

A CONSTRUÇÃO DE UM MOSAICO A PARTIR DO CONCEITO DE PROPORÇÃO

*Giedre Alves Sirilo
Instituto Federal do Espírito Santo
gisirilo@gmail.com*

*Vitor Lacerda Siqueira
Instituto Federal do Espírito Santo
siqueira.vitorlacerda@gmail.com*

*Janaina Carneiro Marques
Instituto Federal do Espírito Santo
jmarques@ifes.edu.br*

*Gustavo Poloni Loureiro
Instituto Federal do Espírito Santo
gugapoloni@hotmail.com*

*Marcelo Victor Ferreira Barbosa
Instituto Federal do Espírito Santo
mvfbarbosa99@hotmail.com*

*Samarone Lima Santos Júnior
Instituto Federal do Espírito Santo
samaronejr@outlook.com*

Resumo:

O artigo apresenta um relato sobre a construção de um mosaico a partir do conceito de Proporção. Foi desenvolvido por estudantes do curso técnico em Eletrotécnica, integrantes do Grupo de Pesquisa em Desenho Técnico do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Vitória. O grupo tem como objetivo elaborar, de forma colaborativa, uma proposta de reformulação do Ensino do Desenho Técnico, mediada pela História da Arquitetura e pela Matemática. Entre vários conteúdos elencados para serem estudados e debatidos, o primeiro foi Proporção. Assim, a coordenadora do Grupo, professora do Instituto com formação em Arquitetura e Urbanismo, elaborou uma oficina na qual o tema foi abordado de forma contextualizada, associando-o à matemática e às aplicações encontradas na natureza e em diversas áreas do conhecimento, principalmente na Arquitetura. Várias dinâmicas foram aplicadas e, posteriormente, avaliadas e debatidas pelo grupo. A oficina foi finalizada com a elaboração de um mosaico que teve sua concepção baseada no conceito de Proporção, em especial o da Proporção Áurea.

Palavras-chave: Proporção, Desenho Técnico, Matemática, Arquitetura.

1. Introdução

O artigo em tela intenta apresentar um relato sobre a construção de um mosaico a partir do conceito de Proporção. Foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Desenho Técnico (GPDTEC) do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Vitória. O grupo é forma-

do por alunos do curso técnico em Eletrotécnica e coordenado pela professora de Desenho Técnico e Expressão Gráfica. Tem como objetivo a elaboração colaborativa de uma proposta de Ensino de Desenho Técnico mais atrativa e contextualizada, mediada pela Matemática e pela História da Arquitetura.

Um dos conteúdos elencados como tema de estudo do grupo de pesquisa foi a Proporção. É uma relação matemática muito presente na Arquitetura e Engenharias desde a Antiguidade Clássica. Destarte, a professora elaborou uma oficina, na qual o assunto foi abordado de forma contextualizada, associando-o à matemática e às aplicações encontradas na natureza e em várias áreas do conhecimento, principalmente na Arquitetura. Além da definição de proporção, estudamos a divisão em média e extrema razão, relações de proporção no pentagrama e no pentágono, sequência Fibonacci, a proporção no corpo humano e sua influência na Arquitetura, Razão áurea, retângulo e triângulo áureo e espiral logarítmica. Esta oficina foi finalizada com a produção de um mosaico baseado nos assuntos abordados.

De modo a apresentar tal estudo, esse trabalho foi dividido nas seguintes seções: inicialmente relacionaremos a Proporção, a Matemática e a Arquitetura, em seguida estudaremos o mosaico na Arquitetura, posteriormente apresentaremos a metodologia e relataremos as atividades desenvolvidas na oficina sobre Proporção.

2. A Proporção, a Arquitetura e a Matemática

Proporção é uma igualdade entre razões. De uma forma geral, dados quatro números reais e diferentes de zero (a , b , c e d), em certa ordem, se a razão entre os dois primeiros for igual à razão entre os dois últimos, ou seja, se $a/b = c/d$, podemos dizer que os números a , b , c e d , nesta ordem, formam uma proporção (FREITAS, 2008).

Na Arquitetura, a proporção é estudada desde a Antiguidade Clássica. É entendida como uma relação entre partes ou entre partes e o todo de uma edificação. Os arquitetos e engenheiros gregos e romanos primavam pelo belo e o harmônico e, para alcançarem seus objetivos, utilizavam a Proporção em seus projetos. Essa relação também pode ser encontrada em vários elementos da natureza. Por ser algo tão presente no cotidiano dos indivíduos, pressupõe-se que seja um tema interessante para a introdução do conhecimento matemático, uma vez que podemos relacioná-lo com questões reais e visualmente perceptíveis.

Segundo pesquisas arqueológicas, a proporcionalidade já era utilizada por povos pré-históricos que habitavam a região do Rio Danúbio, no leste da Sérvia. (SILVA, 2014). No sítio mesolítico de Lapensk Vir foram encontrados vestígios de edificações e constatado que possuíam medidas internas com proporções similares.

Vitrúvio, engenheiro e arquiteto romano da Antiguidade Clássica, descreveu, em seu importante Tratado de Arquitetura “*De Architectura Libri Decem*”, estudos sobre a Proporção no corpo humano. Ele percebeu que nosso corpo possui uma relação entre as partes e o todo, ou seja, as alturas de partes como cabeça, face, pé, mão, entre outros, se relacionam com a altura do corpo racionalmente. Um exemplo disso é a cabeça, que segundo ele, seria $1/8$ da altura do corpo e a face $1/10$ desse. O umbigo é o ponto central do corpo humano, uma vez que, colocando a ponta seca de um compasso sobre o umbigo de um homem deitado de costas com os pés e as mãos esticados e, formando um círculo a partir do dedo de alguma mão, os dedos das duas mãos e dos pés tocarão a circunferência formada. O desenho apresentado por Vitrúvio foi denominado “homem vitruviano” (LIVIO, 2008).

Na mesma Época, a proporção foi aplicada no Partenon, templo grego considerado patrimônio da humanidade. Segundo Ching (2002), os elementos que compõem a fachada desse edifício se relacionam e ao analisarmos a razão entre as partes podemos encontrar a divina proporção.

No Renascimento, as questões e os ideais da Antiguidade Clássica foram postos novamente em foco. Com isso, muitos artistas deste período foram influenciados pelos ideais e técnicas características da Antiguidade. Entre eles Leonardo da Vinci, que fez uma releitura do homem vitruviano, modificando algumas relações do corpo, como o pescoço, que seria $1/15$ da altura do corpo ao invés de $1/24$ e o pé que consistiria em $1/7$ e não $1/6$ desta.

Na Arquitetura Moderna, um arquiteto franco-suíço chamado Charles-Edouard Jeanneret-Gris, mais conhecido por Le Corbusier, destacou-se por valorizar a proporção em seus projetos. Ele elaborou um estudo sobre o corpo humano, “O Modulor”, no qual o arquiteto aborda a proporção humana como uma escala universal. A partir desse estudo, que influenciou a arquitetura e a ergonomia, muitos objetos do dia a dia começaram a ser modificados para atender a escala humana. No caso dos edifícios que projetou, Le Corbusier relacionou a escala descrita em “O Modulor” e a divina proporção (SANTOS, 2007).

A Razão Áurea, também chamada de Proporção Áurea, Divina Proporção, dentre outros nomes, apresenta, segundo pesquisadores que a adotam, um aspecto estético agradável aos olhos. Convencionou-se identificá-la pela letra grega Φ (Phi maiúsculo), em homenagem ao escultor Phídias, responsável pelas esculturas do templo grego Partenon. Phi é o número irracional (1,61803398875...) obtido matematicamente através de sequências contínuas infinitas, deduções algébricas ou geométricas (QUEIROZ, 2008).

Em termos científicos, essa relação foi citada, pela primeira vez, pelo matemático Euclides de Alexandria, a mais de dois milênios, em seu livro Elementos (SANTOS, 2007). Euclides apresenta a definição de Razão Áurea, inicialmente, relacionada a áreas. Posteriormente ele propõe a divisão de um segmento em média e extrema razão, cuja divisão do maior segmento pelo menor resulta na Divina proporção, assim como a divisão do seguimento total pelo maior (LIVIO, 2008).

No âmbito da Matemática, o número de ouro pode ser encontrado tanto na geometria quanto na aritmética. Nesse sentido, Fibonacci foi um pesquisador que se interessou por esse número e o utilizou para a resolução de problemas matemáticos. Sua grande contribuição se deu por conta da resolução de um problema a respeito da procriação de coelhos, presente em seu livro, “*Liber Abaci*”. Na resolução, o autor obteve a sequência: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,... Pode-se perceber, analisando a sequência, que um termo, a partir do terceiro, pode ser obtido a partir da soma dos seus dois antecessores.

A sequência Fibonacci, no entanto, não é conhecida apenas pela relação entre seus termos. Segundo Lívio (2008), a sequência Fibonacci está longe de ficar limitada à reprodução de coelhos. Esta está ligada a diversos fenômenos naturais e não naturais. Entre esses estão: a reflexão da luz através de duas placas de vidro, a árvore genealógica de um zangão, a disposição de folhas ao redor do galho de alguma planta e o arranjo dos flósculos nos girassóis.

Mas qual é, de fato, a relação entre a sequência de Fibonacci e o número ouro? Em 1611, o astrônomo alemão, Johannes Kepler descobriu que, ao dividir dois números consecutivos, de acordo com o que se avança na sequência, o resultado é um valor cada vez mais próximo de Phi.

Outra estrutura, na qual a razão áurea está presente, é a espiral logarítmica. Espiral que possui formato constante de acordo com o aumento do tamanho. É encontrada na natureza, como, por exemplo, nos chifres de um carneiro, em algumas galáxias e na curva das presas de um elefante. Também é comum em alguns tipos de moluscos, que produzem câmaras cada vez maiores, proporcionais ao seu crescimento. A espiral logarítmica pode ser obtida através de um conjunto de retângulos ou de triângulos áureos consecutivos. (LIVIO, 2008).

Um conjunto de retângulos áureos pode ser gerado a partir de um retângulo áureo inicial qualquer, do qual é retirado um quadrado. Sobrará, dentro do retângulo, um novo retângulo menor, no qual os lados se diferem dos do primeiro por um fator de Phi. Esse processo pode ser realizado infinitamente e sempre resultará em um retângulo áureo menor que o que o gerou e diferente desse por um fator de Phi.

Os Triângulos áureos são obtidos a partir de pentágonos, tais triângulos possuem a sequência de ângulos 36° - 72° - 72° . A razão entre alguns de seus lados resulta na Razão Áurea. Além disso, ao traçar a bissetriz em algum dos ângulos de 72° é gerado um novo triângulo áureo, a bissetriz também se encontra com o outro lado do triângulo inicial, dividindo-o, exatamente, em média e extrema razão.

Na próxima seção abordaremos a técnica do mosaico e sua utilização na Arquitetura, visto que, foi necessário conhecê-la, para aplicarmos em nosso trabalho.

3. O Mosaico na Arquitetura

O mosaico é uma técnica utilizada na Arquitetura. Uma expressão artística, sendo que sua origem ainda é discutida. Consiste, basicamente, na pavimentação do plano, trabalho que exige muita meticulosidade.

A palavra Mosaico ($\mu\omicron\upsilon\sigma\alpha\iota\kappa\acute{o}\nu$) significa “obra paciente, digna das musas”. Seu nome vem do grego, apesar de anteceder a Antiguidade Clássica. Alguns historiadores consideram que o “Estandarte de Ur” é a obra mais antiga na qual a técnica foi aplicada, representando cenas de guerras. Localiza-se no Iraque, antiga Mesopotâmia. Também nas proximidades de Ur, há um pequeno templo, dedicado a deusa Nin-Kursag, decorado com mosaicos. (CHAVARRIA, 1998).

Com a expansão dos impérios ocidentais e conquista de parte do oriente, muitas técnicas foram copiadas e difundidas. Logo, os desenhos orientais serviram de inspiração aos romanos, permitindo a elaboração de outros mais aprimorados (SCLOVSKY, 2008).

As características dos mosaicos variam de acordo com a cultura de cada povo e, por meio destes, é possível realizar descobertas históricas sobre a vida e os costumes de uma população. Com sua evolução, essa técnica passou a fazer parte de diversas construções, e não se limitava mais apenas à pavimentação, obtendo seu maior esplendor na Arte Bizantina. Com a utilização de pastilhas de vidro, foi possível criar mosaicos com uma maior variação de cores, sendo estes utilizados em igrejas e basílicas, representando figuras do cristianismo e imperadores da época.

A seguir relataremos a metodologia e as atividades desenvolvidas na oficina Proporção, com ênfase na execução do mosaico baseado nesse conceito.

4. Oficina Proporção

A pesquisa tem como aporte teórico a Psicologia Histórico-Cultural, proposta por Vygotsky, que valoriza a mediação do professor. Visa à participação colaborativa dos atores da pesquisa também como pesquisadores, avaliando e opinando em todas as etapas do processo.

Seguindo os princípios expostos, a oficina sobre Proporção foi a primeira ministrada no Grupo de Pesquisa em Desenho Técnico do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Vitória. Ocorreu em dezembro de 2015 e foi dividida em três encontros de três horas cada. Na primeira atividade, a orientadora entregou aos alunos frases separadas, do que viria ser a poesia “Desenho”, de Cecília Meireles. O desafio consistia em montar a poesia, com os versos que foram entregues a cada membro e debater sobre ela. Além de relacionar ao conteúdo do Desenho Técnico, a dinâmica proporcionou uma maior integração entre os estudantes.

DESENHO

Traça a reta e a curva,
A quebrada e a sinuosa
Tudo é preciso.

De tudo viverás.

Cuida da exatidão da perpendicular

E das paralelas perfeitas.

Com apurado vigor.

Sem esquadro, sem nível, sem fio de prumo,

Traçarás perspectivas, projetarás estruturas.

Número, ritmo, distância, dimensão.

Tens os teus olhos, o teu pulso, a tua memória.

Construirás os labirintos impermanentes

Que sucessivamente habitarás.

Todos os dias estarás refazendo o teu desenho.

Não te fadigues logo. Tens trabalho para toda a vida.

E nem para o teu sepulcro terás a medida certa.

Somos sempre um pouco menos do que pensávamos.

Raramente, um pouco mais.

(Cecília Meireles, 1963. In: O Estudante Empírico 1959 a 1964)

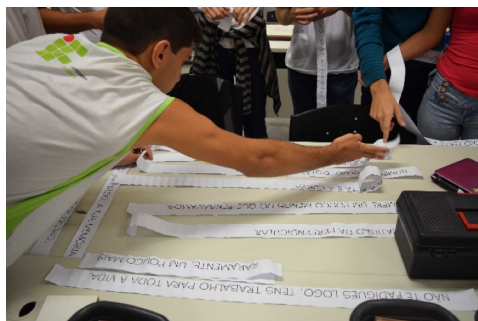


Figura 1: Aluno posicionando o verso.
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa.



Figura 2: Participantes analisando o poema.
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa.

Em seguida, foi exibido o curta-metragem “Donald no País da Matemática”, que apresenta a aplicação da matemática em várias áreas. Mostra ainda conceitos matemáticos ligados à proporção, relacionando-os com a sua história e com Arte, integrando os conteúdos, um dos objetivos do Grupo de Pesquisa.

Foi realizada uma apresentação expositiva por meio de slides, mencionando os aspectos históricos e artísticos, juntamente com os matemáticos, mostrando a interligação destes, proporcionando um conhecimento integrado. Em seguida, a fim de aplicarmos alguns conceitos, foi proposta pela professora a construção de um Mosaico.

O primeiro passo foi a formulação de ideias para o desenho. A partir dos estudos a respeito da proporção e da técnica de mosaico, foram criados desenhos que os relacionasse. Foi realizada uma pequena reunião, na qual as ideias foram discutidas e modificadas. Através de uma análise em grupo, concluímos que seria melhor manter apenas duas das ideias (Figuras 3 e 4).



Figura 3: Croqui – Ideia 1
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa

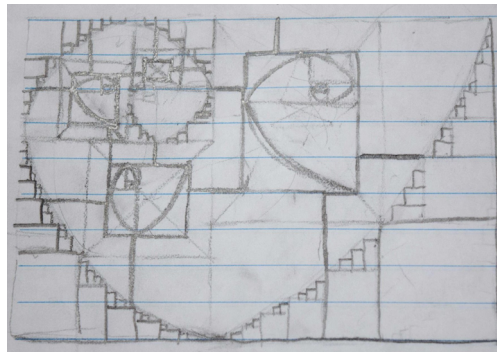


Figura 4: Croqui – Ideia 2
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa

Iniciamos com um retângulo áureo de 13x8 cm, cuja divisão do maior lado pelo menor é 1,625, muito próximo à razão áurea. Esses dois termos também fazem parte da sequência Fibonacci, citada anteriormente. Retiramos do retângulo um quadrado de 8x8 cm e obtivemos um novo retângulo áureo de 5x8 cm. Repetimos a operação no novo retângulo, retiramos um quadrado de 5x5 cm e obtivemos um novo retângulo de 5x3 cm. Em seguida retiramos um quadrado de 3x3 cm do novo retângulo e a área que sobrou formou um novo retângulo áureo de 3x2 cm. Novamente repetimos o procedimento e o resultado foi um quadrado de 2x2 cm e

um retângulo de 2x1 cm. Por fim, foram obtidos dois quadrados de 1x1 cm. Todos os termos encontrados pertencem à sequência Fibonacci, citada anteriormente.

A partir dos quadrados da sequência que obtivemos, traçamos a espiral áurea, localizada no centro do mosaico. Contemplando também a ideia da figura 3, o desenho foi transferido para o software AutoCad, fizemos três cópias da espiral logarítmica e as rotacionamos. Dentro de cada quadrado resultante das divisões executadas, foram feitos outros quadrados.



Figura 5: Esboço da obra no Autocad
Fonte: Desenho desenvolvido pelo grupo.

Como recebemos uma doação da base de madeira, foi necessário adaptar as ideias ao seu formato de 80 x 85 cm. Foram acrescentadas uma faixa superior, uma inferior e uma estreita na lateral direita (figura 5). Depois o desenho foi escalado, a fim de atingir as medidas necessárias e foi impresso.

Com a supervisão da professora, riscamos, cortamos e a colamos as tesselas cerâmicas, utilizando as devidas ferramentas, bem como os equipamentos de segurança necessários (figuras 6 e 7).



Figura 6: Participantes riscando cerâmicas.
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa



Figura 7: Participante cortando a cerâmica.
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa

Depois de coladas as tesselas cerâmicas, a finalização do mosaico ocorreu com o processo de rejunte, conforme as figuras 8 e 9.

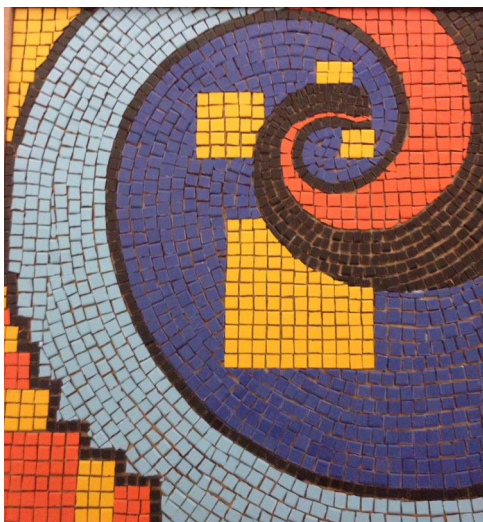


Figura 8: Finalização da colagem das tesselas.
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa



Figura 9: Mosaico rejuntado.
Fonte: Registro do Grupo de Pesquisa

5. Considerações Finais

Este artigo relatou a construção de um mosaico a partir do conceito de proporção, em especial o da Proporção Áurea. Além da sua existência na natureza, é claramente perceptível a busca por essa proporção considerada “Divina” nas criações humanas por meio das Artes e da Arquitetura. Artistas e arquitetos consagrados como Vitruvius, Leonardo da Vinci e Le Corbusier a utilizaram em suas obras.

A oficina sobre proporção promoveu um momento não só de aprendizado, mas também de diversão e interação. Através das distintas didáticas foi possível relacionar matérias como Matemática, Arte, História, Desenho e Arquitetura ao nosso cotidiano. O conhecimento relacionado à Proporção e Arquitetura foi obtido através de atividades descontraídas e prazerosas.

Além da compreensão sobre o que foi diretamente estudado, proporcionou também experiências sociais, como a interação dos integrantes por meio do trabalho em grupo, necessário para a conclusão das atividades propostas.

Em comparação à forma tradicional de ensino, as experiências de aprendizado proporcionadas pela oficina geraram mais prazer e interesse por aquilo que foi ensinado, uma vez que foram utilizados diferentes artifícios, de forma a atrair a atenção, que provocaram maior interação entre o aluno e a professora, uma vez que o primeiro dispôs de maior liberdade para expressar suas opiniões e, até mesmo, suas dúvidas.

Por fim, a interdisciplinaridade apresentada na oficina levou a uma análise, por parte dos alunos, a respeito do que se é estudado em Desenho Técnico. Pensamos nas aplicações dos conceitos abordados e na forma como estes interferem no dia a dia. Refletimos também sobre o modo de abordagem do Desenho Técnico e os benefícios que tais conhecimentos trouxeram para nossas vidas. As ações realizadas no decorrer da oficina não eram feitas por um motivo desconhecido e divergente da nossa vontade, o que impulsionava a formação de mais questões acerca do tema abordado, além de uma empolgante busca por respostas. Por isso, talvez, tenham surgido, a partir do que se era debatido, outros tópicos que se relacionavam a estes, tecendo uma grande e elaborada teia que entrelaça variados assuntos.

6. Referências

CHAVARRIA, Joaquim. **O Mosaico**. 1 Ed. Barcelona, Espanha. Editorial Estampa. 1998.

CHING, Francis D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

COLYER, Marceo. **Christus Ravenna Mosaic**. Visita Cultura. Disponível em: <<http://visita.culturalmcrs.blogspot.com.br/2014/03/christusravenna-mosaic-en-la.html>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

FREITAS, Elizabete Alves de. **Razão, proporção e grandezas proporcionais**. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/tec_seguranca/matematica/061112_mat_a01.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2016.

QUEIROZ, Rosa Maria. **Razão Áurea: a beleza de uma razão surpreendente**. Londrina, 2008. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_rosania_maria_queiroz.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2016.

LÍVIO, Mario. **Razão Áurea: a história de Fi, um número surpreendente**. Trad. Marco Shinobu, Rio de Janeiro: Record, 2008.

SANTOS, Marcia. **A Matemática da Arquitetura Ideal**. In Graphica. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/A%20MATEMATICA%20DA%20ARQUITETURA%20IDEAL.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2016.

SCLOVSKY, Iara. **História do Mosaico**. Iara Sclovsky - Cursos de Mosaico. Disponível em: <<http://www.cursosdemosaico.com.br/historia-do-mosaico.php>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

SILVA, Circe Mary. **Onde está a proporcionalidade?** Revista História da matemática para professores. Ano 1, nº1, março 2014. Sociedade brasileira de história da matemática.

UZINGA. **Arte Bizantina – Arte Medieval**. Disponível em: <<http://uzinga.com.br/blog/2013/05/arte-bizantina/>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VYGOTSKY, L.S. **Psicologia pedagógica**. Tradução do russo. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.