



## A arte como ponte para a aprendizagem por questionamento e o estabelecimento de conexões entre a geometria e as ciências

**Fátima Regina Jorge**

Centro de Investigação em Património, Educação e Cultura, Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro

**Fátima Paixão**

Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro

### Resumo

O recurso ao património artístico local proporciona um novo foco de atenção para o desenvolvimento de tarefas em que o questionamento constitua o ponto de partida para a atividade do aluno e cuja resolução envolva desafio mental, físico e afetivo, favorecendo a compreensão concetual e a integração das áreas curriculares. Neste pressuposto, a exploração de tarefas de investigação através da metodologia de trabalho experimental permite desenvolver conhecimentos e mobilizar capacidades processuais básicas como prever, planejar, testar as previsões, observar, registar, argumentar, elaborar conclusões.... Tal impõe a identificação prévia de um contexto a explorar que favoreça a formulação de questões-problema. A oficina de formação contínua que aqui se apresenta desenvolve-se a partir da análise de um dos quadros de Manuel Cargaleiro marcado pela geometrização da tela e pela profusão de cores que a luz transforma. Da chuva de ideias desencadeada pela apreciação da obra e seus efeitos estéticos resultam várias questões-problema. Apresentam-se duas, uma centrada na pavimentação do plano com quadriláteros e a outra na relação da cor dos objetos com a luz. A obtenção de resposta às duas questões, percorrendo as várias etapas do trabalho experimental, culmina com a obtenção de uma composição plástica que releva as conexões da matemática com as ciências e a arte.

**Palavras-chave:** Formação contínua; Transversalidade Curricular; Trabalho Experimental; Contextos Não-formais; Património artístico local

### Introdução

A génese da oficina de formação contínua foi uma atividade realizada após uma visita de estudo ao Museu Cargaleiro, em Castelo Branco, e que fez parte de um estudo, com um desenho de investigação-ação, desenvolvido na prática de ensino supervisionada em 1.º Ciclo do Ensino Básico, numa turma de 4.º ano de escolaridade. O facto de a atividade ter sido avaliada de forma muito positiva pelos participantes (Paixão, Jorge, & Antunes, 2016) e ter sobressaído o seu valor para a concretização de práticas de ensino em que o questionamento da realidade e a integração de saberes estão presentes, levou à sua transposição para a formação de educadores e professores.

A oficina está focada na realização de uma atividade de trabalho experimental, integrando ciências naturais e matemática, tomando como contexto uma obra do artista plástico Manuel Cargaleiro. Neste artigo, apresentamos, em traços gerais, as várias etapas da atividade cujos conteúdos se centram na pavimentação do plano com figuras poligonais e em fenómenos da interação da luz com a matéria, evidenciando as cores.

## 1. Quadro teórico

O elevado valor da interação entre contextos de educação formal e não-formal que a investigação tem vindo a evidenciar concorre com as orientações curriculares atuais e com as recomendações para as práticas pedagógico-didáticas expressas no Perfil do Aluno no Final da Escolaridade Obrigatória (Oliveira Martins, Gomes, Brocado, Pedroso, & Carrillo, 2018, p. 31), das quais se destacam:

- *abordar os conteúdos de cada área do saber, associando-os a situações e problemas presentes no quotidiano da vida do aluno ou presentes no meio sociocultural e geográfico em que se insere, recorrendo a materiais e recursos diversificados;*
- *organizar o ensino (...) prevendo intencionalmente, na sala de aula ou fora dela, atividades de observação, questionamento da realidade e integração de saberes.*

Na perspetiva de que a educação em contextos exteriores à escola (não-formais) deve estar articulada com os currículos escolares, o património cultural e natural do meio próximo da escola oferece múltiplas oportunidades de envolver os alunos na atividade de "fazer matemática/ciência", pois é rico em situações capazes de gerar a curiosidade dos alunos, fomentar boas questões e proporcionar aprendizagens, simultaneamente, cognitivas, procedimentais e afetivas (e.g. Avraamidou, & Roth, 2016; Paixão, & Jorge, 2012). Assim, é imprescindível que a formação de professores, inicial ou contínua, implique os profissionais em atividades que interrelacionem os contextos formais e não formais e que permitam analisar o seu papel no estabelecimento de conexões entre diferentes áreas de conhecimento e entre a matemática/ciência e o quotidiano (e.g. Kisiel, 2013; Skayia, Avraamidou, & Evagorou, 2019). Destacamos, em particular, o valor do envolvimento dos professores/futuros professores na organização de visitas de estudo, desenvolvidas em três fases articuladas - pré-visita, visita, pós-visita - e em que são intencionalmente planeadas atividades interrelacionadas e que conectem as aprendizagens a desenvolver em contexto formal e em contexto não-formal (e.g. Morentin & Guisasola, 2014).

Nos pressupostos anteriores, vários autores destacam o valor da aprendizagem por questionamento, associada a tarefas que propiciem o envolvimento em processos investigativos, nomeadamente em que prevaleça uma metodologia de trabalho experimental, de cariz investigativo, na senda da aprendizagem por questionamento (e.g. Allevato, & Vieira, 2016; Paixão, & Jorge, 2017). Tal metodologia deve envolver os sujeitos em situações em que estes possam manipular objetos e materiais, questionando, observando e tirando conclusões por si próprios e, em simultâneo, 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). Importa, ainda, que o desenvolvimento de tais tarefas atenda, de forma equilibrada, às componentes concetual («minds-on»), procedimental («hands on») e afetiva («heart-on»), pois a investigação tem revelado uma sobrevalorização dos procedimentos em detrimento das outras duas componentes (Millar, 2010).

## 2. A Ação de formação

Tarefas práticas de cariz investigativo implicam identificar um contexto, formular uma questão-problema que conduza ao envolvimento numa metodologia que implica controlo de variáveis, fazer previsões e testá-las com vista a obter resposta à questão-problema e a construir uma conclusão sustentada em evidências.

### O contexto de educação não-formal – Museu Cargaleiro

O Museu Cargaleiro, situado na zona antiga de Castelo Branco, expõe várias obras representativas da produção artística do ceramista e pintor Manuel Cargaleiro, com um potencial didático assinalável. A obsessão pela cor e pela luz e a geometrização das telas constituem o ponto de partida da oficina e da atividade que assenta no potencial de obras de arte, tendencialmente abstratas, com vista a alcançar a integração curricular entre matemática, ciências e arte e a aprendizagem por questionamento.

Das inúmeras obras artísticas patentes no Museu, a atividade parte da observação e análise dos efeitos estéticos da obra *Carreaux Diamants*, um quadro a óleo sobre tela de 1986 (figura 1).



Figura 1 - *Carreaux Diamants* em selo comemorativo "Artistas Portugueses – Manuel Cargaleiro"<sup>3</sup>

### Formulação da questão-problema

A ação desenvolve-se desafiando os professores a partilhar ideias geradas pela observação da pintura e, posteriormente, a gerar/formular questões-problemas com interesse didático para os seus alunos. De entre as muitas questões-problema passíveis de emergir da discussão, o foco deste artigo incide numa atividade integrando ciências, matemática e arte, com 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 com figuras poligonais.

Assim, o ponto de partida são duas questões-problema que se interrelacionam, tal como acontece no quadro de Cargaleiro com a cobertura da tela com figuras geométricas e a sua coloração através de um jogo de cores que sugere a existências de pontos de luz, contrastando com zonas sombrias:

- Qualquer quadrilátero pavimenta o plano?
- Existe relação entre a cor de um objeto e a luz?

A partir destas questões definem-se os objetivos da atividade (Tabela 1).

Tabela 1. Objetivos da atividade

Objetivos gerais	Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver conhecimentos científicos;</li> <li>- Utilizar processos básicos de trabalho prático (prever, planificar, testar, observar, argumentar, registar, elaborar conclusões ...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Compreender conceitos e propriedades geométricas, associadas à noção de pavimentação do plano;</li> <li>- Compreender fenómenos associados à interação da luz com a matéria, evidenciando as cores.</li> </ul>

<sup>3</sup> Acessível em: <https://image.slidesharecdn.com/bfd020p-150829095707-lva1-app6892/95/bfd020-p-9-638.jpg?cb=1440842439>

### Planificação e tabelas de registos

Seguem-se outras etapas associadas à metodologia de trabalho experimental de índole investigativo com vista, em primeiro lugar, a planificar a atividade. Deste modo, os formandos são desafiados a dar resposta a um conjunto de perguntas que fazem parte da chamada carta de planificação que inclui a identificação de variáveis, os materiais necessários, a formulação de previsões e respetiva justificação. A carta de planificação é complementada com tabelas de registo de previsões e resultados observados (Figura 2).

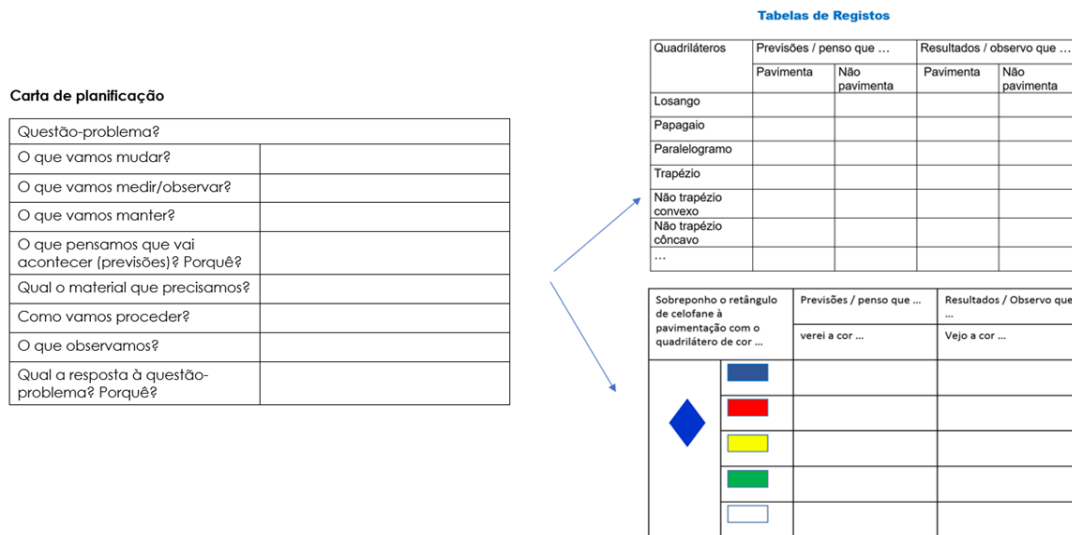


Figura 2 - Carta de planificação e tabelas de registo (adaptadas de Martins et al., 2007)

Na figura 3 esquematiza-se a planificação geral da atividade.



Figura 3 - Plano da atividade de trabalho experimental

### Observação de resultados e resposta às questões-problema

Usando cópias de um determinado tipo de quadrilátero, construído em papel colorido, explora-se a possibilidade de este pavimentar o plano. Como os polígonos estão construídos em material opaco, a pavimentação será depois usada para responder à segunda questão-problema, daí resultando como produto final da atividade uma composição plástica, como a que se ilustra na figura 4.



Figura 4 - Produção plástica a partir de uma pavimentação com trapézios escalenos verdes

Por fim, os participantes confrontam as suas previsões com os resultados observados e respondem à segunda questão da carta de planificação, apresentando os argumentos que sustentam essa resposta.

### 3. Considerações finais

Conclui-se que qualquer quadrilátero pavimenta o plano, pois, sendo a pavimentação monoédrica, em cada vértice da pavimentação convergem os quatro ângulos internos do quadrilátero. Sendo a soma dos ângulos internos de um quadrilátero igual a  $360^\circ$ , então, o plano pode ser preenchido, sem falhas nem sobreposições com qualquer quadrilátero. No que respeita à relação entre a cor de um objeto e a luz, quando usamos filtros transparentes (papel celofane), coloridos ou incolor, constata-se que a percepção que temos da cor do objeto pode alterar-se quando o filtro é colorido relativamente à percepção que temos quando sobre ele incide luz branca (e.g. luz solar). De facto, a cor de um objeto resulta da cor da luz que este absorve e, desse modo, a cor refletida não a inclui. A cor que vemos depende da cor do objeto quando iluminado com luz branca e da cor da luz que o ilumina.

### 4. Referências

- Allevato, N., & Vieira, G. (2016). Do ensino através da resolução de problemas abertos às investigações matemáticas: possibilidades para a aprendizagem. *Quadrante*, 1, 114-131.
- 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.
- Kisiel, J. (2013). Introducing Future Teachers to Science Beyond the Classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 67-91.
- Martins, I., Veiga, L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A., & Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental* (2.ª 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.
- 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.

- Oliveira Martins, G., Gomes, C.A, Brocado, J., Pedroso, C.A., Carrillo, J. A., et al. (2018). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação, Direção-Geral da Educação.
- Paixão, M. F. & Jorge, F. R. (2012). Explorar espaços físicos e sociais da cidade para a educação científica. In M. J. Martín-Díaz, M. S. Gutiérrez-Julián & M. A. Gómez-Crespo (Coords.), *Actas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências "Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências"* (pp.1-12). Madrid: AIA-CTS.
- 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., & 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.
- 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.