crianças, nos primeiros anos de escolaridade

(e.g. AFONSO; NEVES; MORAIS, 2005; CARVALHO; SILVA; LIMA; COQUET; CLEMENT, 2004; GILLIES; NICHOLS, 2015; LÖFGREN *et al.*, 2013; OSBORNE; DILLON, 2008).

Os professores são os agentes chave de qualquer processo de renovação pedagógica (ROCARD *et al.*, 2007). Para o ensino experimental das Ciências ser implementado, com a sua máxima eficácia, é fundamental que os mesmos tenham confiança e competência na aplicação das abordagens com questionamento investigativo, de acordo com currículo (MURPHY *et al.*, 2012). Na verdade, sucesso de qualquer intervenção nas escolas não é possível sem o desenvolvimento profissional dos professores (HEWSON, 2007).

Martins (2006) refere ser prioritário reforçar o investimento, na investigação científica, na área da educação em ciências, nos primeiros anos de escolaridade, e na formação inicial e continuada de professores. Murphy *et al.* (2012) recomendam que seja criado e implementado um desenvolvimento profissional dos professores que lhes dê oportunidade de desenvolver o seu conhecimento concetual e pedagógico, de abordagens às Ciências, baseadas no questionamento investigativo.

Gillies e Nichols (2015) investigaram as perceções dos professores do ensino básico, no ensino das Ciências recorrendo ao questionamento investigativo. Neste estudo, identificaram várias inseguranças nos mesmos, como por exemplo o facto de estes acreditarem que não têm conhecimentos de conteúdo ou pedagógico para implementarem as abordagens propostas. No entanto, os professores reconheceram que estas abordagens captaram a atenção dos estudantes ao colocá-los a pensar “fora da caixa”. Além disso, promoveram a criatividade dos alunos, levando-os a discutir tópicos da vida real e tornando, assim, a sua aprendizagem mais significativa. Face a um estudo realizado com professores dos anos iniciais que participaram num curso de formação em Matemática, Filho e Santos (2018) concluem que a formação continuada contribuiu para melhorar a prática pedagógica dos professores.

Com base neste enquadramento, há um consenso relativamente à importância do ensino das Ciências nos primeiros anos de escolaridade, bem como na aplicação da pedagogia do questionamento investigativo. O papel dos professores é crucial neste processo, sendo fundamental promover o seu desenvolvimento profissional, de forma a atualizar os seus conhecimentos quer de conteúdo quer pedagógicos.

Metodologia

Esta investigação é parte integrante de um projeto de intervenção pedagógica mais amplo, que teve início no ano letivo 2015/2016 e envolve um programa de formação contínua, destinado a professores do ensino básico, que incluem visitas às respetivas escolas, para realizar atividades experimentais *hands-on* de CTEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). No contexto formativo deste projeto de intervenção pedagógica, são trabalhados tópicos relacionados com Matemática, Ciências e Tecnologia. Todos estes tópicos são usados para promover a interdisciplinaridade e são abordados recorrendo ao questionamento investigativo (COSTA, 2017).

A metodologia do projeto mais amplo, onde se insere este estudo baseia-se em *Teacher Design Research* (TDR), a qual tem por objetivo promover o desenvolvimento profissional dos professores, através de um trabalho colaborativo entre investigadores e os professores participantes. Segundo Bannan-Ritland (2000), esta metodologia que pressupõe a realização de vários ciclos de Design Research (COBB; ZHAO; DEAN, 2009; ZAWOJEWSKI; CHAMBERLIN; HJALMARSON; LEWIS, 2008), promove aprendizagem profunda de conteúdo, desenvolve as capacidades de adaptação dos professores, em aula, levando-os a repensar as suas crenças e a inovar as suas práticas.

O nosso estudo diz respeito a dois anos letivos completos (2015/2016 e 2016/2017) correspondendo cada ano letivo a um ciclo de TDR. Com base na experiência adquirida em cada ano letivo o programa de formação é reestruturado quer relativamente aos conteúdos quer relativamente às estratégias de ensino implementadas, no sentido de o adequar cada vez mais às necessidades dos professores em formação de modo a que consigam inovar as suas práticas.

Contexto do estudo: desenvolvimento profissional de professores

O programa de formação foi proposto ao Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, responsável pela aprovação e supervisão da formação contínua em Portugal (<http://www.ccpfc.uminho.pt/>). Os cursos de formação constantes do programa são constituídos por vários workshops com a duração de duas a quatro horas cada (Tabelas 1 e 2). Os workshops são dinamizados por professores do ensino superior, sendo o questionamento investigativo a principal abordagem usada nos mesmos, com o objetivo de promover a aprendizagem significativa e/ou exemplificá-la aos professores. A primeira autora deste artigo é responsável pela coordenação destas ações e o terceiro autor, em conjunto com outros formadores, é responsável pela dinamização de alguns dos workshops do programa de formação. O segundo autor em conjunto com o terceiro autor são responsáveis pela triangulação e validação dos dados recolhidos.

Tabela 1: Tópicos da formação “Matemática e Ciências: Uma abordagem experimental no ensino básico”, ano letivo 2015/2016.

Workshops	Participantes	Duração	Data
Matemática e Ciências: Uma perspetiva experimental	14	4h	10/2015
Energia para todos: como fazer contas sobre a natureza	13	3h	11/2015
Desvendar os mistérios do som	14	3h	12/2015
MiMa: mãos na Matemática	12	4h	01/2016
Astronomia	13	3h	02/2016
Jogos gratuitos de Matemática e Ciências na Web	13	3h	03/2016
Robótica criativa	12	2h	04/2016
Desafios do dia a dia com as unidades	13	2h	05/2016
Metodologias e partilha de boas práticas	13	2h	06/2016

Tabela 2: Tópicos da oficina de formação “Matemática, Ciências e Tecnologia: Uma abordagem experimental no ensino básico”, ano letivo 2016/2017.

Workshops	Participantes	Duração	Data
CTEM para todos: fazer contas sobre a natureza	38	3h	01/2017
Tecnologias para promover CTEM	39	3h	01/2017
Desvendar os mistérios do som	37	2 h 30 min	02/2017
Desvendar os mistérios da eletricidade	38	2 h 30 min	03/2017
Metodologias e partilha de boas práticas	38	2h	05/2017

Os participantes são professores do 1.º CEB, que se inscreveram no programa de formação referido. Neste programa, os professores frequentaram workshops com tópicos de Ciências (astronomia, som, eletricidade, etc) onde desenvolveram atividades *hands-on* e produziram diversas tarefas, com o objetivo de as vir a implementar em aula. Para além dos workshops destinados aos professores, os formadores deslocaram-se à sala de aula dos formandos, quer para realizar atividades experimentais *hands-on*, com os respetivos alunos (a fim de as exemplificar) quer para apoiar os professores enquanto os mesmos implementam as tarefas por eles propostas.

A recolha de dados foi feita através de relatórios dos professores e observações presenciais (COHEN; LAWRENCE; KEITH, 2007). Os dados foram analisados com uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa. As observações decorreram essencialmente nos workshops da formação presencial com os professores e nas visitas às respetivas aulas. A primeira autora do artigo esteve presente em todos estas ações, numas como dinamizadora e noutras como observadora. O terceiro autor foi responsável pela condução de vários workshops tais como “Astronomia” e “Energia para todos: como fazer contas sobre a natureza”.

Após cada workshop, sobre cada um dos tópicos trabalhados, foi solicitado aos professores para apresentarem propostas de tarefas, destinadas a implementar em aula com os alunos, tendo como base o tópico de Ciências abordado na formação. 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.

No ano letivo 2015/2016 participaram 14 professores do sexo feminino, de cinco escolas do 1.º CEB, com idades compreendidas entre 42 e 58 anos e mais de 20 anos de experiência. No ano letivo 2016/2017 participaram 37 professores do sexo feminino e um do sexo masculino, de catorze escolas do 1.º CEB, com idades compreendidas entre 35 e 61 anos e mais de 10 anos de experiência.

Neste artigo apresentaremos com mais detalhe o estudo de caso de uma professora que criou e implementou atividades experimentais relacionadas com o tópico da eletricidade abordado na formação, recorrendo ao questionamento investigativo para implementar as tarefas com os alunos em aula.

Análise e discussão dos dados

Dos vários tópicos de Ciências abordados, no programa de formação, a eletricidade é o que tem apresentado mais dificuldades de implementação em aula, por parte dos professores do 1.º CEB. Foi este o principal motivo que nos levou a escolher a

eletricidade para exemplificar como esta pode ser usada com eficácia em aula recorrendo ao questionamento investigativo.

Nesta seção começamos por fazer um breve resumo sobre a eletricidade e como foi trabalhada no programa de formação. De seguida, investigamos o impacto da abordagem do questionamento investigativo em alguns professores. Por fim, apresentamos o estudo de caso da professora Josefina (nome fictício) que escolheu a eletricidade para implementar em aula com os seus alunos.

A eletricidade no ensino básico

O estudo aqui apresentado diz respeito ao 1.º CEB, em particular ao 4.º ano de escolaridade (alunos com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos). A “eletricidade” integra a área curricular de Estudo do Meio no Domínio “Dinamismo das Inter-relações Natural-Social” e Subdomínio “Viver Melhor na Terra”. Os objetivos relacionados com o tópico da eletricidade têm a ver com “Realizar experiências simples com pilhas, lâmpadas, fios e outros materiais condutores e não condutores” e “Construir circuitos elétricos simples (alimentados por pilhas)” (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, s.d.).

A eletricidade começou por ser trabalhada no programa de formação em sessão presencial com os professores, onde estes tiveram oportunidade de realizar diversas atividades experimentais *hands-on*, relacionadas com este tópico, com o objetivo de as exemplificar, de modo a que os professores as consigam implementar em aula com os seus alunos (Figura 1).

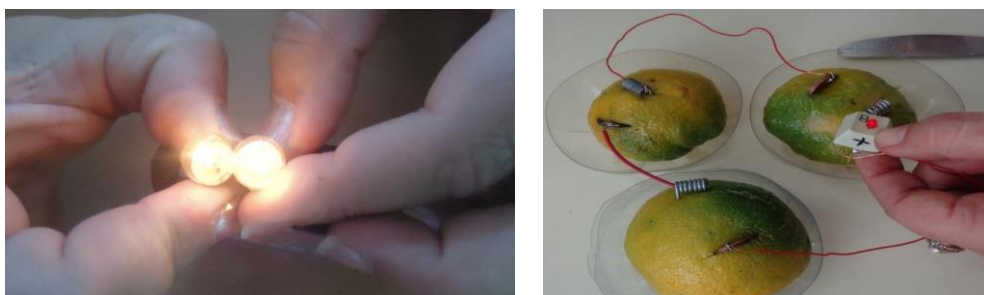


Figura 1: Acender lâmpada(s) com pilhas comerciais e pilhas biológicas.
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora).

Para ensinar Ciências a partir das ideias das crianças, Harlen e Qualter (2014) sugerem que se deve pedir-lhes para fazerem desenhos sobre o tema sobre o qual estão a trabalhar e referem que:

A partir dos exemplos das ideias das crianças descobre-se o resultado do seu raciocínio e, por conseguinte, o que faz sentido para elas. Assim, estas ideias têm que ser levadas muito a sério, devendo ser e dirigidas de forma a torná-las mais científicas (p. 22).

Foi com base neste princípio que também pedimos aos professores para fazerem desenhos sobre as tarefas que estavam a desenvolver (Figura 2). Esta solicitação tem a ver com a importância de colocar os professores a fazerem o que se espera que venham a desenvolver em aula, tal como recomendado por vários autores (e.g., AFONSO *et al.*, 2005).

As tarefas de eletricidade, propostas na formação, foram adaptadas de um livro de Ciências Físicas e Naturais, destinado ao ensino básico (CALDEIRA; VALADARES; NEVES; VICENTE; TEODORO, 2004), de modo a serem adequadas ao 4.º ano do 1.º CEB e a serem implementadas com a abordagem do questionamento investigativo. Foi esta a abordagem usada nos workshops constantes do programa de formação e os professores foram incentivados a criar e a implementar as suas próprias atividades experimentais aplicando esta estratégia de ensino.

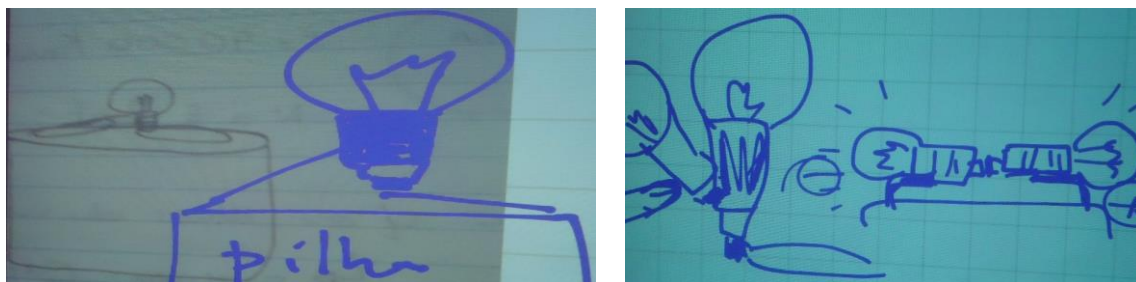


Figura 2: Desenhos dos professores (como acender uma ou duas lâmpadas com uma pilha).
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora).

Alguns conceitos e definições que apresentamos a seguir tiveram como base o livro de Ciências Físicas e Naturais (CALDEIRA *et al.*, 2004). A “tensão elétrica” é uma grandeza que também é designada por “diferença de potencial elétrico”. A sua unidade de medida é o volt, cujo símbolo é V. “A tensão elétrica entre dois pontos de um circuito mede a energia que é transportada, por unidade de carga, entre esses pontos do circuito” (CALDEIRA *et al.*, 2004, p. 86). Para medir a diferença de potencial pode usar-se um voltímetro ou um multímetro. O multímetro é um aparelho que para além de medir a diferença de potencial permite medir outras grandezas como a intensidade da corrente ou a resistência, entre outras.

Algumas das várias tarefas propostas, na sessão de formação presencial, tiveram a ver com: acender uma ou duas lâmpadas com uma pilha comercial ou pilhas biológicas, construir circuitos com uma pilha comercial ou pilhas biológicas, medir a diferença de potencial aos terminais de pilhas comerciais ou biológicas com recurso a multímetros. Estas tarefas foram conduzidas pelos formadores como se espera que os professores as implementem em aula, nomeadamente pedindo aos formandos para fazerem desenhos sobre as atividades realizadas (Figuras 1 e 2).

Uma particularidade deste programa de formação tem a ver com o apoio prestado pelos formadores aos professores para além das sessões presenciais, quer para exemplificar atividades experimentais em aula, quer para os apoiar nas tarefas por eles propostas. Neste sentido, posteriormente à sessão presencial com os professores sobre a eletricidade, a equipa de formadores visitou algumas turmas dos formandos para realizar atividades experimentais de eletricidade e, também, apoiou e acompanhou alguns professores no planeamento e nas atividades por eles planeadas.

No ano letivo em que decorreu pela primeira vez este programa de formação (2015/2016), a eletricidade foi o tópico menos escolhido pelos professores para trabalhar em aula. Dos 14 participantes no programa, apenas dois relatórios fizeram referência à

eletricidade. Estes dois relatórios foram de professores que receberam a equipa de formadores para realizarem atividades experimentais na sua aula.

No último grupo focal, realizado no final do programa de formação, alguns professores manifestaram insegurança e falta de conhecimento de conteúdo da matéria a ensinar, para implementar tarefas relacionadas com a eletricidade, como foi o caso da professora Luísa: “eu não me sinto com conhecimentos científicos sobre eletricidade de modo a conseguir realizar estas atividades”. Esta constatação levou-nos a preparar o 2.º ciclo de TDR com a preocupação de adequar ainda mais as tarefas relacionadas com a eletricidade, de modo a que os professores ganhem motivação e confiança para as implementar. O apoio dos formadores em aula, também foi reforçado, quer para os observar em ação, quer para os ajudar a planear e a implementar as atividades experimentais.

O questionamento investigativo que foi a abordagem usada desde o 1.º ciclo de TDR também foi reforçado no 2.º ciclo de TDR. Vários relatórios dos professores fazem referência a esta abordagem como promotora da aprendizagem significativa. Para além de valorizarem o questionamento investigativo também referem que a formação recebida conduziu a uma inovação nas suas práticas tal como ilustram os seguintes excertos dos relatórios dos professores abaixo indicados. Para preservar a identidade dos professores os nomes indicados são fictícios.

A minha prática vai certamente sofrer alterações, incluindo a introdução de atividades experimentais e a tão importante questão/discussão nas minhas aulas (Antónia, Relatório final, junho de 2016).

Ao longo das várias sessões, tornou-se mais evidente para mim, a importância de fazer chegar aos estudantes um conjunto de atividades que lhes permita construir o seu próprio conhecimento, de uma forma construtiva, envolvendo a manipulação de materiais e a realização de tarefas sobre as quais possam observar, questionar, refletir, experimentar e finalmente concluir (Anita, Relatório, junho de 2017).

Aos relatórios (a que correspondem os dois excertos acima) e outras reflexões individuais, apresentadas pelos professores, foram aplicados instrumentos metodológicos da análise de conteúdo (BARDIN, 1997), fazendo um esforço de interpretação de forma a atingir o maior rigor e objetividade possíveis. Com base nesta análise, foram identificadas quatro categorias que constam da tabela 3: Inovação nas práticas dos professores, a realização de atividades experimentais *hands-on* em aula, o questionamento investigativo e o impacto nos alunos/crianças, nomeadamente no seu gosto e interesse pela aprendizagem. A tabela 3 apresenta as categorias identificadas com os respetivos excertos de relatórios dos professores. Nesta tabela, (Margarida, 2016) quer dizer relatório final da professora Margarida apresentado em junho de 2016 e (Anita, 2017) quer dizer relatório final da professora Anita apresentado em junho de 2017.

Tabela 3: Categorias identificadas nos relatórios/reflexões dos professores.

Categorias	Exemplos de Excertos de Relatórios
Inovação nas	A minha prática vai certamente sofrer alterações [...] (Antónia, 2016)

práticas dos professores	<p>A frequência nesta ação de formação foi muito enriquecedora, contribuindo [...] para a melhoria da prática pedagógica (Goreti, 2017)</p> <p>[...] esta ação permitiu realizar outro tipo de experimentações, para além das existentes nos manuais (Josefina, 2017)</p>
Atividades experimentais. <i>hands-on</i>	<p>[...] a introdução de atividades experimentais (Antónia, 2016)</p> <p>Os alunos tomaram contacto com materiais diversos, observaram, experimentaram, refletiram e registaram os diversos momentos, sempre com muito empenho e entusiasmo que se refletiu na forma como avaliaram a atividade. (Mariana, 2017)</p> <p>[...] manipulação de materiais (Anita, 2017)</p> <p>[...] é de extrema importância e diria imprescindível realizar atividade experimental (Marta, 2017)</p> <p>[...] impulsionamos a experimentação e observação de fenómenos do quotidiano (Margarida, 2016)</p>
Questionamento Investigativo	<p>[...] desperta-se maior curiosidade nas crianças permitindo que elas descubram e questionem o que estão a observar [...] sendo os alunos encorajados a levantar questões e a procurar respostas através de experiências e de pesquisas simples [...] devendo sempre haver lugar a formulação de hipóteses, previsão de resultados, observação e explicação dos resultados (Marta, 2017)</p> <p>[...] a tão importante questão/discussão nas minhas aulas (Antónia, 2016)</p> <p>[...] realização de tarefas sobre as quais possam observar, questionar, refletir, experimentar e finalmente concluir (Anita, 2017)</p> <p>[...] desenvolvemos o pensamento crítico, dedutivo e criativo dos alunos (Margarida, 2016)</p>
Gosto e interesse dos alunos	<p>[...] fomentamos o gosto pelas ciências nas crianças (Margarida, 2016)</p> <p>[...] promoveu um alargamento do conhecimento científico por parte dos alunos (Marta, 2017)</p> <p>[...] despertou na criança o sentido crítico e reforçou as aprendizagens teóricas (Goreti, 2017)</p> <p>Com abordagens práticas os alunos ficam mais atentos e interessados, colaborando de uma forma mais ativa e empenhada, o que depois se nota na sua aprendizagem (Anacleto, 2017)</p> <p>[...] os alunos demonstram um interesse extraordinário e revelaram-se muito determinados para a realização das tarefas propostas (Lígia, 2017)</p> <p>As aulas onde se realizam experiências são aulas muito animadas e participativas por parte dos alunos. Estes gostam muito mais das aulas quando estas têm parte prática. Por esta razão é notório o aprender brincando, experimentando e fazendo (Paulina, 2017)</p>

Com base nesta análise verifica-se que os professores reconhecem alterações nas suas práticas e que a frequência nesta ação irá contribuir para melhorar as suas práticas

pedagógicas. O questionamento investigativo é muito referido nos relatórios dos professores, os quais destacam a importância desta estratégia de ensino no decorrer da implementação das atividades experimentais. Além disso, reconhecem que esta abordagem tem impacto nas crianças e promove o seu gosto e interesse pela aprendizagem.

Apesar do foco deste estudo não ser as crianças, não podemos ignorar as percepções dos professores relativamente ao impacto nos seus alunos. Entre as várias observações destacamos as seguintes: “fomentamos o gosto pelas ciências nas crianças” (Margarida, 2016); “promoveu um alargamento do conhecimento científico” (Marta, 2017); “despertou na criança o sentido crítico e reforçou as aprendizagens teóricas” (Goreti, 2017). Estas constatações por parte dos professores contribuem para os motivar para a importância de continuar a desenvolver este tipo de práticas em aula.

Apresentamos, de seguida, de forma mais pormenorizada o estudo de caso da professora Josefina que criou e implementou atividades experimentais *hands-on* nas suas aulas, relacionadas com o tópico da eletricidade, bem como tarefas de Matemática, recorrendo ao questionamento investigativo.

O caso da professora Josefina

A professora Josefina (42 anos de idade) tinha uma turma com alunos do 3.º e 4.º ano de escolaridade. Com o acompanhamento e apoio dos formadores a professora Josefina escolheu trabalhar o tópico da eletricidade. Os dados seguintes resultam essencialmente de observações de aula e do portefólio realizado pela professora, no decurso do programa de formação que decorreu durante o ano letivo 2016/2017.

Começamos por apresentar a forma como a professora Josefina implementou atividades experimentais de eletricidade com os seus alunos. Antes de iniciar a experiência, a professora organizou a sua turma em grupos de dois a três alunos. A cada grupo entregou uma lâmpada com 3,5 volts e uma pilha com 4,5 volts (Figura 3).



Figura 3: Acender uma lâmpada com uma pilha.
Fonte: Observação da aula (fotos da primeira autora).

De seguida apresentamos um excerto do diálogo entre a professora e os alunos que exemplifica como decorreram as atividades. Neste diálogo, a professora desafiou os alunos a acender uma lâmpada a partir de uma pilha.

Professora:Qual é o material que têm à vossa frente?
Alunos: Uma pilha e uma lâmpada.
Professora:Para que servem?
Aluno 1: A lâmpada dá luz. A pilha ...
Professora:A lâmpada acende-se sozinha?
Aluno: Não! Precisa de eletricidade.
Professora:O que é a eletricidade?
Aluna: É uma coisa que existe nas tomadas.
Professora:Como é que a eletricidade chega às tomadas?
Aluna: Vem nos fios elétricos.
Professora:E como é produzida?
Aluno 1: Nas centrais elétricas. ...
Professora:E o Sol produz eletricidade? E o vento?
Aluno: Sim! Energia solar e eólica.
Professora:E, se não houver Sol nem vento, como se pode produzir energia/eletricidade?
Aluno:
Professora:Como funcionam os carros? O que faz os vossos carros telecomandados andarem?
Aluna: O comando.
Professora:O comando é para dar instruções ao carro. O que é preciso para o comando funcionar?
Aluna: Pilhas.
Professora:Muito bem! Será que é possível acender uma lâmpada apenas com uma pilha?
Aluna: Não! Não tem fios!
Professora:Experimentem.

A professora deixa os alunos experimentarem durante algum tempo até um ou mais alunos conseguirem acender a lâmpada (Figura 3).

Aluna: Oh! Acendeu! Afinal acende!
Professora:Porque é que acendeu?
Aluna: Porque a lâmpada tocou a pilha.
Professora:Mas basta tocar a pilha?
Aluna: Não! Tem que ser metal com metal ...
Professora:Façam um desenho com a pilha e com a lâmpada acesa.

A professora espera que os alunos façam os desenhos e depois pede aos mesmos para lhe mostrarem o que fizeram (Figura 4). Com base nos desenhos dos alunos, foi introduzindo conceitos sobre eletricidade e ao mesmo tempo corrigindo as perceções que não estavam corretas. Mais tarefas como construir circuitos com interruptor, entre outras, foram solicitadas e conduzidas pela professora.

De seguida, a professora entregou uma pilha descarregada e pediu para repetir a experiência.

Professora: Usem a segunda pilha que vos dei para acender a lâmpada.

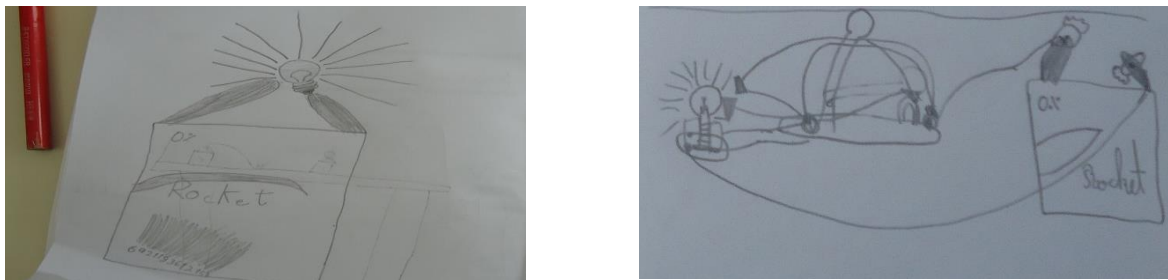


Figura 4 – Desenhos dos alunos: Acender a lâmpada com uma pilha e circuito com interruptor.
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora).

Após várias tentativas para acender a lâmpada, vários alunos exclamaram:

Aluna: A lâmpada não acende.

Professora: Porque motivo a lâmpada não acende?

Aluna: Se calhar a pilha não presta.

Professora: Não presta porquê?

Aluna: Está descarregada.

Professora: Será que é possível “medir” se uma pilha tem carga?

Alunos:

Após uma breve explicação sobre como seria possível medir e quais as medidas utilizadas tais como o volt (V), a professora entregou um multímetro a cada grupo. Após explicar e exemplificar como este funciona, pediu para medirem a diferença de potencial das pilhas, em volts (Figura 5).

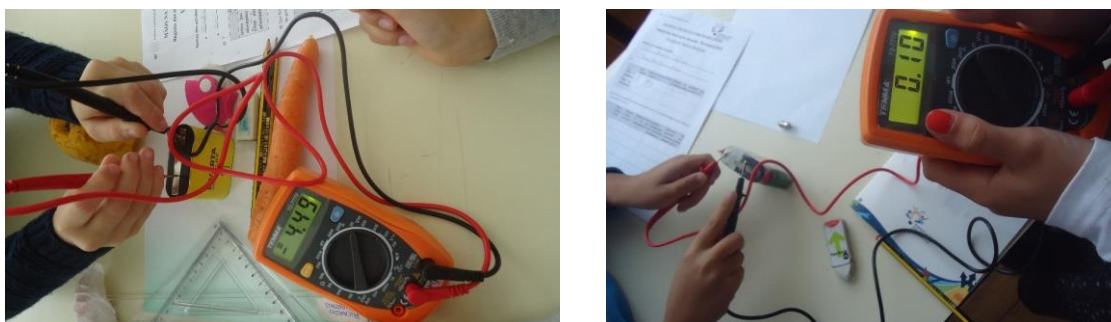


Figura 5: Medir a diferença de potencial de pilhas comerciais.
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora).

Numa outra sessão a professora começou por explicar que a pilha usada na sessão anterior era chamada de pilha química e que havia outro tipo de pilhas, tais como pilhas biológicas. De seguida introduziu as pilhas biológicas (frutas ou legumes) e pediu para os alunos medirem e registarem a diferença de potencial das várias frutas (Figura 6). Por fim, os alunos construíram circuitos e acenderam lâmpadas (Figura 6).

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

Professora:Qual é a diferença de potencial da laranja?

Aluno: É 0,51 volts.

Professora:Quanto precisa a lâmpada para acender-se?

Aluno: Precisa de 1,5 volts. 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? Acham 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.

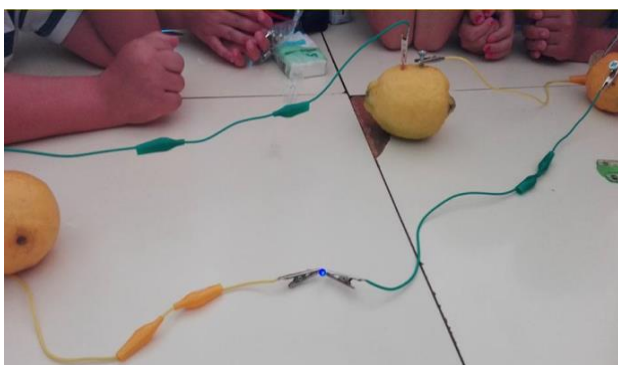


Figura 6: Circuitos com pilhas biológicas e medição da diferença de potencial de pilhas biológicas.
Fonte: Observação presencial (fotos da primeira autora).

Depois de registar no quadro as diferenças de potencial, ditadas pelos alunos, a professora continuou:

Professora:Qual a fruta ou legume com maior diferença de potencial? E com menor diferença de potencial?

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.

A professora Josefina demonstrou uma grande motivação para realizar atividades *hands-on* de eletricidade e mostrou autonomia para implementar os conhecimentos obtidos na formação. Esta autonomia foi observada quando revelou que por sua iniciativa comprou leds e multímetros para usar nas experiências. 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.

No seu relatório final a Josefina descreve as práticas que realizou com os alunos: “As atividades científicas e matemáticas propostas partiram (...) de situações que as crianças tinham de interpretar ou de problemas que tinham de resolver”. Neste relatório, a professora também faz um “balanço desta oficina de formação” dizendo que: “é claramente positivo e possibilitou aplicar alguns dos conhecimentos em contexto de sala de aula, assim como a partilha de experiências positivas e dificuldades sentidas”.

O exemplo da professora Josefina reflete o contexto formativo e mostra que é possível levar os professores a realizarem atividades experimentais *hands-on* de eletricidade, recorrendo ao questionamento investigativo.

Considerações finais

Neste artigo mostrámos uma forma de promover o ensino experimental das Ciências, nos primeiros anos de escolaridade, recorrendo ao questionamento investigativo. Apesar das inúmeras recomendações nacionais e internacionais para usar esta abordagem (KROGH; MOREHOUSE, 2014; MINNER *et al.*, 2010; ROCARD *et al.*, 2007), vários autores referem dificuldades na sua implementação em aula por parte dos professores (LÖFGREN *et al.*, 2013; OSBORNE; DILLON, 2008; VARELA; COSTA, 2015). O nosso estudo assentou numa investigação, desenvolvida com professores do 1.º CEB, que participaram num programa de desenvolvimento profissional, relacionado com o ensino experimental das Ciências e cuja metodologia de implementação foi o questionamento investigativo.

Os dados foram analisados com uma metodologia qualitativa de natureza interpretativa, procurando-se caracterizar as perceções dos professores relativamente ao questionamento investigativo e como os mesmos o usaram em aula. Face à análise de dados, verifica-se que a maioria dos professores reconhece a importância desta abordagem e afirma que a mesma passará a fazer parte das suas práticas.

Com base na análise de conteúdo (tabela 3) verifica-se que os professores referem alterações nas suas práticas, por terem participado neste programa de formação, assim como reconhecem a importância do ensino experimental das Ciências. O questionamento investigativo foi interiorizado e valorizado pelos mesmos, sendo aplicado em aula. Os professores reconhecem que esta abordagem tem impacto nas crianças e promove o seu interesse pela aprendizagem por desenvolver o seu sentido crítico. Entendemos que esta constatação por parte dos professores é um dos fatores que os motiva para continuar a desenvolver este tipo de abordagem.

Num outro artigo, Costa e Domingos (2017) apresentaram um estudo preliminar, com base no 1.º ciclo de TDR (ano letivo 2015/2016), onde verificaram a importância do conhecimento de conteúdo sobre Ciências para promover o sucesso da sua implementação em aula. Neste artigo, também reconhecemos que as dificuldades de implementação do questionamento investigativo estão relacionadas com o conhecimento de conteúdo sobre a matéria a ensinar, como é o caso da eletricidade. Na verdade, os professores não podem desenvolver esta abordagem sem dominarem o tópico a ensinar

aos alunos. Torna-se, assim, fundamental continuar a promover o desenvolvimento profissional dos professores de forma a desenvolver os seus conhecimentos sobre a matéria a ensinar bem como sobre as pedagogias de implementação. Neste sentido, tal como Capps and Crawford (2013), defendemos a importância de apoiar os professores sobre como ensinar Ciências com o questionamento investigativo levando-os a ganhar conhecimento pedagógico para conseguirem aplicar esta abordagem. Outros autores (e.g., AFONSO *et al.*, 2005) também referem a importância de os professores praticarem o que se espera que venham a desenvolver com os seus alunos. Face às dificuldades dos professores em planear ou aplicar atividades investigativas, Santana e Franzolin (2018) defendem “a importância de se investir na formação de professores, procurando ajudá-los em tais dificuldades” (p. 232). Além disso, os professores devem apropriar-se das inovações tornando-as nas suas próprias práticas de modo a terem efeitos reais (ZEHETMEIER; ANDREITZ; ERLACHER; RAUCH, 2015).

Entendemos que foi o que aconteceu com a professora Josefina e, nesse sentido, defendemos manter o formato deste programa de formação de professores, onde os mesmos têm oportunidade de trabalhar o que se espera que venham a implementar em aula, nomeadamente as estratégias de ensino consideradas adequadas para promover o ensino experimental das Ciências. O apoio aos professores e o acompanhamento em aula também são aspetos que consideramos fundamentais para os levar a concretizar os objetivos definidos. Defendemos que foi este o contexto formativo que motivou a professora Josefina a inovar as suas práticas. Com o apoio dos formadores, a professora não só conseguiu trabalhar a eletricidade com os seus alunos, tendo implementado atividades experimentais *hands-on* recorrendo ao questionamento investigativo, como ainda tirou partido destas atividades para trabalhar a Matemática.

Apesar das dificuldades encontradas na literatura relativamente à abordagem ao ensino das Ciências com o questionamento investigativo, concluímos ser possível implementar esta estratégia de ensino, através de um contexto formativo que exemplifica esta abordagem e apoia os professores na sua implementação em aula.

Referências

- AFONSO, M.; NEVES, I.; MORAIS, A. M. Processos de formação e sua relação com o desenvolvimento profissional dos professores. **Revista de Educação**, v. 13, n. 1, p. 5–37, 2005.
- ARCHER, L.; DEWITT, J.; OSBORNE, J.; DILLON, J.; WILLIS, B.; WONG, B. ‘Doing’ science versus ‘being’ a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren’s constructions of science through the lens of identity. **Science Education**, v. 94, n. 1, p. 617–639, 2010.
- BANNAN-RITLAND, B. 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, p. 246-262. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, 70, 2010.

- BRUNER, J. S. **Acts of meaning** (Vol. 3). Harvard University Press, 1990.
- CALDEIRA, C.; VALADARES, J.; NEVES, M.; VICENTE, M.; TEODORO, V. **Viver melhor na Terra (Ciências Físicas e Naturais, componente de Ciências Físico-químicas, 3.º ciclo do ensino básico)**. Lisboa (Portugal): Plátano Editora, 2004.
- CAPPS, D. K., & CRAWFORD, B. A. Inquiry-based professional development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science? **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 12, p. 1947-1978, 2013.
- CARVALHO, G. S., SILVA, R., LIMA, N., COQUET, E.; CLEMENT, P. Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 9, p. 1111-1130, 2004.
- COBB; P., ZHAO; Q.; DEAN, C. Conducting design experiments to support teachers' learning: A reflection from the field. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 18, n. 2, p. 165-199, 2009.
- COHEN, L.; LAWRENCE, M.; KEITH, M. **Research Methods in Education**. 6th Edition. Taylor and Francis Group, 2007.
- COLOMBO, P. J. D.; LOURENÇO A. B.; SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Ensino de Física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma "atividade de conhecimento físico". **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 489-507, 2016.
- Costa, M. C. (2017). Matemática, ciências e tecnologia: um projeto de intervenção pedagógica colaborativo e multidisciplinar. Recuperado em em 1/06/2017 através de <http://cftemplarios.com/index.php/publicacoes1/261-matematica-ciencias-e-tecnologia-um-projeto-de-intervencao-pedagogica-colaborativo-e-multidisciplinar>.
- COSTA, M. C.; DOMINGOS, A. 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* (CERME 10, February 1-5, 2017, pp. 2828-2835). Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME.
- FILHO, V. H.; SANTOS, G. T. Repercussões de um curso de formação continuada a distância em matemática na visão dos participantes. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 249-264, 2018.
- GILLIES, R. M.; NICHOLS, K. How to support primary teachers' implementation of inquiry: Teachers reflections on teaching cooperative inquiry-based science. **Research in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 171-191, 2015.
- HALLSTROM, J.; HULTEN, M.; LOVHEIM, D. The study of technology as a field of knowledge in general education: Historical insights and methodological considerations from a swedish case study, 1842-2010. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 24, n. 2, p. 121-139, 2014.
- HARLEN, W.; QUALTER, A. **The teaching of science in primary schools**. Routledge, 2014.

- HEWSON, P.W. **Teacher Professional Development in Science**. In Abell, S. K., & Lederman, N. G., Handbook of research on science education. New York: Routledge p. 1177-1203, 2007.
- JOHNSTON, J. **Early explorations in science: Exploring primary science and technology**. 2nd Edition. England: Open University Press, 2005.
- JOCZ, J. A.; ZHAI, J.; TAN, A. L. Inquiry learning in the singaporean context: Factors affecting student interest in school science. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2596-2618, 2014.
- KROGH, S.; MOREHOUSE, P. **The Early Childhood Curriculum Inquiry Learning Through Integration**. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2014.
- LÖFGREN, R.; SCHOULTZ, J.; HULTMAN, G.; BJÖRKLUND, L. Exploratory talk in science education: Inquiry-based learning and communicative approach in primary school. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 4, p. 482-496, 2013.
- MARTINS, I. P. (2006). Inovar o ensino para promover a aprendizagem das ciências no 1.º Ciclo. **Noesis**, v. 66, p. 30-33.
- 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 em 16/05/2018 através de <http://www.dge.mec.pt/estudo-do-meio>
- MINNER, D. D.; LEVY, A. J.; CENTURY, J. Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. **Journal of research in science teaching**, v. 47, n. 4, p. 474-496, 2010.
- MURPHY, C.; VARLEY, J.; VEALE, O. I'd rather they did experiments with us.... Than just talking: Irish children's views of primary school science. **Research in Science Education**, v. 42, n. 3, p. 415-438, 2012.
- NATIONAL CURRICULUM BOARD. Shape of the Australian curriculum: Science Publication, 2009. Retrieved July 18, 2018, from Australian curriculum, assessment and reporting association: http://www.acara.edu.au/verve/resources/Australian_Curriculum_-_Science.pdf
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF AMERICA. **Inquiry and the national science education standards**. Washington, DC: The National Academy Press, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF AMERICA. **America's lab report: Investigations in high school science**. Washington, DC: The National Academy Press, 2005.
- OSBORNE, J. An argument for arguments in science classes. **Phi Delta Kappan**, v. 91, n. 4, p. 62-65, 2009.
- OSBORNE, J., & DILLON, J. **Science education in Europe: critical reflections**. London: The Nuffield Foundation, 2008.
- PRIMAS. **The PRIMAS project: Promoting Inquiry-based Learning (IBL). In mathematics and science education across Europe**. European Union: Capacities, 2011. <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, 2007.
- SANTANA, R. S.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação e os desafios da implementação na práxis dos professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 218-237, 2018.
- SPENCER, R.; HUSS, J. Playgrounds for the mind. **Children & Libraries: The Journal of the Association for Library Service to Children**, v. 11, n. 3, p. 41-46, 2013.
- VARELA, P.; COSTA, M. F. **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 (Vol. 605, No. 1, p. 012041). IOP Publishing, 2015.
- ZAWOJEWSKI, J.; CHAMBERLIN, M.; HJALMARSON, M.; LEWIS, C. **Developing design studies in mathematics education professional development: Studying teachers’ interpretive systems**. *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*, p. 216-245, 2008.
- ZEHETMEIER, S.; ANDREITZ, I.; ERLACHER, W.; RAUCH, F. Researching the impact of teacher professional development programmes based on action research, constructivism, and systems theory. **Educational action research**, v. 23, n. 2, p. 162-177, 2015.