



DA ARTE À MATEMÁTICA... DA MATEMÁTICA À ARTE:
UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO PORTUGUÊS¹

RAMOS, Filipe Roberto
ISCTE-IUL, Lisboa, Portugal
frjrs@iscte-iul.pt

KOPKE, Regina Coeli Moraes
UFJF, Minas Gerais, Brasil
reginakopke@gmail.com

DOMINGOS, António Manuel
FCT-UNL, Lisboa, Portugal
amdd@fct.unl.pt

Resumo

A dificuldade em identificar estratégias e fatores que poderão contribuir para uma melhoria do processo de ensino/aprendizagem, face à existência de múltiplas realidades, é tema bastante discutido na literatura. Na procura de alternativas capazes de dar resposta a desafios, com os quais nos deparamos, surge a presente investigação, cujo objetivo central passou por implementar um currículo de Geometria que integrasse situações de aprendizagem diferenciadas em contexto de formação vocacional, orientada para alunos em situação de abandono escolar com idades compreendidas entre os 16 e os 19 anos. O recurso à Arte foi analisado como possível metodologia a integrar no ensino da Matemática. Constituindo a obra de Escher um elemento de riqueza indiscutível, com destaque para a 'Exploração do Plano', investigou-se a forma como alguns dos trabalhos de Escher poderão ser um ponto de partida para a apresentação de conceitos/conteúdos matemáticos, donde se depreendeu que o recurso à Arte pode conduzir não só a um envolvimento efetivo dos alunos no processo de ensino/aprendizagem, como a uma aquisição e aplicação sólida de conceitos e conteúdos matemáticos.

Palavras-chave: arte, currículo, ensino, Escher, matemática

¹ O presente trabalho, surge no âmbito da Dissertação submetida pelo Mestre Filipe Ramos, para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Matemática no 3º ciclo do Ensino Básico e no Secundário, em Dezembro de 2016 na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Os outros dois coautores foram elementos que integraram o Júri nas provas públicas prestadas, Regina Kopke (na qualidade de Arguente) e António Domingos (na qualidade de Orientador). O trabalho encontra-se redigido em Português (Europeu), por ser a língua usada na escrita da Dissertação.

Abstract

The struggling on identifying strategies and factors that could help to improve the teaching/learning process, regarding the existence of multiple realities, is a subject much discussed in literature. Finding new ways of answer challenges which we came across, is the main reason why this study has been made. The primary goal is centred in applying a Geometry curriculum including many different learning situations based in vocational training. The students were between 16 and 19 years old. Making use of Art is analysed as a potential method to improve Mathematics teaching. Being Escher's work an element of undiscussable richness with highlights to "Exploration Tessellations", an investigation has been made to show how some Escher's works could be a starting point to the introduction of mathematical concepts/contents. It was noticed in a further case that using Art could lead not just to the student's effective cooperation in the teaching/learning process, as could be a very strong acquisition and way to apply new solid mathematical concepts.

Keywords: art, curriculum, teaching, Escher, mathematics

1 Introdução

Encarar a Escola como um espaço físico desligado do meio que o acolhe, e olhar o processo de ensino/aprendizagem como a transmissão de conteúdos ministrados sem qualquer tipo de flexibilidade, onde não são contempladas adaptações ao currículo prescrito, será sem margem de dúvida uma visão falaciosa e distante do que caracteriza todo um processo e um conjunto de interações estabelecidas em contexto aula.

Certos desse facto, decorrente do estudo desenvolvido em Ramos (2016), é sobre o processo de ensino/aprendizagem que dedicaremos especial atenção neste trabalho, o qual tem por base todo um referencial teórico que nos dá conta de aspetos a valorizar nas adaptações curriculares e no *modus operandi* em termos de 'construção do currículo', sublinhando que metodologias de ensino alternativas poderão produzir resultados distintos na aprendizagem dos alunos. Entre outros, são exemplo os trabalhos desenvolvidos por Varela (2013), Leite (2006) e Gimeno-Sacristán (2000).

Impondo-se ao professor uma atitude de pensador crítico, no seguimento da reflexão proposta por Luckesi (1994), perante um grupo de alunos em situação de abandono escolar, cuja motivação para o espaço escolar e o gosto por aprender eram inexistentes, impunha-se uma atitude crítica e não comodista, evitando uma prática pedagógica *standard*. Com efeito, constituiu o foco da investigação levada a cabo a

procura de estratégias alternativas para o ensino da Matemática (com especial ênfase para conteúdos relativos à Geometria), capazes de captar os referidos alunos para a sala de aula e para toda a atividade aí desenvolvida, procurando evitar o referido abandono, assiduidade irregular e, acima de tudo, instruí-los matematicamente.

Por outro lado, tendo em conta a literatura, Escher² surge como nome de referência pela forma ímpar como integra conceitos matemáticos (em particular na Geometria), sendo a sua obra um manifesto exemplo da harmonia entre a Arte e a Matemática. Assim, uma real compreensão da forma como o artista inclui, nos seus trabalhos, certos conceitos matemáticos, permite uma abordagem aos mesmos, motivando os alunos, numa primeira fase para a sua identificação e estudo e, posteriormente, para uma utilização completa dos mesmos, nomeadamente na produção artística.

Nesta linha, a exploração de conexões entre a Arte e a Matemática, em virtude da área profissional dos alunos³, foi uma estratégia alternativa pensada, concretizada numa dupla perspetiva: “Da Arte à Matemática” e “Da Matemática à Arte”.

Face ao exposto, julgamos identificado o grande objetivo da investigação sumariado na seguinte questão: ‘Será o recurso à Arte uma metodologia profícua que assegure o rigor no ensino de conteúdos matemáticos, em particular de Geometria, onde se integre situações de aprendizagem diferenciadas em contexto de formação vocacional?’

Para dar resposta a esta questão, foi traçado um projeto baseado na interdisciplinaridade e na transversalidade. Na concretização do estudo, considerando-se adequado seguir uma metodologia de investigação qualitativa, baseada nos pressupostos de uma ‘Investigação-Ação’, visando desenvolver uma análise dos aspetos em análise, sendo a observação (participante) e a recolha de informação feitas em aula, onde desenvolve toda a ação com os sujeitos intervenientes no estudo.

Acreditamos, assim, ser uma investigação com contributo positivo para a comunidade que investiga a expressão gráfica na educação, nomeadamente em termos de metodologias, experimentos e materiais didáticos⁴, pela partilha de uma experiência de ensino, onde se integra e articula um referencial teórico interdisciplinar que evidencia conexões entre a expressão gráfica nas Artes Visuais e a Matemática.

² Maurits Cornelis Escher (1898 – 1972) foi um artista gráfico holandês com um contributo artístico notável nas artes. Conhecido pelas suas xilogravuras, litografias, entre outras formas de grafismo, apresenta trabalhos categorizados, na bibliografia, em três temas: ‘Aproximação ao Infinito’, ‘Interpretação do Espaço’ e ‘Exploração do Plano’. No meio artístico, a sua obra é amplamente conhecida pelas construções impossíveis, preenchimento regular do plano (parte dos trabalhos recorrendo a isometrias), explorações do infinito e metamorfoses.

³ O grupo de alunos com os quais foi desenvolvido o projeto, em risco de abandono escolar, frequentavam um Curso de Educação e Formação (CEF) de Artesão Pintor de Azulejo (APA) numa escola pública e que, apesar de idades compreendidas entre os 16 e os 19 anos, frequentavam ainda o Ensino Básico.

⁴ Os materiais referidos ao longo de todo o trabalho (tarefas, planos de aula, ...) poderão ser consultados em Ramos (2016).

Contudo, além do referido contributo e partilha de experiência de ensino, julgamos lícito destacar o nosso estudo pela manifesta preocupação com um grupo de alunos claramente em abandono escolar, procurando mostra-lhes o quão útil e interessante poderá ser estudar Arte e Matemática. Assim, estando conscientes da adversidade da população interveniente no estudo, conseguir mudar a visão que tinha sobre a Arte e sobre a Matemática, permite-nos dizer que o nosso propósito foi alcançado e o nosso projeto teve uma relevância no processo de formação e instrução dos mesmos.

2 Revisão da Literatura

2.1 O papel do Professor como elemento modelador do currículo

A investigação em Educação tem vindo a demonstrar que diferentes metodologias de ensino, poderão produzir resultados distintos na aprendizagem dos alunos. Com efeito, face a desafios com os quais nos deparamos no processo de ensino/aprendizagem, impõem-se ao professor uma atitude não comodista que se cinja a uma única prática pedagógica, independentemente dos desafios e/ou do público-alvo.

De entre várias características que devem pautar a atitude do professor, a literatura salienta que este deve estar de 'mente aberta' (procurando identificar, analisar e ponderar argumentos), ser flexível (ouvindo opiniões, analisando alternativas) e manifestar uma disposição para evoluir. Ainda, a reflexão proposta por Luckesi (1994), reverte-se fundamental para a compreensão das práticas adotadas, pois, ao escrever sobre os procedimentos adotados no processo de ensino/aprendizagem, coloca algumas questões preponderantes à atuação do professor:

... Será que nós professores, ao estabelecermos nosso plano de ensino, ou quando vamos decidir o que fazer na aula, nos perguntamos se as técnicas de ensino que utilizaremos têm articulação coerente com nossa proposta pedagógica? Ou será que escolhemos os procedimentos de ensino por sua modernidade, ou por sua facilidade, ou pelo facto de dar menor quantidade de trabalho ao professor? Ou, pior ainda, será que escolhemos os procedimentos de ensino sem nenhum critério específico? (*Ibidem*, 1994, p. 155)

Nesta linha, Leite (2006, pp. 74–75) sublinha "... a necessidade das escolas e dos profissionais que nela trabalham gozarem de autonomia [curricular]...", não significando com isso, uma "... total independência curricular das escolas face a um poder central ou a uma administração regional da educação".

Deste encadeamento de ideias, parece clara a existência de dois pólos no que respeita ao processo do desenvolvimento e definição do currículo: uma perspetiva prescritiva, da responsabilidade da administração educativa central, e uma outra flexível, onde os professores assumem um papel fundamental.

Sobre a atuação do professor, numa tentativa de clarificar o *modus operandi*, alguns autores traçam uma retrospectiva do trabalho implícito neste processo. É exemplo o trabalho desenvolvido por Gimeno-Sacristán (2000), o qual identifica cinco fases para ilustrar o dinamismo e inter-relação entre as diferentes 'faces' do currículo. Já se pensarmos nos aspetos a ter em conta nas referidas adaptações curriculares, Varela (2013), chama-nos à atenção de elementos preponderantes a valorizar, destacando a importância que o 'meio social' tem no (e para o) currículo.

Deste modo, tal como sublinha Leite (2006, p. 75), o importante é que os professores, em virtude das orientações e diretrizes gerais que emanam de 'entidades superiores', sejam "... reconhecidos como parceiros dos processos de gestão do currículo...", e sejam capazes de evidenciar uma pro-atividade manifestada na capacidade de criar, inovar, experimentar novas ideias, novos projetos. Atitude essa que julgamos contribuir para uma evolução do conhecimento e das práticas pedagógicas.

Será a Arte uma possibilidade?

2.2 Arte e Matemática

Do relatado de experiências de ensino existentes na literatura, alguns autores, destacando conexões existentes entre a Arte e a Matemática, dão-nos conta do recurso à Arte como uma alternativa para o ensino de alguns conceitos matemáticos.

Tal como referido por Sampaio (2012), a Matemática e a Arte sempre traçaram alguns caminhos paralelos e, desde tempos remotos, que estas duas áreas evidenciam uma forte interseção, talvez pela existência de determinadas características comuns. Mas se há conexões entre a Arte e a Matemática que a própria História da Matemática ou a História da Arte já fizera alusões repetidas e bastante discutidas na bibliografia, como é exemplo a 'relação de ouro' presente em várias obras artísticas, outras são mais contemporâneas, como é exemplo a obra de Escher. Um manifesto exemplo da harmonia entre a Arte e a Matemática, dotadas de uma singularidade e 'mão artística', as suas obras são exemplo de como certos temas matemáticos (alguns complexos) podem ser retratados e mesmo entendidos através da Arte, sobretudo pela interpretação do real. Sobre isso, Escher escreve:

Todas as reproduções (...) foram produzidas com a intenção de esclarecer uma determinada linha de pensamento. As ideias que lhe estão por base testemunham, na maior parte, o meu espanto e admiração em face das leis da natureza que operam no mundo à nossa volta (...). Olhando de olhos abertos os enigmas que nos rodeiam e ponderando e analisando as minhas observações entro em contacto com o domínio da Matemática... (ESCHER, 1994, p. 6).

Tal como outros artistas, Escher refere-se 'à representação do real' como um dos principais elementos conducentes a algumas das conexões entre a Arte e a Matemática,

capacidade que o artista refere que se desenvolve e cuja evolução foi notável à medida que ele próprio ia usando a Matemática na sua produção artística (ESCHER, 1994).

Desta feita, o real não só está latente no expressar da Arte, como está cheio de Matemática e por essa razão, não é de estranhar que, se atendermos à bibliografia, vários são os estudos dedicados à exploração das referidas conexões. Podemos, a título de exemplo, citar a investigação desenvolvida por Sampaio (2012) que, ao traçar uma retrospectiva geral da obra de Escher, explora alguns tópicos matemáticos patentes na obra do artista. Ainda, dada a natureza da nossa investigação, com especial interesse para as conexões passíveis de análise em sala de aula, poderão ser ainda citados os trabalhos de Martinho (1996), Menegassi, Nina, & Silva (2008) ou mesmo Alves (2014), os quais exploram conexões entre a obra de Escher e a Matemática, salientando o facilitar do processo de ensino/aprendizagem de temas da Matemática/Geometria num contexto educacional na formação matemática dos alunos.

Em suma, face a todas as considerações tecidas, temos identificado um referencial teórico que baliza toda a investigação e sobre o qual deve ser desenhado o projeto. Instruir matematicamente alunos com características mais adversas, procurando motivá-los e evitar o abandono e assiduidade irregular, será uma prioridade. Para tal, valorizar as suas aptidões e interesses, implementando um projeto que integre a Arte na lecionação de alguns conteúdos matemáticos, poderá ser um caminho conducente a um envolvimento efetivo no processo de instrução.

3 Da Arte à Matemática... Da Matemática à Arte

Nesta secção será feita uma descrição geral do projeto, salientando alguns aspetos da sua concretização e implementação, dando conta das etapas implícitas. Posteriormente, numa perspetiva de exploração da presença da Matemática na Arte ('Da Arte à Matemática'), serão tecidas algumas considerações, a título de exemplo, à forma como algumas noções e tópicos matemáticos a estudar foram introduzidos. Por fim, apresentaremos alguns trabalhos os quais evidenciam a utilização de conceitos matemáticos, numa produção artística original (pelos alunos) que ilustram uma (re)criação da obra de Escher ('Da Matemática à Arte').

Tendo 'ensinar Matemática' e 'motivar' como ideias impreteríveis, após um período de pesquisa, foi na obra de Escher, em particular na fase da sua obra dedicada à 'Exploração do Plano', que encontrámos uma inspiração.

Porém para que o sucesso deste projeto não ficasse comprometido *a priori*, impunha-se investir na compreensão efetiva do trabalho e da forma como Escher tratava e utilizava os conceitos matemáticos na sua obra. Neste seguimento, uma análise atenta a algumas referências bibliográficas, tais como o *Website Oficial de M. C. Escher*, o

trabalho de Escher *et al.* (1982) e ainda os trabalhos de Ernst (1985), Martinho (1998), Schattschneider (2004) e de Sampaio (2012), permite-nos depreender a minuciosa descoberta do mundo da Geometria pelo artista.

Combinando a informação dessa análise com as orientações curriculares e uma listagem dos conteúdos que integravam os módulos a lecionar, foi feito um levantamento dos conteúdos que poderiam ser abordados à luz da sua obra. Tal poderia ser feito numa dupla perspetiva: tendo como ponto de partida a obra de Escher, introduzir novos conceitos e conteúdos matemáticos ou, em alternativa, após a apresentação dos conceitos verificar como Escher os incluía e trabalhava na sua produção artística. Impunha-se, assim, uma exploração detalhada por forma a poder tirar maior proveito das conexões existentes entre a Arte de Escher e a Matemática.

Além da transversalidade do projeto, pensado não para apenas um período de tempo, mas sim traçado para grande parte do ano letivo, procurou-se avaliar também a possibilidade de interdisciplinaridade do mesmo. Nesta linha, estando os alunos integrados num curso relacionado com pintura de azulejo, acreditámos poder ir mais longe na “recriação” da obra de Escher em painéis de azulejo. Tal só se veio a tornar possível em virtude do contributo do colega responsável pela Componente de Formação Técnica (CFT) que, desde logo, se mostrou bastante interessado no desenvolvimento de um projeto conjunto. De salientar, ainda, a integração posterior da disciplina de Artes Visuais, nomeadamente na fase dos estudos relativos ao ‘estudo da cor’.

Face ao exposto, desenhou-se um projeto interdisciplinar onde se impunha uma planificação e uma articulação dos currículos das várias disciplinas. No caso particular da Matemática, foi traçada uma planificação anual, a qual foi pensada à luz das etapas implícitas na consecução do projeto, existindo aqui uma nítida preocupação pela existência de numa sequência lógica para os conteúdos matemáticos explorados⁵.

Dando cumprimento à estratégia e opções metodológicas traçadas, passou a ser parte integrante, nas aulas de Matemática, o recurso à Arte, muito em particular a obra de Escher, para a leção de alguns módulos e de certos conteúdos matemáticos que os integravam. Partindo da Arte, tendo como fim a Matemática, procurou-se uma exploração ou como elemento essencialmente motivador, ou assumindo um claro papel na exploração de conceitos matemáticos.

Em alguns casos, a simples observação da obra de Escher constituiu um elemento de motivação para a leção dos conteúdos, referindo-se a forma como os mesmos

⁵ Em Ramos (2016) é apresentado um cronograma detalhado dessa planificação, onde além do traçar das etapas/calendarização do projeto, consta informação da sequência seguida na leção dos conteúdos.

estão integrados nos trabalhos de Escher. É exemplo toda a exploração feita em torno de conceitos relacionados com a circunferência, polígonos e propriedades existentes.

Noutros casos, a análise da obra de Escher permite uma abordagem inicial (embora por vezes intuitiva) a noções matemáticas. Por exemplo, mostrando-se a forma como Escher procedia nas suas criações artísticas, introduziu-se o conceito de pavimentação e foi feita uma dedução dos polígonos que permitem pavimentar o plano.

Além do conceito de pavimentação, outro tema particularmente analisado à luz da obra de Escher foi o estudo de transformações geométricas, em particular as Isometrias. Recorrendo a alguns dos trabalhos de Escher respeitantes à 'Exploração do Plano', foi introduzida a noção de Isometria e por observação direta das imagens foi explicado, de forma muito intuitiva, os conceitos de Reflexão/Simetria, Translação e Rotação. Mas para que os conceitos ficassem devidamente definidos, impunha-se falar nos elementos que caracterizavam cada uma das isometrias, introduzindo-se o conceito de eixo de simetria, de vetor e de ângulo e centro da rotação. Alguns, por serem mesmo novos para os alunos, foi dada particular atenção, como é o caso do conceito de vetor.

Associada à compreensão dos conceitos e relações existentes entre eles, traçou-se como objetivo complementar, paralelamente à lecionação dos vários conteúdos, o desenvolvimento de competências no que respeita à manipulação e utilização de material de desenho e medição (compasso, régua, esquadro, transferidor ...), algo não só previsto nas orientações curriculares, como fundamental na consecução futura do projeto. Foi exemplo a dedução de algumas propriedades geométricas entre elementos associados à geometria da circunferência e na exploração do conceito de polígono, como a explicação dos métodos de construção de certos polígonos inscritos numa circunferência e divisão da circunferência em arcos geometricamente iguais, permitindo a construção de polígonos não convexos, 'polígonos estrelados'.

Figura 1: Pintura em azulejo das composições geométricas e painéis finais (alguns exemplos)



Deste trabalho, entendeu-se por bem, numa parceria com a CFT, dar espaço à criatividade dos alunos, deixando-os livres para construir uma 'composição geométrica', como são exemplo as apresentadas na Figura 1.

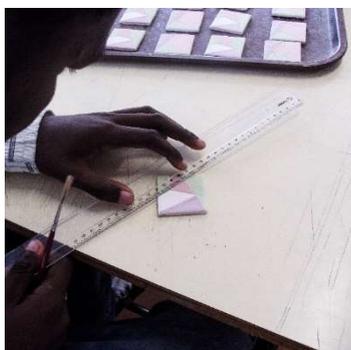
Avizinhando-se uma das etapas cruciais da nossa investigação, com o desenvolvimento individual do projeto de cada aluno, cujas competências e conteúdos trabalhados ao longo do ano letivo seriam 'testados', sentimos necessidade de fazer um pequeno ensaio daquilo que procurávamos que os alunos fizessem em termos de projeto final, a construção de uma pavimentação.

Nesta atividade os alunos começaram a ser confrontados com algumas das dificuldades que poderiam surgir no processo de construção. Podemos invocar, por exemplo: a dificuldade na construção do 'padrão' que iriam usar, sobretudo motivada pela falta de rigor nas construções geométricas; a não compreensão da forma como as isometrias poderiam ser exploradas, ao tentarem conjugar mais do que uma na mesma pavimentação; ou mesmo a parte referente ao 'estudo da cor', algo que aparentava ser fácil, mas que levantou problemas pelo duplo objetivo que se impunha em, por um lado o criar um padrão constante, por outro o conseguir figuras e regiões contrastantes.

Procurando contornar alguns obstáculos, a maior parte dos alunos enveredou por construir padrões muito 'geométricos', com recurso a linhas retas a dividir triângulos equiláteros, ou quadrados (polígonos usados na pavimentação).

A título de exemplo, veja-se um desses trabalhos, a qual acabou por ser pintado em azulejo pelo próprio aluno (Figura 2).

Figura 2: Exemplo de uma das primeiras pavimentações construídas



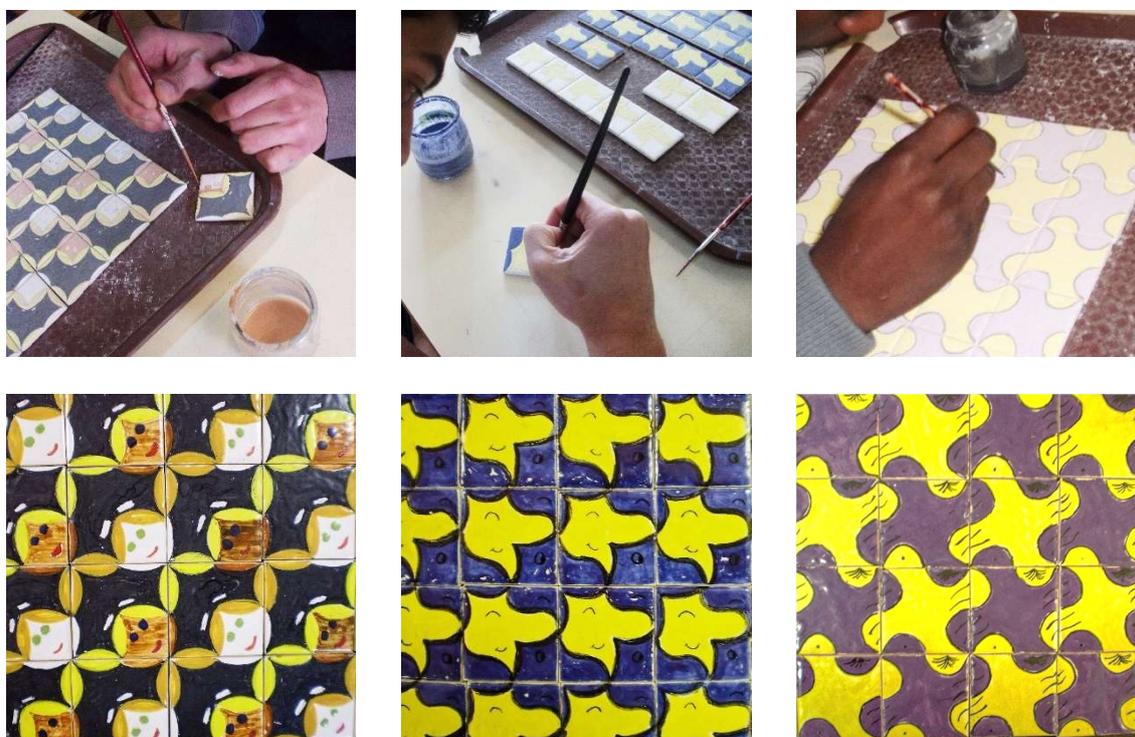
Observando a imagem, não só se depreende a ausência de outras construções que não o traçar de linhas retas (para pintar, o aluno utiliza mesmo uma régua) como também é evidente algumas falhas na compreensão do que é o padrão que deveria ser repetido e/ou das Isometrias usadas para pavimentar o plano. No relatório o aluno referiu que o padrão escolhido era identificado por (apenas) um 'quadrado' e que usara a Translação e a Reflexão. Porém, quando questionado para identificar a Reflexão, ao assinalar a reta traçada a vermelho como sendo o eixo de simetria, constatou que o que pensara não estava correto. O padrão não era efetivamente um quadrado, e apenas a Translação que identificara estava corretamente caracterizada (vetor traçado a preto).

Esta fase de trabalho revelou-se importante, pois permitiu o identificar de alguns problemas, o uso incorreto das noções matemáticas e, ainda, a falta de rigor nas construções geométricas. Seria necessário corrigir e evitar o repetir desses erros nos estudos e na consecução do projeto final.

Em linhas muito gerais, julgamos com os exemplos traçados ter dado conta do modo como se procedeu em termos de instrução matemática ao nível dos conceitos e conteúdos. Na etapa subsequente, criatividade, originalidade e uma exploração mais consistente das noções matemáticas, eram alguns dos objetivos traçados. Queríamos que os alunos fossem mais além a vários domínios, nomeadamente na aplicabilidade dos conceitos matemáticos já explorados e se inspirassem na obra de Escher na fase que caracterizámos “Da Matemática à Arte”.

Os trabalhos conseguidos resultaram não só do trabalho realizado separadamente em cada aula, como de aulas em conjunto onde os alunos contaram com o apoio dos três professores envolvidos no projecto (Matemática, Artes Visuais e CFT). Aliado ao nosso apoio em termos matemáticos e o conhecimento da forma como os conceitos haviam sido explorados na aula de Matemática, os alunos beneficiaram, nesta parte, de um apoio de outros professores, nomeadamente na vertente artística e sobretudo nos procedimentos intrínsecos à pintura em azulejo.

Figura 3: Pintura e Pavimentações finais em azulejo (três exemplos)



Das várias horas investidas na realização de estudos resultaram alguns dos trabalhos que apresentamos na Figura 3, que nos dá conta que muita Matemática esteve na base da consecução dos projetos, tenham eles ficado perfeitos ou não. A

exploração dos conceitos matemáticos esteve sempre presente durante o desenvolvimento dos mesmos e, junto dos alunos, foi sempre promovida a utilização de terminologia e vocabulário matematicamente correto sempre que se falava do que estava a ser feito.

4 Conclusão

Face a uma motivação inicial em implementar um currículo de Geometria que integrasse situações de aprendizagem diferenciadas, o objetivo central da investigação passou por definir e implementar um currículo específico, ajustado quer à área de formação, quer às características dos intervenientes. O recurso à Arte foi, assim, testado como metodologia profícua no processo de ensino/aprendizagem de conteúdos matemáticos, sendo a obra de Escher um manifesto exemplo da harmonia entre a Arte e a Matemática.

De acordo com a área vocacional da população em estudo (pintores de azulejo), a opção foi incluir a Arte, com ênfase para a exploração de conexões entre a obra de Escher e a Matemática, nas opções metodológicas de ensino. Para tal, impôs um investimento numa real compreensão da forma como os conceitos matemáticos estão, rigorosamente, integrados nos trabalhos de Escher.

Tendo em conta o projeto desenvolvido, em virtude dos elementos observados, a inclusão da Arte mostrou-se uma opção viável no processo de ensino/aprendizagem da Matemática, acreditando que o recurso à obra de Escher se revelou uma metodologia com um contributo claramente positivo não só para a compreensão dos conceitos, como aplicação dos mesmos, sem nunca comprometer o rigor matemático. Pelo observado e registado, tal conclusão depreende-se não só pela forma como os alunos fizeram uso das noções matemáticas nos trabalhos individuais, como, numa fase posterior, conseguiram olhar para as construções geométricas e identificar os conceitos matemáticos nela implícitos.

Importa destacar, finalmente, que a implementação deste projeto permitiu recuperar e trazer para a sala de aula um grupo de alunos em situação de abandono escolar, enriquecendo-os artística e matematicamente.

Em suma, valorizando um conhecimento interdisciplinar que evidência conexões entre a expressão gráfica nas Artes Visuais e a Matemática, sentimos que ensinámos Matemática a este grupo de alunos, notando-se um claro desenvolvimento de competências, resultante de um currículo traçado à medida dos seus interesses. Com isto, fica a certeza que este projeto não nos marcou apenas a nós, como deixou impresso nos nossos alunos um acreditar nas suas capacidades e aptidões.

Agradecimentos

Um agradecimento pela disponibilidade e colaboração dos elementos pertencentes à Comissão Executiva da Escola Secundária/3 José Cardoso Pires e dos colegas que integram as Equipas Pedagógicas dos CEF. Um reconhecimento particular ao João, formador da CFT, elemento fundamental na implementação e concretização do projeto.

Referências

ALVES, C. **O estudo da simetria através da arte de Maurits Cornelis Escher**. Obtido em 6 de Setembro de 2016, de <http://bit.proformat-sbm.org.br/xmlui/handle/123456789/1102>, 2014.

ERNEST, B. **The Magic Mirror of MC. Stradbok**. Netherlands: Tarquin Publications, 1985

ESCHER, M. **Gravuras e Desenhos**. Hamburgo: Taschen, 1994.

ESCHER, M., BOOL, F., & LOCHER, J. **MC Escher: His Life and Complete Graphic Work: with a Fully Illustrated Catalogue**. (J. L. Locher, Ed.). HN Abrams, 1982.

GIMENO-SACRISTÁN, J. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. Trad. Ernani F. da F. Rosa. (3ª Ed.). Porto Alegre: ArtMed, 2000.

LEITE, C. **Políticas de Currículo em Portugal e (im)possibilidades da escola se assumir como uma instituição curricularmente inteligente**. *Currículo Sem Fronteiras*, 6(2), 67–71, 2006.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

M.C. ESCHER FOUNDATION. **Website Oficial de M. C. Escher**. Obtido em 9 de Julho de 2016, de <http://www.mcescher.com/>, (n.d.)

MARTINHO, M. **O infinito através da obra de M. C. Escher – Uma experiência sobre as concepções acerca do infinito numa turma de Métodos Quantitativos**. Tese de Mestrado. Universidade do Minho, 1996.

MARTINHO, M. **MC Escher: arte e matemática**. Guimarães: Gráfica Covense, Lda. Associação de Professores de Matemática, 1998.

MENEGASSI, M., NINA, C., & SILVA, M. **Exploração de trabalhos de Escher em aulas de geometria**. *Boletim Gepem*, 53, 111–132, 2008.

RAMOS, F. **A Arte de Escher e a Matemática: uma experiência de ensino**. Tese de Mestrado. FCT - UNL, 2016.

SAMPAIO, P. **A Matemática através da Arte de MC Escher**. *Millenium*. Retrieved from <http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/1198>, 2012.

SCHATTSCHEIDER, D. **M.C. Escher: Visions of Symmetry**. New York: Harry Abrams, 2004.

VARELA, B. L. **O Currículo e o Desenvolvimento Curricular: Concepções, Práxis e Tendências**. Cabo Verde: Edições Universidade de Cabo Verde (UniCV), 2013.