



Joana Isabel
Gaudêncio Matos

**Simetria: Na Interface entre a
Arte e a Matemática**

De que forma as aprendizagens sobre novas culturas, poderão contribuir para o desenvolvimento do conceito de simetria?

Relatório de Estágio do Mestrado em Ensino da Educação Visual e Tecnológica no Ensino Básico

Junho de 2011

*Aos amigos, em quem encontrei força para ultrapassar
os obstáculos deste desafio*

Agradecimentos

À Escola Superior de Educação de Setúbal, por fazer parte da minha história.

À Professora Ana Maria Boavida pela ajuda prestada ao longo do projecto.

Ao meu orientador, o Professor João Pires, pelo acompanhamento, esclarecimento de dúvidas e incentivo.

À Professora Margarida Rocha, pela amizade, acompanhamento e esclarecimento de dúvidas.

Aos meus padrinhos, que sempre me incentivaram.

Aos alunos, à minha colega e professora Lina Chora e à direcção da Escola Nun'Álvares.

Aos meus companheiros de turma.

Às minhas amigas Paula, Alice e Marta pela ajuda e incentivo para não desistir.

A todos os que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização desta investigação.

RESUMO e PALAVRAS-CHAVE

Este estudo aborda a problemática da transversalidade do conceito de simetria nas áreas disciplinares da Matemática e da Educação Visual no 3º ciclo do Ensino Básico e visa compreender se a exploração da arte e de novas culturas possibilita o desenvolvimento do conceito de simetria por parte dos alunos, de uma forma mais dinâmica.

Utilizando como metodologia a Investigação-Acção, pretende-se perceber de que forma a exploração de novas culturas e a abordagem da sua arte, poderão contribuir para o desenvolvimento do conceito de simetria dos alunos. Neste sentido procura-se; i) Identificar e perceber se os alunos já tinham adquirido o conceito de simetria; ii) Compreender como os alunos desenvolvem os conhecimentos sobre simetria; iii) Compreender se os alunos aplicam correctamente esses conceitos; iv) Identificar o conceito de simetria no final da intervenção.

A fase de intervenção orientou-se pelos seguintes objectivos: i) Identificar características da arte de diferentes povos e culturas (Arte Islâmica); ii) Contribuir para a compreensão do conceito de simetria; iii) Contribuir para que os alunos sejam capazes de identificar estes conceitos nos objectos artísticos da Arte Islâmica; iv) Contribuir para que os alunos consigam aplicar o conceito de simetria, numa produção plástica própria.

Pretende-se com este estudo, contribuir para o enriquecimento das práticas lectivas das disciplinas de Educação Visual e de Matemática, recorrendo à arte como recurso de transmissão, descoberta e caminho para novas aprendizagens.

Palavras chave: Simetria, Arte Islâmica, Transversalidade, Educação Visual, Matemática.

ABSTRACT / KEY WORDS

This study is based on the transversally issue of the symmetry concept in areas of the 3rd cycle like Maths and Visual Education. It aims at understanding whether art's exploration and new cultures allow the development of symmetry, in a more dynamic way as far as students are concerned.

Using as methodology the investigation-action and it is aimed at realising to what extent the exploration of new cultures and the approach of its art would contribute for the development of students' symmetry concept. Thus, I try to : i) identify and understand if pupils had already achieved the symmetry concept; ii) realise how pupils develop their knowledge on symmetry; iii) realise how correctly pupils direct this knowledge; iiiii) identify the symmetry concept in the end of the application.

The application phase was based on the following goals: i) identifying characteristics from different peoples and cultures forms of art; ii) Contributing for the knowledge on the symmetry concept; iii) contributing in such a way that the pupils would be able to identify these concepts in Islamic Art objects; iv) contributing in such a way that pupils would apply the symmetry concept in a plastic work by themselves.

Through this study, I intend to contribute for the enrichment of teaching methods and approaches in areas such as Visual Education and Maths in order to help teachers, improve their skills having art as the basis of the transmission of new knowledge.

Key Words: Symmetry, Islamic Art, Transversality, Visual Education, Mathematics.

ÍNDICE GERAL

RESUMO e PALAVRAS-CHAVE	4
ABSTRACT / KEY WORDS	5
ÍNDICE GERAL	6
ÍNDICE DE TABELAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE APÊNDICES	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. QUADRO REFERENCIAL TEÓRICO	16
Nota Introdutória	16
2.1 O Ensino da Simetria nos Programas	16
2.1.1 Programa de Matemática de 3º Ciclo.	16
2.1.2 Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais	17
2.1.3 Programa de Educação Visual (Ajustamento ao Currículo)	18
2.2 Ligação entre os dois Programas	19
2.2.1 Transversalidade e desenvolvimento cognitivo do conceito de simetria.	20
2.2.2 Materiais e técnicas	22
2.2.3 Perspectivas didáticas	23
2.3 Simetria	23
2.3.1 Breve nota histórica	24
2.3.2 A Simetria em Matemática	25
2.3.3 A Simetria na Arte – Ritmos Visuais	28
2.4 A Presença da Simetria na Arte e na Cultura Islâmica	30
3. ESTUDO EMPÍRICO	33
Nota Introdutória	33

3.1 Metodologia	33
3.1.1 Opção metodológica (Investigação Acção)	33
3.1.2 Contexto de Investigação e de Intervenção.	35
3.1.3 Procedimentos (Projecto de Intervenção).	35
3.1.4 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	38
3.1.5 Procedimentos Metodológicos de Investigação	41
3.1.6 Tratamento de Dados	42
3.2 Análise e Interpretação dos resultados	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
Nota Introdutória	53
4.1 Conclusões do Estudo	53
4.2 Limitações do Estudo	56
4.3 Implicações Educativas	57
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	58
6. BIBLIOGRAFIA	61
7. APÊNDICES	62
Apêndice A - Autorizações.....	63
Apêndice B - Planificação da Unidade de Trabalho	67
Apêndice C - PowerPoint - Cultura Islâmica	76
Apêndice D - PowerPoint - A Simetria na Arte Islâmica.....	81
Apêndice E - Actividade I – Jogos de Espelhos	84
Apêndice F - Actividade II – Construindo Kirigamis	86
Apêndice G - Actividade III – Procurando Simetrias da Arte Islâmica.....	88
Apêndice H – Pré-Teste	90
Apêndice I - Power Point – Mandalas	94
Apêndice J – Pós-Teste.....	97
Apêndice K - Guião de Entrevista aos Alunos	101

Apêndice L - Grelha de Análise da Entrevista aos Alunos	103
Apêndice M - Notas de Campo	109
Apêndice N - Processo da execução da Mandala	115
Apêndice O - Grelha de Análise Ficha de Actividades I	118
Apêndice P - Grelha de Análise Ficha de Actividade II	120
Apêndice Q - Grelha de Análise Ficha de Actividades III	122
Apêndice R - Grelha de Análise Pré Teste	124
Apêndice S - Grelha de Análise do Pós Teste	126
Apêndice T – As Mandalas.....	128

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma	34
Tabela 2 – Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	39
Tabela 3 - Entrevista – Indicador Transversalidade – Subcategoria Percurso Escolar	47
Tabela 4 - Entrevista – Indicador Conceito/Finalidade Atribuída/Vivência Pessoal -subcategoria Simetria.....	49
Tabela 5 - Entrevista – Indicador Importância Atribuída – Subcategoria Projecto.....	50
Tabela 6 - Entrevista – Indicador Opinião – Subcategoria Opções Pessoais	51

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1 – Simetria de Reflexão	27
Figura 2 – Simetria de Rotação	27
Figura 3 – Simetria de Translação	27
Figura 4 – Mandala Islâmica	32
Figura 5 – Rosácea de uma catedral gótica	32
Figura 6 – Mandala Budista	32
Figura 7 – Espelhos	36
Figura 8 – Ficha Jogos de Espelhos	36
Figura 9 – Dobragem do Kirigami	37
Figura 10 – Corte do Kirigami	37
Figura 11 – Kirigami Final	37
Figura 12 – Papel Vegetal de Engenheiro	38
Figura 13 – Estudo da Mandala	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Simetria de Reflexão	43
Gráfico 2 – Pós-teste. Explica o que é um eixo de simetria de uma figura	44
Gráfico 3 – Pós-teste. Explica o que é a simetria de reflexão de uma figura	44
Gráfico 4 – Simetria de Rotação	45
Gráfico 5 – Pós-teste. Explica o que é a simetria de rotação de uma figura	45
Gráfico 6 – Construção de Frisos	46
Gráfico 7 – Pós-teste. Explica o que é simetria de translação de uma figura	46

ÍNDICE DE APÊNDICES

Apêndice A - Autorizações.....	63
Apêndice B - Planificação da Unidade de Trabalho	67
Apêndice C - PowerPoint - Cultura Islâmica	76
Apêndice D - PowerPoint - A Simetria na Arte Islâmica	79
Apêndice E - Actividade I – Jogos de Espelhos	84
Apêndice F - Actividade II – Construindo Kirigamis	86
Apêndice G - Actividade III – Procurando Simetrias da Arte Islâmica.....	88
Apêndice H - Pré Teste	90
Apêndice M - Notas de Campo	109
Apêndice N - Processo da execução da Mandala	115
Apêndice O - Grelha de Análise Ficha de Actividades I	118
Apêndice P - Grelha de Análise Ficha de Actividade II	120
Apêndice Q - Grelha de Análise Ficha de Actividades III	122
Apêndice R - Grelha de Análise Pré Teste	124
Apêndice S - Grelha de Análise do Pós Teste	126
Apêndice T – As Mandalas.....	128

1. INTRODUÇÃO

"O matemático, tal como o pintor ou o poeta, é um criador de padrões. Um pintor faz padrões com formas e cores, um poeta com palavras e o matemático com ideias. Todos os padrões devem ser belos. As ideias, tal como as cores, as palavras ou os sons, devem ajustar-se de forma perfeita e harmoniosa."

(G. H. Hardy in A Mathematician's Apology, 1940.)

O presente estudo intitulado "Simetria: Na Interface entre a Arte e a Matemática", insere-se no trabalho de Investigação realizado no âmbito do Mestrado Em Ensino da Educação Visual e Tecnológica no Ensino Básico da Escola Superior de Educação de Setúbal.

O interesse e a escolha do tema foram o resultado da reflexão da autora acerca da sua formação académica e prática pedagógica, que despoletaram a preocupação com o ensino da geometria, mais propriamente com o conceito de simetria, transversal às áreas da Educação Visual e da Matemática.

Na experiência docente da autora, esteve sempre presente a preocupação com o facto de os estudantes chegarem a um novo ciclo de estudos com inúmeras dificuldades relacionadas com o desenvolvimento da percepção visual e com a aquisição de conceitos geométricos, colocando-se a hipótese desse facto ser resultante da utilização de metodologias desadequadas por parte dos docentes e consequentes dúvidas e incertezas dos estudantes.

Os novos programas de Matemática apostaram de uma forma mais intensa, na aprendizagem do conceito de simetria ao longo do Ensino Básico. Assim, uma vez que este conceito também é abordado nas aulas de Educação Visual, foca-se neste projecto de investigação o conceito de transversalidade.

Um dos objectivos deste trabalho de investigação é encontrar alternativas metodológicas para o ensino da simetria. Deste modo, é proporcionado aos alunos o contacto directo com materiais manipuláveis e diversas técnicas, que os ajudarão a adquirir e aprofundar alguns conhecimentos. A exploração de outras culturas e da sua arte constituirá um recurso importante para abordar este conceito, interligando a Arte com a Matemática. Neste sentido, são abordados com os alunos exemplos de simetria que se podem encontrar na Arte Islâmica.

De acordo com Matos e Gordo (1993) a Percepção Visual reúne um conjunto de capacidades relacionadas com a forma como os alunos vêem o mundo e com a sua capacidade de compreender e prever as transformações dos objectos. Assim, considera-se que se deverá dar maior ênfase ao desenvolvimento desta capacidade nos alunos do Ensino Básico.

Na escolha da problemática em estudo, esteve presente a vontade e o interesse em compreender se a exploração da arte e de outras culturas em sala de aula, consiste numa estratégia eficaz para a aquisição e desenvolvimento do conceito de simetria, relacionando as metodologias de trabalho utilizadas na disciplina de Matemática com as escolhidas para este projecto. Nesta investigação falar de outras culturas, significa abordar culturas desconhecidas dos alunos. Neste caso, será trabalhada a cultura islâmica onde se refere assuntos como religião, danças, vestuário, alimentação e arte.

Para a escolha do tema de investigação foram considerados alguns motivos de ordem pessoal como, por exemplo, o interesse sobre as áreas em estudo. Indo ao encontro do que refere Boudon (1984) “as paixões e os interesses desempenham seguramente um papel essencial na selecção dos problemas aos quais o investigador se consagra” (p.225). A escolha recaiu sobre áreas do saber que são transversais e sobre alguns aspectos que suscitam algum interesse e interrogação, no sentido de perceber se a arte constitui uma ferramenta eficaz para a aquisição de conhecimentos.

Com este projecto de investigação pretende-se, por um lado, motivar os alunos para o ensino da geometria tornando as aulas mais dinâmicas, atribuindo um contexto ao trabalho e explorando diversos materiais e técnicas e, por outro lado, fazer com que os alunos adquiram efectivamente o conceito de simetria nas suas diversas dimensões, uma vez que alguns destes conhecimentos já deveriam ter sido adquiridos, uma vez que foram abordados no 1º e 2º ciclos.

Os professores privilegiam determinadas práticas, cujo exemplo mais usual é a leccionação dos conteúdos de Geometria através do desenho no quadro. Com esta estratégia os alunos, com os seus instrumentos de desenho limitam-se a copiar os exercícios para as suas folhas. Uma vez que os docentes leccionam sempre da mesma forma os mesmos conteúdos nas diversas turmas, sem diversificar os instrumentos e materiais de trabalho, isso implica que alguns não realizem uma contextualização, uma adaptação e uma actualização da sua forma de ensinar e dos instrumentos e ferramentas de trabalho que utilizam, no sentido de adaptar as aprendizagens ao público-alvo.

Ao realizar as primeiras leituras foi possível constatar que existem alguns estudos na área da matemática que tratam a exploração do conceito de simetria, nomeadamente algumas dissertações de mestrado e teses doutoramento. Todavia, na área das artes, dificilmente se conseguem encontrar estudos sobre o ensino da simetria utilizando a arte como recurso.

2. QUADRO REFERENCIAL TEÓRICO

Nota Introdutória

No sentido de confrontar o que cada um dos programas diz sobre o alvo de estudo, analisa-se de seguida o Novo Programa de Matemática do Ensino Básico; o Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais no que respeita a área da Matemática e da Educação Artística e, por último, o ajustamento do Programa de Educação Visual.

2.1 O Ensino da Simetria nos Programas

Pode-se considerar de uma forma geral, que no ensino da Simetria trata-se a regularidade, ou seja, elaboram-se pesquisas e conhecimentos sobre o que acontece e o que se repete, através de uma rotação, de uma deslocação ou de uma troca. De seguida, será referida a inserção e justificação do conceito de Simetria nos Programas de Matemática e Educação Visual do 3º Ciclo.

2.1.1 Programa de Matemática de 3º Ciclo.

Durante grande parte do Novo Programa de Matemática, um dos principais propósitos do ensino é desenvolver o sentido espacial nos alunos, atribuindo grande ênfase à visualização e compreensão das propriedades das figuras no plano e no espaço e à compreensão das transformações geométricas.

Ponte e Serrazina (2007), ao realizarem o novo programa de matemática, definem para o ensino do conceito de simetria, os seguintes objectivos gerais: desenvolver a visualização e o raciocínio geométrico e ser capaz de os usar; compreender e ser capaz de utilizar propriedades e relações das figuras geométricas no plano e no espaço; desenvolver a compreensão das isometrias; ser capaz de resolver problemas, comunicar e raciocinar matematicamente em contextos geométricos.

Como é referido no Novo Programa de Matemática, o estudo do tema das isometrias volta a ser retomado no 3º Ciclo, com um aprofundamento do estudo da translação. A análise deste tipo de isometria deverá ter em conta exemplos ligados às artes decorativas e considerar situações da vida quotidiana, como por exemplo tecidos, azulejos ou frisos decorativos.

2.1.2 Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais

No que respeita a Educação Artística, o Currículo Nacional do Ensino Básico refere que as Artes se apresentam como elementos indispensáveis ao desenvolvimento da expressão, social e cultural do aluno. Esta surge como uma forma de saber que articula a imaginação, a razão e a emoção. Como refere o currículo, ao utilizar a arte como forma de compreender o Mundo, desenvolve-se o pensamento crítico e criativo, desenvolve-se a sensibilidade, consegue-se explorar e transmitir novos valores e entender as diferenças culturais.

A Educação Visual resulta numa área do saber que se situa na “interface da comunicação e da cultura dos indivíduos, tornando-se por isso necessária a organização de situações de aprendizagem, formais e não formais, para a apreensão dos elementos disponíveis no Universo Visual”. (Currículo Nacional do Ensino Básico, 2003, p. 155)

A obra de arte representa um meio privilegiado para desenvolver com os alunos diferentes modos de expressão, permitindo desenvolver muitas vezes a relação das referências visuais e técnicas com o contexto social, cultural e histórico. Além de se centrar na fruição-contemplação, as Artes no sistema educativo atribuem também relevância às dimensões produção-criação e reflexão – interpretação.

Ao longo da Educação Básica, o currículo de Matemática defende que todos os alunos devem ter oportunidades de usufruir diferenciadas experiências de aprendizagem, onde devem ser considerados aspectos transversais, a utilização de recursos adequados, bem como o contacto com aspectos da história, do desenvolvimento e da utilização da matemática.

É atribuída a esta área do saber uma componente essencial, a compreensão de relações entre ideias matemáticas, tanto entre diferentes temas de matemática como no interior de cada tema, sem esquecer ainda as relações entre ideias matemáticas e outras áreas de aprendizagem, nomeadamente a área da música, das artes visuais e das tecnologias.

Quando se refere à geometria, mais concretamente ao conceito de simetria, o Currículo Nacional do Ensino Básico diz que deve haver predisposição para identificar transformações geométricas e a sensibilidade para relacionar a geometria com a arte e com a técnica. Reforça ainda a importância da utilização dos materiais manipuláveis ao longo de toda a escolaridade, como ponto de partida para muitas tarefas escolares que visam promover actividades de investigação e a comunicação.

2.1.3 Programa de Educação Visual (Ajustamento ao Currículo)

O Programa da disciplina de Educação Visual do 3º Ciclo do Ensino Básico, é constituído como uma única proposta para todo o ciclo, em que os conteúdos são distribuídos por cada ano de uma forma autónoma pelo professor da turma, que prepara e planifica as suas aulas. Esta disciplina deve abranger a área da teoria da arte, da estética e da educação, tendo como objectivo o desenvolvimento das três dimensões fundamentais para o desenvolvimento humano ao nível das artes, o sentir, o agir e o conhecer. Estas dimensões são desenvolvidas a partir do conhecimento e experimentação de diversos materiais e técnicas; da intersecção com objectos e actos artísticos.

De entre os conteúdos trabalhados na disciplina de Educação Visual, destaca-se apenas os que vão ser abordados ao longo deste projecto. Começa-se por referir a Comunicação, cujo papel assume uma grande importância, na medida que ajuda os alunos a aprender a ver¹ e a olhar² uma imagem e a identificar as suas eventuais mensagens políticas, comerciais ou religiosas, ao mesmo tempo que desenvolve o seu sentido crítico.

Tendo em conta que o projecto irá debruçar-se sobre a identificação e o registo de movimentos, nomeadamente os três tipos que dão origem às simetrias, fará todo o sentido referir o conteúdo Espaço, uma vez que as formas ocupam um espaço e é o espaço que envolve as formas. O Espaço é, portanto, o campo visual que tem diversos factores, nomeadamente factores organizadores, de entre os quais abordam-se os pontos Movimento e Ritmo/Dinâmica. Segundo Ramos e Porfírio (2007), quando mencionamos a dinâmica e o movimento, referimo-nos à representação gráfica do movimento, ou seja, estratégias visuais e plásticas que nos levam a identificar numa imagem ou objecto artístico diversas características: equilíbrio/desequilíbrio; simetria/assimetria; translação; rotação; repetição/alternância e a direcção.

O conteúdo estrutura, numa primeira abordagem, refere-se à estrutura/forma/função no sentido de representar a geometria das formas e o seu ritmo de crescimento e, em segundo

1 Ver é um acto de relação com o mundo visto de relação com as múltiplas mediações que constroem a visão; de relação com o nosso interior, com os outros, com os nossos percursos, os nossos desejos (Abrantes, 2005).

2 Como sublinha Gil (2005), “o olhar não se limita a ver, interroga e espera respostas, escuta, penetra e desposa as coisas e os seus movimentos”. A construção do significado pertence ao olhar, pois “sentir as qualidades expressivas, de unidade e complexidade de uma obra de arte exige tempo e motivação” (Fróis, Marques e Gonçalves, 2000).

lugar surge o Módulo e o Padrão, no sentido de os alunos serem capazes de os definir e saber identificá-los em suportes visuais bem como aplicá-los em problemas práticos.

2.2 Ligação entre os dois Programas

O conceito de simetria é parte integrante dos programas de Matemática e Educação Visual do terceiro ciclo do ensino básico. O conteúdo comum a estas duas áreas e que abarca a presença deste conceito é a geometria.

A matemática constitui uma área com níveis de insucesso bastante elevados, devido a inúmeras razões tais como falta de motivação para a disciplina, a ausência de pré-requisitos e a dificuldade em resolver problemas. Tal como refere Ponte (1994), o insucesso nesta disciplina é uma realidade incontornável, um problema da educação que persiste até aos dias de hoje. Os dados relativos ao insucesso nesta área disciplinar são alcançados através dos resultados nos exames e nos testes dos alunos e das estatísticas que são realizadas nas escolas no final de cada período, para medir o nível de insucesso. Através destes levantamentos conclui-se que os alunos revelam mais dificuldades na resolução de problemas e no raciocínio matemático.

A Educação Artística poderá assumir um papel primordial para a resolução ou melhoria de alguns destes problemas, nomeadamente ao trabalhar o conteúdo comum às duas áreas disciplinares, a Geometria. Isto porque, como afirmam Fainguelernt & Nunes (2006)

“Os processos de ensino e aprendizagem têm estado associados mais a sofrimento do que ao prazer e criação, principalmente nas salas aula de matemática. Esse tipo de ensino da matemática costuma ser apresentado como corpo imutável de conhecimentos que devemos ser capazes de utilizar e reproduzir, com pouquíssimo espaço para a criatividade, o desenvolvimento do raciocínio, a descoberta, a sensibilidade, a intuição e a percepção”. (p.10)

Nos novos programas de matemática são referidos como propósitos de ensino, desenvolver o sentido espacial dos alunos, fazendo um maior enfoque na visualização e na compreensão das figuras geométricas no plano e no espaço, utilizando estes conhecimentos e capacidades para resolver problemas em contextos diversos.

A Educação Artística, especificamente a Educação Visual, pode assumir um papel importante na implementação destes objectivos. Uma vez que estas duas áreas têm pontos

em comum, nomeadamente o conteúdo de Geometria poderá haver uma interligação entre elas, no sentido de se utilizar as artes como recurso para se atingir objectivos e desenvolver capacidades nos alunos, ao mesmo tempo que estes estão motivados ao desenvolver trabalhos mais criativos e alargam os seus horizontes culturais e estéticos.

Outro aspecto comum entre estas duas áreas é a resolução de problemas como metodologia para se chegar a diversos conhecimentos e para desenvolver capacidades. Ao concretizarem tarefas de exploração e de investigação, é importante que seja dado aos estudantes tempo suficiente para o fazerem, de forma a elaborar estratégias mais eficazes e descrever de uma forma rigorosa o seu processo de pensamento.

Na matemática a simetria é vista como uma série de transformações geométricas ou movimentos que ocorrem nas figuras, deixando-as inalteradas no ponto de vista das suas características. Nas artes visuais as simetrias fazem parte dos factores organizadores do campo visual, nomeadamente o movimento, o ritmo e a dinâmica, que ajudam a identificar em imagens ou objectos a representação gráfica do movimento, através de características como a simetria/assimetria, a translação, a rotação, a repetição e a alternância.

2.2.1 Transversalidade e desenvolvimento cognitivo do conceito de simetria.

De acordo com Hamido, Luís, Roldão e Marques (2006), a transversalidade na educação pode ser entendida como uma forma de conceber, organizar e gerir o currículo, em torno de competências e saberes multidisciplinares, centrados em projectos que transpõem várias áreas e suscitam a participação de vários saberes curriculares.

Freire (1983) afirma que é mais provável conseguir a integração do afecto e da cognição se procurarmos actividades em que o sentir e o saber são reconhecidos, utilizando para isso a interligação que diversas áreas do saber têm com a área das artes.

Antes de se abordar o conceito de simetria com alunos, é necessário ter em conta o desenvolvimento cognitivo de cada um. Compreender se este já percorreu etapas anteriores no seu percurso educativo e se consegue reflectir sobre o seu pensamento e construir teorias. De acordo com Inhelder e Piaget (1979), não importa que estas teorias sejam, do ponto de vista funcional, limitadas, inadequadas ou pouco originais, pois tais sistemas apresentam a significação essencial de permitir ao adolescente a sua integração moral e intelectual na sociedade.

O facto de um adolescente reflectir sobre o seu pensamento e construir teorias é um importante ponto de partida para que se possa ensinar o conceito de simetria e que este seja bem interpretado pelos alunos. Outro aspecto importante é perceber se a maioria dos alunos desenvolveram o pensamento formal ou hipotético/dedutivo. Para Piaget e Inhelder (1993), a principal característica deste pensamento é a capacidade de operar “nas proporções abstractas, referindo-se elas mesmas, às operações concretas, concebidas como simplesmente possíveis e colocadas a título de hipóteses”. (p. 160)

A partir do momento que este nível de pensamento é atingido pelo aluno, o mesmo está apto para elaborar o conceito de espaço e conseqüentemente desenvolver a sua representação espacial. O aluno poderá então desenvolver o seu conceito de simetria, percebendo que este não se restringe apenas à igualdade das formas, mas também se relaciona com alguns tipos de transformações, espaciais ou temporais.

Perceber que ideias tão importantes como as de *ordem* e de *simetria* desempenham um papel central no processo de construção do conhecimento humano, por si só, já justifica o seu ensino e a importância que lhe é atribuída nos programas ao longo do ensino básico, nas áreas da matemática e das artes visuais. Segundo Barbosa (1991), a arte não é apenas básica mas essencial para a educação de um país que se está a desenvolver. A autora refere ainda que é impossível desenvolver o pensamento divergente, o pensamento visual e o conhecimento representacional sem a arte e que estes são fundamentais para o desenvolvimento da educação formal ou informal.

Por isso considera-se que para construir uma educação e uma escola formativa, socializadora e de afectos, não apenas intelectual, tem-se que atribuir às artes o seu papel fulcral para desenvolver a imaginação, a percepção, capturar a realidade circundante e para desenvolver as capacidades criadoras, necessárias às modificações dessa realidade.

Com este projecto, foi facultado aos alunos a oportunidade de adquirirem diversas experiências de aprendizagem, tornando possível a compreensão do conceito de simetria e de o aplicar em contextos diversificados, ao contrário de imitarem o que é transmitido em sala de aula. É nesta lógica que Gardner (2000) afirma

“Na medida em que assumimos uma única perspectiva ou atitude em relação a um conceito ou problema, é certo que os alunos compreenderão aquele conceito de um modo extremamente limitado e rígido. Reciprocamente, a adopção de várias atitudes em relação a um fenómeno encoraja o aluno a conhecer aquele

fenómeno de mais de uma maneira, a desenvolver múltiplas representações e tentar relacionar essas representações umas com as outras.” (p.176)

2.2.2 Materiais e técnicas

Espelhos

A geometria tem-se revelado uma boa oportunidade para trabalhar com os nossos alunos o conceito de simetria de uma forma mais dinâmica. O uso de materiais manipuláveis constitui um excelente instrumento para os alunos desenvolverem o pensamento geométrico. No entanto, como referem Veloso, Bastos e Figueirinhas (2009), estes materiais devem estar adequados ao nível de escolaridade e idade do aluno.

Os espelhos planos modelam fisicamente a transformação de reflexão. Uma vez que todas as isometrias podem ser obtidas como compostas de reflexão, os espelhos permitem trabalhar todos os tipos de isometria, no plano ou no espaço, rosáceas, frisos, e padrões.

Papel Transparente

O recurso a este material revela-se um meio eficaz para a percepção e aplicação da simetria de reflexão e rotação. Estudos realizados por Veloso, Bastos e Figueirinhas (1996), reforçam a importância que o papel transparente pode ter na realização deste tipo de actividades. Utilizando como recurso o papel transparente, os alunos conseguem mais facilmente chegar à conclusão que, com este material, é possível copiar e rodar figuras em torno de um centro ou fazendo-as deslizar ao longo de uma recta.

Este é ainda um processo muito sugestivo para encontrar ou construir figuras transformadas de outras pelas isometrias (reflexão, rotação e translação), está acessível a todos os alunos e revela-se muito rico em termos das experiências e das discussões que advém da actividade.

O recurso ao papel transparente é um excelente auxílio para a realização de diversas tarefas, tanto para a área da matemática como para a educação visual.

Dobragens e Recorte

As dobragens em papel simulam diversas simetrias, tal como os espelhos. Veloso, Bastos e Figueirinhas (2009) afirmam que esta técnica permite aos alunos reflectir sobre o número de dobras realizadas e a sua posição, levando-os a diversas conclusões. Esta

abordagem poderá ajudar os alunos a criar hábitos interessantes, no que respeita a resolução de problemas e de raciocínio.

2.2.3 Perspectivas didácticas

O ensino da simetria permite reflectir sobre questões relacionadas com a aprendizagem e desta forma procurar alternativas metodológicas no sentido de obter inovações, que visam melhorar a prática pedagógica de professores e investigadores.

Existem diversas formas de ensinar os mesmos conteúdos, mas é necessário saber seleccionar a melhor metodologia que permita que estes conhecimentos cheguem ao maior número de alunos e desperte o gosto e a motivação pela aprendizagem. Segundo Finguelernt e Nunes (2006), o facto de contrariar o espaço tradicional de sala de aula onde se privilegiam as técnicas operatórias, a memória e o raciocínio formal, conjugando com um espaço onde se desenvolve a diversidade de conhecimentos e a criatividade, permite aos alunos exprimirem e comunicarem as suas emoções, ao mesmo tempo que adquirem o gosto e a motivação.

O objectivo será dar oportunidade ao aluno para deixar de ser um mero espectador do olhar e do saber e passar a contribuir e a ser participante na construção do seu conhecimento. Corroborando esta ideia, Freire (1977) afirma que “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que procuram a significação dos significados”. (p. 69.)

2.3 Simetria

Weyl considera que “O sentido da simetria é a ideia pela qual o homem tem tentado compreender e criar a ordem, a beleza e a perfeição através dos tempos”. (2007, p. 17).

Em sentido restrito, o conceito de simetria tem sido referido como a simetria bilateral ou de reflexão em torno de um eixo. Todavia, em termos mais amplos refere-se a todas as ocorrências de transformações geométricas, que mantém uma determinada forma invariante, entre outras, as isometrias de reflexão, translação e rotação.

A simetria é uma propriedade das figuras. Ao mesmo tempo que a simetria preserva a forma, conserva também características como os ângulos, o comprimento dos lados, as distâncias, os tipos e os tamanhos, alterando apenas a posição da figura.

2.3.1 Breve nota histórica

Simetria (do grego *συμμετρία*, que significa originalmente “algo com medida”) é um conceito de cariz matemático e estético.

O aparecimento do conceito de simetria não pode ser dissociado do nascimento da ideia de geometria, que remonta à civilização egípcia quando esta se destacou na área da matemática, devido às demarcações de terras ou na construção das pirâmides. Não é possível identificar com precisão a origem da geometria e as motivações que levaram ao seu desenvolvimento. Segundo Boyer (2010) a análise das pinturas rupestres leva a crer que a geometria já era utilizada nesta época.

Tal como acontece com a falta de informação para delimitar com precisão o aparecimento da geometria, o mesmo se verifica com o aparecimento e evolução do conceito de simetria na história. Não é possível determinar o motivo que levou o homem a explorar estas transformações geométricas, se advém de um objectivo prático, isto é, se tinha a intenção de representar a sua forma de ver a natureza, ou se em alternativa, de um objectivo estético, proveniente da vontade de expressão da beleza das formas.

O desenvolvimento deste conceito está presente através do registo de desenhos em pinturas rupestres, numa primeira etapa da representação, que indicam a presença de simetria e a utilização de diversos padrões. Boyer (2010) refere que os desenhos realizados pelo homem do período neolítico já sugeriam uma preocupação com as relações espaciais, as representações que realizaram nos potes, nos tecidos e nas cestas demonstravam exemplos de congruência e simetria.

Ao referir-se conhecimentos históricos específicos sobre simetria, pode-se também dizer que o povo sumério da antiguidade, mais precisamente no ano 4000 a.C., começou a utilizar a simetria de reflexão. Segundo Weyl (1997), o sentido da simetria é a ideia pela qual o homem tem tentado compreender e criar a ordem, a beleza, e a perfeição através dos tempos. Por outro lado, através de uma análise realizada à cerâmica grega, verificou-se a presença de linhas e motivos que se repetem com alguma regularidade. Apesar desses desenhos terem sido feitos de uma forma intuitiva, estes podem ser analisados como transformações geométricas.

Quando se refere os frisos pode-se proceder a uma correlação com os desenhos de povos orientais, onde o islamismo influencia a arte. Estes podem ser encontrados nos tapetes

orientais e nos elementos arquitectónicos, onde a decoração mural está bastante presente. Como refere Costa (2005) o Palácio de Alhambra, construído no século XIII, é um riquíssimo exemplo da presença das transformações geométricas na sua decoração, fonte de inspiração para alguns artistas da época moderna.

Na arte a simetria não tem o mesmo rigor do que na matemática mas nas obras de arte não pode faltar o equilíbrio, pois é uma exigência constante de todo o artista. Segundo Arnheim (1980), “Uma composição desequilibrada parece acidental, transitória, e, portanto inválida.” (p.13) A simetria surge como uma estratégia visual ou plástica que dá a um objecto artístico um toque de dignidade, austeridade e categoria. Ao longo da história, pode-se referir inúmeros exemplos de diversas épocas e estilos onde o conceito de simetria está presente, tais como: as estátuas da Ilha de Páscoa; os desenhos de Leonardo Da Vinci (1452-1519); as xilogravuras de Odetto Guersoni (1898-1972); as gravuras de Cornelius Escher (1924-2007).

A simetria também é bastante utilizada na arquitectura, visando atingir dois objectivos, o de organização do espaço de uma forma funcional, e o outro refere-se ao sentido estético. A simetria procura alcançar o equilíbrio da composição arquitectónica e foi também utilizada por diversos arquitectos, tais como Frank Lloyd Wright (1867-1959), Le Corbusier (1887-1965) e Oscar Niemayer (1907).

2.3.2 A Simetria em Matemática

A aprendizagem da geometria deve ser feita de um modo informal, a partir de modelos concretos do mundo real dos alunos, até que estes consigam adquirir os conceitos essenciais.

Na geometria o estudo das formas no espaço e as relações espaciais proporcionam às crianças, melhores oportunidades para relacionar a matemática com o mundo real. Deve-se dar aos alunos oportunidades para concretizar experiências, onde estes possam explorar, visualizar, desenhar e comparar objectos e situações do dia-a-dia.

A capacidade espacial é essencial em muitas tarefas como seguir orientações, ler mapas e visualizar objectos que são descritos verbalmente. A comparação de duas figuras com diferentes orientações e o reconhecimento da simetria em figuras são actividades que visam desenvolver esta capacidade. Sobre esta ideia Matos e Gordo (1993) concluem:

“A visualização espacial facilita a aprendizagem da geometria e está dividida em capacidades de visualização: a coordenação visual-motora; memória visual; percepção figura-fundo; a constância perceptual; percepção da posição no espaço; a percepção de relações espaciais e a discriminação visual”. (p. 14)

Sem desvalorizar as restantes capacidades será atribuída maior atenção à Percepção da Posição no Espaço, uma vez que é esta capacidade que permite os alunos identificarem figuras simétricas e descobrirem eixos de simetria, tema sobre o qual se debruça este trabalho de investigação. No que respeita esta capacidade espacial, Matos e Gordo (1993) referem

“Esta capacidade envolve a aptidão para distinguir figuras iguais mas colocadas em posições diferentes. (...) pode ainda ser desenvolvida pedindo aos alunos que desenhem ou que identifiquem figuras simétricas de outras dadas numa base quadriculada, pontuada ou até mesmo no geoplano. Pode-se também descobrir eixos de simetria em diversas figuras utilizando o Mira ou um espelho” (p. 16.)

Assim, serão referidos aspectos relacionados com a geometria euclideana, usando conceitos sobre transformações geométricas, nomeadamente isometrias. A isometria consiste numa transformação geométrica que preserva as distâncias. Uma translação, uma rotação e uma reflexão, que transforma uma figura noutra sem a alterar, ou seja, mantendo as medidas dos lados e dos ângulos, constituem isometrias.

Se por um lado a matemática está presente em diversas actividades do ser humano que contribuem para desenvolver o seu raciocínio dedutivo, por outro a Arte proporciona o enriquecimento cultural do Homem, no sentido de o ajudar na sua participação social e de mobilizar sentidos e capacidades essenciais, tais como a imaginação e a observação.

A utilização da arte nas aulas proporciona aos alunos um espaço de invenção, autonomia e descoberta e o desenvolvimento da imaginação e a criatividade. Como referem Finguelernt e Nunes (2006), a matemática e a arte, para além de desenvolverem a intuição e a imaginação, são disciplinas fundamentais por outras razões. Por exemplo a matemática é uma área propícia ao desenvolvimento de um diálogo permanente com a vida quotidiana e com outras áreas do saber.

A simetria é um conceito muito rico na área da matemática e da geometria, revelando-se por isso uma mais-valia para ser trabalhada em sala de aula com os nossos alunos. A simetria de uma figura é algo mais do que uma transformação geométrica.

Ao falar em simetria estamos a referir-nos à simetria de uma figura (um subconjunto de pontos do plano ou do espaço). Segundo Bastos (2006), podemos ter a simetria de uma recta, de um rectângulo ou de uma esfera, mas também de um objecto artístico, como uma pintura ou uma escultura, desde que entendidos como subconjuntos de pontos do plano, como o primeiro exemplo, ou do espaço como o segundo exemplo.

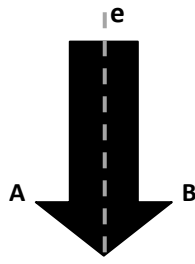


Figura 1 – Simetria de Reflexão

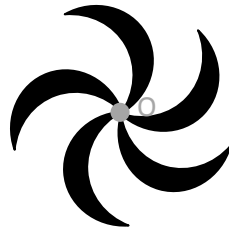


Figura 2 – Simetria de Rotação



Figura 3 – Simetria de Translação

A figura 1 tem simetria de reflexão porque ao fazermos uma reflexão do plano segundo o eixo de simetria e a figura é transformada nela própria, embora cada ponto da figura seja transformado num outro ponto, ou seja o ponto **A** fica transformado no ponto **B**. Neste caso, podemos afirmar que a figura tem uma simetria de reflexão.

A figura 2 apresenta simetrias de rotação, pois se fizermos uma rotação do plano no ponto O com um ângulo de 72° a figura transformada é exactamente igual à original. Podemos assim afirmar que as rotações de centro O e ângulo de 72° , 144° , 216° , 288° e ainda 360° são simetrias da figura ou que a figura tem 5 simetrias de rotação com centro em O.

A figura 3, supondo que é prolongada indefinidamente para os dois lados, tem simetria de translação, isto é, se fizermos a translação do plano segundo um vector **AB**, a figura no seu conjunto, é transformada nela própria.

Uma das actividades mais ricas da história tem sido o desenho de padrões. Uma forma de construir padrões é através de frisos, que podem ser encontrados nas mais remotas e distintas civilizações, realizados em diferentes materiais. Segundo Martins e Figueirinhas (2008), os frisos caracterizam-se por terem a repetição de um motivo, naturalista ou abstracto, ao longo de uma direcção, podendo ser prolongando indefinidamente para ambos os lados.

O estudo das simetrias das figuras permite desenvolver o conhecimento matemático sobre estas transformações geométricas, ao mesmo tempo que fornece aos alunos, ferramentas necessárias à resolução de problemas e pensamentos geométricos

2.3.3 A Simetria na Arte – Ritmos Visuais

“El ritmo es inherente a la existencia humana. Los latidos del corazón, las primeras experiencias con la vida, nuestra actividad diaria, todo está envuelto en ritmos e secuencias, desde los más natural como caminar o bailar, comer o respirar, los sonidos tic-tac del reloj, a la sofisticación de una composición musical.”³ (Marín, 2008, p.373)

O ritmo é um conceito comum a todos os meios artísticos e está presente em todas as culturas. Quando nos referimos a elaborações visuais, o ritmo consiste na organização da composição da imagem em intervalos visuais. Para criar um ritmo visual, as imagens podem ser iguais ou parecidas. Este é um dos recursos de organização e de composição mais utilizados para a elaboração de imagens, que de algum modo garante a qualidade da composição, mantendo a harmonia.

Existe uma geometria funcional no cérebro, onde tudo aquilo que percebemos tem a ver com a orientação. Para Areal (2007) é evidente que quando nos referimos ao plano, compreendemos facilmente as deslocamentos como por exemplo as repetições e certos tipos de rotação, as simetrias em torno de um eixo e as rotações a partir de um centro. Todavia, no espaço, existe uma maior dificuldade em seguir o movimento de rotação.

Pode-se considerar a simetria nas artes visuais, como sinónimo de proporção, beleza e perfeição, pelo efeito visual que esta oferece e ainda mais pelas criações artísticas do homem.

Quando se fala sobre simetria e mais especificamente os ritmos visuais, tem-se necessariamente de falar em organização formal e nos seus três componentes, o equilíbrio, a proporção e o ritmo. Durante o seu processo criativo, é essencial que o artista considere estas três componentes, no sentido de realizar um objecto artístico com qualidade formal e estética.

³ O ritmo é inerente à existência humana. O batimento cardíaco, as primeiras experiências com a vida, as nossas actividades diárias, tudo está envolto em ritmos e sequências, a partir do mais natural como caminhar ou dançar, comer ou respirar, os sons do tic tac do relógio, a sofisticação de uma composição musical. (tradução da autora do estudo)

Neste sentido, Dondis (1991) defende que o equilíbrio visual é uma das mais importantes técnicas visuais. A sua importância baseia-se no funcionamento da percepção humana e na enorme necessidade da sua presença. O equilíbrio visual pode ser obtido através da analogia de tamanho, da analogia de forma, da analogia de cor, da analogia de direcção, da simetria e da assimetria.

Relativamente ao equilíbrio, a simetria é a relação estável da forma com os outros elementos que compõem a imagem, enquanto a assimetria é a relação instável da forma ou dos elementos que formam uma imagem. O que define simetria ou assimetria é a existência de um eixo invisível que divide a composição formal em partes iguais ou em partes desiguais.

No entanto, Arnheim (1980) refere que é lógico que o desequilíbrio não requer simetria, uma vez que a simetria (*e.g.* simetria de reflexão, em que as duas partes são iguais) consiste na forma mais elementar de criar equilíbrio.

Para abordar o conceito de proporção, é necessário referir a relação entre os elementos que constituem uma forma (textura, cor, etc.), e a inter-relação entre as formas numa composição formal (ritmo, movimento e o equilíbrio) no seu todo, com o espaço que define essa composição.

Sobre o ritmo, pode-se dizer que é a ordem de representação dos elementos semelhantes na forma, respeitando uma determinada organização escalonada e fixa dando a noção de movimento. No que diz respeito à comunicação visual, Areal (2007) refere que “o aspecto das superfícies ou dos volumes relacionado com a distribuição dos elementos visuais no espaço-tempo e a sua acentuação chama-se ritmo.” (p. 108)

Na comunicação visual o ritmo retrata uma sequência de imagens com relações entre si, lógicas e bem delineadas, para que a sua leitura seja clara. As formas rítmicas são evidentemente uma variedade ilimitada e, assim, tal como na música, o ritmo pode ser regular, irregular, intermédio, ou simplesmente livre.

O ritmo entre elementos visuais exige um contraste. No entanto, perante a repetição e a simetria esse contraste é pouco expressivo, resultando a sensação de movimento apenas da leitura sistemática do mesmo módulo.

2.4 A Presença da Simetria na Arte e na Cultura Islâmica.

Para Bastos (2006) é evidente que a análise de objectos artísticos através das suas simetrias, são actividades que estabelecem ligações entre a geometria e outros domínios do saber. Deste modo, o presente trabalho pretende tomar o conceito de simetria como o ponto de partida para estabelecer uma relação entre a matemática e a arte islâmica.

A actividade artística proporciona a expansão do universo cultural e abre espaço à participação social dos indivíduos. Todo o produto artístico emerge da história, faz parte de um contexto social, político, filosófico, religioso, histórico e cultural. Como referem Finguelernt e Nunes (2006), o estudo da arte de outros povos e de outras culturas pode desenvolver o respeito pelos valores que governam os diferentes tipos de relações entre os indivíduos de cada sociedade e em diferentes épocas.

Serra (1993) afirma que durante vários anos, a civilização ocidental olhou para a arte islâmica como uma arte meramente decorativa. Só mais tarde se percebeu a sua relação com a religião. A Arte Islâmica pertence a uma civilização artística, da qual é importante realçar dois aspectos que tornam este estilo peculiar, a vastidão de regiões envolvidas, desde Espanha até à China percorrendo vários países de África e o facto de ter sido um fenómeno com mais de catorze séculos de história e edificações, fazendo com que diversas construções islâmicas apareçam em diversos continentes.

A arquitectura é sem dúvida a arte que sobressai nesta civilização, quando nos referimos à sua grande variedade de formas e materiais de construção. As madrassas (escolas corânicas), as mesquitas (espaço religioso), os palácios, os banhos públicos (*hammam*) e os mercados (*suk ou bazar*), evidenciam-se no centro da cidade islâmica. O Taj Mahal na Índia é um bom exemplo desta arquitectura. (Janson, 1998, p. 248). Este mausoléu mandado construir por Shah Jahan, em memória da sua mulher, constitui um ex-libris a nível mundial.

O Islão tem uma arte claramente abstracta embora os elementos figurativos não estejam totalmente ausentes. Como exemplos podemos referir as diversas miniaturas em têmpera sobre papel encontradas no Irão (1400) onde está presente a representação humana; os tapetes turcos com motivos florais (1600); objectos esculpidos em marfim e madeira encontrados em Espanha (1000-1100); os ladrilhos cerâmicos em lustro metálico onde são representados animais (Irão – 1200-1300) e as garrafas de vidro esmaltado, encontradas na Síria (1200-1300).

O Corão nunca se ocupou exclusivamente da arte nem proibiu de forma implícita ou explícita a utilização da imagem, contudo o férreo monoteísmo e a acção criadora inesgotável de Alá, acabou por influenciar desde sempre a arte, traduzindo-se em formas decorativas, modelares e repetitivas sem princípio nem fim.

Janson (1998) afirma que os temores do regresso à idolatria pagã desencorajavam imediatamente todos os que tentavam as representações plásticas, como as pinturas com conotações naturalistas. Este medo desenvolveu-se a partir do ano 630 quando em Meca, Maomé apoderou-se de Kaaba, um antigo santuário árabe, destruindo todo o tipo de ídolos que encontrou, ídolos que se crê terem sido estátuas.

A caligrafia assumia um papel muito importante na arte islâmica, na medida em que transcrever uma citação do Corão era um acto devoto e meritório de todo o islâmico, o que fez com que este tipo de arte ganhasse grandes proporções dentro desta cultura. Podemos ainda referir as peças de cerâmica com as suas extraordinárias cores, os metais com incrustações minuciosas realizadas em materiais preciosos, os tecidos, as sedas e os tapetes, o que torna esta civilização artística riquíssima.

O artista tem a função de transmitir a essência do pensamento contido e divulgado pelo Corão, daí a caligrafia estar presente diversas vezes. As repetições são também uma característica da Arte Islâmica. O ritmo e a repetição estão presentes na arquitectura, na música, na caligrafia e na ornamentação. A simetria assume assim, um papel primordial na arte decorativa, onde é possível identificar os movimentos de rotação, reflexão e a noção de translação.

À medida que o islamismo foi trespassando fronteiras e aumentando o seu número de crentes, a sua arte foi-se identificando cada vez mais com a geometria, com padrões e simetria, tendo sempre como propósito a reflexão sobre preceitos divinos e morais.

Mandalas

A mandala tem um “*design*” circular realizado a partir de linhas que surgem do centro. Esta é constituída por desenhos geométricos que se inscrevem uns nos outros ou entrelaçando-se a imagens simbólicas. (figuras 4, 5 e 6) A palavra surgiu na Índia através da religião Hindu, que utilizava este objecto como instrumento de meditação.

Apesar de ser originária da Índia, mais precisamente através da religião Budista, a mandala foi utilizada por diversas religiões nomeadamente o islamismo e o cristianismo,

assumindo, nesta última, a forma de rosáceas. Também no México, o povo Asteca realizou mandalas que assumiram a forma de fantásticos calendários em pedra, onde no centro de encontrava o Deus-Sol.

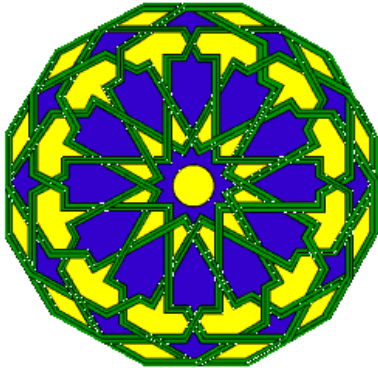


Figura 4 - Mandala Islâmica
<http://www.terra.es/personal5/gaidheal/history-e.htm>



Figura 5 – Rosácea de uma catedral gótica
http://historiadaindumentaria.blogspot.com/2009/09/perodo-medieval-o-gtico-sculos-xii-xiv_28.html



Figura 6 – Mandala Budista
<http://ccat.sas.upenn.edu/george/mandala.html>

3. ESTUDO EMPÍRICO

Nota Introdutória

Esta investigação pretende contribuir, essencialmente, para que os alunos adquiram ou desenvolvam o conceito de simetria tendo por base a análise de imagens, mais concretamente imagens da arte islâmica.

No decorrer deste capítulo, será referida a Investigação-Acção como opção metodológica escolhida para este trabalho; será apresentado um cronograma com as fases do projecto de investigação para que a sua percepção seja mais clara; será mencionado o contexto de intervenção e de investigação; as técnicas e os instrumentos de recolha de dados também serão referenciados, assim como os procedimentos metodológicos de investigação e por último, será efectuado o tratamento de dados e consequentemente a análise e interpretação dos resultados.

3.1 Metodologia

3.1.1 Opção metodológica (Investigação Acção)

Existem inúmeras e variadas definições sobre a metodologia de Investigação – Acção. Todavia, Cohen e Manion (1989, cit. por Bell, 1993) mencionam que esta se adequa a qualquer situação, desde que seja identificado um problema numa situação concreta. Descrevem-na como

“(...)um procedimento in loco, com vista a lidar com um problema concreto localizado numa situação imediata. Isto significa que o processo é constantemente controlado passo a passo (...) durante períodos de tempo variáveis, através de diversos mecanismos (questionários, diários, entrevistas e estudos de caso, por exemplo), de modo que os resultados subsequentes possam ser traduzidos em modificações, ajustamentos, mudanças de direcção, redefinições, de acordo com as necessidades, de modo a trazer vantagens duradouras ao próprio processo em curso”. (p.20 e 21)

A investigação acção exige que o investigador integre o lugar e o contexto de estudo com o consentimento do público-alvo. Os autores referem ainda que a investigação – acção começa a partir do momento da tomada de consciência do investigador, sobre a existência de um problema que envolve a realidade que se pretende estudar. Por sua vez, Bogdan e Biklen (1994) defendem que a investigação – acção, envolve um estudo activo, empenhado,

sistemático, em que no investigador terá que ter uma participação constante no local da investigação.

Esta metodologia possibilita ao professor a partilha de informação com os seus alunos e com os seus colegas, a compreensão do processo ensino aprendizagem e, ao mesmo tempo, permite encontrar respostas pertinentes e adequadas à realidade em estudo. (Sanches, 2005, p.130.)

A Investigação – Acção é a metodologia que se adequa melhor às finalidades da investigação, pois facilita a resolução de problemas educativos. Utilizando esta metodologia realizaram-se experimentações práticas em contexto de sala de aula, num curto espaço de tempo. Esta estratégia permitiu a resolução de problemas no próprio local de estudo, questionar práticas docentes, produzir materiais, testar estratégias de acção e técnicas de recolha de dados e perceber as mudanças de atitudes e comportamentos dos participantes no estudo.

Com o objectivo de orientar melhor as fases deste trabalho de investigação, organizámos as diversas etapas cronologicamente na tabela a baixo referida:

Tabela 1 – Cronograma

FASES	1ª Aula 7.01	2ª Aula 14.01	3ª Aula 21.01	4ª Aula 28.01	5ª Aula 04.02	6ª Aula 11.02	7ª Aula 19.02	Fev.11	Mar.11	Abr.11	Mai.11
1. Instrumentos de											
Recolha de dados											
Pré-Teste	•										
Ficha de Actividade I		•									
Ficha de Actividade II			•								
Ficha de actividade III				•							
Pós-teste							•				
Inquéritos por Entrevista								•	•		
2. Tratamento de											
Dados											
Recolha de dados	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Tratamento de Dados								•	•	•	
Tratamento Estatístico								•	•	•	
3. Relatório											
Análise dos resultados								•	•	•	
Revisão da literatura	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Apresentação do Projecto									•		
Entrega do Relatório Final										•	
Apresentação do Relatório Final											•

Para se obter respostas às perguntas de investigação: i) Identificar e perceber se os alunos já tinham adquirido o conceito de simetria; ii) Compreender como os alunos desenvolvem os conhecimentos sobre simetria; iii) Compreender se os alunos aplicam correctamente esses conceitos; iv) Identificar o conceito de simetria no final da intervenção, utilizaram-se abordagens qualitativas e quantitativas para a obtenção dos dados do objecto de estudo.

3.1.2 Contexto de Investigação e de Intervenção.

O presente trabalho de investigação foi desenvolvido na Escola Básica 2º e 3º ciclos Nun'Álvares, situada na Arrentela/Seixal. É uma escola Sede de Agrupamento, que apresenta uma grande heterogeneidade de alunos desde o Jardim de Infância até ao 3º ciclo. A escola alberga alunos oriundos de vários países do continente africano e alunos de etnia romani.

Tratando-se de uma escola TEIP, situada num Bairro Social da Arrentela - Seixal, é dada uma grande importância à interacção da escola com a comunidade educativa e à relação que os alunos têm entre eles. Os temas mais relevantes tratados nas várias disciplinas que visam melhorar a relação e a aceitação dos outros e os hábitos de higiene e saúde são: o respeito pela diferença (etnia, religião, cultura); Cidadania/civismo (regras de convivência social); Direitos Humanos; Saúde e Bem-estar; Solidariedade; Respeito pelo património histórico e cultural, entre outros.

A população de estudo – quinze elementos de uma turma de 7º Ano de escolaridade – sobre os quais foi realizado este trabalho de investigação é constituída por sete elementos do sexo feminino e oito elementos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 11 e os 16 anos de idade.

O projecto de intervenção desenvolveu-se durante a primeira parte do 2º período do ano lectivo de 2010/2011, no âmbito da disciplina de Educação Visual. Esta turma foi facultada por uma professora da escola e foram disponibilizadas as primeiras sete aulas do 2º período, sendo estas divididas em dois blocos diários de 45 minutos cada. (ver apêndice B)

3.1.3 Procedimentos (Projecto de Intervenção).

Os alunos começaram por realizar um pré-teste que tinha como objectivo identificar, o nível de conhecimento dos alunos sobre o conceito de simetria (ver apêndice H).

A primeira fase do projecto de intervenção consistiu na apresentação de um suporte em PowerPoint para a introdução do tema aos alunos. Para a sua elaboração foram seleccionados diversos assuntos, nomeadamente a religião, a dança, o vestuário, a alimentação e a arte na cultura islâmica.

A religião consistiu num tema fulcral para este projecto, uma vez que na arte Islâmica tudo se desenvolve em torno do que a religião dita e pelo que vem escrito no Livro do Alcorão. Assim sendo, nesta parte foram referidos os “cinco pilares” do Islamismo ao mesmo tempo que foram mostrados vídeos ilustrativos. Foi ainda referido que o Islamismo é a segunda maior religião do Mundo e foi mostrado um mapa para que os alunos percebessem como esta está distribuída pelos diversos continentes. Quando os alunos se aperceberam que Portugal também tem diversas pessoas que seguem a religião Islâmica, ficaram muito admirados, suscitando a partir daí uma conversa bastante interessante em torno das dúvidas que os alunos tinham. (ver apêndice C)

Nesta fase do projecto de intervenção, foi mostrado aos alunos um suporte de apresentação em power point sobre o conceito de simetria, explicando e exemplificando com diversas imagens da Arte Islâmica, diferentes tipos de isometrias: a simetria de reflexão, a simetria de rotação e a simetria de translação. (ver apêndice D)

Posteriormente os alunos começaram a realizar a Ficha de Actividade I, cujo objectivo era consolidar as aprendizagens referidas no powerpoint sobre simetria. Nesta ficha - Jogos de Espelhos (ver apêndice E), os alunos tinham que utilizar um espelho, material manipulável bastante utilizado na matemática, para descobrir se as imagens tinham simetria de reflexão e quais os seus eixos de simetria. (figuras 7 e 8)

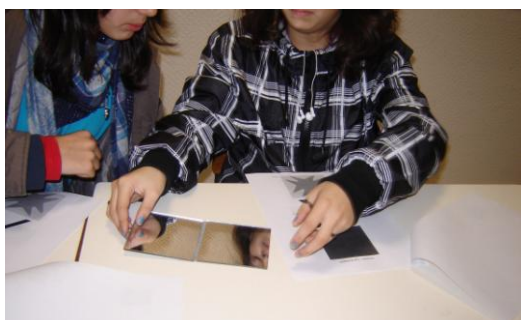


Figura 7 - Espelhos



Figura 8 - Ficha Jogos de Espelhos

A Ficha de Actividades II – Construindo Kirigamis (ver apêndice F), teve por objectivo identificar a simetria de translação. Este tipo de simetria tem como característica peculiar a repetição infinita de uma determinada figura. Uma vez que os objectos artísticos são finitos,

foi necessário encontrar uma actividade que permitisse ao alunos perceber a simetria de translação.

Utilizando três tipos de dobragens diversificadas, os alunos acabaram por descobrir os três tipos de simetria através desta técnica japonesa, registando numa tabela as conclusões a que chegaram. (Figuras 9, 10 e 11).

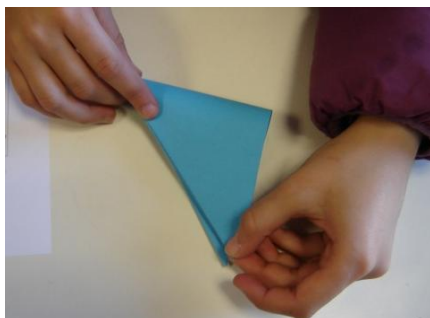


Figura 9 – Dobragem do Kirigami



Figura 10 – Corte do Kirigami



Figura 11 – Kirigami Final

Na Ficha de Actividades III – Encontrando Simetria na Arte Islâmica, os alunos a partir de imagens da Arte Islâmica, tinham a tarefa de encontrar os diversos tipos de simetria riscando as imagens nos respectivos sítios e registar numa tabela as suas conclusões. (ver apêndice G)

Recorreu-se às noções de simetria axial e rotacional no sentido de colmatar lacunas que ocorreram nos ciclos anteriores e pretendendo que os alunos fossem capazes de compreender e identificar estas simetrias nas figuras, mediante a construção de frisos e rosáceas e utilizando materiais manipuláveis nomeadamente os espelhos e o papel transparente para desenvolver estas capacidades.

Uma vez que foi abordado com os alunos a Arte Islâmica e como a construção do objecto plástico final deveria estar contextualizado, optou-se pela construção de mandalas, objecto bastante utilizado em diversas religiões nomeadamente no Islamismo. Assim, foi mostrado aos alunos um suporte de apresentação introdutório, onde puderam visualizar exemplos de mandalas (ver apêndice I).

Para a realização dos estudos das Mandalas os alunos a pares, começaram por desenhar uma circunferência com 10,5cm de raio, tamanho das placas de latex a base de construção dos objectos plásticos que os alunos realizaram. De seguida, dividiram a circunferência em 4 partes iguais e desenharam numa dessas partes uma figura. Com a ajuda do papel vegetal de engenheiro transportaram essa imagem para as restantes partes da

circunferência através de um movimento de rotação, concluindo desta forma o desenho da mandala, onde aplicaram a simetria de rotação e de reflexão. (Figuras 12 e 13)

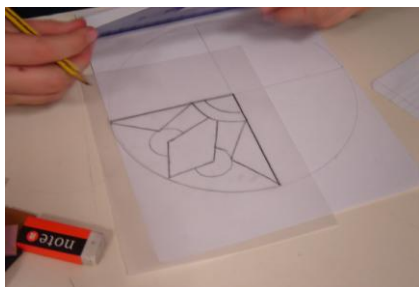


Figura 12 - Papel vegetal de engenheiro

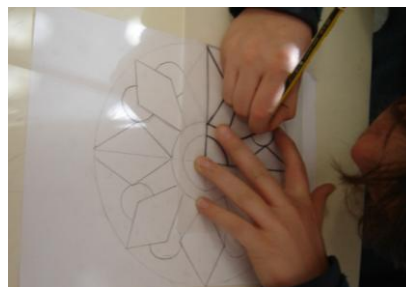


Figura 13 - Estudo da Mandala

A fase seguinte consistiu na aplicação da cor no estudo, tendo em atenção as cores disponíveis dos ladrilhos cerâmicos que seriam posteriormente utilizados para a concretização da mandala através da técnica do mosaico.

Finalizado o estudo com a aplicação da cor, seguiu-se a impressão deste desenho na placa de platex, com auxílio do papel químico. A fase seguinte consistiu em partir os ladrilhos das cores escolhidas, utilizando primeiramente o martelo e depois a turquês, de forma a dar os ajustes necessários para o encaixe dos ladrilhos.

Utilizando cola branca os alunos procederam à colagem dos ladrilhos cerâmicos na placa de platex de modo a preencher os espaços pré delimitados. A última fase consistiu em dar uma camada de betume branco para proceder à união dos ladrilhos. As Mandalas foram colocadas em exposição na entrada da escola, como forma de valorizar o trabalho dos alunos. (ver apêndice N)

A última fase do projecto de intervenção foi a realização de uma Ficha de Avaliação Final, que consistiu numa síntese sobre os três tipos de simetria dados nas aulas anteriores. Esta ferramenta serviu para verificar até que ponto as aprendizagens foram adquiridas, desenvolvidas e consolidadas pelos alunos. (ver apêndice J)

3.1.4 Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

As técnicas de recolha de dados têm com principal intenção registar o que acontece ao longo das fases do projecto de investigação, para que seja possível reflectir e avaliar o mesmo, de uma forma sistemática e contínua.

Como forma de evitar erros, desviar incertezas e facilitar a observação e posterior análise de dados, utilizou-se várias técnicas e conseqüentemente diferentes instrumentos de recolha de dados. (ver tabela 2)

Tabela 2 – Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

	Instrumentos de Recolha de Dados
Diagnóstico / Fichas de Actividades/ Pós-Teste	. Pré-Teste (apêndice1) - Perceber o nível de conhecimentos que os alunos tinham dos ciclos anteriores; . Ficha de Actividades I – Jogos de Espelhos; . Ficha de Actividades II – Construindo Kirigamis; . Ficha de Actividade III – Procurando Simetrias na Arte Islâmica; . Pós-Teste – Nível de conhecimentos dos alunos após o projecto de Intervenção.
Notas de Campo	.Registo diário de situações de sala de aula, comentários dos alunos a vídeos que foram surgindo; dúvidas...
Inquérito por Entrevista aos alunos	.Grelha da transcrição da entrevista realizada a metade do contexto de estudo.

Foram utilizados os seguintes instrumentos e técnicas de recolha: as notas de campo; a observação participante; o pré e o pós-teste; o levantamento de dados através de fichas de trabalhos e o inquérito por entrevista aos alunos, com a finalidade de satisfazer os objectivos de estudo e responder à questão de partida.

A observação desempenha um papel imprescindível no processo de pesquisa, desde a escolha e formulação do problema, passando pela construção das hipóteses, pela análise e interpretação dos dados. Segundo Gil (1991) a observação pode ser participante ou não participante segundo o grau de participação do observador.

De acordo com Torre (2007), citando Serrano (1994) a observação participante “tem lugar quando um observador participa na vida do grupo, conversa com os seus membros, estabelece contactos próximos com eles e tenta assegurar que a sua presença não perturbe ou interfira no percurso natural dos acontecimentos.” (p.48)

Através deste método, procedeu-se à análise da turma sobre a qual se debruçou a investigação, estudando os seus códigos de comportamento; a adequação e aceitação da parte prática do projecto de intervenção. Isto permitiu apreender os comportamentos dos alunos e os acontecimentos no próprio momento em que foram reproduzidos, tornando os dados mais

autênticos do que as informações escritas, uma vez que foram realizadas pelo próprio investigador.

Uma das técnicas de recolha de dados utilizada foi as notas de campo. De acordo com Bogdan e Biklen (1994) as notas de campo são o *“relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e reflecte sobre os dados de um estudo qualitativo”* (p.150). Tem como objectivo melhorar a qualidade escrita, face aos registos espontâneos realizados de forma contínua e sistemática, de forma ponderada e reflectida. Estas permitiram descrever as ideias ou mudanças que foram surgindo e elaborar reflexões e avaliações ao longo de todo o processo.

No decorrer das aulas foram registados todos os pormenores de forma a recordar e entender o contexto, contornar os problemas que surgiram e servir para avaliar erros, sucessos e insucessos.

Dois dos instrumentos de registo de dados, que revelaram ser de extrema importância foram o pré e o pró-teste, cujo principal objectivo consistiu em avaliar os conhecimentos que os alunos tinham antes do projecto ser colocado em prática e verificar se no final do projecto desenvolveram e adquiriram mais conhecimentos. Como forma de registar os dados que surgiram no intervalo de tempo entre os dois testes mencionados, foram realizadas três fichas de trabalho, bastante importantes para a recolha e análise de dados. Foram também efectuados inquéritos por entrevista a alguns alunos da turma para complementar a recolha de dados e aprofundar determinados aspectos. A entrevista constitui um instrumento de recolha de dados que permite obter informações mais completas que os questionários. É um método de recolha de informação que possibilita adequar a linguagem e o diálogo de acordo com a pessoa que está a ser entrevistada, com o objectivo de facilitar a compreensão entre ambos. Quivy e Campenhoudt (1998) referem que esta técnica de recolha de dados também tem desvantagens como, por exemplo o factor tempo, em que a duração da entrevista pode ser mais extensa do que o investigador está à espera, assim como o espaço onde ela decorre que tem que ser previamente combinado. Poderá ainda acontecer, que os receios do entrevistado em se expor, a sua sinceridade e a tendência de responder aquilo que o entrevistador quer ouvir, façam com que a entrevista se torne mais complexa e morosa.

A entrevista é utilizada no âmbito de uma investigação qualitativa e o seu processo depende da capacidade que o investigador tem de interagir com o entrevistado e da sua capacidade de saber contornar questões no decurso das respostas que vai obtendo. Por sua

vez, a análise dos dados recolhidos através deste método é um processo igualmente moroso e complexo.

3.1.5 Procedimentos Metodológicos de Investigação

Para a realização desta investigação foram necessárias sete aulas de 90 minutos, onde se desenvolveram as actividades expressas nas planificações.

Este estudo tinha como fim atingir os seguintes objectivos: i) Identificar e perceber se os alunos já tinham adquirido o conceito de simetria; ii) Compreender como os alunos desenvolvem os conhecimentos sobre simetria; iii) Compreender se os alunos aplicam correctamente esses conceitos; iv) Identificar o conceito de simetria, demonstrado pelos alunos, no final da intervenção.

As actividades realizadas ao longo do projecto foram estruturadas e planificadas de acordo com o Programa da disciplina de Educação Visual, nomeadamente no que respeita aos conteúdos e as áreas de exploração.

A primeira etapa foi o pedido de autorização à escola para poder colocar o projecto em prática, para além do pedido de autorização aos encarregados de educação dos alunos envolvidos. Assim, foi enviado para a direcção da escola um pedido de autorização que explicava o desenvolvimento do projecto e um pedido de autorização para os encarregados de educação. (ver apêndice A)

Ao iniciar a fase de recolha de dados sentiu-se a necessidade de realizar um pré-teste para perceber o nível de conhecimentos que os alunos traziam dos ciclos anteriores sobre o conceito de simetria. Assim os alunos realizaram um teste, cuja sua elaboração teve em atenção o facto da linguagem e das características dos exercícios estarem adaptados aos conhecimentos que supostamente deveriam ter dos anos lectivos anteriores, tanto da área da matemática como de educação visual e tecnológica.

Todavia, o pós-teste já teve características diferentes do teste inicial, uma vez que tinham sido trabalhados novos conceitos relacionados com a simetria tendo por base imagens e conhecimentos sobre a arte islâmica. Este teste serviu para identificar os conhecimentos dos alunos no fim do projecto.

No decorrer do projecto de intervenção foi distribuído aos alunos um conjunto de três fichas de actividades que tinha como objectivo verificar se as aprendizagens estavam a ser

adquiridas. Estas fichas foram igualmente, instrumentos de recolha de dados a utilizar posteriormente na análise e interpretação dos resultados.

A última técnica de recolha de dados utilizada foi o inquérito por entrevista, aplicado apenas a metade do contexto de estudo, devido ao factor tempo. Desta forma, procedeu-se à selecção aleatória dos elementos do estudo. Tal como afirma Tuckman (1994), “uma forma de nos certificarmos de que a amostra é representativa da população mais ampla, é definir uma amostra aleatória, porque a selecção aleatória limita a possibilidade de vir a constituir-se uma amostra distorcida”. (p.337)

3.1.6 Tratamento de Dados

Após terminar a recolha de dados onde foram utilizadas as várias técnicas e instrumentos atrás referidos, foi necessário proceder-se à análise do seu conteúdo de forma a encontrar uma resposta credível para a pergunta de partida e perceber se os objectivos a que nos propusemos foram cumpridos. Foi realizada uma leitura atenta de todos os documentos, de forma a retirar os dados fundamentais para o nosso estudo, ou seja fazer uma análise de conteúdo.

Segundo Quivy e Campenhoudt (1998), o método de análise de conteúdo requer processos técnicos precisos, pois apenas a construção e utilização de métodos sólidos conduzem o investigador a uma interpretação que não tenha como sustento os seus valores e representações.

De acordo com Berelsen (1952,1968) citado por Carmo e Ferreira (1998) a análise de conteúdo é uma técnica de investigação que permite “fazer uma descrição objectiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações, tendo por objectivo a sua interpretação” (p.251)

Relativamente aos tipos de análise de conteúdo, pode-se dizer que esta pode ser quantitativa ou qualitativa. De acordo com Carmo e Ferreira (1998) “a principal distinção entre as duas é que na análise quantitativa, o que é mais importante é o que aparece com frequência, sendo o número de vezes o critério utilizado, enquanto numa análise qualitativa a noção implica a novidade, o interesse, o valor de um tema” (p.253)

3.2 Análise e Interpretação dos resultados

De acordo com Máximo – Esteves (2008), a interpretação dos dados deve ser feita ao longo da sua recolha, pois permitirá ao investigador ter uma compreensão gradual e uma reflexão progressiva sobre as informações que vai recolhendo em torno da pergunta inicial. A partir daqui, o investigador deverá proceder ao cruzamento dos dados para conseguir perceber qual é a resposta à sua pergunta inicial.

Começando por fazer referência ao Pré e ao Pós-teste como forma de verificar se houve ou não alterações nos conhecimentos dos alunos, ou seja perceber se estes adquiriram novas aprendizagens ou desenvolveram conhecimentos já adquiridos, procederemos à comparação de alguns dados que foram recolhidos no início e no final do projecto.

Simetria de Reflexão

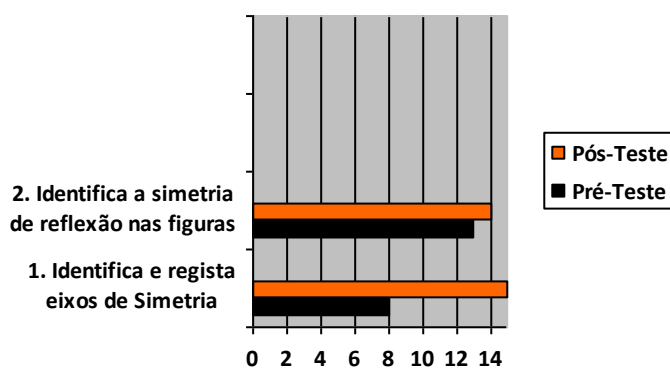


Gráfico 1 - Simetria de Reflexão

Em primeiro lugar, analisou-se a simetria de reflexão pois trata-se da transformação geométrica mais conhecida e mais presente na memória dos alunos. No que respeita ao **tópico 1 – Identifica e regista os eixos de simetria nas figuras** - no pré-teste apenas oito alunos conseguiram realizar todos os exercícios que visavam identificar e traçar os eixos de simetria nas figuras. Quando nos referimos ao pós-teste o número de alunos sobe para quinze, ou seja a totalidade do objecto de estudo. Apesar da complexidade das imagens ter aumentado do pré para o pós-teste, pois passaram de figuras geométricas para imagens fotográficas, registou-se uma subida relativamente à aquisição deste conhecimento.

Relativamente ao **tópico 2 – Identifica a simetria de reflexão nas figuras**, no pré-teste houve treze alunos que responderam correctamente a estas questões, contra catorze do pós-teste. Neste caso, a totalidade dos alunos não acertou, porque umas delas errou um dos

exercícios. Neste caso a subida não foi muito acentuada, registando-se apenas a subida de um valor do pré para o pós-teste.

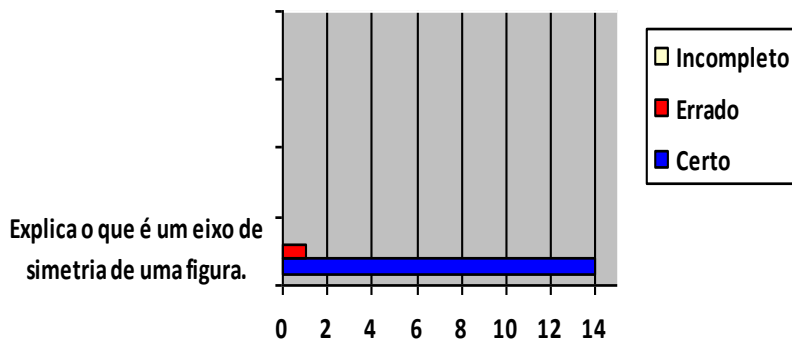


Gráfico 2 – Pós-teste. Explica o que é um eixo de simetria de uma figura

No entanto, para verificar se os alunos conseguem ou não explicar o que é um eixo de simetria, foi-lhes pedido num dos exercícios do pós-teste que o descrevessem. Neste exercício, catorze alunos conseguiram explicar este conceito contra um que deu uma resposta errada.

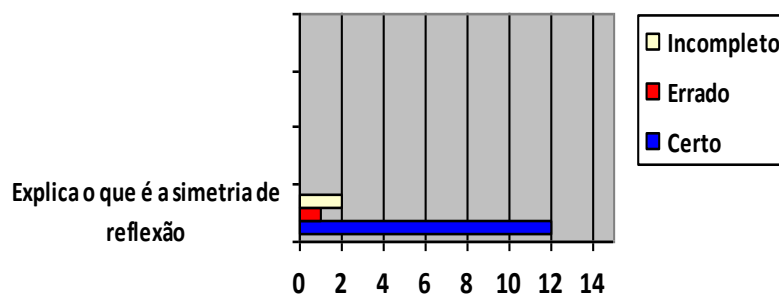


Gráfico 3 – Pós-teste. Explica o que é a simetria de reflexão de uma figura

Outra das perguntas presente do pós-teste requer que os alunos expliquem o que é a simetria de reflexão de uma figura. Neste exercício doze alunos conseguiram responder de uma forma completa à questão, um errou e dois deram uma resposta incompleta.

Conclui-se que os alunos conseguem identificar a simetria de reflexão e os eixos de simetria em figuras geométricas e em imagens da arte islâmica. Contudo, quando lhes é pedido para definir os conceitos por escrito, existem alunos que o conseguem fazer, mas outros que dão respostas incompletas.

No conjunto das duas perguntas o grau de complexidade das figuras para analisar aumentou quando passámos do pré para o pós-teste, uma vez que deixaram de analisar

figuras geométricas simples para analisarem imagens de objectos de arte islâmica. Todavia, o número de alunos que referiu respostas certas aumentou no pós-teste.

Ao analisar os exercícios que foram efectuados nas fichas de actividades ao longo deste projecto, verificamos que o conceito de simetria de reflexão foi facilmente percebido pelos alunos. As actividades com os espelhos, para encontrar os eixos de simetria das figuras; a realização dos Kirigamis e a Ficha de Actividades – Procurando Simetrias na Arte Islâmica possibilitou que este conceito fosse adquirido pelos alunos. (Ver Apêndices O, P e Q)

Simetria de Rotação

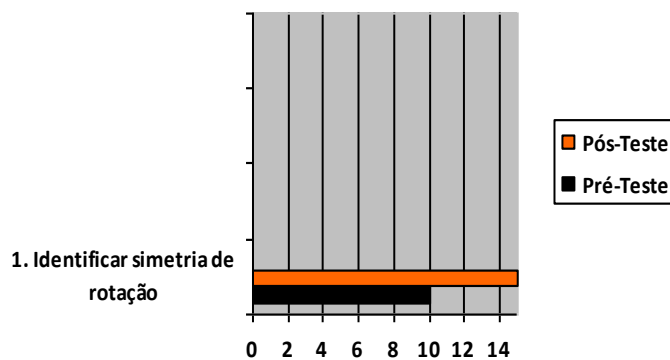


Gráfico 4 - Simetria de Rotação

Quanto ao **tópico 1 – identificar a simetria de rotação**, no pré-teste houve dez alunos que acertaram nas respostas deste exercício, enquanto no pós-teste quinze responderam correctamente às questões, ou seja, todo o objecto de estudo.

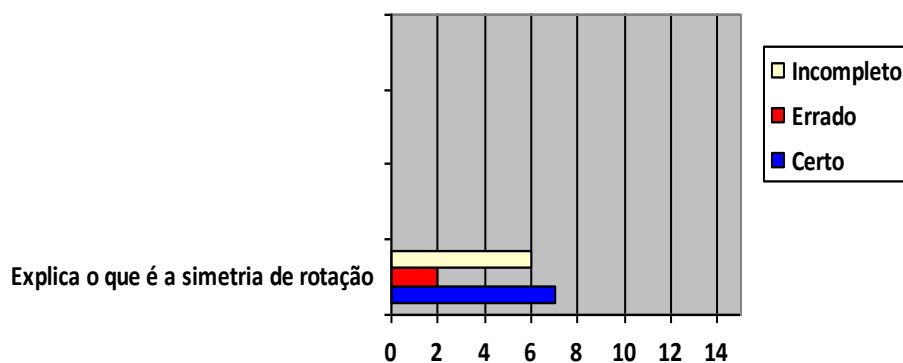


Gráfico 5 – Pós-teste. Explica o que é a simetria de rotação de uma figura

Para se perceber se este tipo de simetria foi compreendido pelos alunos, decidiu-se colocar no pós-teste, além dos exercícios de identificação de simetrias em imagens, uma

actividade onde o aluno descrevesse o que é a simetria de rotação e mais uma vez os resultados foram discrepantes em relação ao gráfico anterior.

Enquanto no primeiro gráfico (sobre simetria de rotação) viu-se que todos os alunos que realizaram o pós-teste acertaram nos exercícios relativos à simetria de rotação, o mesmo não se verifica no exercício onde é pedido que descrevam este tipo de simetria. Apenas sete alunos conseguiram descrever correctamente esta transformação geométrica, seis responderam de forma incompleta, uma vez que não enumeraram todas as características deste tipo de simetria e dois alunos tiveram respostas incorrectas.

Simetria de Translação

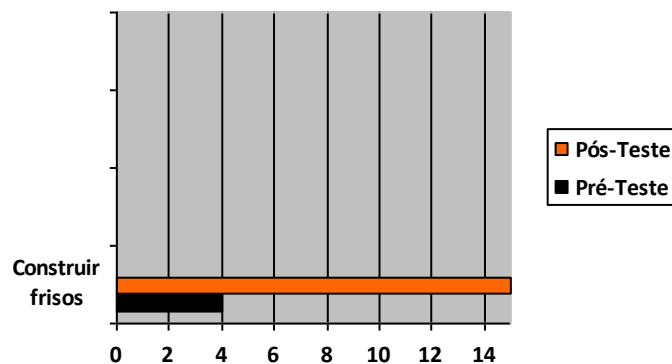


Gráfico 6 – Construção de Frisos

Sobre o **tópico 1 – construir frisos**, podemos referir que no pré-teste apenas quatro alunos realizaram correctamente todos os exercícios sobre a construção de frisos, enquanto no pós-teste todos os alunos conseguiram solucionar os exercícios.

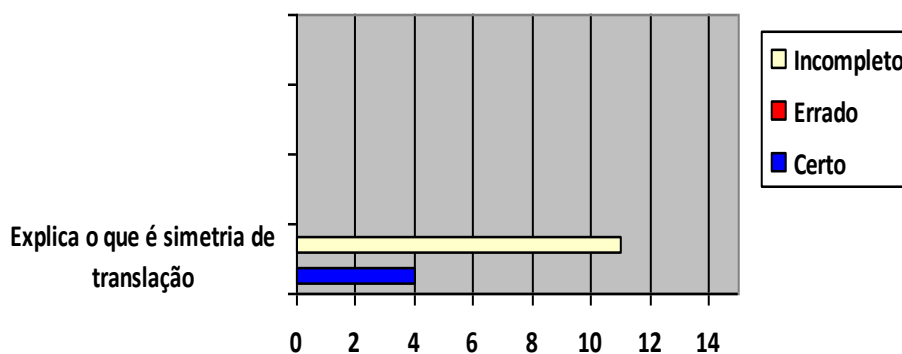


Gráfico 7 - Pós-teste. Explica o que é simetria de translação de uma figura

Tal como para os outros tipos de simetria foi pedido aos alunos, num dos exercícios do pós-teste, que definissem o conceito de simetria de translação. Mais uma vez os dados revelaram, quando comparados com o gráfico anterior, que os alunos identificam e desenharam melhor esta simetria do que a descrevem. Apenas quatro alunos responderam correctamente a esta questão, enquanto onze deram respostas incompletas.

Tanto no pré como no pós-teste foi pedido aos alunos que construíssem frisos, como forma de se perceber, se estes diferenciavam a simetria de translação. Chegou-se à conclusão que os alunos realizaram os primeiros exercícios (pré-teste) de uma forma intuitiva, pelo que os resultados não foram muito positivos. Todavia, depois de se realizar uma abordagem a este tipo de simetria na sala de aula, os resultados melhoraram bastante. As fichas de actividades que se realizaram no decorrer do projecto revelaram-se um excelente recurso para esta aprendizagem.

Entrevista

De forma a facilitar a leitura dos resultados das informações recolhidas por entrevista, estas apresentam-se por categorias separadamente, bem como a sua interpretação com excertos e comentários recolhidos. Esta entrevista foi realizada a sete alunos, que constituem metade do objecto de estudo escolhidos aleatoriamente.

Tabela 3 - Entrevista – Indicador Transversalidade – Subcategoria Percurso Escolar

Indicadores	Subcategorias	Perguntas	Alunos
Transversalidade	Percurso Escolar	1. Durante o teu percurso escolar o conceito de simetria foi abordado?	A2; A3; A5; A6; A11; A20; A24
		1.1 Em que disciplina?	
		1.2 Como é que o professor abordou este conceito?	

No que respeita a primeira pergunta da entrevista onde se questiona os alunos sobre o facto de já terem ou não ouvido falar em simetria durante o seu percurso escolar, obtivemos seis respostas afirmativas e uma negativa. Este resultado foi estranho, uma vez que seis alunos afirmaram já ter ouvido falar em simetria, enquanto apenas um aluno disse desconhecer este conceito. No entanto, com o desenvolver da entrevista percebeu-se que a resposta precipitada deveu-se ao facto do aluno estar um pouco intimidado com o gravador.

Aos alunos que responderam positivamente à primeira questão, foi-lhes perguntado em que disciplina tinham falado sobre este conceito e como é que o professor o tinha abordado em sala de aula. Dois alunos responderam que tomaram conhecimento sobre a simetria apenas na disciplina de E.V.T., enquanto quatro admitiram que falaram no conceito na disciplina de E.V.T. e também no 1º Ciclo, na disciplina de Matemática. Apesar destes dados apontarem no sentido dos alunos já terem falado sobre simetria durante o seu percurso escolar, os resultados do pré-teste mostraram que estes conceitos não estavam totalmente adquiridos ou desenvolvidos.

Relativamente ao modo como o conceito de simetria foi abordado em sala de aula, dois alunos referiram que desenhavam figuras geométricas através da utilização de instrumentos de medida, a régua, o esquadro e o compasso, repetindo e movimentando estas figuras.

“Na simetria de rotação também utilizámos o compasso, fomos rodando fazendo vários círculos, como aquela figura que a professora colocou no teste” (A2)

“Aplicámos a simetria, apenas nas fichas de avaliação e exercícios com régua, compassos e esquadros”(A6)

Outro aspecto relevante e que vai ao encontro do que já foi dito anteriormente, é o facto de os alunos referirem na maior parte das vezes a simetria de reflexão sem mencionarem os outros tipos de simetria. Desta informação obtivemos duas hipóteses: por um lado os alunos podem não ter aprendido estas transformações geométricas (translação e rotação) tendo apenas abordado a simetria de reflexão; ou as aprendizagens foram leccionadas na aula, mas os conhecimentos não foram adquiridos.

“Fizemos o eixo de simetria, depois o professor fez várias formas geométricas, rectas e figuras no quadro” (A11)

“Por exemplo em matemática o professor desenhava no quadro para nós passarmos no caderno, desenhava uma parte do desenho para nós desenharmos a outra, a simetria de reflexão” (A3)

Um dos alunos referiu que o professor utilizou vídeos para inserir este conceito, mas com o decorrer da conversa apercebemo-nos que o trabalho prático consistiu apenas em fichas de actividades sem qualquer contextualização. O aluno ao referir que o professor

utilizou um vídeo para ensinar o conceito de simetria, forneceu um dado novo para a nossa investigação, pois até aqui os alunos apenas tinham referido as fichas de trabalho e exercícios realizados no quadro.

“Mostrou-nos alguns vídeos, deu-nos umas fichas para fazermos, coisas poucas. Não fizemos muitas coisas sobre isso, começámos logo outras matérias”. (A6)

Tabela 4 - Entrevista – Indicador Conceito/Finalidade Atribuída/Vivência Pessoal – Subcategoria Simetria

Indicadores	Subcategorias	Perguntas	Alunos
Conceito	Simetria	1.O que é a simetria?	A2; A3; A5;A6;A11; A20; A24
Finalidade Atribuída		2. Para que serve a simetria na Arte?	
Vivência Pessoal		3. Consegues identificar os diversos tipos de simetria nos objectos, na tua rua, na tua casa? Exemplifica.	

No segundo grupo de perguntas onde tínhamos como categoria a Simetria, foi primeiramente perguntado aos alunos se sabiam o que é a simetria. Esta pergunta revelou ter algum grau de complexidade para os alunos, uma vez que contornaram a resposta e explicaram os diferentes tipos de simetria enquanto iam referindo exemplos. As respostas a esta questão comprovaram o que foi dito anteriormente, ou seja, que os alunos sabem identificar visualmente os diferentes tipos de simetria, no entanto quando lhes é pedido que expliquem os conceitos, as suas respostas são curtas e a maior parte das vezes incompletas.

“São os vários objectos ou desenhos que se usam no dia-a-dia que podem ser rodados e repetidos... a simetria é um movimento” (A2)

“Sei explicar mas não sei dizer... por exemplo a de reflexão é a que usa uma parte igual à outra, a que utilizámos na mandala é a de rotação e a outra de repetir várias vezes é a de translação.” (A3)

“Há vários tipos de simetria... é uma imagem que se repete.” (A20)

A pergunta seguinte questionava os alunos sobre a função da simetria na arte. Houve alguma dificuldade em dar uma resposta a esta pergunta, mas depois de alguns momentos de silêncio, os alunos acabaram por dar as suas opiniões.

“Para estar demonstrada em vários desenhos e certificá-los dar um objectivo ao próprio desenho.” (A2)

“Desenhavam figuras geométricas com simetria para ser mais fácil a decoração” (A3)

“ Para embelezar...” (A11)

“Em alguns casos para criar a ideia de movimento.” (A20)

Na última pergunta deste grupo, os alunos tinham como função responder se conseguiam ou não identificar os diversos tipos de simetrias nos objectos do dia-a-dia. Todos deram o sim como resposta imediata, sem haver qualquer tipo de hesitação.

“Por exemplo, tenho uma sala com azulejos a meio da parede que são todos iguais, repetidos igualmente (...) têm simetria de translação.” (A2)

“Sim, um armário, se eu dividir ao meio fica igual, tem simetria de reflexão” (A3)

Tabela 5 - Entrevista – Indicador Importância Atribuída – Subcategoria Projecto

Indicadores	Subcategorias	Perguntas	Alunos
Importância Atribuída	Projecto	1.O que mais te agradou neste projecto?	A2; A3; A5;A6;A11; A20; A24
		2. Quais as aprendizagens mais importantes, que este projecto te proporcionou?	

As perguntas deste grupo têm como objectivo perceber qual a importância que os alunos atribuíram a este projecto e quais as aprendizagens que este lhes proporcionou. Questionando-os sobre o que mais lhes agradou neste projecto, todos responderam que o que mais gostaram foi de realizar a Mandala com ladrilhos cerâmicos, porém um dos alunos além da mandala referiu que achou interessante o suporte em powerpoint sobre a cultura islâmica.

Relativamente à pergunta **quais as aprendizagens mais importantes, que este projecto te proporcionou?** as repostas foram diferenciadas. Houve alunos que referiram a simetria, outros a cultura e a arte islâmica, a técnica no mosaico e o trabalho em grupo.

“As simetrias de rotação e de translação que não sabia.” (A11)

“Eu gostei de saber mais sobre as culturas.” (A6)

Tabela 6 - Entrevista – Indicador Opinião – Subcategoria Opções Pessoais

Indicadores	Subcategorias	Perguntas	Alunos
Opinião	Opções Pessoais	1. Na tua opinião, como achas que se aprende melhor o conceito de simetria?	A2; A3; A5;A6;A11; A20; A24
		2. Qual é a tua opinião sobre o facto de os professores utilizarem imagens de objectos artísticos para transmitir aprendizagens nas suas aulas?	
		3. De que forma o projecto, serviu para adquirires novos conhecimentos sobre a Cultura Islâmica? (Religião, Arte e Costumes)	

O último grupo de questões da entrevista tinha como objectivo perceber quais as opiniões dos alunos sobre o projecto desenvolvido, o tema escolhido, as metodologias utilizadas nas aulas e as aprendizagens adquiridas. Em primeiro lugar, perguntou-se aos alunos qual o melhor método para aprenderem o conceito de simetria, no sentido de compararem este projecto e as metodologias utilizadas com as experiências que tiveram nos anos anteriores. Os alunos referiram que este projecto lhes possibilitou aprender os diferentes tipos de simetria, pela forma como este foi abordado. Atribuíram uma grande importância à explicação oral que foi realizada ao longo das aulas com o recurso às imagens de obras de arte e aos suportes de apresentação realizados em powerpoint.

A segunda pergunta tinha como objectivo perceber o valor e a importância que os alunos atribuem ao facto de os professores utilizarem imagens de objectos artísticos para transmitirem novos conhecimentos. Todos os alunos são da opinião que o recurso a imagens de objectos artísticos onde a simetria está presente, faz com que as aprendizagens sejam mais fáceis e os conteúdos mais facilmente perceptíveis.

“Através das imagens eu consegui perceber melhor os diferentes tipos de simetria” (A2)

***“Aprendo melhor com imagens e também com um pouco de explicação, as duas coisas...”
(A3)***

“Quando os professores mostram as imagens, nós conseguimos aprender melhor como ficam as coisas.” (A24)

Em último lugar, perguntou-se aos alunos de que forma este projecto serviu para obterem novos conhecimentos sobre a cultura Islâmica, quais os aspectos que lhes tinham chamado mais a atenção e o que mais gostaram de aprender. Como é lógico e devido às características desta cultura, o ponto mais mencionado pelos alunos foi a religião onde referiram alguns aspectos como: os islâmicos terem que ir pelo menos uma vez na vida a Meca; rezarem em cima de tapetes pois o chão é impuro; serem obrigados a rezar sempre à mesma hora várias vezes por dia; fazerem jejum; participarem na festa do Ramadão. Todavia, aspectos como a alimentação, o vestuário, as danças e a arquitectura também foram mencionados pelos alunos.

“ Acho que eles eram muito rígidos com a religião.” (A2)

“Aprendi que o próprio Taj Mahal tem simetria.” (A2)

“Ainda não conhecia, só tinha ouvido falar um bocadinho no Discovery.” (A5)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota Introdutória

Para finalizar o estudo, apresenta-se de seguida de uma forma conclusiva os aspectos mais relevantes que ajudaram na resposta à questão inicial - **De que forma as aprendizagens sobre novas culturas, poderão contribuir para o desenvolvimento do conceito de simetria?** - e a reflectir sobre os aspectos positivos e negativos de todo o projecto de investigação.

Este capítulo dividir-se-á em três partes: a primeira pretende responder aos objectivos de investigação numa vertente reflexiva; a segunda faz referência aos constrangimentos que, de certa forma, limitaram o estudo; por último, o subcapítulo intitulado implicações educativas tem como objectivo enunciar possíveis caminhos, que este projecto trouxe para a prática pedagógica.

4.1 Conclusões do Estudo

Este trabalho de investigação procurou demonstrar o contributo que a exploração de diferentes culturas poderá ter para a transmissão de conhecimentos, mais concretamente o conceito de simetria, utilizando para isso o recurso a imagens de obras de arte islâmica.

Em primeiro lugar pode-se concluir que a escolha da cultura islâmica como recurso para se abordar o conceito de simetria demonstrou ter sido uma boa opção devido a vários factores a seguir enumerados:

- Por um lado, trata-se de uma cultura bastante distante dos alunos, no sentido de não conhecerem pessoas desta cultura e religião. Por outro lado, bastante próxima uma vez que ouvem notícias sobre este povo através da comunicação social. O problema que se coloca é que os alunos formulam opiniões sem saberem realmente o que as notícias significam. Neste aspecto, o professor assume um papel importante para que o aluno perceba e desenvolva o seu sentido crítico sobre o que vê ou ouve.
- É uma Cultura diferente da cultura portuguesa, no que respeita o seu povo, os diferentes costumes, as tradições e a religião. O facto de se abordar esta temática permite ir ao encontro do que é pedido no Plano Curricular de Turma e no Projecto Educativo do Agrupamento, cujos objectivos andam em torno de questões relativas à diferença, à discriminação e às diferentes religiões. Através da Cultura Islâmica conseguimos abordar todos estes assuntos, que foram discutidos em sala de aula;

- Outra das razões inerentes à escolha da cultura islâmica foram as características da sua arte. Uma vez que a arte islâmica é bastante rica na representação do desenho geométrico e no desenho repleto de simetrias, constituiu uma representação propícia para o desenvolvimento dos vários tipos de transformações geométricas (reflexão/rotação/translação).

Relativamente ao desenvolvimento do conceito de simetria pode-se concluir que este projecto com a abordagem de uma cultura e arte desconhecida dos alunos, ajudou-os a adquirir ou a desenvolver estes conceitos de forma mais dinâmica e motivadora. O entusiasmo dos alunos na participação activa deste projecto foi comprovado pelos resultados obtidos através da entrevista e das notas de campo que foram realizadas ao longo das aulas.

Para se responder à pergunta de partida - **De que forma as aprendizagens sobre novas culturas, poderão contribuir para o desenvolvimento do conceito de simetria?** - têm que ser referidos diversos aspectos que contribuirão para o sucesso deste projecto, assim como para atingir os objectivos de investigação que foram propostos inicialmente.

Quanto ao primeiro objectivo de investigação - **i) Identificar e perceber se os alunos já tinham adquirido o conceito de simetria** – pode-se afirmar que este foi cumprido através da realização de um pré-teste, que além de permitir perceber os conhecimentos prévios que os alunos tinham sobre a simetria, revelou-se um instrumento bastante importante para a preparação das aulas e dos materiais a utilizar na intervenção, pois deste modo adequámos o que estava previamente pensado ao que os alunos realmente sabiam, desconheciam ou tinham mais dificuldades.

Sobre o objectivo - **ii) Compreender como os alunos desenvolvem os conhecimentos sobre simetria** – pode-se dizer que houve um conjunto de factores que levaram os alunos a apreender este conceito e que nos permitiu perceber qual foi o processo para a aquisição destes conhecimentos. O primeiro aspecto importante foi a utilização de imagens nos suportes em powerpoints de forma a ilustrar as explicações dadas. Estes recursos permitiram aos alunos, como foi referido nas entrevistas, visualizar melhor e de forma mais concreta os conceitos que estavam a ser leccionados.

“Quando os professores mostram imagens, nós conseguimos aprender melhor como ficam as coisas.” (A24)

Outro aspecto importante foi a utilização de fichas de actividades ao longo do projecto, todas elas diferenciadas e que permitiram aos alunos experimentar diferentes

técnicas e instrumentos. Estas permitiram identificar as dificuldades que os alunos estavam a ter para que pudessem ser ajudados a ultrapassar essas lacunas. Estas fichas permitiram ainda, que os alunos praticassem os diversos tipos de simetria, utilizando materiais manipuláveis e técnicas do ensino da matemática.

Relativamente ao objectivo - **iii) Compreender se os alunos aplicam correctamente os conceitos** – concluiu-se que houve uma grande evolução durante o projecto de intervenção, no qual os alunos foram realizando actividades e fichas de trabalho que nos permitiram averiguar se a aplicação do conceito era ou não bem realizada. Os instrumentos de recolha de dados mais importantes, no sentido de perceber se este objectivo foi cumprido e por terem sido os últimos a ser aplicados foram o pós-teste e a realização da mandala. Notou-se uma maior evolução e uma aplicação mais concreta do conceito, exceptuando raros casos em que houve uma evolução mas que nem sempre aplicam correctamente os conceitos de simetria. De uma forma geral, os alunos conseguem aplicar correctamente os três tipos de simetria (reflexão, rotação e translação), no entanto é nesta última que reside a dificuldade para alguns alunos, que por vezes não conseguem identificar esta simetria nas imagens.

Por último, o objectivo - **iv) Identificar o conceito de simetria no final da intervenção.** Para saber se este objectivo foi cumprido debruçamo-nos sobre três instrumentos de recolha de dados, o pós-teste, o objecto plástico final e as entrevistas. Relativamente aos dados do pós-teste podemos referir pela comparação com os dados do pré-teste que é notória uma evolução na aquisição e desenvolvimento dos conhecimentos dos alunos sobre simetria. No objecto plástico realizado⁴, é evidente que os alunos aplicaram correctamente as simetrias de rotação e reflexão. Por último, estes dados foram reforçados através das entrevistas, em que os alunos além de descreverem os diversos tipos de simetria, ainda que por vezes de forma incompleta, referem que ao passar na rua já reparam e identificam simetrias e que por vezes desenham objectos com simetrias no diário gráfico da disciplina de Educação Visual.

Em suma, podemos afirmar que a utilização da Cultura Islâmica veio permitir desenvolver a cultura visual nos alunos, uma vez que foram discutidos em sala de aula assuntos que aqui se enquadram. Podemos ainda referir que a Arte Islâmica revelou ter muitas potencialidades para trabalhar o conceito de simetria. A utilização de objectos artísticos islâmicos para identificar e explicar este conceito despertou bastante a curiosidade dos alunos, por se tratar de uma arte desconhecida.

⁴ Referimo-nos à Mandala realizada com ladrilhos cerâmicos a partir da técnica do mosaico.

É notória uma evolução na aquisição e desenvolvimento dos conhecimentos dos alunos sobre simetria como podemos verificar através dos resultados do pré e do pós-teste. No entanto, a aquisição do conceito de simetria de translação foi um processo mais demorado, pois trata-se da simetria que os alunos tiveram mais dificuldade em perceber.

Conclui-se também que a forma como os alunos desenvolveram o conceito de simetria, esteve inerente às metodologias e ferramentas usadas. A utilização de imagens nos suportes de apresentação em powerpoint, a exploração de actividades de natureza diversa, o recurso a vários materiais e técnicas e o facto de dar tempo na observação e análise das imagens, contribuíram para o sucesso destas aprendizagens.

4.2 Limitações do Estudo

Para a realização deste projecto foram facultadas sete aulas durante as quais se realizou o projecto de intervenção. Uma vez que não foi possível terminar dentro deste espaço de tempo a recolha de todos os dados para a investigação, foram utilizadas algumas aulas de área projecto e alguns minutos do intervalo dos alunos para efectuar estas recolhas.

Outro obstáculo com que se deparou este projecto, foi o facto de alguns encarregados de educação, não terem facultado a autorização para os seus educandos participarem neste estudo. Apesar de toda a turma ter realizado o projecto de intervenção, apenas quinze alunos formaram o contexto de estudo.

Sendo esta a primeira experiência em leccionar no 3º ciclo do ensino básico e lidar com alunos desta faixa etária, o nervosismo e a insegurança estiveram presentes nas primeiras aulas. Todavia, estes receios acabaram por desaparecer e a intervenção correu da melhor forma, ficando na memória uma experiência interessante e enriquecedora.

Relativamente às limitações metodológicas, apontamos as Notas de Campo como um instrumento de recolha de dados que tem muitas vantagens quando é possível ser realizado durante a observação. No caso da Investigação Acção em que o investigador é participante, as notas de campo são elaboradas posteriormente o que faz com que alguns registos se percam.

4.3 Implicações Educativas

Este estudo apresenta uma proposta de trabalho inovadora, no sentido de levar materiais e técnicas que se utiliza nas aulas de matemática para a disciplina de Educação Visual com o objectivo de ensinar conceitos transversais às duas áreas disciplinares. Com este projecto estudou-se o conceito de simetria, mas existem outros que estão presentes no conteúdo de Geometria e que poderão ser trabalhados através desta metodologia. Poderá também acontecer o contrário e ser o professor de matemática a utilizar as imagens das obras de arte nas aulas de matemática. Em ambas as hipóteses, as aulas ficam mais atractivas e dinâmicas levando os alunos ter um maior interesse e motivação.

Pretendeu-se com este estudo, contribuir para a melhoria da prática pedagógica dos docentes das áreas em questão, no sentido de poderem melhorar ou adaptar alguns conteúdos deste projecto de investigação à sua prática, melhorando desta forma a sua metodologia ou as suas ferramentas de trabalho.

Sem estar inicialmente programada para este projecto, o conceito de Cultura Visual acabou por estar presente na sala de aula, o que enriqueceu bastante os debates sobre os diversos temas da Cultura Islâmica.

No entanto, este poderá ser outro caminho possível para se explorar novas culturas, diferentes religiões ou povos. Estes constituem temas muito actuais que enriquecem as aulas, ao mesmo tempo que os professores podem ajudar os alunos a serem bons observadores, no sentido de saber interpretar o que vêem ou ouvem (por exemplo o que lhes chega através da comunicação social), mas com sentido crítico de forma a não consumirem todas as informações a que estão expostos diariamente.

Como exemplo destaco uma conversa que houve durante a visualização de um suporte realizado em powerpoint sobre a cultura islâmica, em que o aluno ao ver a forma de vestir dos muçulmanos, associou de imediato Bin Laden ao Islamismo e ao atentado às Torres Gémeas. Estas informações que estão ao acesso de todos através dos meios de comunicação social têm que ser desconstruídas pelos jovens e é nesta fase que a escola tem um papel importantíssimo de os ajudar a desenvolver o seu sentido crítico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, J. C. (2005). “A construção do Olhar: Alguns Desenvolvimentos”, in Abrantes, J. Carlos (Coord.), *A Construção do Olhar*, Lisboa: Livros Horizonte, pp. 11-18.

Areal, Z. (2007). *Visualmente – Movimento e Ritmo*. Porto: Areal Editores.

Arnheim, R. (1980). *Arte e Percepção Visual – Uma psicologia da Visão Criadora*. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.

Barbosa, A. M. (2002). *Inquietações e Mudanças no Ensino da Arte*. São Paulo: Cortez.

Bastos, R. (2006). *Notas sobre o Ensino da Geometria – Simetria*. Acedido em 30 de Agosto de 2010, em: http://www.apm.pt/files/23-27_lq_473c3886b161d.pdf.

Bastos, R. (2007). *Notas sobre o Ensino da Geometria – Transformações Geométrica*. Acedido em 30 de Agosto de 2010, em: http://www.apm.pt/files/23-27_lq_473c3886b161d.pdf.

Bell, J. (2004). *Como Realizar um Projecto de Investigação (3ª Ed.)*. Lisboa: Gradiva.

Benavente, A., Costa, A. F. e Machado, F. L. (1990). *Práticas de Mudança de Investigação. Conhecimento e Intervenção na Escola Primária*. *Revista Crítica de Ciências Sociais*. Acedida em 07 de Julho de 2010, em: http://www.ces.uc.pt/publicacoes/rccs/029/ABenavente_at_al_pp.55-80.pdf.

Boudon, R. (1984). *La Place du Désordre - Critique des Théories du Changement Social*. Paris: PUF.

Carmo, H., Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação – Guia para a Auto-Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

Dondis, D. (1991). *Sintaxe da Linguagem Visual*. São Paulo: Martins Fontes.

Lintz, R. G. (1996). *História da Matemática*. Blumenau: Edição da FURB.

Bogdan, R. e Biklen, S. (1994) *Investigação Qualitativa em Educação – Uma introdução à teoria dos métodos*. Porto: Porto Editora.

Boyer, C. B. (2010). *História da Matemática (3ª Ed.)*. São Paulo: Edgard Blücher.

Fainguelernt, E. K. e Nunes, K. R. A. (2006) *Fazendo Arte com a Matemática*. Porto Alegre: Artmed.

- Freire, P. (1983). *Comunicação ou Extensão?* (7ªEd.). São Paulo: Paz e Terra.
- Fróis, J. P., Marques, E. e Gonçalves, R. M. (2000). "Educação Estética e Artística na Formação ao Longo da Vida", in *Revista Colóquio/Educação e Sociedade*, nº6, 2ª Série, 2000. Lisboa: Fundação C. Gulbenkian, pp. 131-164.
- Gardner, H. (1994) *Inteligências Múltiplas: A Teoria e a Prática*. Porto Alegre: Artmed. (Trad. De "Multiple intelligences: The theory in practice". New York: Basic Books, 1993)
- Gil, A. C. (1991) *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 3ª Edição, Atlas. São Paulo.
- GIL, J. (2005). *A Imagem-nua e as Pequenas Percepções: Estética e Metafenomenologia*. Lisboa: Relógio d'Água.
- Hamido, G., Luís, H., Roldão, M. e Marques R. (2006). *Transversalidade em Educação e em Saúde*. 1ª Edição, Porto Editora. Porto.
- Hardy, G. H. (2004). *A Mathematician's Apology*. Cambridge: University Press.
- Inhelder, B. e Piaget, J. (1979). *Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente*. São Paulo: Pioneira.
- Kemp, A. (1995). *Introdução à Investigação em Educação Musical*. Serviço de Educação. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Marín, R. (2003). *Didáctica de la Educación Artística para Primaria*. Madrid: Pearson Edición.
- Matos, J. M. e Gordo, M. F. (1993). *Visualização Espacial: Algumas Actividades*. Acedida em 10 de Agosto de 2010. Em:
http://www.dgicd.min-edu.pt/matematica/Documents/npmeb/Visualizacao_espacial.pdf.
- Máximo – Esteves, L. (2008). *Visão panorâmica da Investigação – Acção*. Porto: Porto Editora.
- Ministério da Educação (2008). *Ajustamento ao Programa da Disciplina de Educação Visual*. Acedido em 15 de Outubro de 2010, em: http://sitio.dgicd.min-edu.pt/basico/paginas/programas_orientacoescuriculares_3ea.aspx.
- Ministério da Educação (2003). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Acedido em 18 de Setembro de 2010, em: http://www.dgicd.min-edu.pt/basico/Paginas/CNacional_Comp_Essenciais.aspx.

Palhares, P. (2004). Transformações Geométricas. In: Pedro Palhares (Ed.), Elementos de Matemática. Lisboa: Lidel.

Piaget, J. e Inhelder, B. (1993). A Representação do Espaço Criança. Porto alegre: Artes Médicas.

Ponte, J., Serrazina, M. L. [et.al] (2007). Novo Programa de Matemática do Ensino Básico. Acedido em 20 de Outubro de 2010, em: <http://sitio.dgidc.min-edu.pt/matematica/Documents/ProgramaMatematica.pdf>.

Ponte, J. (1994). Matemática uma Disciplina Condenada ao Insucesso. Revista Noesis. Nº 31. Acedido em 12 de Abril de 2011, em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/em.htm>.

Quivy, R. e Campenhoudt, L.V. (1998). Manual de Investigação em Ciências Sociais (2ª Ed.). Lisboa: Gradiva.

Sanches, I. (2005). Compreender, Agir, Mudar, Incluir. Da Investigação-Acção à Educação Inclusiva”, In Revista *Lusófona de Educação*. Lisboa: UID Observatório de Práticas de Educação e de Contextos Educativos da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Serra, M. (1993). *Discovering Geometry – An Inductive Approach*. USA: Key Curriculum Press.

Torre, S. (2007). Cultura de Rua e Espaços Plurais na Formação Artística: Investigação-Acção no 1º ciclo. Mestrado em Estudos da Criança – Especialização em Comunicação Visual e Expressão Plástica pela Universidade do Minho. Acedido em 10 de Julho de 2010, em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/7783>.

Tuckman, B. W. (1994). Manual de Investigação em Educação (2ª Ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Veloso, E., Bastos, R. e Figueirinhas, S. (2009). Isometrias e Simetria com Materiais Manipuláveis. Acedido em 10 de Julho de 2010, em: 12 de Dezembro de 2010, em: http://www.apm.pt/files/EM101_pp23-28_lq_49cd7874b0e4a.pdf

Weyl, H. (1997). *Simetria*. São Paulo: Edusp. (Trad. De “Symmetry.” Princeton: Princeton University Press, 1952.)

6. BIBLIOGRAFIA

Abrantes, P., Serrazina, L. e Oliveira, I. (1999). *A Matemática na Educação Básica*. Lisboa: Ministério da Educação.

Eisner, E. (2005). *Educar La Visión Artística*. Barcelona: Paidós Educador.

Farmer, D. W. (1999). *Grupos e Simetria – Um Guia para Descobrir a Matemática*. Lisboa: Gradiva.

Martins, A. e Figueirinhas, S. (2008) *Visualização e Isometrias – Textos de Apoio*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.

Massey, P. e Slater, A. (1999). *Mosaic*. Great Britain: Search Press.

Nasr, S.H. (1987). *Islamic Art and Spirituality*. New York: State University of New York Press.

Pedro, E. (2000). *Livro do Professor – Educação Visual*. Carnaxide: Constância Editores.

Rocha, M. (2001). *Educação em Arte: Concepções e Práticas. Um Estudo sobre o acto educativo de professores do 2ºciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Doutoramento pela Universidade Nova de Lisboa. Acedido em 30 de Setembro de 2010, em: <http://dspace.fct.unl.pt/handle/10362/325>.

Rossi, G. R. e Bisognin, E. (2009). *Explorando as Transformações Geométricas por Meio da Arte*. Acedido em 30 de Julho de 2010, em: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/CC/CC_3.pdf.

7. APÊNDICES

Apêndice A - Autorizações

Pedido de Autorização à Direcção da Escola

Joana Isabel Gaudêncio Matos
Docente do 2º ciclo do Ensino Básico – EVT
Agrupamento de Escolas de Nun'Álvares
E-mail: joanmatos.jmr@gmail.com

**Ex.ª Sr.ª Directora
Do Agrupamento de Escolas de Nun'Álvares**

Assunto: Pedido de Autorização

Joana Isabel Gaudêncio Matos, docente contratada do Agrupamento de Escolas de Nun'Álvares, grupo de recrutamento 240, pretende realizar um trabalho de investigação, inserido no projecto de preparação da dissertação de Mestrado em Ensino de Educação Visual e Tecnológica no Ensino Básico, na Escola Superior de Educação de Setúbal, sob a orientação do Professor João Paulo Rodrigues Pires.

Esta investigação enquadra-se na temática “Simetria: Na Interface entre a Arte e a Matemática”, revestindo particular interesse no ensino da Geometria e da Educação Artística.

O presente estudo parte dos conhecimentos que os alunos adquiriram no 2º Ciclo do Ensino Básico sobre o conceito de simetria; da análise do Programa de Matemática do 2º Ciclo; e da Análise do Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais.

Esta investigação terá ainda uma componente de intervenção pedagógica no 3º ciclo numa turma de 7º Ano, durante o 2º período. A intervenção tem como objectivos promover situações de ensino/aprendizagem na Área da Geometria, através da Exploração da Obra de Arte, como meio facilitador na aquisição de diversas competências da Educação Artística.

A abordagem da Simetria através da Exploração da Obra de Arte permitirá aos alunos definir e adquirir conceitos geométricos; descodificar diferentes linguagens e códigos artísticos e comparar diferentes formas de expressão. A identificação dos tipos de simetria em várias obras permitirá aos alunos conhecer diversas tipologias artísticas, uma vez que serão analisados elementos arquitectónicos; elementos escultóricos; pintura; fotografia etc.

Numa das últimas fases do projecto, os alunos realizarão um projecto em que terão que aplicar um dos tipos de simetria estudados anteriormente e realizarão um painel de mosaico.

Este projecto permitirá que os alunos desenvolvam a sua percepção visual através das transformações geométricas, nomeadamente a simetria por reflexão, rotação e translação; desenvolvam o seu sentido crítico e estético através da interpretação de obras e trabalhem a sua criatividade, a partir do momento em que estão em contacto com novos materiais e novas técnicas de trabalho.

A metodologia escolhida para a realização da tese foi a Investigação-Acção, por conseguinte terei que utilizar algumas técnicas de recolha de informação, nomeadamente a análise documental; Inquéritos por entrevista aos alunos da turma; Inquéritos por

SIMETRIA: *Na Interface entre a Arte e a Matemática*

Questionário à professora de Educação Visual; gravação de vídeo/áudio e registo fotográfico. Estes materiais permitirão realizar um estudo mais aprofundado e viável.

Os dados recolhidos serão apenas divulgados no relatório final do estudo, sendo o anonimato e confidencialidade dos seus protagonistas salvaguardado.

Detalhes da Intervenção:

Turma: 7ºC

Duração: 7 aulas – De 07.01.2011 a 25.02.2011

Tema: Simetria: Na Interface entre a Arte e a Matemática. O objectivo deste projecto é que os alunos adquiram o Conceito de Simetria (reflexão, rotação e translação) através da abordagem da Arte Islâmica. O produto final será a realização de pequenos painéis de mosaicos.

Instrumentos de recolha de dados: Teste diagnóstico; entrevista aos alunos; entrevista ao professor da disciplina; grelha de observação de aulas; e registo fotográfico.

Autorizações: Já foram entregues aos encarregados de educação, na reunião de pais em Janeiro.

Neste sentido, solicito a V. Ex.^a se digne autorizar a realização da referida investigação, desde esta data até ao final do ano lectivo.

Com os melhores cumprimentos,

Arrentela, 05 de Dezembro, 2010

(Joana Isabel Gaudêncio Matos)

Autorização para os Encarregados de Educação

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE NUN'ÁLVARES – 2010/11

Aos Encarregados de Educação dos alunos da turma 7º C

PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO

Joana Isabel Gaudêncio Matos, docente contratada do Agrupamento de Escolas de Nun'Álvares, do grupo de recrutamento 240, pretende realizar um trabalho de investigação, inserido no projecto de preparação da dissertação de Mestrado em Ensino de Educação Visual e Tecnológica no Ensino Básico, na Escola Superior de Educação de Setúbal, sob a orientação do Professor João Paulo Rodrigues Pires.

Esta investigação enquadra-se na temática "Simetria: Na Interface entre a Arte e a Matemática", revestindo particular interesse no ensino da Geometria e da Educação Artística.

Esta investigação terá ainda uma componente de intervenção pedagógica no 3º ciclo numa turma de 7º Ano, durante o início o 2º Período. A intervenção tem como objectivos promover situações de ensino/aprendizagem na Área da Geometria, através da Exploração da Obra de Arte, como meio facilitador na aquisição de diversas competências da Educação Artística.

A fim de possibilitar a concretização deste estudo, venho por este meio solicitar a V. Ex.ª autorização para a aplicação de questionários, assim como, para a gravação áudio/vídeo e registo fotográfico das aulas ao longo do 2º período, aspecto imprescindível para a realização de uma análise mais rigorosa dos dados relevantes para o estudo em causa. A gravação e registo fotográfico destina-se única e exclusivamente para este fim e os dados recolhidos serão absolutamente confidenciais.

Mais se informa que este estudo não põe em causa o cumprimento do Programa da disciplina.

Sobre este pedido foi dado conhecimento à Direcção do Agrupamento.

Na expectativa de poder contar com a V. colaboração, solicito que seja dada autorização no espaço abaixo indicado.

Desde já apresento os meus melhores cumprimentos.

Joana Isabel Gaudêncio Matos

3 de Janeiro de 2011

✂.....

(Nome) _____ Encarregado(a) de Educação do(a)
aluno(a) _____, n.º _____, turma _____, declaro que
autorizo a aplicação de inquéritos e o registo áudio/vídeo e fotográfico das aulas acima referidas.

Assinatura _____

Apêndice B - Planificação da Unidade de Trabalho



Competências	Conteúdos	Metodologias/ Estratégias	Actividades	Recursos	Avaliação (métodos e instrumentos)	Avaliação (indicadores)	Cronograma
- Identificar, distinguir e aplicar os conceitos de simetria. - Criar composições a partir de um módulo e da sua repetição.	Forma (Dinâmica/Movimento) - Ritmos visuais (simetria de translação, reflexão e rotação).	- Verificar os conhecimentos sobre simetria que os alunos adquiriram no 2º Ciclo, através da realização de uma ficha diagnóstica.	Ficha Diagnóstica - Realização de uma ficha diagnóstica sobre simetria.	- Ficha	- Ficha.	- Identificação do conceito de simetria; - Distinção entre os três tipos de simetria.	Dia 07 de Janeiro 90 minutos (45m+45m)
- Identificar características da arte de diferentes povos, culturas e épocas.	Papel da Imagem na Comunicação	- Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação como forma de dinamizar as aulas. - Visualização de vídeos como forma de transmitir uma	PowerPoint – A Cultura Islâmica - Visualização de um PowerPoint sobre a cultura islâmica; - Visualização de vídeos sobre: a religião; a arte; a	- Projector; - Portátil;	- Grelha de Observação de aulas;	- Atenção; - Participação.	

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

		realidade mais fiel desta cultura aos alunos.	dança entre outros costumes.				
- Identificar e distinguir os conceitos de simetria nas imagens de Obras de Arte Islâmica.	<p>Forma (Dinâmica/Movimento)</p> <p>- Ritmos visuais (simetria de translação, reflexão, rotação e a assimetria).</p> <p>Estrutura (Módulo-padrão, malhas).</p> <p>- Compreender os conceitos de módulo e de padrão.</p>	<p>- Utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação para dinamizar as aulas.</p> <p>- Análise de imagens de obras de Arte Islâmica com os alunos.</p>	<p>PowerPoint – A Simetria na Arte Islâmica</p> <p>- Visualização de uma apresentação em Power Point sobre o conceito de simetria.</p>	<p>- Projector;</p> <p>- Portátil.</p>	<p>- Grelha de Observação de aulas;</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo.</p>	<p>- Atenção;</p> <p>- Participação.</p>	<p>Dia 14 de Janeiro 90 minutos (45m+45m)</p>
- Identificar, distinguir e aplicar os conceitos de simetria.	<p>Forma (Dinâmica/Movimento)</p> <p>- Ritmos visuais (simetria</p>	<p>- Utilizando espelhos, os alunos irão procurar simetrias de reflexão em diversas figuras e posteriormente em</p>	<p>Actividade I - Jogos de Espelhos</p> <p>- Exercícios com Espelhos;</p> <p>- Ficha para registo</p>	<p>- Espelhos;</p> <p>- Obras de Arte Impressas;</p> <p>- Ficha para</p>	<p>- Grelha de Observação de aulas;</p> <p>- Ficha com o</p>	<p>- Identifica de forma clara a situação em estudo.</p>	

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

	reflexão).	imagens de obras de Arte Islâmica. - Preenchimento de uma tabela como forma de registar o seu raciocínio.	das conclusões.	apontar os resultados.	registo das conclusões dos alunos; - Registo Fotográfico; - Registo de vídeo.		
- Identificar, distinguir e aplicar os conceitos de simetria.	Forma (Dinâmica/Movimento) - Ritmos visuais (simetria de translação, reflexão e rotação).	- Através da técnica do Kirigami, os alunos irão realizar três exemplares sendo que cada um representa um tipo de simetria. Assim através do tipo de dobragens que realizam, os alunos encontram tipos de simetria diversificados.	Actividade II - Construindo Kirigamis - Aplicação da Técnica do Kirigami.	- Papel colorido; - Tesoura.	- Grelha de Observação de aulas; - Análise do produto final desta actividade. - Registo Fotográfico; - Registo de vídeo.	- Identifica de forma clara a situação em estudo; - Compreende facilmente novas técnicas.	
- Identificar, distinguir e aplicar os conceitos de simetria e assimetria.	Forma (Dinâmica/Movimento) - Ritmos visuais (simetria de translação,	- Utilizando fotocópias de Obras de Arte Islâmica, os alunos identificarão os diferentes tipos de simetria;	Actividade III – Procurando simetrias na Arte Islâmica - Identificação de Simetrias em	- Imagens impressas de obras de Arte; - Ficha.	- Grelha de Observação de aulas; - Tabela com o registo das conclusões a que	- Identifica de forma clara a situação em estudo;	

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

	reflexão e rotação). Estrutura (Módulo-padrão, malhas). - Identificar os conceitos de Módulo e Padrão.	- Como forma de avaliar e perceber o seu raciocínio, os alunos preencherão uma tabela registando as suas conclusões.	imagens de obras de Arte Islâmica; - Registo dos resultados numa tabela.		os alunos chegaram com esta actividade. - Registo Fotográfico; - Registo de vídeo.		Dia 21 de Janeiro 90 minutos (45m+45m)
- Identificar características das Mandalas. - Percepção do projecto que se irá desenvolver.	Papel da Imagem na Comunicação	- Como forma de esclarecer as dúvidas ainda existentes sobre o trabalho que se vai realizar e de solidificar as aprendizagens adquiridas através do PowerPoint, será entregue aos alunos uma ficha informativa.	Ficha Informativa – Mandalas e o Processo de Trabalho - Entrega de uma ficha informativa sobre mandalas e o sobre o processo de trabalho que se vai desenvolver.	- Ficha Informativa.	- Grelha de Observação de aulas;	- Compreensão do Projecto que a turma irá desenvolver.	
- Identificar, distinguir e aplicar	Forma (Dinâmica/Movim	- Constituição dos grupos de trabalho;	Estudos sobre a Mandala	- Papel Cavalinho;	- Grelha de Observação de	- Identifica de forma clara a	

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

<p>os conceitos de simetria.</p> <p>- Criar composições a partir de um módulo e da sua repetição.</p>	<p>ento)</p> <p>- Ritmos visuais (simetria de translação, reflexão e rotação).</p> <p>Estrutura (Módulo-padrão, malhas).</p> <p>- Realizar estruturas modulares (padrões) visuais.</p>	<p>- Realização de estudos de mandalas em papel cavalinho – tendo em conta o conceito de simetria abordado anteriormente.</p> <p>- Pintura com lápis de cor.</p>	<p>- Estudo para a construção de uma Mandala.</p> <p>- Aplicação da cor de acordo com os ladrilhos disponíveis.</p>	<p>- Materiais Riscadores;</p> <p>- Materiais de desenho geométrico.</p>	<p>aulas;</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo;</p> <p>- Trabalhos dos alunos.</p>	<p>situação em estudo;</p> <p>- Aplica correctamente os conceitos de simetria nos estudos da Mandala.</p>	
<p>- Aplicar de forma rigorosa a técnica da impressão, utilizando o papel químico;</p> <p>- Analisar e valorizar a importância das</p>	<p>Higiene e Segurança no Trabalho</p> <p>- Sistemas de protecção e segurança;</p>	<p>- Passagem da Mandala para o suporte onde o painel de mosaicos vai ser realizado, através do papel químico.</p> <p>- Ficha informativa</p>	<p>Impressão do Estudo da Mandala na Placa de Platex</p> <p>- Passagem da Mandala para a placa de platex.</p> <p>Ficha Informativa</p>	<p>- Papel químico;</p> <p>- Placa de Platex;</p> <p>- Fichas Informativas.</p>	<p>- Grelha de Observação de aulas;</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo;</p> <p>- Trabalhos dos</p>	<p>- Realiza com eficácia a impressão do estudo para a placa de platex.</p> <p>- Aplica as regras e normas de segurança e</p>	

normas de segurança.	- Comportamentos seguros no trabalho técnico; - Normas e regras de segurança.	sobre Segurança e Higiene no Trabalho. - Ficha informativa sobre a técnica do mosaico.	sobre Segurança e Higiene no Trabalho - Entrega de uma ficha informativa a cada aluno sobre segurança e higiene no trabalho. Ficha Informativa sobre a Técnica do Mosaico. - Entrega de uma ficha informativa sobre a técnica do mosaico e as etapas do trabalho.		alunos.	higiene no trabalho.	Dia 28 de Janeiro 90 minutos (45m+45m)
- Desenvolver a motricidade na utilização de diferentes técnicas artísticas. - Experimentar novas ferramentas de trabalho.	Conceitos, princípios e operadores tecnológicos - Materiais transformados, características	- Corte de ladrilhos cerâmicos, utilizando o martelo e a turquês.	Corte dos Ladrilhos Cerâmicos - Corte dos ladrilhos de Cerâmica para o trabalho.	- Ladrilhos cerâmicos; - Turquês; - Martelo.	- Grelhas de Observação de aulas. - Registo Fotográfico; - Registo de vídeo.- Início da aplicação dos ladrilhos	- Utiliza correctamente utensílios/ferramentas específicas e equipamentos.	

	físicas e aplicações técnicas.				cerâmicos.		
<p>- Desenvolver a motricidade na utilização de diferentes técnicas artísticas.</p> <p>- Aplicar com eficiência e rigor os ladrilhos cerâmicos na placa de platex.</p>	<p>Conceitos, princípios e operadores tecnológicos</p> <p>- Procedimentos mais correntes nos processos de fabricação - construção: por recobrimento.</p>	<p>- Início da aplicação dos ladrilhos cerâmicos no suporte utilizando cola branca.</p>	<p>Início da aplicação dos ladrilhos na placa de platex</p> <p>- Aplicação dos ladrilhos cerâmicos como forma de pavimentar o desenho da Mandala na placa de platex.</p>	<p>- Placa de platex;</p> <p>- Ladrilhos cerâmicos;</p> <p>- Cola Branca;</p> <p>- Turquês.</p>	<p>- Grelhas de Observação de aulas.</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo;</p> <p>- Trabalhos dos alunos.</p>	<p>- Aplica os diferentes materiais tendo em conta as suas características;</p> <p>- Aplica as ferramentas específicas aos materiais a trabalhar.</p>	<p>Dia 04 de Fevereiro</p> <p>90 minutos</p> <p>(45m+45m)</p>
<p>- Desenvolver a motricidade na utilização de diferentes técnicas artísticas.</p> <p>- Aplicar com eficiência e rigor os ladrilhos cerâmicos na placa de platex.</p>	<p>Conceitos, princípios e operadores tecnológicos</p> <p>- Procedimentos mais correntes nos processos de fabricação - construção: por recobrimento.</p>	<p>- Continuação da aplicação dos ladrilhos cerâmicos na placa de platex.</p>	<p>Continuação da aplicação dos ladrilhos na placa de platex</p> <p>- Continuação da aplicação dos ladrilhos cerâmicos.</p>	<p>- Placa de platex;</p> <p>- Ladrilhos cerâmicos;</p> <p>- Cola Branca;</p> <p>- Turquês.</p>	<p>- Grelhas de Observação de aulas.</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo.- Início da aplicação dos ladrilhos cerâmicos.</p> <p>- Trabalhos dos alunos.</p>	<p>- Aplica os diferentes materiais tendo em conta as suas características;</p> <p>- Aplica as ferramentas específicas aos materiais a trabalhar.</p>	<p>Dia 11 de Fevereiro</p> <p>90 minutos</p> <p>(45m+45m)</p>

<p>- Desenvolver a motricidade na utilização de diferentes técnicas artísticas.</p>	<p>Conceitos, princípios e operadores tecnológicos</p> <p>- Procedimentos mais correntes nos processos de fabricação - construção: por recobrimento.</p>	<p>- Finalização da aplicação dos ladrilhos cerâmicos na placa de platex.</p>	<p>Finalização da aplicação dos ladrilhos na placa de platex</p> <p>- Finalização da aplicação dos ladrilhos cerâmicos.</p>	<p>- Placa de platex;</p> <p>- Ladrilhos cerâmicos;</p> <p>- Cola Branca;</p> <p>- Turquês.</p>	<p>- Grelhas de Observação de aulas.</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo.- Início da aplicação dos ladrilhos cerâmicos.</p>	<p>- Aplica os diferentes materiais tendo em conta as suas características;</p> <p>- Aplica as ferramentas específicas aos materiais a trabalhar.</p>	<p>Dia 19 de Fevereiro</p> <p>90 minutos</p> <p>(45m+45m)</p>
<p>- Desenvolver a motricidade na utilização de diferentes técnicas artísticas.</p>	<p>Conceitos, princípios e operadores tecnológicos</p>	<p>- Como forma de facilitar este processo, os alunos irão aplicar uma massa de gesso com o auxílio de uma espátula, como forma de unir os ladrilhos.</p>	<p>Aplicação da massa de gesso como forma de unir os ladrilhos</p> <p>- Aplicação da camada de gesso, como forma de unir os ladrilhos.</p>	<p>- Massa de gesso;</p> <p>- Espátula.</p>	<p>- Grelhas de Observação de aulas.</p> <p>- Registo Fotográfico;</p> <p>- Registo de vídeo.- Início da aplicação dos ladrilhos cerâmicos.</p>	<p>- Aplica os diferentes materiais tendo em conta as suas características.</p>	

Apêndice C - PowerPoint - Cultura Islâmica

Cultura Islâmica

ARTE – RELIGIÃO – COSTUMES – VESTUÁRIO



JOANA MATOS – 2010/2011

Origem

- O Islamismo foi fundado por Maomé no ano de 570 D.C.
- Maomé transmitiu aos muçulmanos o Alcorão – Livro sagrado.
- A religião Islã, que significa à letra “submissão à vontade de Deus”, é também um sistema moral e político.
- Adoração de um único Deus – Alá.

Características

- Religião
- Dança
- Vestuário
- Alimentação
- Arte

Religião

O Islamismo baseia-se nos ensinamentos religiosos do profeta Maomé e do Alcorão. Espalhar a fé islâmica é a missão de todo o muçulmano.



Os “Pilares da Fé” da religião Islâmica são:

- Peregrinação a Meca (pelo menos uma vez na vida);
- Recitar e aceitar a *Shahada* (a profissão de fé);
- Orar cinco vezes ao dia virado para Meca;
- Doação de esmolas;
- Realizar o jejum no mês do Ramadão.

Livro Sagrado do Islamismo

Alcorão – Descreve as leis da vida religiosa, política e social do povo islâmico.



Mesquitas

Mesquita de Meca – importante ponto de peregrinação muçulmana



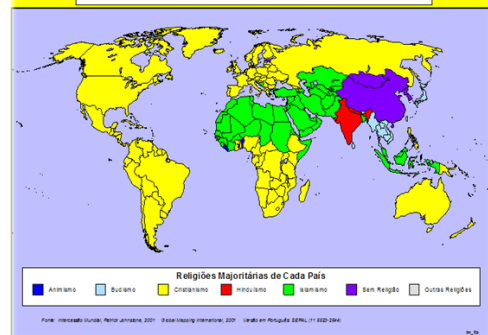
Mesquita em Jerusalém




O Islamismo nos dias de hoje.

- O Islamismo é a segunda religião com maior número de crentes;
- Apenas 18% dos muçulmanos vive no mundo árabe;
- Estima-se que o número de muçulmanos em Portugal ronde os 30 mil.

Quais São As Religiões Predominantes?




Danças




- A Dança do Ventre surgiu há cerca de 700 anos;
- Antigamente este tipo de dança era executado como um ritual de preparação da mulher para se tornar mãe.
- Actualmente, existem vários tipos de dança do ventre, entre as quais:
 - Dança do Véu
 - Dança da Espada
 - Dança da Serpente

Vestuário



- A forma de vestir segue o exemplo do Profeta.
- São obrigados a usar roupa larga, que esconda o corpo e ao mesmo tempo facilite os gestos da oração.
- Homens – Usam turbantes, túnicas e longas capas abertas de algodão ou lã.
- Mulheres - Têm um vestuário semelhante, utilizam também o véu.

Alimentação



Os muçulmanos seguem normas em relação à alimentação. Estas dividem-se em três categorias:

- **Haram** – Alimentos proibidos – Exemplos: porco, cão, gato, cobra, tigre, insectos, pratos preparados com qualquer tipo de sangue, bebidas alcoólicas e seus derivados.
- **Makruh** – Alimentos que podem ser consumidos, embora o seu consumo não seja recomendado – Exemplo: carne de cavalo.
- **Halal** – Alimentos permitidos – Exemplos: legumes em geral, carne de carneiro, ovelha, cabra, boi, frango, galinha e galo, desde que o animal tenha sido abatido seguindo os preceitos da religião islâmica.

A Arte Islâmica

Arte Decorativa	Arquitectura
<ul style="list-style-type: none"> • Caligrafia; • Cerâmica/Vidro; • Tapetes/Tecidos; • Marfim/Madeira; • Decoração mural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesquitas; • Palácios; • Minaretes; • Madrassas (escolas); • Mausoléus (túmulos).

Caligrafia/Ilustração



Cerâmicas/Vidros




Tapetes/Tecidos



Os tapetes e tecidos desde sempre tiveram um papel muito importante na cultura e na religião islâmicas.

No início dos tempos serviam para decorar o interior das tendas à medida que se foram tornando sedentários, as sedas e os tapetes passaram a decorar os palácios.

Nas mesquitas, os tapetes servem para os muçulmanos rezarem, pois estes não devem estar em contacto com a terra.

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

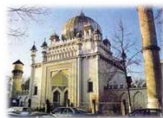


Decoração Mural



- . As decorações, muito frequentes nos edifícios islâmicos, eram realizadas em espaços interiores e exteriores.
- . Os materiais utilizados eram: madeira; tijolo; pedra; mosaicos etc.
- . Normalmente conjugavam zonas de texto com elementos decorativos formados por motivos geométricos ou vegetalistas.

Arquitetura Islâmica



Mesquitas



Minaretes



Madrassas



Palácios



Mausoléus

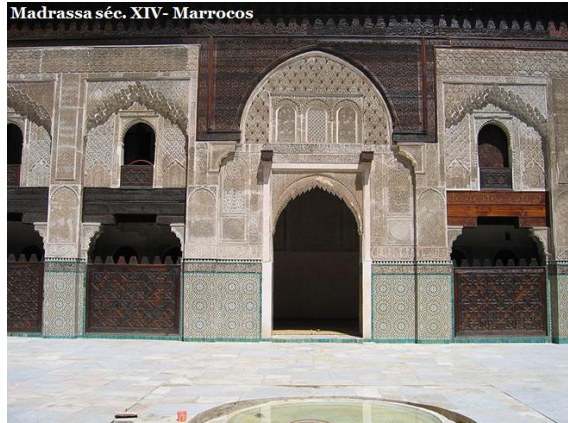
Mesquita de Omar em Jerusalém



Mesquita Moschea di Hassan II - Marrocos



Madrassa séc. XIV - Marrocos



Arquitetura militar - Tunísia



Mausoléu de Khoja Ahmed Yasawi, Cazaquistão, séc. XIV



Alhambra – Granada



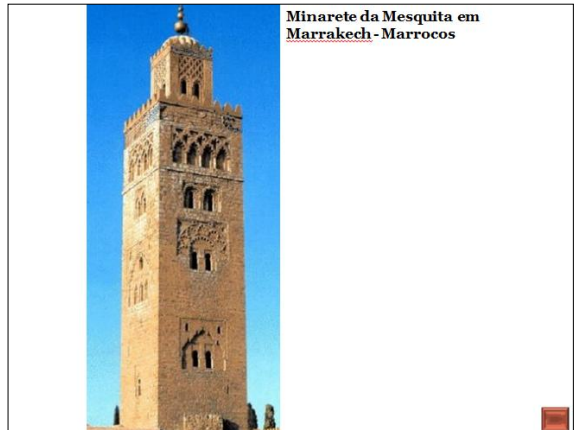
Alhambra – Pátio Interior



Taj Mahal - India



Minarete da Mesquita em Marrakech - Marrocos



Bibliografia

- ✓ *Arte Islâmica*. In **Infopédia** [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2010. [Consult. 2010-12-20]. Disponível em www: <URL: <http://www.infopedia.pt/Sarte-islamica>>.
- ✓ *Arte Islâmica* - Visual *Encyclopedia of Art*, Florence: Scala, 2009.
- ✓ *Artistic Introduction - Islamic Art in the Mediterranean*[Em linha]. [Consult. 2010-12-20] Disponível em www: <URL: <http://www.discoverislamicart.org/gai/ISL/index.php>>
- ✓ *Islamic Art at the Los Angeles County Museum of Art* [Em linha] . [Consult. 2010-12-22] Disponível em www: <URL: http://www.lacma.org/islamic_art/intro.htm>

Apêndice D - PowerPoint - A Simetria na Arte Islâmica

A Simetria na Arte Islâmica

Joara Matos - MEVT - 2010/2011

Que imagens têm ou não têm simetria?

Simetria: De que falamos?

Serão as mãos simétricas?

Será a nossa cara simétrica?

Será que existe simetria nas obras de Arte Islâmica?

Simetria: De que falamos?

A noção de simetria, sendo essencial em Matemática, não é exclusiva deste campo:

"Simetria é uma ideia que o homem tem usado ao longo dos tempos para tentar compreender e criar ordem, beleza e perfeição."
(Serra, 1993, p. 304, cit. Weyl)

"A noção de simetria é deveras importante em Matemática, nas artes visuais e em diversas ciências como a Cristalografia e a Física."
(Oliveira, 1997, p. 70)

Em Geometria:

"Quando a imagem de uma figura, (...) coincide com a figura original, então a figura tem simetria."
(Serra, 1993)

Simetria: De que falamos?

- Falar de simetria é falar de **simetria de uma figura**.
Exemplos: Recta, rectângulo, esfera, desenho artístico (...);
- Não tem sentido perguntar se as duas bonecas (duas figuras) são simétricas...

- ... embora possa perguntar-se se a boneca (uma tem simetria.

Simetria: De que falamos?

- É uma transformação geométrica que mantém as distâncias; as figuras do plano são transformadas noutras geometricamente iguais.
- Existem quatro tipos de simetria:
 - Reflexão;
 - Translação;
 - Rotação;
 - Reflexão deslizante.

} **Tipos de simetrias que vamos trabalhar no nosso projecto.**

Simetria: De que falamos?

- É uma transformação geométrica que mantém as distâncias; as figuras do plano são transformadas noutras geometricamente iguais.
- Existem quatro tipos de simetria:
 - Reflexão;
 - Translação;
 - Rotação;
 - Reflexão deslizante.

} **Tipos de simetrias que vamos trabalhar no nosso projecto.**

"A simetria de reflexão também se designa por simetria axial; o eixo de reflexão também se designa por eixo de simetria ou linha de simetria."
(Serra, 1993, p. 305)


Eixo de simetria?

1 eixo de simetria ? eixos de simetria ? eixos de simetria ? eixos de simetria ? eixos de simetria

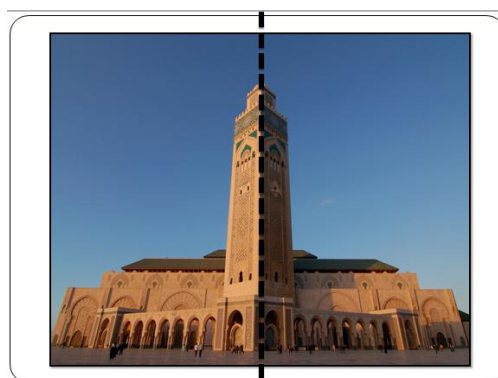
Eixo de simetria de uma figura: Recta (sobre a qual se faz a dobra ou se coloca o espelho...) que divide a figura ao meio de modo que uma metade da figura seja a reflexão da outra metade.

Soluções:

Eixo de simetria?




1 eixo de simetria 2 eixos de simetria 6 eixos de simetria 0 eixos de simetria 4 eixos de simetria



Simetria de Translação de uma figura.

Como a reconhecemos? Várias hipóteses...

- ✓ Se podemos movimentar a figura segundo uma dada distância e uma dada direcção, de tal modo que as figuras coincidam com a figura original;
- ✓ Se a figura for infinita, existe essa possibilidade...





Simetria Rotacional de uma figura.

Existe, pelo menos, uma rotação com uma amplitude superior a 0° e inferior a 360° que deixa a figura globalmente invariante.

Como a reconhecemos? Várias hipóteses...

- ✓ Se conseguirmos girar a figura em torno de um ponto fixo, de modo a que a imagem resultante, através da rotação, coincida com a figura original.



Figuras com simetria rotacional






Figura sem simetria rotacional

Que simetrias rotacionais tem a figura?



C = Centro da simetria rotacional (ponto em torno do qual a figura "roda")

Ângulo da simetria rotacional: ângulo orientado que descreve o "movimento" da figura.



Um quarto de volta Meia volta três quartos de volta uma volta inteira

Simetrias na arte decorativa: o caso das rosáceas

Rosáceas

- ✓ Figuras compostas por diversos módulos geometricamente iguais que se repetem por rotação. O centro de rotação é sempre o mesmo ponto.
- ✓ Têm sempre simetrias rotacionais, podendo ter também simetrias de reflexão.



Bibliografia e outros materiais consultados

- ✓ Arte Islâmica - Visual [Encyclopedia of Art](#), Florence: Scala, 2009.
- ✓ Bastos, R. (2006). Notas sobre o Ensino da Geometria do Grupo de Trabalho de Geometria da APM - Simetria. *Educação Matemática*, 88, 9-11.
- ✓ Bastos, R. (2007). Notas sobre o ensino da Geometria: Transformações geométricas. *Educação e Matemática*, 94, 23-27.

Documentos não publicados

- ✓ Conjunto de slides sobre Simetria e frisos elaborados pela equipa do Programa de Formação Contínua em Matemática para professores dos 1º e 2º ciclos da Universidade de Évora (2010).

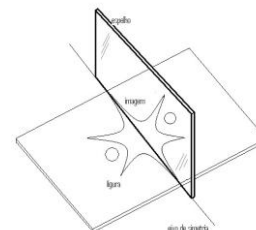
Apêndice E - Actividade I – Jogos de Espelhos




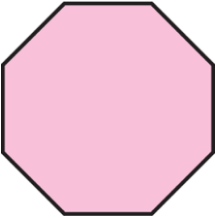


Nome: _____ Nº _____ Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____

Actividade I – Jogo de Espelhos

Utilizando o espelho, descobre os eixos de simetria de cada figura.

Regista as tuas conclusões na tabela.



Figuras	Nº de Eixos de Simetria
 Figura 1	
 Figura 2	
 Figura 3	
 Figura 4	
 Figura 5	
 Figura 6	

Bom Trabalho ...

Apêndice F - Actividade II – Construindo Kirigamis

Escola Básica 2º e 3º Ciclos

Disciplina De Educação Visual – 7º Ano – Professora Joana Matos

Nome: _____ Nº _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

Actividade II – Construindo Kirigamis...

Preenche a tabela. Diz que tipos de simetria podes encontrar em cada Kirigami.

Dobragem Tipo 1
Dobragem Tipo 2
Dobragem Tipo 3

Bom Trabalho ...

Apêndice G - Actividade III – Procurando Simetrias da Arte Islâmica







Escola Básica 2º e 3º Ciclos

Disciplina De Educação Visual – 7º Ano – Professora Joana Matos

Nome: _____ Nº _____ Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____

Actividade III – Procurando simetrias na Arte Islâmica

Preenche a tabela de acordo com as simetrias que encontras em cada imagem.

Imagens de obras de Arte Islâmica	Tipos de Simetria		
	Reflexão	Translação	Rotação
 <p>Imagem1 - Palácio de Alhambra, Granada, Espanha.</p>			
 <p>Imagem 2 - Azulejo Islâmico, Palácio Alhambra, Granada, Espanha</p>			
 <p>Imagem 3 - Friso do Palácio Alhambra, Granada</p>			
 <p>Imagem 4 - Tumba de Humayun Padisah, Delhi, Índia</p>			
 <p>Imagem 5 - Detalhe da Mesquita de Divendes, Isfahan, Irão</p>			
 <p>Imagem 6 - Detalhe do interior da Mesquita Azul de Istambul.</p>			

Bom Trabalho...

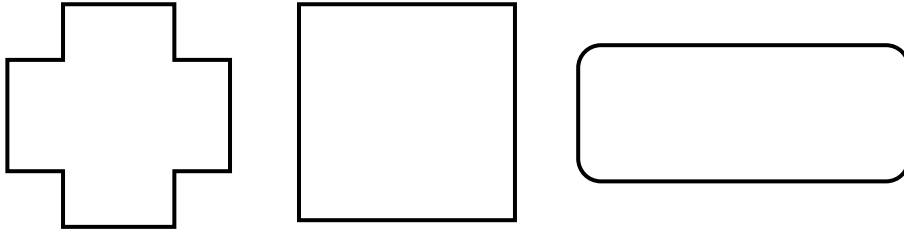
Apêndice H – Pré-Teste

Escola Básica 2º e 3º Ciclos

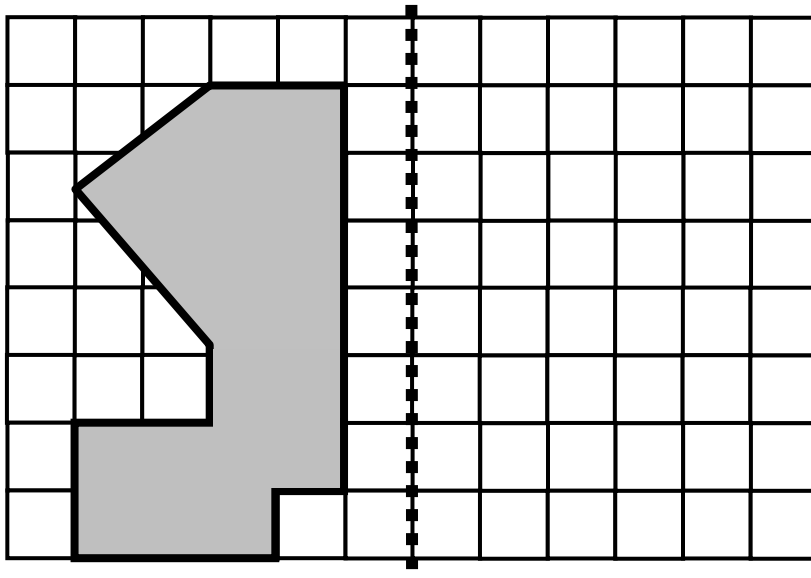
Disciplina De Educação Visual – 7º Ano – Professora Joana Matos

Nome: _____ Nº _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

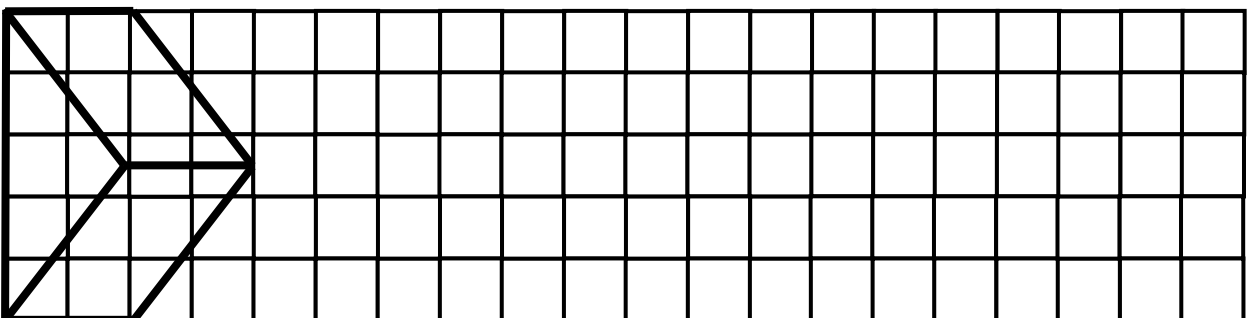
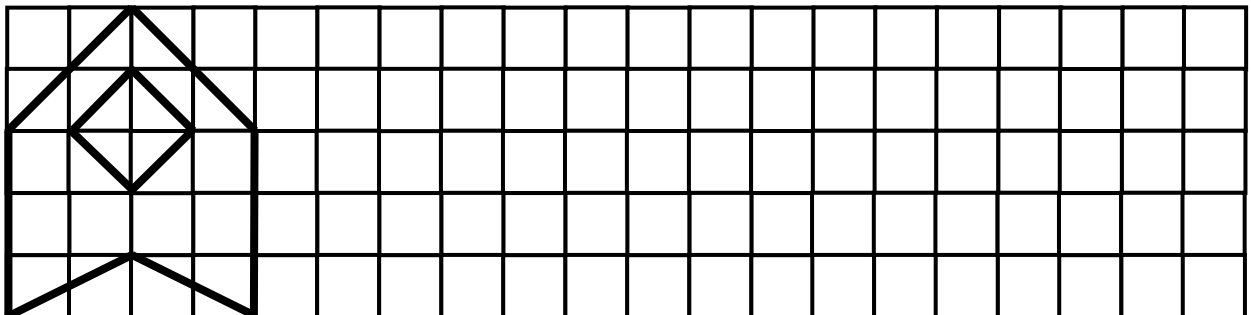
1. Assinala em cada figura, com linhas a tracejado, todos os eixos de simetria que consegues encontrar.

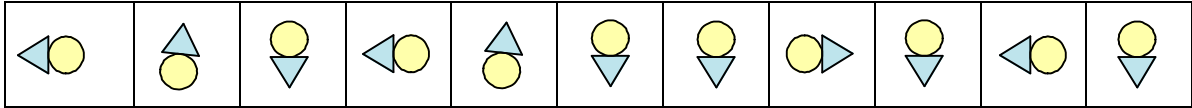


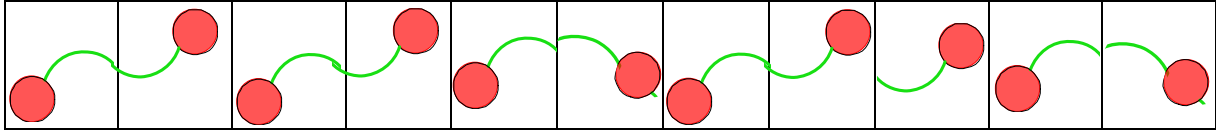
2. Usando as quadrículas continua o desenho de modo a que cada uma das figuras obtidas tenha simetria.



3. Continua os Frisos.







5. Bandeiras e frisos

5.1 Nas figuras seguintes está representado um esquema de uma bandeira que é a mesma em todos os casos. Em cada uma das figuras acrescenta mais quatro bandeiras, de forma a não alterar a sua sequência.

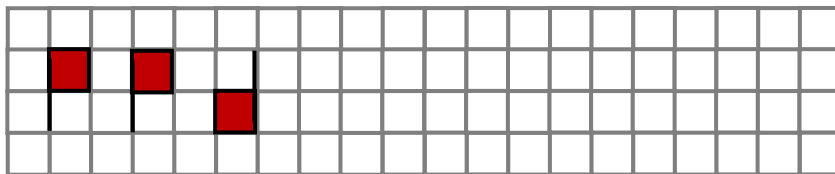


Figura 1

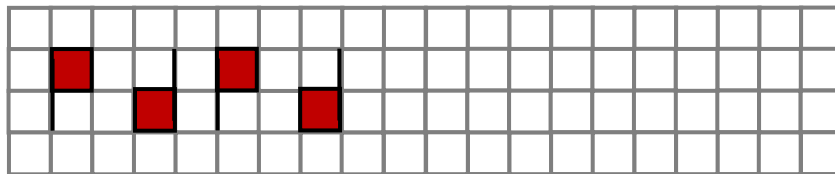


Figura 2

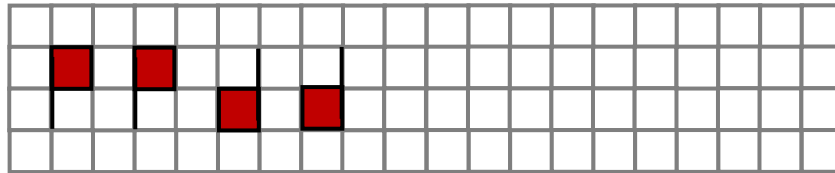
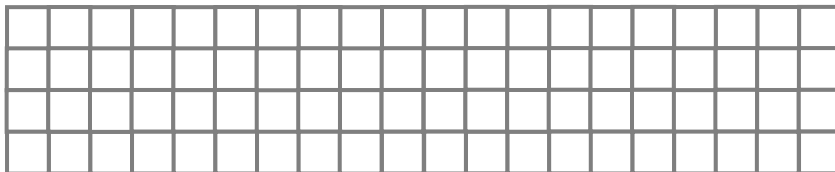


Figura 3

5.2 Agora, utilizando, o esquema da bandeira, constrói tu um friso.



6. Construindo um painel de azulejos

6.1 Utilizando o Azulejo (figura 1), constrói um painel de azulejos utilizando a simetria de rotação.

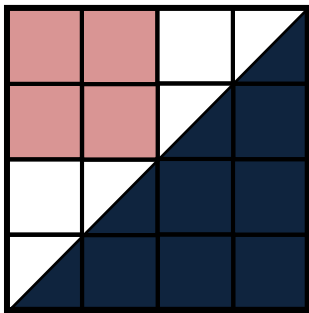
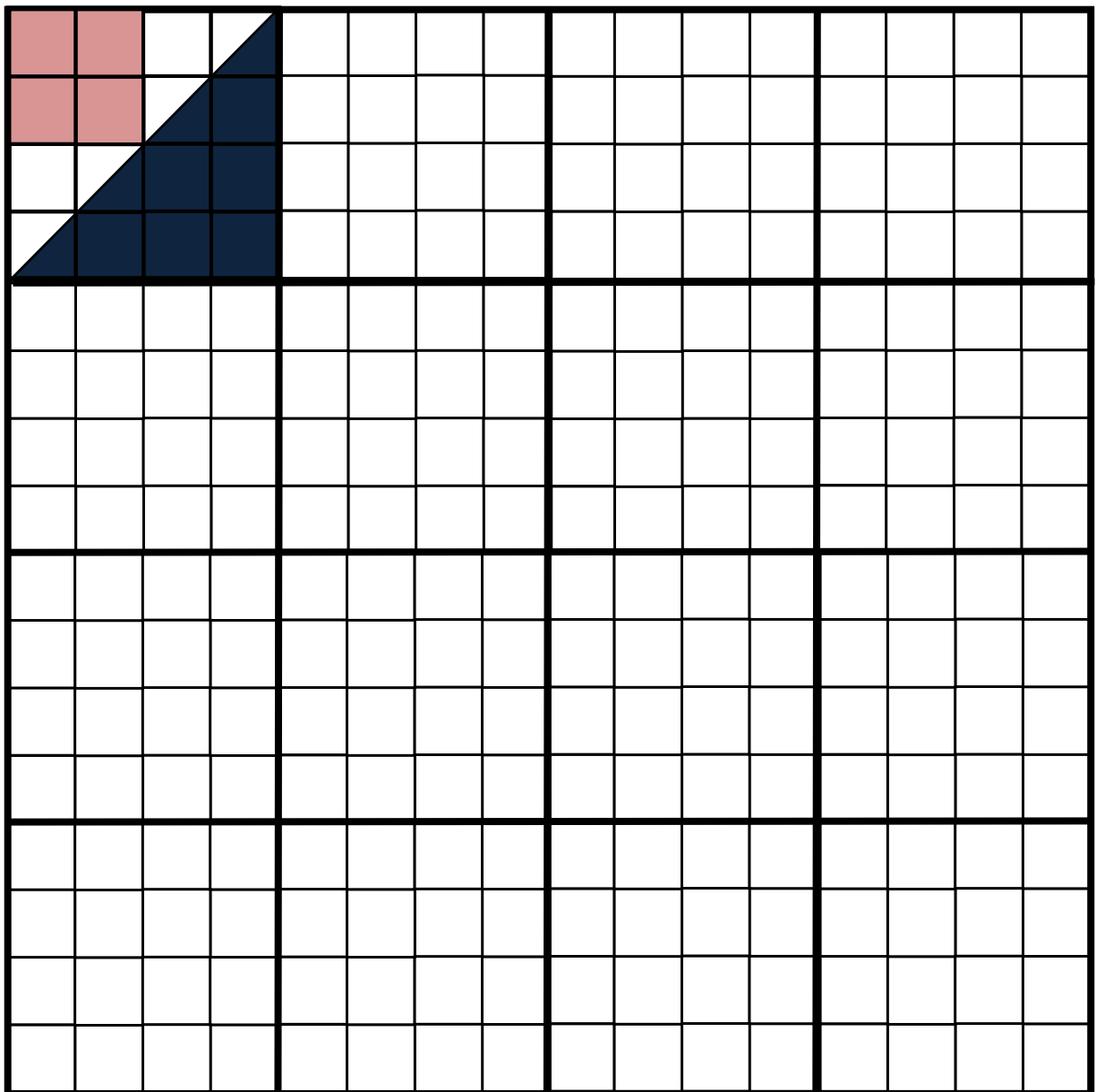


Figura 1



Bom Trabalho

Apêndice I - Power Point – Mandalas

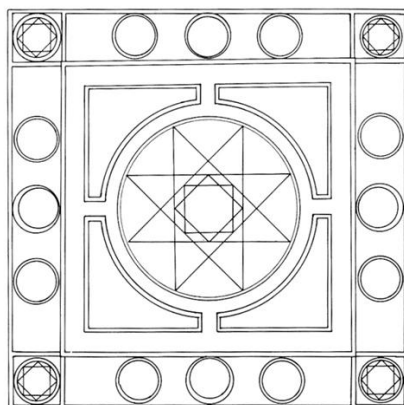
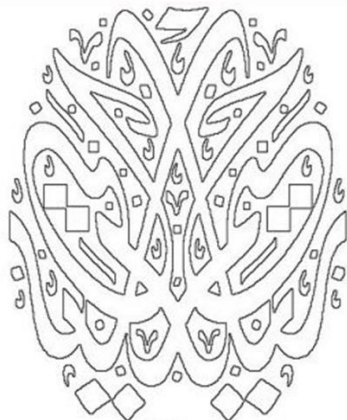
Mandalas

Joana Matos - MEVT - 2010/2011

Mandalas: De que falamos?

- “Mandala” – termo que significa “círculo” e “círculo mágico”;
- Designa as figuras geométricas formadas a partir do centro de um círculo ou de um quadrado, configurando um espaço sagrado.

- Estas formas plásticas são usualmente utilizadas como instrumentos de concentração na prática meditativa, podendo ser moldadas em areia, desenhadas, pintadas, construídas nas paredes ...
- A Mandala é um símbolo espiritual utilizado em várias religiões do Extremo Oriente como por exemplo o budismo, o hinduísmo e o islamismo.

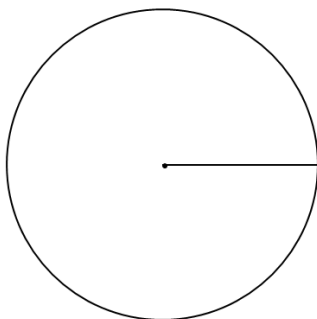


SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática



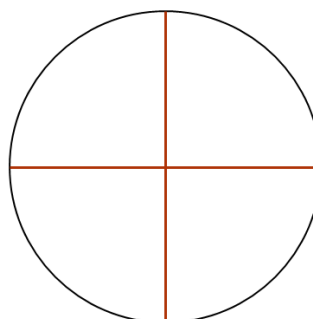
Actividade – Construção de uma Mandala

Numa folha de papel cavalinho A4 desenha uma circunferência com um raio igual a 10,5 cm.



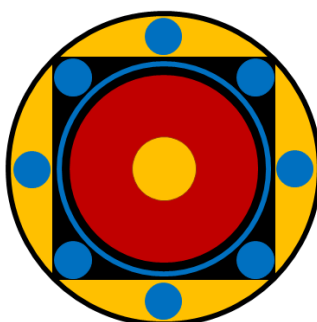
Actividade – Construção de uma Mandala

Divide a tua circunferência em quatro partes iguais, para ser mais fácil construir uma Mandala.



Actividade – Construção de uma Mandala

Utilizando os tipos de simetria estudados anteriormente, realiza um estudo para uma Mandala.



Actividade – Construção de uma Mandala

A última etapa do trabalho, será a construção da Mandala com ladrilhos cerâmicos.



Endereços de internet consultados:

- ✓ <http://www.mandalas.com/>
- ✓ <http://www.mandalaproject.org/>
- ✓ http://www.bragancanet.pt/victorialand/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=43

Apêndice J – Pós-Teste

Escola Básica 2º e 3º Ciclos

Disciplina De Educação Visual – 7º Ano – Professora Joana Matos

Nome: _____ Nº _____ Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____

Ficha de Avaliação

Grupo I

A Simetria

Falar de simetria é falar de simetria de uma figura...



1. Simetria de Reflexão de uma Figura

1.1 Explica como descobres se uma figura tem simetria de reflexão.

1.2 Explica o que é um eixo de simetria de uma figura.

2. Simetria de Translação de uma figura.

Explica como descobres se uma figura tem simetria de translação.

3. Simetria de Rotação de uma figura.

Explica como descobres se uma figura tem simetria de rotação.

Grupo II

1. Analisa se as figuras seguintes têm simetria de reflexão. Regista as tuas conclusões e justifica-as.



Fig.1



Fig.2



Fig.3



Fig.4

2. Utilizando um marcador assinala nas figuras os seus eixos de simetria.



3. Frisos na arte islâmica.

Utilizando a forma do arco de uma mesquita islâmica  , desenha um friso.

4. Para cada uma das figuras, descreve os tipos de simetrias que encontras. Podes usar um marcador para assinalar elementos que ajudem a explicar as tuas ideias.



Fig.1



Fig.2

Bom Trabalho...

Apêndice K - Guião de Entrevista aos Alunos

Guião de Entrevista

A. A SIMETRIA NA ARTE ISLÂMICA

A.1 - Percurso Escolar

A.2 - Simetria

A.3 - Projecto

A.4 - Opiniões Pessoais

Perguntas	Subcategorias	Indicadores
1. Durante o teu percurso escolar o conceito de simetria foi abordado?	A.1. Percurso Escolar	TRANSVERSALIDADE
1.1. Em que disciplina?		
1.2. Como é que o professor abordou este conceito?		
1. O que é simetria?	A.2. Simetria	CONCEITO
2. Para que serve a simetria na arte?		FINALIDADE ATRIBUÍDA
3. Consegues identificar os diversos tipos de simetria nos objectos, na tua rua, na tua casa? Exemplifica.		VIVÊNCIA PESSOAL
1. O que mais te agradou neste projecto?	A.3. Projecto	IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA
2. Quais as aprendizagens mais importantes, que este projecto te proporcionou?		
1. Na tua opinião, como achas que se aprende melhor o conceito de simetria? [através do recurso a imagens de objectos artísticos ou apenas explicando o conceito]	A.4. Opiniões Pessoais	OPINIÃO
2. Qual é a tua opinião sobre o facto de os professores utilizarem imagens de objectos artísticos para transmitir aprendizagens nas suas aulas?		
3. De que forma projecto serviu para adquirires novos conhecimentos sobre a Cultura Islâmica? (Religião, Arte e Costumes)		

Apêndice L - Grelha de Análise da Entrevista aos Alunos

Indicadores	Subcategorias	Perguntas	A2	A3	A5	A6	A11	A20	A24
Transversalidade	Percurso Escolar	1. Durante o teu percurso escolar o conceito de simetria foi abordado?	“Sim”	“Nas outras disciplinas já, mas quando ia pela rua não ligava a isso...”	“Sim.”	“No 6º Ano, fizemos alguns trabalhos sobre a simetria, mas foram poucos não aprendemos muito.”	“Sim...”	“Não...”	“Sim.”
		1.1. Em que disciplina?	“Em E.V.T. e Matemática”	“Em E.V.T e em matemática no 4º ano, talvez.”	“Em matemática e E.V.T. no 6º ano”	“Em E.V.T.”	“Em E.V.T. e talvez no 4º ano.”	_____	“Se não me engano foi no 5º ano em E.V.T.”
		1.2. Como é que o professor abordou este conceito?	<p>“Usámos o compasso, porque numa simetria de translação, fizemos como se fossem círculos e ele tentava explicar os diferentes tipos de simetria”</p> <p>“Na simetria de rotação também utilizámos o compasso, fomos rodando, fazendo vários círculos, como aquela figura que a professora colocou no teste”.</p>	<p>“Por exemplo em matemática o professor desenhava no quadro para nós passarmos para o caderno, desenhava uma parte do desenho para nós desenharmos a outra, a simetria de reflexão.”</p>	<p>“O de matemática explicou e fez exercícios. Tinha uma figura com uma linha e tínhamos que fazer o outro lado”</p>	<p>“Mostrou alguns vídeos, deu-nos umas fichas para fazermos, coisas poucas, não fizemos muitas coisas sobre isso, começamos logo outras matérias.”</p> <p>“Aplicámos a simetria, apenas nas fichas de avaliação e em exercícios com régua, compasso e esquadro.”</p>	<p>“Fizemos o eixo de simetria, depois o professor fez várias formas geométricas, rectas, figuras no quadro...”</p>	_____	<p>“Ele meteu uma imagem, traçou uma linha e disse que era a linha de simetria que divide a figura em duas partes iguais”</p> <p>“Essa imagem era um quadrado.”</p> <p>“Também deu a simetria de rotação, mas translação não deu.”</p>

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

<p style="text-align: center;">Conceito</p>	<p style="text-align: center;">Simetria</p>	<p>1. O que é simetria?</p>	<p>“São os vários objectos ou desenhos que se usam no dia-a-dia que podem ser repetidos, rodados.”</p> <p>“Simetria é um movimento”</p>	<p>“Sei explicar mas não sei dizer... por exemplo a de reflexão é o que usa uma parte igual à outra, a que utilizamos nas mandalas é a de rotação, e a outra de repetir várias vezes é a de translação.”</p>	<p>“O da mandala, que é a rotação”</p> <p>“Simetria de reflexão”</p> <p>“Na outra não me lembro do nome... a figura repete-se muitas vezes sempre na mesma direcção e é infinita... a simetria de translação.”</p>	<p>“Vários tipos de simetria... alguns podem dividir a imagem em duas partes iguais... a reflexão; a translação em que a figura está repetida, sendo a figura igual sem nenhuma diferença. ”</p>	<p>“A simetria é uma forma de ver, se as partes são iguais é simetria de reflexão; a simetria de rotação quando se roda e fica igual; e a simetria de translação quando várias figuras se repetem.”</p>	<p>“Há vários tipos de simetria.”</p> <p>“É uma imagem que se repete...”</p> <p>“Simetria de reflexão é uma simetria em que se mete o espelho no meio da figura em que temos que ver se um lado é igual ao outro”</p> <p>“A de translação é uma figura que se repete mantendo sempre a mesma distância e a mesma direcção;</p> <p>“A de rotação acho que é uma, em que em todos os ângulos a figura se repete. A figura vai rodando.”</p>	<p>“É uma linha imaginária que divide a figura em duas partes iguais”.</p> <p>“A simetria de translação é a repetição sucessiva de uma figura várias vezes.”</p> <p>“A de rotação é quando rodamos a figura e ela fica sempre igual, não muda.”</p>
--	--	------------------------------------	---	--	--	--	---	---	---

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

Finalidade Atribuída		2. Para que serve a simetria na arte?	“Para estar demonstrada em vários desenhos e certifi-cá-los dar um objectivo ao próprio desenho.”	“Desenhavam figuras geométricas com simetria para ser mais fácil a decoração”.	“Não sei...”	“Para ficar mais bonito”.	“Para embelezar....”	“Em alguns casos era para criar a ideia de movimento.”	“Acho que era para ficar mais perfeito.” “Tem a ver com a beleza.”
Vivência Pessoal		3. Consegues identificar os diversos tipos de simetria nos objectos, na tua rua, na tua casa? Exemplifica.	“Sim. Pode ser dentro da minha casa? Por exemplo tenho uma sala com azulejos a meio da parede que são todos iguais, repetidos igualmente (...) têm simetria de translação.	“Sim, um armário, se eu dividir ao meio fica igual, tem simetria de reflexão.” “Ou um relógio, mas não o relógio tem números...” .	“Sim, as janelas com a simetria de reflexão.”	“Por exemplo, a vivenda da minha avó são duas vivendas pegadas, duas iguais, tem uma faixa a dividir que é como se fosse aquela linha para dividir a simetria.”	“Uma janela.” “Um armário, tem simetria de reflexão.”	“Não sei. Sim mas é difícil de encontrar. A de reflexão é fácil, o quadro da sala de aula. “	“Consigno. Por exemplo, eu tenho uma estante, que até fiz no diário gráfico, e consigo dividi-lo em duas partes iguais porque tem simetria de reflexão”.
Importância Atribuída	Projecto	1.O que mais te agradou neste projecto?	“ Fazer a mandala.”	“Gostei mais de fazer a mandala.”	“A mandala”	“O novo conhecimento sobre a mandala; descobrimento de coisas novas.”	“A realização da mandala.”	“As mandalas”	“Eu gostei do PowerPoint sobre a Cultura Islâmica” “E gostei de fazer a mandala”

SIMETRIA: Na Interface entre a Arte e a Matemática

		2.Quais as aprendizagens mais importantes, que este projecto proporcionou?	<p>“Coisas novas que não sabia.”</p> <p>“Sobre a arte islâmica.”</p> <p>“Novas culturas.”</p>	“A simetria”.	“Serviu para aprender os diferentes tipos de simetria”	“Eu gostei de saber mais sobre as culturas.”	<p>“A arte islâmica.”</p> <p>“Trabalhar com mosaicos.”</p> <p>“As simetrias de rotação e de translação que não sabia.”</p>	<p>“Identificar os diferentes tipos de simetria que há no mundo”</p> <p>“E trabalhar em grupo”</p>	“Aprender o que é a simetria de reflexão, translação e rotação”.
Opinião		1.Na tua opinião, como achas que se aprende melhor o conceito de simetria?	<p>“Com este processo... porque por exemplo a minha mandala tinha círculos à volta que eram praticamente iguais e consegui rodá-los e consigo explicar aí a simetria por exemplo.”</p>	“Não sei, desenhando, tendo exemplos.”	<p>“Como fizemos aqui...”</p> <p>“As imagens serviram para explicar melhor o conceito.”</p>	<p>“Depende, há alguns professores que explicam e não se percebe nada, há outros que explicam bem.”</p> <p>“Por exemplo se fosse a falar nós estávamos a imaginar uma imagem e se fossemos ver à internet podia ser completamente diferente daquilo que estávamos a imaginar.”</p> <p>“No PowerPoint tínhamos a imagem e a explicação, era melhor.”</p>	“Como a professora deu, explicou bem, mostrou um PowerPoint.”	<p>“Com a explicação, com imagens e com o PowerPoint, com o conjunto, e talvez passar para o caderno a informação”</p>	“Acho que foi ao fazer todo o projecto.”
		2.Qual é a tua opinião sobre o facto de os professores	“É correcto, porque a partir dessa imagem nós	“Aprendo melhor com imagens mas também com	“Sem as imagens não se percebia nada do que vocês	“Sim porque há algumas figuras que não conhecemos e que os professores	“Sim, é uma mais-valia.”	“Os professores devem usar imagens”	“Quando os professores mostram as imagens. Nós

	Opções Pessoais	utilizarem imagens de objectos artísticos para transmitir aprendizagens nas suas aulas?	conseguimos transmitir para o nosso desenho aquilo que vimos noutras e misturar as nossas ideias com ideias de outros trabalhos.” “Através das imagens eu consegui perceber melhor os diferentes tipos de simetria”	um bocado de explicação, as duas ...”	falavam, mas a mostrar imagens e a explicar já percebia.”	explicar lá nas imagens ou por escrito e conseguimos entender melhor.”			conseguimos aprender melhor como ficam as coisas.”
		3. De que forma projecto serviu para adquirires novos conhecimentos sobre a Cultura Islâmica? (Religião, Arte e Costumes)	“Aprendi mais sobre a Cultura Islâmica; que eles iam pelo menos uma vez a Meca, coisa que eu nem sequer sabia; acho que eles são muito rígidos na religião; e que no próprio Taj Mahal há simetria.”	“Não conhecia a cultura islâmica, gostei das danças, da alimentação.” “Tinham que rezar todos os dias, não podiam alimentar-se durante a Festa do Ramadão.”	“Ainda não conhecia, só um bocadinho que vi no Discovery.” “A obrigação de ir, uma vez a Meca.”	“Já tinha ouvido falar mas não conhecia muito.” “Na religião, o facto de estarem quase sempre a rezar; terem que ir aquela cidade (Meca).” “Tinha ouvido falar mas não muito, tinha uma certa ideia, agora já sei o que é que era.”	“A alimentação; a religião.”	“Já sabia que eles rezavam, mas não sabia que tomavam banho para rezar.” “Gostei das obras deles, da arte”	“O facto deles rezarem e meterem um tapete no chão.” “Terem que ir uma vez na vida a Meca.”

Apêndice M - Notas de Campo

Notas de Campo

<p>1ª Aula 17.01.2011</p>	<p>Apresentação - 10 minutos.</p> <p>Neste primeiro contacto com a turma comecei por me apresentar e explicar o projecto que ia ser desenvolvido. Foi dado tempo aos alunos para que realizassem perguntas.</p> <p>Pré teste (diagnóstico) - 50 minutos.</p> <p>Feitas as apresentações, prosseguimos com a entrega dos Pré-testes que tinham como objectivo identificarmos se os alunos tinham o conceito de simetria adquirida ou qual o seu nível de desenvolvimento. Durante a realização do teste começou a ouvir-se algum barulho, o que deu para concluir que houve algumas dúvidas em determinados exercícios.</p> <p>PowerPoint Cultura Islâmica - 30 minutos.</p> <p>De seguida, procedemos ao visionamento de um PowerPoint intitulado “A Cultura Islâmica”. O primeiro aspecto abordado foi a religião islâmica, base de sustento de toda esta cultura. Os cinco pilares da religião islâmica foram explicados aos alunos através do powerpoint e de trechos de vídeos de um documentário. Estes vídeos mostraram ser um excelente recurso para que os alunos percebessem melhor, vendo exemplos concretos do que se estava a falar e de contextualizar o assunto que estava a ser tratado. Posteriormente ao visionamento destes vídeos, os alunos começaram a fazer comentários e perguntas que enriqueceu e tornou mais interessante esta apresentação.</p> <p>“Todos os islâmicos têm que ir a Meca pelo menos uma vez na vida? E se não forem?” (A2)</p> <p>“Os Islâmicos ficam em jejum durante a Festa do Ramadão? Como conseguem? Porque fazem isso?” (A3)</p> <p>Ao ver a forma como os muçulmanos se vestem, um dos alunos perguntou se o Bin Laden é Islâmico, referindo também o atentado às Torres Gémeas. Foi interessante a forma como interligou o que estava a ser dado na aula com experiências e acontecimentos exteriores, que provavelmente tomou conhecimento através da comunicação social. (A17)</p> <p>“Na Cultura Islâmica as mulheres não têm os mesmos direitos do que os homens?” (A20)</p> <p>“Então os Islâmicos vivem no Islão...” (A6)</p> <p>As danças presentes na cultura islâmica suscitaram grande interesse aos alunos. Foi mostrado, um vídeo com um exemplo de uma dança, nomeadamente a dança da serpente, uma das vertentes da dança do ventre.</p> <p>“A cobra é verdadeira?” (A22)</p> <p>“Mas a cobra não pode ser venenosa?” (A8)</p> <p>“Estas danças ainda se fazem hoje.” (A23)</p> <p>Relativamente à arte islâmica foi mostrado aos alunos vários exemplos: tapeçarias, objectos de vidro e de cerâmica; arquitectura – palácios; madrassas, mesquitas, fortalezas e minaretes. Nesta cultura, ainda sem falar no conceito de simetria os alunos chegaram à conclusão que a Arte Islâmica é não figurativa, uma vez que tudo era feito a</p>
-------------------------------	---

	<p>partir de formas geométricas. Posteriormente, foi feita a relação da arte e com religião islâmica, em que a idolatria foi proibida por Maomé e conseqüentemente a arte passou a ser não figurativa.</p>
<p>2ª Aula 14.01.2011</p>	<p>Conversa com os alunos sobre a aula anterior - 10 minutos.</p> <p>Nestes primeiros minutos da aula conversámos sobre alguns aspectos da cultura islâmica, abordados na aula anterior. Aproveitámos para mostrar mais alguns vídeos que ficaram pendentes.</p> <p>PowerPoint A Simetria na Cultura Islâmica - 40 minutos.</p> <p>Posteriormente seguiu-se a visualização de um PowerPoint sobre a Simetria na Arte Islâmica. Através do auxílio de imagens fomos abordando com os alunos o conceito de simetria, ou seja, as diversas transformações geométricas. Estas foram explicadas através de exemplos de imagens de arte islâmica, onde os alunos identificavam as simetrias.</p> <p>“Então a simetria está presente na arte e não apenas na natureza.” (A17)</p> <p>“O nosso corpo também tem simetrias.” (A11)</p> <p>“Já ouvi falar nisto antes, mas não sabia que a arte islâmica tinha tanta simetria.” (A20)</p> <p>Durante este PowerPoint foram abordados os três tipos de simetria: reflexão, rotação e translação. Conseguimos constatar que a reflexão foi o tipo de simetria que os alunos já conheciam melhor e devido a este facto foi a que referiram mais exemplos.</p> <p>“As asas de uma borboleta também têm simetria.” (A24)</p> <p>“Esta simetria (reflexão) é fácil de perceber pois já a tinha estudado outras vezes.” (A8)</p> <p>Quando referimos a simetria de rotação, houve alunos que tinham ouvido falar em movimento de rotação, mencionando as aulas de E.V.T. quando aprenderam o módulo-padrão, mas não sabiam que esse movimento era também designado por simetria de rotação. Neste caso os alunos não mencionaram exemplos.</p> <p>A Simetria de Translação foi, sem dúvida, a suscitou mais interrogações nos alunos. Perceberam facilmente que a simetria de translação consiste numa figura que se repete ao longo de uma direcção, mantendo sempre a mesma distancia entre si, no entanto não perceberam uma outra característica que é o facto da figura se prolongar infinitamente, o que provocou alguma confusão.</p> <p>Quando nos referimos a este tipo de simetria, se seguirmos à letra a sua definição matemática, é impossível encontra-la nas obras de arte, uma vez que um objecto artístico não é infinito.</p> <p>Todavia, se levarmos em conta o sentido de abstracção/pensamento abstracto, podemos verificar se uma obra tem simetria de translação, percebendo se a sua regularidade se podia manter infinitamente.</p> <p>Ainda assim, este aspecto provocou alguma confusão aos alunos, onde todas as imagens que apareciam repetidas eram mencionadas como tendo simetria de translação, apesar de ser impossível isso acontecer.</p> <p>Este PowerPoint revelou-se bastante importante uma vez que serviu para perceber as dúvidas dos alunos tendo assim uma oportunidade para a concretização ou rectificação de alguns aspectos para o decorrer das próximas aulas.</p>

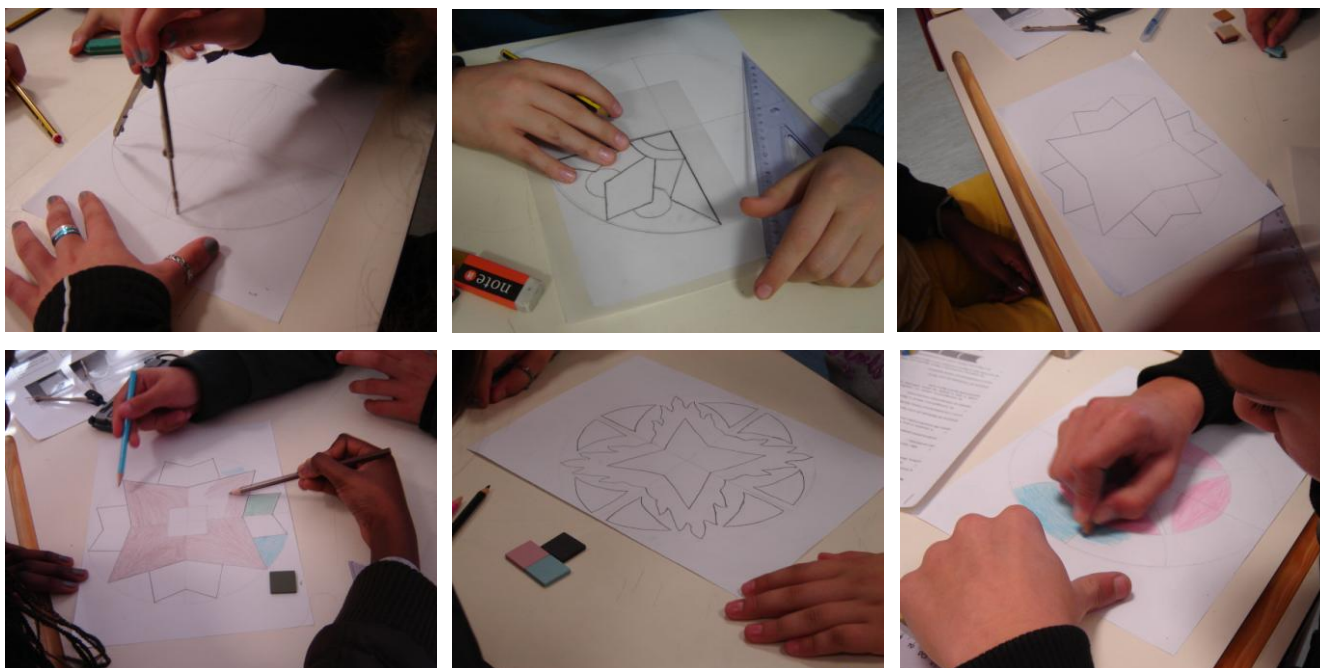
	<p>“Será que um painel de azulejos tem simetria de translação? Parece que ao pé da minha casa encontrei um que tinha esta simetria” (A24)</p> <p>20 Minutos – Realização da Ficha Actividade I – Jogos de Espelhos</p> <p>Nesta primeira ficha de actividades os alunos tinham que utilizar o espelho, material manipulável bastante utilizado na matemática.</p> <p>Na primeira fase, este material fez com que houvesse algum burburinho na aula, uma vez que era desconhecido para os alunos. Passada esta fase de adaptação ao material, os alunos realizaram a ficha de trabalho.</p> <p>Como investigadora foi importante poder ver as suas reacções perante uma ferramenta de trabalho nova e as opções que foram tomando para resolver o problema, neste caso, encontrar a simetria e os seus eixos de simetria em imagens com a ajuda de um espelho. De forma a contornar os problemas, os alunos delinearão várias estratégias de colocação do espelho; rodaram a folha; marcavam eixos de simetria nas imagens para depois procederem à sua contagem.</p> <p>[Foram alguns aspectos que consegui observar, ao mesmo tempo que ia explicando à professora da turma o que se iria passar e fazia o registo fotográfico das actividades].</p> <p>20 Minutos – Realização da Ficha Actividade II – Construindo Kirigamis</p> <p>Iniciámos esta aula com a realização da Actividade II – Construindo Kirigamis. Esta actividade foi inicialmente pensada para trabalhar a simetria de translação, no entanto foi adaptada para que fossem trabalhados os três tipos de simetria.</p> <p>Além de aprenderem uma nova técnica e de trabalharem a dobragem e o recorte, os alunos identificaram os diversos tipos de simetria nos seus Kirigamis bem como os diversos eixos de simetria, ao mesmo tempo que registaram as suas conclusões numa tabela.</p>
<p>3ª Aula 21.01.2011</p>	<p>20 Minutos – Realização da Ficha Actividade III – Procurando simetrias na Arte Islâmica.</p> <p>O objectivo desta actividade consistia em identificar nas imagens da arte islâmica (arquitetura, tapeçaria, cerâmica) os vários tipos de simetria. Para esta actividade os alunos tinham à sua disposição uma tabela onde registaram o seu raciocínio e uma outra folha com as imagens ampliadas, para facilitar a sua visualização.</p> <p>Nesta actividade houve a dificuldade de identificar a translação, ou melhor perceber se podemos identificar simetria de translação em objectos de arte. Como aconteceu anteriormente, foi explicado aos alunos, que pela sua definição matemática a simetria de translação nunca pode ser encontrada numa obra de arte.</p> <p>30 Minutos – PowerPoint Mandalas</p> <p>Seguiu-se a visualização de um PowerPoint sobre Mandalas, para que os alunos percebessem o que é; que são utilizadas por diversas religiões.</p> <p>“Eu conheço uma que é preta e branca e simboliza a Paz, acho eu...” (A1)</p> <p>“Existe outra que é o Ying e o yang, mas não sei o que significa.” (A24)</p> <p>Foi explicado aos alunos a ligação das mandalas com a religião, nomeadamente com o</p>

	<p>islamismo. Explicámos como se iria desenvolver o próximo trabalho, ou seja, a realização de uma mandala com ladrilhos cerâmicos.</p> <p>40 Minutos – Realização do Estudo para a Mandala</p> <p>Os alunos iniciaram os estudos para a realização das mandalas. A pares, os alunos foram discutindo ideias para a construção da sua mandala. Seguiu-se a aplicação da cor nos estudos, através da pintura a lápis de cor. Para a realização desta fase foram mostrados aos alunos os ladrilhos, para perceberem quais as cores que estavam disponíveis.</p>
<p>4ª Aula 28.01.2011</p>	<p>15 Minutos – Impressão</p> <p>Com o auxílio do papel químico, os alunos passaram o estudo da mandala para a placa de platex. Houve uma certa dificuldade em centrar o desenho na placa. Nesta fase os alunos pediram a nossa ajuda.</p> <p>10 Minutos – Distribuição e explicação de duas fichas informativas</p> <p>A fase seguinte consistiu na distribuição de uma ficha sobre segurança e higiene no trabalho. Uma vez que os alunos iriam trabalhar com materiais e ferramentas desconhecidas e perigosas foi imprescindível a sua distribuição bem como uma conversa sobre o assunto.</p> <p>Distribuiu-se também uma ficha sobre a técnica do mosaico, onde através de fotografias e legendas, se ilustra todas as fases pelas quais os alunos têm que passar para realizar a sua Mandala.</p> <p>“Será que somos capazes de fazer isto? Parece difícil” (A11)</p> <p>“Como conseguimos partir os ladrilhos?” (A5)</p> <p>55 Minutos – Corte dos Ladrilhos Cerâmicos</p> <p>Nesta fase, os alunos partiram os ladrilhos das cores que escolheram nos seus estudos, com o auxílio de um martelo.</p> <p>Houve alguma dificuldade nesta fase, devido ao facto de estarem a utilizar materiais e ferramentas desconhecidas, pelo que foi necessário ajuda dos professores. Nesta aula foi explicado que a turquês serviria para cortar com mais detalhe os ladrilhos cerâmicos. Os alunos tiveram a oportunidade de a experimentar.</p> <p>“Isto é muito difícil, não temos força.” (A17)</p> <p>Como este trabalho é para ser realizado a pares, cada grupo decidiu qual a melhor estratégia a utilizar. Houve grupos que decidiram ir alterando as tarefas ao longo do trabalho; outros onde havia alunos do sexo feminino com menos força para utilizar a turquês decidiram que seria a rapariga a colar enquanto o elemento do sexo masculino cortava os ladrilhos. O facto de os alunos terem conseguido resolver a situação encontrando diferentes estratégias e conseguirem trabalhar em equipa, foi um ponto positivo deste trabalho.</p>
<p>5ª Aula 04.02.2011</p>	<p>90 Minutos – Início da aplicação dos Ladrilhos Cerâmicos</p> <p>Nesta fase do trabalho os alunos já tinham à sua disposição a placa de platex com o desenho impresso e os ladrilhos cerâmicos, que foram partidos na aula anterior. Assim, iniciaram a colagem dos ladrilhos na placa de platex, através da aplicação de cola branca, respeitando o desenho que estava traçado.</p>

	<p>Nesta fase foi bastante importante o corte ou ajuste do ladrilho através da turquês.</p> <p>Os alunos estavam bastante entusiasmados e motivados para esta etapa do trabalho. Este aspecto foi visível, nomeadamente na altura que tocou para sair e nenhum dos alunos se apercebeu que a aula estava no fim e muitos alunos demonstraram vontade em continuar a fazer o trabalho, o que não acontece diariamente.</p> <p>“Este trabalho é interessante e diferente no que fazemos...” (A6)</p>
<p>6ª Aula 11.02.2011</p>	<p>90 Minutos – Continuação da aplicação dos ladrilhos Cerâmicos</p> <p>Os alunos continuaram a tarefa da aula anterior de cortar os ladrilhos cerâmicos e proceder à sua colagem na placa de platex de forma a preencher o desenho.</p> <p>Os alunos que iam terminando a sua mandala foram ajudando os colegas que estavam mais atrasados, por iniciativa própria.</p>
<p>7ª Aula 19.02.2011</p>	<p>15 Minutos – Finalização da aplicação dos ladrilhos Cerâmicos</p> <p>Nesta aula os alunos que estavam mais atrasados terminaram a fase de colar os ladrilhos na placa de platex.</p> <p>Este atraso deve-se ao facto de alguns alunos estarem ausentes na aula anterior; terem tido dificuldade em cortar os ladrilhos com a turquês ou o seu processo de trabalho ter sido mais lento. No entanto, todos conseguiram terminar e passar à fase seguinte.</p> <p>30 Minutos – Aplicação do Betume</p> <p>Depois de concluírem a colagem dos ladrilhos, os alunos com a ajuda de uma espátula espalharam o betume de forma a preencher os espaços unindo os ladrilhos uns aos outros.</p> <p>Os alunos gostaram bastante de realizar esta fase do trabalho.</p> <p>Finalizada a colocação do betume, os alunos limpam a mandala para retirar o seu excesso e os trabalhos ficaram a secar.</p> <p>45 Minutos – Realização do Teste Final (Pós teste)</p> <p>O segundo bloco de aula destinou-se à realização de um Pós-teste. Este teve como objectivo, verificar se os alunos aprenderam ou desenvolveram os seus conhecimentos sobre simetria através deste projecto.</p>

Apêndice N - Processo da execução da Mandala

1. Realização do Estudo para a Mandala



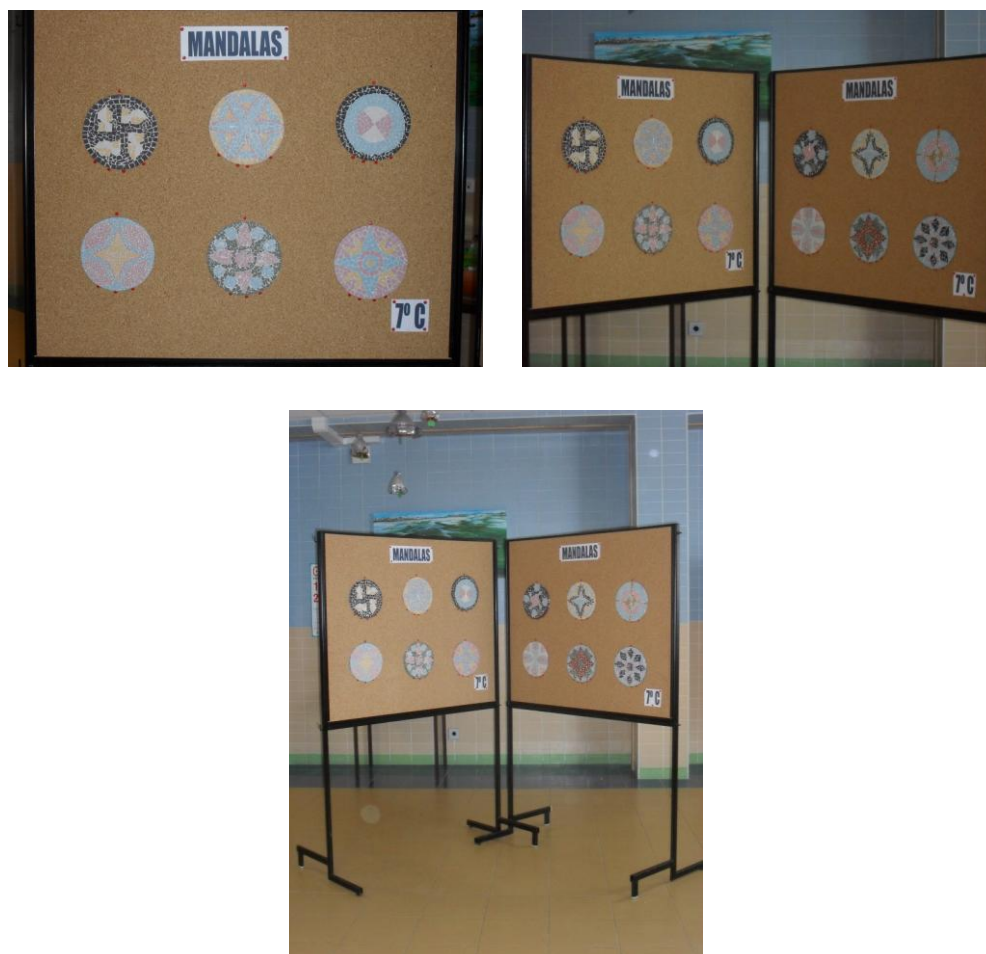
2. Corte e colagem dos Ladrilhos Cerâmicos



3. Colocação do betume e lavagem da Mandala.



4. Exposição.



Apêndice O - Grelha de Análise Ficha de Actividades I

Grelha de Análise da Ficha de Actividades I – Jogos de Espelhos

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A8	A11	A16	A17	A20	A21	A22	A23	A24	
Actividade I – Jogos de Espelhos	Figura 1 (Existem 4 Eixos)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Figura 2 (Existem 2Eixos)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	$\bar{(4)}$	$\bar{(4)}$	$\bar{(4)}$	
	Figura 3 (Existem 4 Eixos)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	$\bar{(8)}$	X	
	Figura 4 (Existem 8Eixos)	$\bar{(6)}$	$\bar{(6)}$	X	X	$\bar{(6)}$	X	$\bar{(7)}$	$\bar{(6)}$	$\bar{(6)}$	$\bar{(6)}$	$\bar{(6)}$	X	X	$\bar{(6)}$	$\bar{(6)}$	$\bar{(6)}$
	Figura 5 (Existe 1 Eixo)	$\bar{(2)}$	$\bar{(2)}$	X	X	X	X	$\bar{(2)}$	X	X	$\bar{(2)}$	X	X	X	$\bar{(2)}$	X	
	Figura 6 (Existe 1 Eixo)	$\bar{(2)}$	$\bar{(2)}$	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	$\bar{(2)}$	X	
Legenda:		X (acertou)		_ (não acertou)				NR (não realizou o exercício)									

Apêndice P - Grelha de Análise Ficha de Actividade II

Grelha de Análise da Ficha de Actividades II – Construindo Kirigamis

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A8	A11	A16	A17	A20	A21	A22	A23	A24	
Actividade II – Construindo Kirigamis	Enunciado: Diz que tipos de simetria podem ser encontrados em cada Kirigami.																
	Dobragem Tipo 1 (rotação/reflexão)	Reflexão	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Rotação	X	X	X	_	X	X	X	X	X	X	_	X	X	X	_
	Dobragem Tipo 2 (translação/reflexão)	Reflexão	X	X	X	_	_	_	X	X	_	_	X	X	X	X	X
		Translação	_	_	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Dobragem Tipo 3 (reflexão/rotação)	Reflexão	X	X	X	_	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Rotação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	_	X	X	X	X
	Legenda:		X (acertou)			_ (não acertou)			NR (não realizou o exercício)								

Apêndice Q - Grelha de Análise Ficha de Actividades III

Grelha de Análise da Ficha de Actividades III – Procurando Simetrias na Arte Islâmica

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A8	A11	A16	A17	A20	A21	A22	A23	A24		
Ficha de Actividade III – Encontrando simetrias na Arte Islâmica		Preenche a tabela de acordo com as simetrias que encontras em cada imagem.																
		Imagem 1	Reflexão		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Translação	----	----			----		----			----			----	----	----
			Rotação															
		Imagem 2	Reflexão			X		X	X	NR	X		X	X	X	X		X
			Translação	----	----	----	----	----	----	NR	----	----	----	----	----	----	----	----
			Rotação			X		X		NR			X		X	X	X	X
		Imagem 3	Reflexão						X	X	X	X		X	X	X	X	X
			Translação	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
			Rotação															
		Imagem 4	Reflexão	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Translação	----	----			----		----	----	----	----		----	----	----	----
			Rotação															
		Imagem 5	Reflexão	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Translação		----							----				----	----	----
			Rotação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Imagem 6	Reflexão	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
			Translação	----	----	----					----	----			----			
			Rotação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Legenda:		X (acertou)		_ (não acertou)				NR (não realizou o exercício)								

Apêndice R - Grelha de Análise Pré Teste

Grelha de Análise do Pré-Teste

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A8	A1 1	A1 6	A1 7	A2 0	A2 1	A2 2	A2 3	A2 4		
Pré-Teste	Exercício 1	Figura 1 – (4 eixos)	X	– (2)	X	X	– (0)	– (2)	X	X	– (2)	X	X	– (2)	– (1)	– (1)	X	
		Figura 2 – (4 eixos)	X	– (2)	X	X	X	X	X	X	– (2)	X	X	– (2)	X	– (1)	X	
		Figura 3 – (2eixos)	X	– (0)	X	X	N R	X	X	X	X	X	X	X	– (1)	– (1)	X	
	Exercício 2	Desenhar uma figura através da simetria de reflexão.		–	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Exercício 3	Friso 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Friso 2		X	–	X	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	X
	Exercício 4	Intruso 1		–	–	–	–	–	X	N R	–	NR	X	X	–	NR	–	X
		Intruso 2		X	–	–	–	–	X	N R	–	–	–	X	–	NR	–	X
	Exercício 5	5.1	Figura 1	X	N R	X	–	X	X	X	X	–	–	X	X	X	X	X
			Figura 2	X	N R	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	NR	X	X
			Figura 3	X	N R	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	NR	X	NR
		5.2. Agora, utilizando, o esquema da bandeira, constroi tu um friso.		X	N R	–	–	X	X	X	X	–	–	X	–	X	X	–
	Exercício 6	Construindo um Painel de Azulejos		–	–	X	–	X	X	X	X	–	X	X	X	–	X	X

Legenda: X (acertou) _ (não acertou) NR (não realizou o exercício)

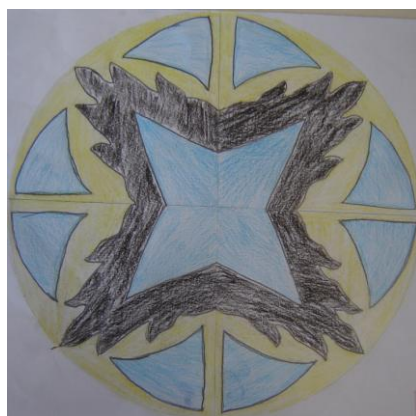
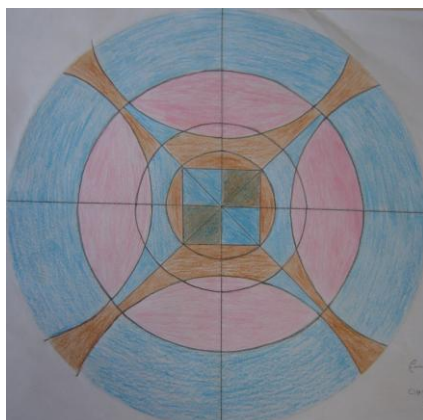
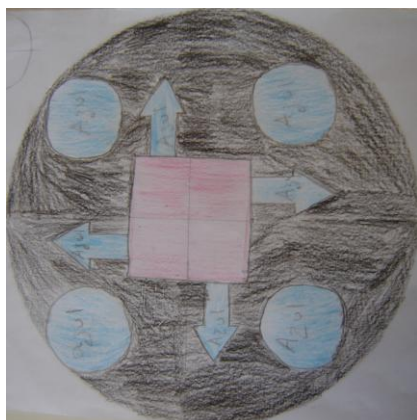
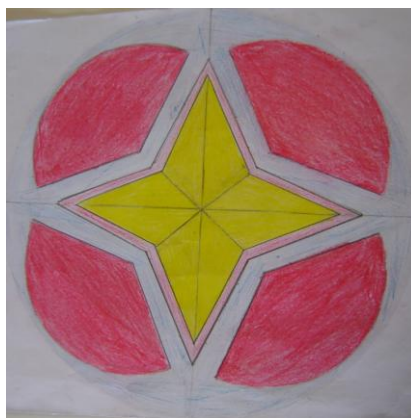
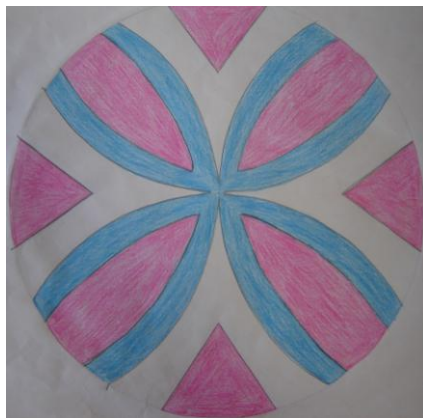
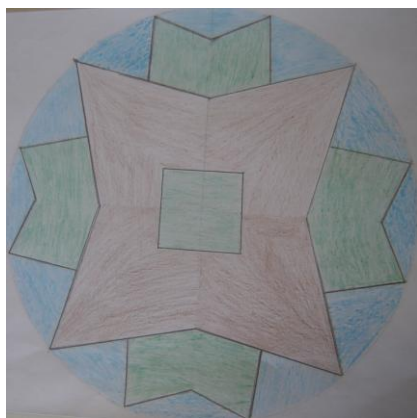
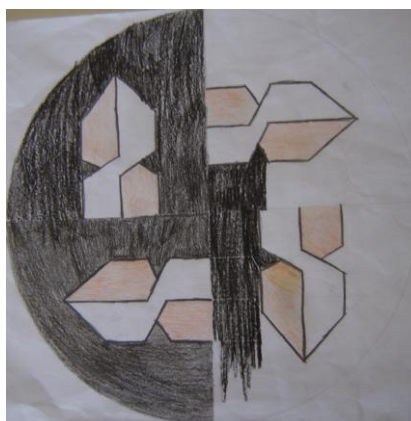
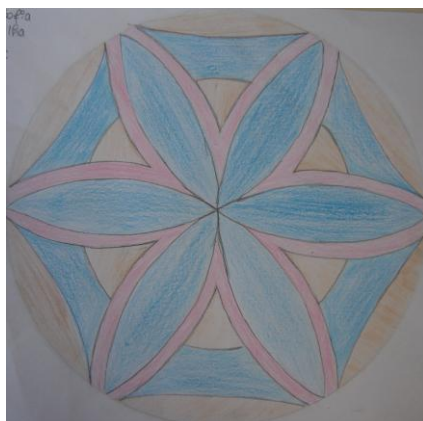
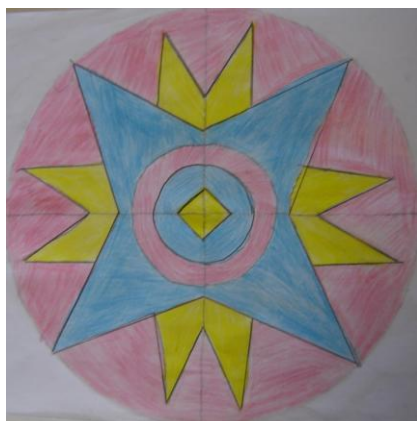
Apêndice S - Grelha de Análise do Pós Teste

Grelha de Análise do Pós-Teste

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A8	A11	A16	A17	A20	A21	A22	A23	A24	
Pós Teste	1	1.1 – Explica como descobres se uma figura tem simetria de reflexão.	INC	X	X	INC	X	X	X	X	X	X	X	X	---	X	X
		1.2 – O que é um eixo de simetria.	X	X	X	---	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	Explica como descobres se uma figura tem simetria de traslação.	INC	INC	INC	INC	INC	INC	X	INC	INC	X	X	X	NR	INC	INC
	3	Explica como descobres se uma figura tem simetria de rotação.	INC	INC	INC	X	X	INC	X	X	---	INC	X	X	NR	INC	X
	4	Fig. 1	X	---	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Fig.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Fig. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Fig.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5	Fig.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Fig.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6	Utilizando a forma do arco de uma mesquita islâmica, desenha um friso.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7	Fig.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Fig.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Legenda:		X (acertou)		_ (não acertou)				NR (não realizou o exercício)				INC (resposta Incompleta)				

Apêndice T – As Mandalas

Fotografias dos Estudos



Fotografias das Mandalas

