

## **Trabalho experimental na concretização de atividades de transversalidade curricular – avaliação de uma ação de formação contínua**

### **Experimental work in the implementation of cross curricular activities - evaluation of a continuing education action**

DOI:10.34117/bjdv8n5-189

Recebimento dos originais: 21/03/2022

Aceitação para publicação: 29/04/2022

#### **Fátima Regina Duarte Gouveia Fernandes Jorge**

Doutora em Didática da Matemática

Instituição: Centro de Investigação Património, Educação e Cultura (CIPEC), Instituto Politécnico de Castelo Branco & Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro, Portugal

Endereço: Rua Prof. Dr. Faria de Vasconcelos, 6000-266 Castelo Branco, Portugal

E-mail: frjorge@ipcb.pt

#### **Maria de Fátima Carmona Simões da Paixão**

Doutora em Didática das Ciências

Instituição: Instituto Politécnico de Castelo Branco & Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Universidade de Aveiro, Portugal

Endereço: Rua Prof. Dr. Faria de Vasconcelos, 6000-266 Castelo Branco, Portugal

E-mail: mfpaixao@ipcb.pt

#### **RESUMO**

Este trabalho reporta um estudo desenvolvido no âmbito da formação contínua de educadores e professores com foco no desenvolvimento de uma ação de curta duração centrada na realização de uma atividade de trabalho experimental, integrando ciências naturais, matemática e arte, tomando como contexto uma obra do artista plástico Manuel Cargaleiro. Os conteúdos da atividade focaram a pavimentação do plano com figuras poligonais e fenómenos da interação da luz com a matéria, evidenciando as cores. A ação tem vindo a ser oferecida como oficina de trabalho em diversas situações. Impôs-se, pois, analisar qual o interesse que despertava nos formandos, tendo-se estabelecido como objetivo do estudo avaliar a ação de formação através das opiniões dos participantes. Adotou-se uma metodologia de índole descritiva, tendo os dados sido recolhidos através de notas de campo e de um questionário construído para o efeito, contemplando um conjunto de questões fechadas associadas a uma escala de *Likert* e uma questão aberta. A análise dos dados foi orientada por duas categorias de análise: (i) perspetivas do potencial da atividade para a aprendizagem das crianças/alunos; (ii) perspetiva de ensino dos docentes. Os resultados sustentam que os participantes avaliaram positivamente a ação, nomeadamente ao nível da compreensão da natureza do trabalho experimental, do contributo da atividade para gerar motivação e desenvolver capacidades de questionamento, testagem, interpretação de dados e experimentação. Na perspetiva do ensino dos docentes, as opiniões convergem para o reconhecimento da relevância da ação para a formação contínua, para a interação entre contextos de educação formal e não formal e a integração de áreas curriculares.

**Palavras-chave:** formação contínua, educação em ciências, trabalho experimental, contextos não-formais, integração curricular.

## ABSTRACT

This paper reports a study developed in the context of continuing education of educators and teachers with focus on the development of a short-term action focused on the implementation of an experimental work activity, integrating natural sciences, mathematics and art, taking as context a work by the artist Manuel Cargaleiro. The contents of the activity focused on the paving of the plane with polygonal figures and phenomena of the interaction of light with matter, highlighting colors. The action has been offered as a workshop in several situations. Therefore, it was necessary to analyze what interest it aroused in the trainees, and the objective of the study was to evaluate the training action through the participants' opinions. A descriptive methodology was adopted, and the data were collected through field notes and a questionnaire built for this purpose, including a set of closed questions associated with a Likert scale and an open question. Data analysis was guided by two categories of analysis: (i) perspectives of the activity's potential for children/students' learning; (ii) teachers' teaching perspective. The results support that the participants evaluated the action positively, namely in terms of understanding the nature of experimental work, the contribution of the activity to generate motivation and develop questioning, testing, data interpretation and experimentation skills. From the teachers' teaching perspective, the opinions converge towards the recognition of the relevance of the action for continuing education, the interaction between formal and non-formal education contexts, and the integration of curricular areas.

**Keywords:** continuing education, science education, experimental work, non-formal contexts, curriculum integration.

## 1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, toma-se como ponto de partida que o património artístico local apresenta um elevado potencial como recurso didático promotor de integração e transversalidade curricular. Paralelamente, assume-se que a educação em contextos não formais articulada com o trabalho na sala de aula pode favorecer a aprendizagem e, simultaneamente, inculcar maior motivação e cooperação na realização de atividades. É, também, fortemente reconhecido que o trabalho experimental é uma metodologia ativa geradora de aprendizagens, simultaneamente cognitivas, procedimentais e afetivas. Contudo, é consensual que tanto a interação entre contextos formais e não-formais como o trabalho experimental de cariz investigativo são, ainda, fracamente explorados no pré-escolar e no ensino básico, sendo, por isso, amplamente recomendado o incremento de formação contínua que possa colmatar dificuldades enfrentadas pelos profissionais.

Em termos de enquadramento teórico apresentamos na figura 1 o modelo concetual que sustém o nosso estudo.

Figura 1. Referencial teórico do estudo (Paixão & Jorge, 2017)



Nos últimos anos, tem-se intensificado o reconhecimento do valor da interação entre contextos formais e não-formais na aprendizagem das ciências e matemática e na formação de professores destas áreas (Anderson, Lucas & Ginns, 2003; Avraamidou, 2014; Morentin & Guisasola, 2014; Osborne & Dillon, 2007, Paixão & Jorge, 2019). Para Avraamidou e Roth (2016), a educação em contextos exteriores à escola, desde que articulada com o currículo e o trabalho em sala de aula, pode favorecer aprendizagens e, simultaneamente, maior motivação e cooperação na realização de atividades. Quando pensamos na formação de professores, tal aspeto assume uma grande importância, pois as mudanças positivas nos resultados de aprendizagem dos alunos, fruto da introdução de mudanças na prática de ensino, são o núcleo do desenvolvimento profissional docente, ou seja, o fator com maior impacto na mudança de atitudes e crenças sobre o ensino (Guskey & Sparks, 2004). Paralelamente, a investigação sugere que a inclusão de contextos não formais durante a formação de professores contribui para a reconstrução de ideias sobre as ciências e sobre o seu ensino, necessário ao alinhamento do ensino com perspectivas didáticas atuais que enfatizam o valor do envolvimento dos alunos na atividade de fazer ciência (Avraamidou, 2014; Skayia, Avraamidou & Evagorou, 2019).

Assim, é essencial que a formação de professores (inicial ou contínua) proporcione o envolvimento dos (futuros) profissionais em atividades que interrelacionem os contextos formais e não formais, enfatizando ligações entre diferentes áreas do conhecimento e entre as ciências e a vida quotidiana (Paixão & Jorge, 2015,

2019) e valorizando a perspectiva de aprendizagem por questionamento proporcionada, em particular, pelo trabalho experimental (Avraamidou, 2014; Paixão & Jorge, 2017). Esta metodologia de trabalho é amplamente defendida por favorecer o estabelecimento de ligações entre o “mundo real dos objetos, materiais e acontecimentos e o desenvolvimento de pensamento científico abstrato” (Abrahams, Millar, Whitehouse, Reiss, & Amos, 2011, p.1). Assim, se o ensino das ciências implica outras dimensões do saber, para além de conteúdos disciplinares específicos este deve envolver as crianças em situações em que possam manipular objetos e materiais, questionando, observando e tirando conclusões por si próprias.

Nesta mesma linha orientadora, o National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2014) preconizam práticas de ensino da matemática que enquadrem e consolidem a aprendizagem direcionadas para a compreensão conceitual, a fluência em procedimentos, competências em estratégias, adequação de raciocínios e atitudes positivas. Tal pressupõe, por exemplo, o recurso a tarefas de resolução e formulação de problemas que motivem e ajudem o aluno na construção de conhecimento novo. Nas palavras de Stephen Lerman:

Propor à criança uma situação aberta, em que ela é encorajada a colocar questões por si própria, é a única forma de lhe permitir avançar conceitualmente (...) temos uma responsabilidade particular de preparar os alunos a fim de serem capazes de analisar as situações, de estabelecer conjeturas, de colocar problemas, de fazer deduções, de tirar conclusões, de refletir sobre os resultados, etc. (1996, p. 111).

A citação anterior remete para a conceção, partilhada por muitos outros investigadores em educação matemática, de que aprender matemática é fazer matemática, conferindo destaque a situações problemáticas que propiciem o envolvimento dos alunos em processos investigativos (Alliviato & Vieira, 2016). Para estes autores (*ibidem*, p. 121), tais processos compreendem “a procura metódica e consciente e a descoberta através de exame e observação minuciosa, aproximando-se muito do significado de explorar e inquirir”, sendo, por isso, considerados relevantes para a aprendizagem compreensiva da matemática. Ora, tais práticas colocam muitos desafios ao professor que passam pela necessidade de alterar perspectivas tradicionais de ensino da matemática ainda muito presentes nas salas de aula.

Apesar do reconhecimento generalizado do papel do trabalho experimental e do reforço que tem vindo a ser feito na formação de professores, nacional e internacionalmente, a investigação revela que nem sempre a seleção e o desenvolvimento

das atividades práticas atendem de forma equilibrada às componentes conceitual («minds-on»), procedimental (“hands on”) e afetiva («heart-on»), verificando-se, em geral, uma sobrevalorização dos procedimentos em detrimento das outras duas componentes (Abrahams, Millar, Whitehouse, Reiss, & Amos, 2011, Millar, 2010). Assim, assume-se que a transformação das práticas dos professores passa por os encorajar e ajudar a refletir de forma mais completa e profunda sobre o propósito deste tipo de estratégia como ferramenta de ensino-aprendizagem e sobre quais as competências que se pretendem desenvolver nos alunos, através de atividades experimentais (*ibidem*).

O desenvolvimento, em sala de aula do 1.º Ciclo do Ensino Básico, de uma atividade integrando ciências, matemática e arte, realizada após uma visita de estudo ao Museu Cargaleiro, com avaliação muito positiva (Paixão, Jorge & Antunes, 2016), conduziu à ideia da sua transposição para a formação contínua de educadores e professores dos primeiros anos. A atividade desenvolve-se a partir da análise de uma obra de Manuel Cargaleiro e é norteada por objetivos de aprendizagem associados à compreensão de fenómenos da interação da luz com a matéria, evidenciando as cores, e a compreensão da noção de pavimentação do plano (tela) com figuras poligonais. A obra, escolhida como inspiradora da proposta de trabalho prático a desenvolver na ação tem o título *Carreaux Diamants* e é de 1986. Partindo da análise dos efeitos estéticos do quadro, a ação desenvolve-se a partir da formulação de duas questões-problema interrelacionadas. Uma delas, sugerida pelo facto de Manuel Cargaleiro cobrir a tela com figuras geométricas, a maior parte delas quadriláteros. A outra relacionada com o uso de cores contrastantes e a sensação de a parte central do quadro estar a ser diretamente iluminada. O produto final da ação é uma composição plástica que proporciona a obtenção de resultados que permitem responder a essas questões, percorrendo as várias etapas do trabalho experimental.

Decorrente do exposto, o objetivo do estudo aqui apresentado é avaliar uma ação de formação contínua, de curta duração (3 h), através das opiniões dos quarenta e dois participantes relativamente às seguintes dimensões:

- Perspetivas sobre a aprendizagem das crianças/alunos;
- Perspetiva profissional do Educador / Professor.

## 2 METODOLOGIA

O estudo apresentado envolveu 42 professores, maioritariamente docentes no 1.º Ciclo do Ensino Básico (86%) que participaram numa ação de formação contínua que

tem vindo a ser oferecida como oficina de prática de curta duração (3 h) em diversas situações e momentos (4 ações desde novembro de 2017).

Decorrente do objetivo do estudo, assumiu-se uma metodologia de índole analítica e descritiva.

A recolha de dados foi feita por inquirição, através da aplicação de um questionário, imediatamente após o *terminus* da atividade, constituído por afirmações relacionadas com a perceção dos participantes sobre o potencial das atividades desenvolvidas para a aprendizagem das crianças/alunos e afirmações relativas à perspetiva profissional do educador/professor. O questionário foi construído para o efeito pelas autoras, sendo constituído por vinte e nove afirmações e uma questão aberta em que se solicita um comentário relativo à ação de formação. Nas questões fechadas, os participantes deveriam indicar o seu grau de concordância ou de discordância com cada uma de 29 afirmações, de acordo com uma escala de 1 a 7 (“1 - Totalmente em desacordo” e “7 - Totalmente de acordo” e a possibilidade de assinalar a opção não aplicável/sem opinião). Foram também tidas em conta notas de campo das investigadoras.

Em termos de análise de dados, esta foi orientada por duas categorias de análise:

- Perspetivas sobre a aprendizagem das crianças/alunos;
- Perspetiva profissional do Educador / Professor.

Considerando a natureza fechada de grande parte das questões, optámos por organizar os dados em tabelas de frequências e representações gráficas para desse modo se obter uma melhor perceção das opiniões dos participantes. Relativamente aos dados recolhidos através dos comentários feitos pelos professores nas questões de natureza aberta, estes foram também analisados em conformidade com as categorias de análise definidas.

## 2.1 A AÇÃO DE FORMAÇÃO

As tarefas propostas na ação de formação tomaram como ponto de partida a realização de uma visita de estudo ao Museu Cargaleiro, lugar onde os alunos tiveram a ocasião de contactar e ser interpelados pela obra do Mestre Cargaleiro. Em muitas das telas do artista imperam, numa dinâmica expressionista, as formas geométricas e a exploração da cor e da luz. Neste contexto não formal, a obra selecionada, para análise

na ação de formação e mote para a formulação das questões problema da atividade de trabalho experimental de cariz investigativo, foi *Carreaux Diamants*, de 1986 (Fig. 2).

Figura 2. Carreaux Diamants, 1986: Manuel Cargaleiro, Museu Cargaleiro, Castelo Branco.

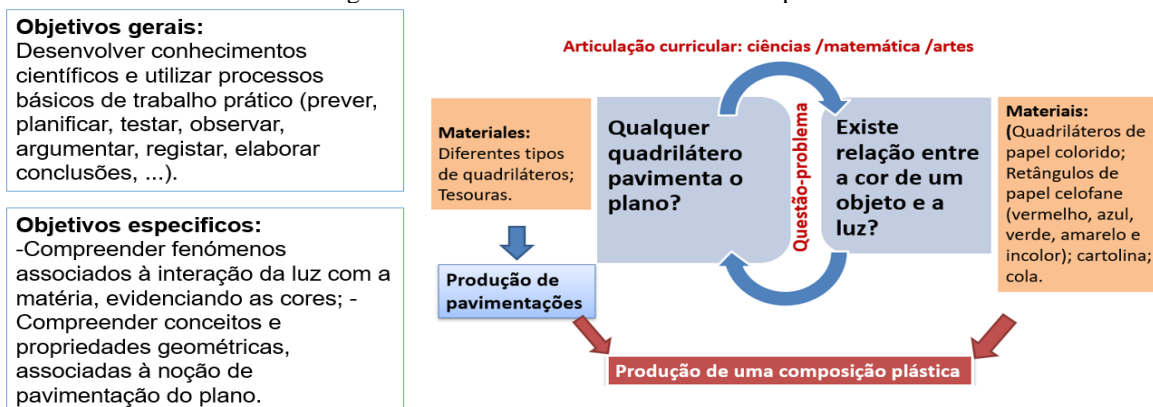


(Retirado de <https://br.pinterest.com/pin/367817494552956233/>)

Da chuva de ideias desencadeada pela apreciação da obra e seus efeitos estéticos, sobressaiu a pavimentação do plano com figuras geométricas, designadamente os quadriláteros como figura base da pavimentação, e, ainda, o efeito mais ou menos luminoso provocado pela escolha criteriosa das cores e sua combinação, transmitindo a sensação de que o centro do quadro está a ser iluminado. Deste modo, o uso da cor e da luz, nomeadamente a questão da relação da luz com a cor, surgiu, naturalmente, da observação da obra.

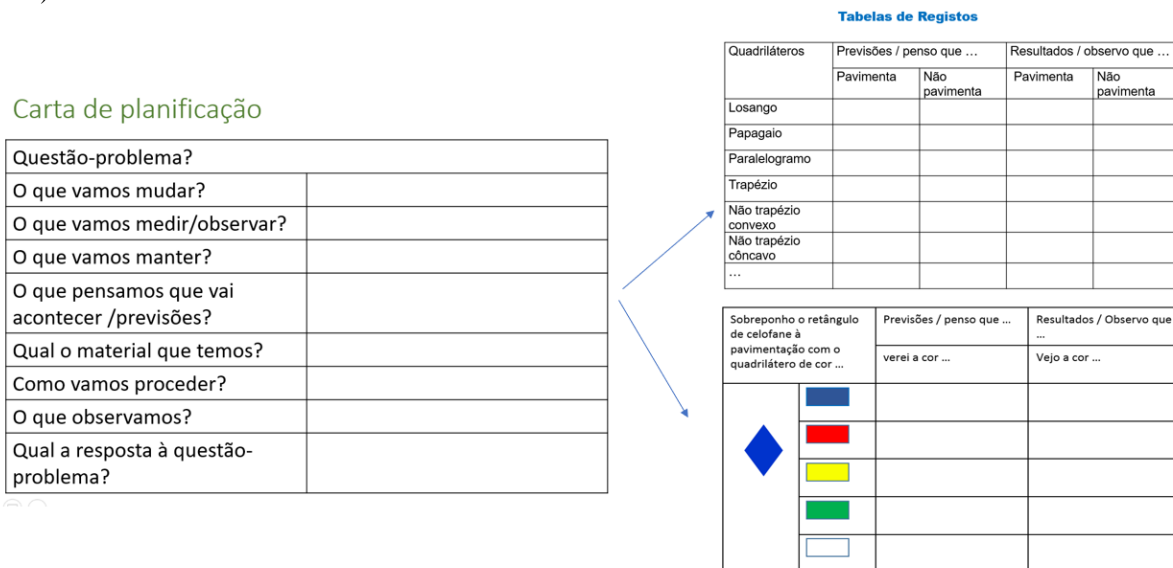
Os aspetos relativos à planificação da atividade experimental são evidenciados na figura 3.

Figura 3. Plano da atividade de trabalho experimental.



A atividade iniciou-se com a formulação da questão problema “Qualquer quadrilátero pavimenta o plano?”, seguindo-se todas as etapas associadas a atividades de trabalho experimental de índole investigativo, em conformidade com os modelos da carta de planificação e de tabelas de registo associados a atividades experimentais (Fig. 4).

Figura 4. Carta de planificação e tabelas de registo associadas à atividade (adaptados de Martins et al., 2007)



Seguiu-se a exploração da relação entre luz e cor, tomando-se as pavimentações monocromáticas, construídas anteriormente, como objeto opaco necessário à testagem das previsões formuladas. Na figura 5, apresentam-se algumas imagens da atividade.

Figura 5. Professores a realizar a atividade de trabalho experimental





### 3 RESULTADOS

As opiniões manifestadas pelos 42 participantes na ação de formação revelam a predominância de níveis elevados de concordância com a generalidade das afirmações, a ausência de situações de discordância (níveis 1, 2 e 3), um número residual de situações em que os participantes não expressam opinião (NA) ou assinalam o ponto central da escala (4).

Relativamente às afirmações relacionadas com perspetivas sobre a aprendizagem dos alunos (Fig. 6), destaca-se a predominância dos níveis de concordância mais elevados da escala, com o nível 7 - concordo totalmente - a sobressair. Na quase totalidade das afirmações, mais de 90% dos professores assinalaram os dois níveis mais elevados da escala. Estes dados sustentam que, em termos globais, os participantes valorizaram positivamente a atividade do ponto de vista da aprendizagem dos alunos. Em termos de perspetivas profissionais do educador/professor, os dados apontam igualmente o reconhecimento do valor da atividade (Fig. 7).

Figura 6. Distribuição de dados por níveis da escala em afirmações relativas a perspetivas sobre a aprendizagem dos alunos

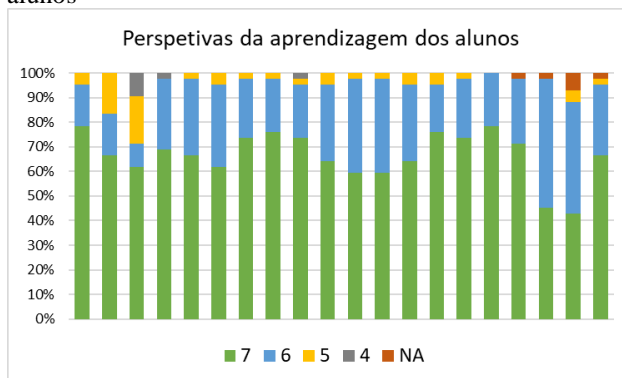
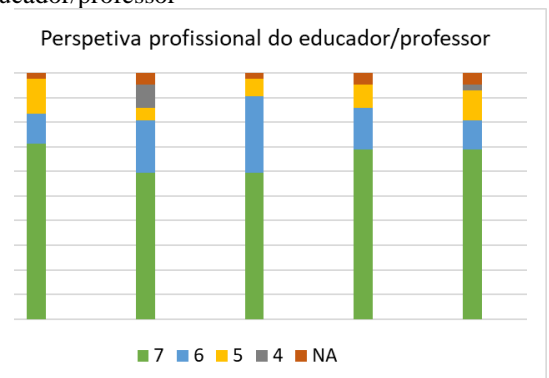


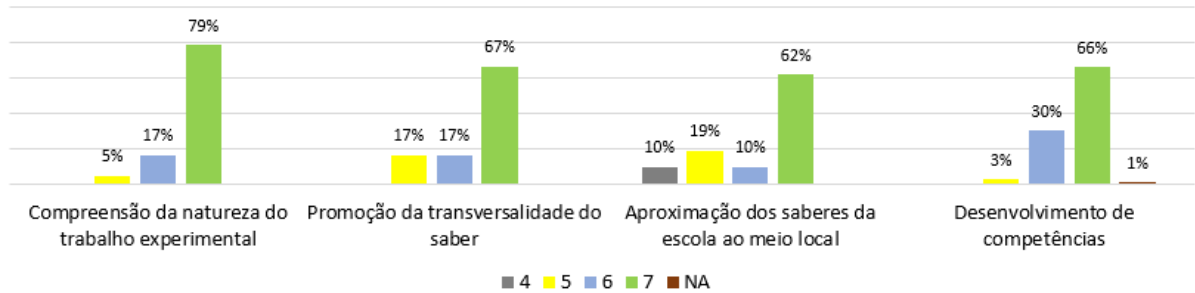
Figura 7. Distribuição de dados por níveis da escala em afirmações relativas a perspetivas profissionais do educador/professor



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA- não se aplica/sem opinião)

Procedendo a uma análise mais detalhada das perspetivas dos professores relativamente à sua perceção sobre o contributo da atividade realizada em termos de aprendizagem dos alunos, os dados obtidos (Fig. 8) revelam que a compreensão da natureza do trabalho experimental é reconhecida por todos os participantes na formação, sendo de notar o elevado número de respostas no nível 7. Verifica-se, também, a homogeneidade de opiniões relativamente ao contributo da atividade para a promoção da transversalidade do saber e do desenvolvimento de competências.

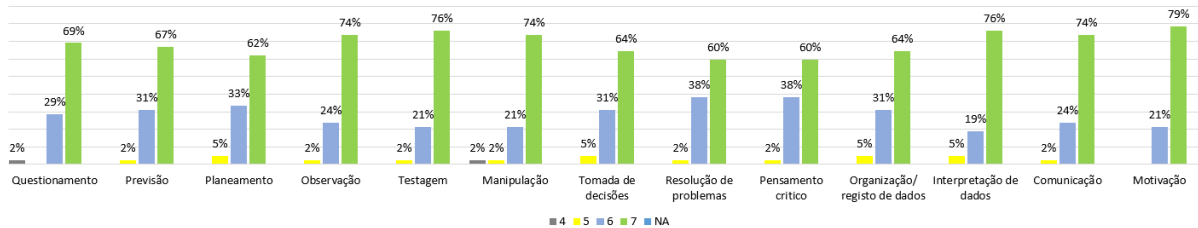
Figura 8. Perspetivas dos professores relativas ao contributo da atividade para a aprendizagem dos alunos



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA- não se aplica/sem opinião)

Em termos de desenvolvimento de competências específicas (Fig. 9), ao nível de capacidades e atitudes, as opiniões convergem, de forma mais notória, para o reconhecimento da relevância da ação para gerar motivação, para promover a aquisição de conhecimentos de matemática e artes, e para o desenvolvimento de capacidades científicas transversais como sejam: testagem de previsões, interpretação de dados, observação, manipulação, questionamento ...

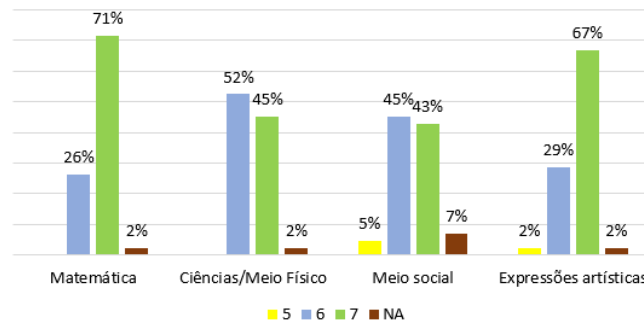
Figura 9. Perspetivas sobre o contributo da atividade para o desenvolvimento de competências nos alunos (capacidades e atitudes)



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA - não se aplica/sem opinião)

É de realçar que, em termos da construção de conhecimentos cognitivos, se regista que a matemática é a área onde se evidencia uma maior homogeneidade de respostas no nível de concordância mais elevado (Fig. 10). A perceção das autoras durante as sessões foi a de que os participantes, por não estarem muito familiarizados com a realização deste tipo de atividades em matemática, foram positivamente surpreendidos. Por outro lado, tivemos a perceção de que, ao contrário das pavimentações do plano que surgem no currículo do 1.º Ciclo do Ensino Básico, a relação entre a luz e a cor é pouco explorada.

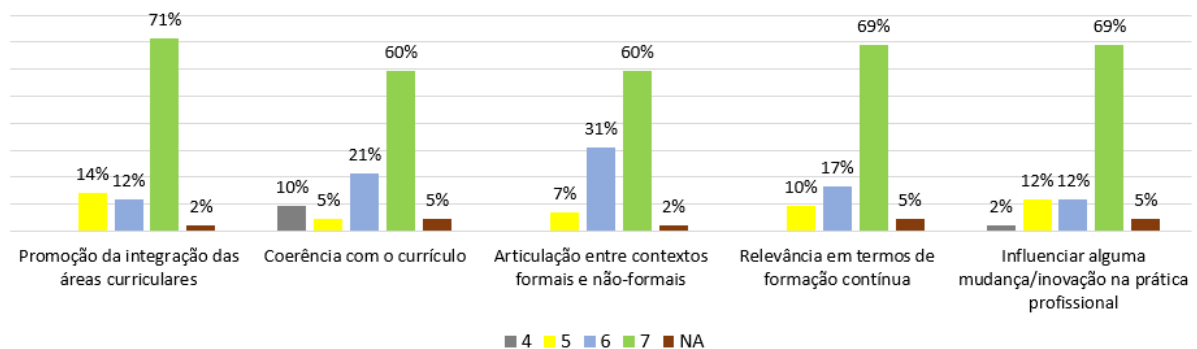
Figura 10. Perspetivas sobre o contributo da atividade para o desenvolvimento de competências nos alunos (dimensão cognitiva)



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA - não se aplica/sem opinião)

Como se ilustra na figura 11, na perspetiva do ensino dos docentes, as opiniões convergem para o reconhecimento do contributo da atividade para a promoção da integração de áreas curriculares, a articulação entre contextos de educação formal e não formal e a introdução de alguma mudança /inovação na prática profissional. Os dados sustentam ainda a relevância formativa da ação.

Figura 11. Perspetivas dos participantes sobre o contributo da atividade para o ensino



(Escala: 1 - totalmente em desacordo a 7 - totalmente de acordo; NA - não se aplica/sem opinião)

A leitura dos dados apresentados (Figs. 8 a 11) é reforçada e complementada por alguns dos comentários finais, recolhidos através da questão de natureza aberta, e que passamos a reproduzir.

- “(…) permitiu a interiorização da prática pedagógica / como implementar a metodologia de aprendizagem baseada no questionamento” (prof. 1);
- “Questiona-nos sobre outras formas de trabalhar as questões numa vertente mais prática” (prof. 4);
- “(…) de maneira muito simples conseguiu-se chegar a «grandes conclusões»” (prof. 6);
- “(…) aprendi para a minha prática docente” (prof. 5)
- “De forma lúdica e transversal permitiu novas aprendizagens” (prof. 3)

“bastante interessante do ponto de vista da mobilização de conteúdos da matemática e das ciências com o património local. A aprendizagem desta perspectiva poderá ser bastante interativa promovendo valores pessoais (como a partilha)” (prof. 35)

“(…) carácter lúdico, prático e transversal” (prof. 2)

A avaliação global da ação pelos professores neste estudo pode considerar-se muito positiva dado que 39 dos 42 participantes a avaliaram em um dos dois níveis mais elevados da escala.

#### 4 CONCLUSÕES

Confrontados com o valor da atividade de trabalho experimental realizado em termos da aprendizagem dos alunos, os resultados mostram que as opiniões são bastante homogéneas, sobressaindo o reconhecimento do valor da atividade para a compreensão da natureza do trabalho experimental, para a perceção da transversalidade dos saberes e para o desenvolvimento de competências. Relativamente a este último aspeto, os maiores níveis de concordância de opiniões ocorrem ao nível do contributo da atividade para gerar motivação nos alunos. No que concerne ao desenvolvimento de capacidades científicas básicas, associadas ao trabalho experimental de cariz investigativo, sobressai também um elevado nível de concordância das opiniões, com mais de 95% dos professores participantes na ação a assinalarem os níveis 6 ou 7. Também a construção de conhecimento cognitivo é relevada pelos professores, sendo que a matemática e as expressões artísticas se destacam.

Em termos da perspetiva profissional, os participantes reconheceram o contributo da ação para a sua formação contínua, para influenciar alguma mudança/ inovação na sua prática profissional e também para a promoção da integração das áreas curriculares.

Em suma, os resultados sustentam a afirmação de que os conteúdos da ação de formação foram encarados favoravelmente e com interesse pelos participantes, e que esta foi positivamente avaliada em termos da promoção de aprendizagens nos alunos e de desenvolvimento profissional dos participantes.

## REFERÊNCIAS

Abrahams, I. Z., Millar, R., Whitehouse, M., Reiss, M., Amos, R. (2011). *Practical experiments in school science lessons and science field trips*. Report. London: Institute of Education University of London. Disponível em [www.publications.parliament.uk](http://www.publications.parliament.uk).

Allevato, N., & Vieira, G. (2016). Do ensino através da resolução de problemas abertos às investigações matemáticas: possibilidades para a aprendizagem. *Quadrante*, 1, 114-131.

Anderson, D., Lucas, K.B., & Ginnis, I.S. (2003). Theoretical Perspectives on Learning in an Informal Setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 177-199.

Avraamidou, L. (2014). Developing a reform-minded science teaching identity: The role of informal science environments. *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), 823-843.

Avraamidou, L., & Roth, W.-M. (2016). Prologue: Intersections of Formal and Informal Science. Lucy Avraamidou & Wolff-Michael Roth (Eds.), *Intersections of Formal and Informal Science* (pp. xvi-xxv). New York: Routledge.

Guskey, T. R., & Sparks, D. (2004). Linking Professional Development to Improvements in Student Learning. E. Guyton & J. R. Dangel (Eds.), *Research Linking Teacher Preparation and Student Performance. Teacher Education Yearbook XII* (pp. 11-21). Iowa: Kendall.

Lerman, S. (1996). Investigações: Para onde vamos? In Paulo Abrantes, Leonor Cunha Leal & João Pedro da Ponte (Orgs.), *Investigar para aprender matemática (textos selecionados)* (pp. 107-118). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Martins, I., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A., & Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental* (2.<sup>a</sup> edição). Lisboa: Ministério da Educação e Ciência, DGIDC.

Millar, R. (2010). Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness. Hatfield: Association for Science Education, University of York. Disponível em <http://www.york.ac.uk/education/research/research-paper/>.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). 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*, 47(4), 474-496.

Morentin, M., & Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 364-380.

National Council of Teachers of Mathematics (2014). *Princípios para a Ação. Assegurar a todos o sucesso em Matemática*. Lisboa: APM (tradução portuguesa).

Osborne, J., & Dillon J. (2007). Research on learning in informal contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education*, 29(12), 1441-1445.

Paixão, F., Jorge, F. R. & Antunes, L. (2016). Articulação Ciência-Sociedade através do património artístico local – atividades e recursos didáticos centrados no Museu Cargaleiro. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1322-1338.

Paixão, F., Jorge, F. R. & Martins, H. (2015). Práticas educativas de futuros professores do ensino básico em espaços da cidade - Reflexos no desenvolvimento profissional e inovação didática. In C. A. Gomes, M. Figueiredo, H. Ramalho, e J. Rocha (Coord.), *Atas do XIII Congresso SPCE* (pp. 1082-1092). Viseu: ESE.

Paixão, F., Jorge, F. R. (2017). Formação inicial de professores através do recurso ao património artístico local relevando o trabalho experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, N.º Extraordinario, 1623-1629.

Paixão, F., Jorge, F. R., & Martins, H. (2019). Estratégia formativa contextualizada no meio local – valorização da aprendizagem dos alunos e perspetiva afetiva de futuros professores na prática. In J. Pinhal, F. Costa, & R. Faria (Orgs.), *A investigação, a formação, as políticas e as práticas em educação – 30 anos de AFIRSE em Portugal* (pp. 1076-1085). Lisboa: AFIRSE Portugal e Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Skayia A., Avraamidou, L., & Evagorou, M. (2019). How preservice teachers develop their personal philosophies about science teaching: The role of informal science approaches. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 2(2), 71-84.