



O ORIGAMI ENQUANTO MANIFESTAÇÃO ARTÍSTICA E POSSÍVEIS RELAÇÕES COM O ENSINO DE MATEMÁTICA

ORIGAMI AS ARTISTIC MANIFESTATION AND POSSIBLE RELATIONSHIPS WITH TEACHING MATHEMATICS.

Bruna Quintino

Bom Jesus (IELUSC), bruna-quintino@live.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8892-1901>

Valdir Damázio Júnior

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), valdir.damazio@udesc.br

 <http://orcid.org/0000-0003-0741-003X>

Resumo

O presente trabalho busca apresentar o Origami como uma manifestação artística capaz de se aproximar do ensino de Matemática. Para tanto parte-se dos pressupostos de que tanto a Arte quanto a Matemática são atividades humanas, acessíveis a quaisquer pessoas. Neste intuito, o presente artigo usa as ideias de Herbert Read no que diz respeito ao entendimento de Arte e de como ela pode estimular a sensibilidade nas pessoas. Além disto, apresenta-se o Origami tratando um pouco da sua história, desenvolvimento e principais técnicas, além de apresentar algumas das muitas relações desta arte com o ensino de Matemática, mais precisamente na construção de figuras regulares planas, que são as bases iniciais para a elaboração de peças de Origami.

Palavras-chave: Arte. Matemática. Origami. Geometria Plana.

Abstract

The present work seeks to present Origami as an artistic manifestation with relationships with mathematics teaching. To this end, it is based on the assumptions that both Art and Mathematics are human activities, accessible to all. In this sense, the present article uses the ideas of Herbert Read with respect to the understanding of Art and how it can be able to stimulate the sensibility. It also presents a little of the history of Origami, its development and main techniques. It also presents some of the many relationships of this art with the teaching of Mathematics, more precisely in the construction of regular flat figures, which are the initial bases for the elaboration of Origami pieces.

Key-words: Art. Mathematics. Origami. Plane Geometry.

Introdução

O presente trabalho busca evidenciar uma das inúmeras possibilidades onde a Matemática e a Arte se relacionam, além de apresentar esta relação como uma possibilidade a ser utilizada no ensino de Matemática. Acreditamos ser o origami uma importante manifestação artística, com fortes características culturais e onde a relação indissociável com a Matemática é facilmente percebida. Porém, antes de entrarmos propriamente no ponto central do trabalho algumas considerações são necessárias.

Tanto os discursos que constituem e põem em circulação o que se entende por Arte e por Matemática guardam em si elementos que de certa forma possibilitam que elas sejam “sacralizadas”. Estes discursos possibilitam pensar a Matemática como a mais perfeita das criações da razão humana, sendo uma linguagem capaz de compreender e controlar o mundo que nos rodeia. Por sua vez, a Arte, se apresenta como sendo de domínio exclusivo dos considerados grandes artistas, cabendo as pessoas consideradas comuns apenas a sua apreciação, atividade que muitas vezes ainda precisa se enquadrar numa grande quantidade de regras e maneiras pré-formatadas de olhar, sendo na prática permitida também a poucos que se auto intitulam, detentores de um bom gosto.

Quando pensamos em uma “obra de arte”, em que pensamos? Paisagens românticas, figuras bem definidas e reconhecíveis e um gênio artista, homem, de aparência exótica, por trás da paleta? Obras facilmente identificáveis tais como a “Mona Lisa” de Leonardo da Vinci? Desenhos, pinturas ou esculturas que pretensamente reproduzem o “real”? Imagens cuidadosamente pintadas e comportadas dentro de contornos pré-definidos ou molduras douradas? A que (e a quem) associamos a capacidade de criação em arte? De algum modo, em várias instâncias, temos sido educados para acreditar que arte é algo para poucos eleitos e iluminados e que pouco tem a ver com nossa vida cotidiana ou com nossas supostas capacidades criadoras. (LOPONTE, 2013, p. 10-11)

Neste sentido, tanto a Matemática quanto a Arte aparentam historicamente fechar as suas fronteiras a poucos, permitindo que apenas alguns sejam considerados aptos a dizer que possuem alguma relação com qualquer um destes campos de saber.

Por mais que estas formas de entendimento sejam ainda muito fortes e presentes no imaginário coletivo, diversos estudos no âmbito da epistemologia e da filosofia da Matemática tem questionado esta visão. Um exemplo são os trabalhos desenvolvidos por D'Ambrósio, que inclusive coloca tanto a Arte quanto a Matemática num mesmo patamar de igualdade, juntamente com diversos outros fazeres humanos e formas de se relacionarem com o mundo e o ambiente a sua volta.

Ao longo da história se reconhecem esforços de indivíduos e de todas as sociedades para encontrar explicações, formas de lidar e conviver com a realidade natural e sociocultural. Isto deu origem aos modos de comunicação e às línguas, às religiões e às artes, assim como às ciências e às matemáticas, enfim a tudo o que chamamos conhecimento. (D'AMBRÓSIO, 2008, p. 18).

Este tipo de olhar para com o conhecimento Matemático permite que a Matemática se aproxime

[...] da esfera do humano, o que implica em negar ao conhecimento matemático características que transcendam esse horizonte de possibilidades. Se ela é mais uma das criações humanas ela não está velada e adormecida esperando para ser descoberta num mundo das ideias platônico, sendo a representação perfeita da verdade ou, para decepção de Galileu, ela não é a linguagem usada por Deus para criar o mundo e, sem a qual 'nós vagamos perdidos dentro de um escuro labirinto'. (DAMÁZIO JÚNIOR, 2015, p.54).

Neste trabalho partimos deste pressuposto, evidenciando que tanto a Matemática quanto a Arte, não possuem halos de divindade, pertencendo assim esfera do humano, do comum e por isto acessível a todos.

Amor, beleza, encantamento, dentre tantas outras, são palavras veladas em nosso rigoroso meio científico, sempre cioso por definir seus objetos de estudo em termos de qualidades objetiváveis, isto é, mensuráveis. No entanto, é preciso ousar, furar a crosta científicista que vem tornando reflexões no meio científico impermeáveis à vida que realmente importa: aquela levada em nosso dia a dia. O conhecimento é adquirido, antes de tudo, valendo-se desses saberes sensíveis e são estes conhecimentos que os cientistas apressam-se logo em classificar como “não-científicos” ou próprios do “senso comum”, mas que contém, também, verdades ou validade prática (DONIZETI, 2003, 41-42).

Não pretendemos neste trabalho responder à pergunta “o que é a Arte?” ou apresentar definições fechadas a respeito da Arte. Um dos nossos objetivos é apresentar

a arte na esfera do humano, das pessoas consideradas comuns, ou seja, de todos nós. Com este objetivo vamos nos valer da concepção de Arte apresentada por Read (1958).

Read (1958) utiliza ao se referir a Arte, a palavra “forma”, afirmando que quando algo é bonito ou adequado, significa que apresenta uma “boa forma” e essa “boa forma” foi dada ao objeto pelo artista que o criou. O conceito “forma” aqui é muito mais amplo do que apenas as características físicas de determinado objeto, mas pode ser entendida como o conjunto das características deste objeto, sejam elas físicas, conceituais, subjetivas etc.

Refletindo sobre este entendimento de Arte apresentado por Read, podemos considerar então que, todos que fazem seu trabalho bem feito, são artistas e o produto de seus trabalhos são obras de Arte. Assim, ao pensarmos no ofício da panificação, desenvolvido por um padeiro, por exemplo, que de antemão dificilmente seria classificado como um artista, essa visão começa a assumir novas nuances se encararmos sob este novo ponto de vista. Logo, um bom padeiro, capaz de dar boa forma a um pão, pode ser considerado um artista na arte de fazer pão. Um pão bonito, que apresenta o formato esperado para um pão, com bom aroma e sabor seria a obra deste artista.

Esta boa forma dada a um produto é um conceito relativo que varia de acordo com o que está sendo avaliado. Um bom aroma e sabor não são aspectos a serem levados em consideração na produção de um sapato, por exemplo, pois na arte de produzir um sapato, não seria um padeiro o artista, mas sim um bom sapateiro, que conhece o formato correto que deve ser dado ao produto para que seja confortável e esteticamente bonito.

Assim como para estas atividades, para qualquer outra pode-se pensar no profissional como um artista, criador de obras de Arte na sua área de atuação. Ainda nesta mesma linha de raciocínio, poderíamos pensar em quais seriam os aspectos avaliados no produto/obra-de-arte de um professor, ou ainda, o que seria esse produto/obra-de-arte? Não podemos dizer que o produto é o aluno, mas talvez a formação dada a este aluno. Ser capaz de despertar no estudante o senso crítico, a habilidade em resolver problemas, o respeito pelos demais, o empenho e o interesse em sempre continuar aprendendo, podem ser alguns dos aspectos considerados ao caracterizar o professor como um artista na arte de educar.

De acordo com Read (1958), a Arte é algo que vive em nosso meio assim como o ar ou o solo, faz parte da nossa vida constantemente mesmo que não a percebamos, “a arte, como quer que a definamos, está presente em tudo o que fazemos para agradar aos nossos sentidos” (READ, 1958, p. 58), pois estamos rodeados de artistas, profissionais de todas as áreas buscando sempre aprimorar aquilo que fazem, com o intuito de darem boas formas as suas obras diárias.

Tentar aproximar esta concepção de Arte do ensino passa inicialmente por buscar um desenvolvimento da sensibilidade para com a Arte, o que é considerado muito

importante por Read (1958) no desenvolvimento de seu conceito de Educação pela Arte (GUSMÃO, 2013).

Sobre a importância dada a Read para a sensibilidade, Duarte Júnior afirma que:

Esperava ele aprimorar a sensibilidade de crianças e adolescente por meio do contato intensivo com a arte, contato do qual surgiriam também a curiosidade e a motivação para o desvendar racional e reflexivo do mundo, por intermédio da ciência e da filosofia. (DUARTE JÚNIOR, 2010, p. 26).

Desta forma, consideramos o origami como uma manifestação artística capaz de possibilitar o desenvolvimento desta sensibilidade proposta por Read (1958) em qualquer faixa etária, desde alunos de séries iniciais até dos próprios professores. Além disso, consideramos o origami uma forma de Arte onde as relações com a Matemática se dão naturalmente, mesmo que de forma não intencional, possibilitando assim o desenvolvimento de competências relacionadas ao conhecimento matemático juntamente com o desenvolvimento e exploração dos potenciais artísticos do origami.

Percurso Metodológico

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois está muito mais preocupado com as sutis relações e possibilidades de interações entre Matemática e Arte, do que com eventuais respostas definitivas ou na apresentação de dados empíricos que comprovem ou refutem uma hipótese de pesquisa previamente formulada.

Conforme Minayo (2004), na pesquisa qualitativa há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo entre a objetividade e a subjetividade que não pode ser traduzido por números.

Para atingir seus objetivos, no que diz respeito a história do origami bem como as principais técnicas e formas artísticas, a presente pesquisa lançou mão do método bibliográfico onde a mesma foi “desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.” (GIL, 2002. p. 44).

No decorrer da pesquisa, a título de ilustração dos assuntos desenvolvidos e como forma de estímulo ao desenvolvimento artísticos e da aproximação entre Matemática e origami, diversas peças de origami foram construídas pelos autores da pesquisa.

A título de exemplo, uma atividade de construção de papel triangular será apresentada passo a passo, usando-se para isso foto-diagramas, cuja metodologia empregada será melhor apresentada no decorrer do trabalho.

Contexto histórico-cultural do origami

Acredita-se, de acordo com a maioria dos historiadores, que o surgimento do papel ocorreu por volta de 105 d.C. Durante muito tempo o papel não era um produto de fácil acesso, sendo acessível a poucos. Os primeiros registros históricos da prática do origami estão relacionados a nobreza e apenas de maneira especial, presente principalmente em cerimônias religiosas ou tradicionais (KOBAYASHI; YAMADA, 2013).

Os primeiros a praticarem o origami foram os chineses, já que a invenção das folhas de papel “é atribuída a Ts'ai Lun, um oficial da corte chinesa” (UENO, 2003, p.12). Porém foi no Japão, cerca de 500 anos mais tarde, que a prática ganhou força e desde o princípio passou a fazer parte da cultura daquele povo, criando laços inclusive com suas crenças religiosas.

Uma das representações mais famosas é a chamada tsuru, criada pelos japoneses com o objetivo de representar uma espécie de pássaro daquela região, este animal era considerado sagrado e um símbolo de longevidade (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

Figura 1 – *Tsuru*



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No Japão, o origami está muito relacionado à muitas lendas e ritos, alguns exemplos são: os origamis em formato de borboleta macho (ocho) e borboleta fêmea (mecho), que são utilizados em cerimônias de casamento. E também o noshi, que até hoje é muito comum entre os japoneses, trata-se de um origami que é anexado aos presentes, representando um desejo de boa sorte e de bênçãos dos deuses para a pessoa presenteada (UENO, 2003).

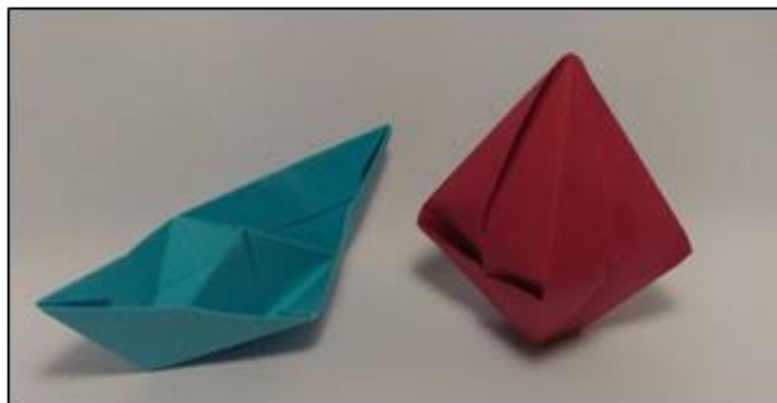
Além destes exemplos, um dos contos mais famosos relacionado à dobra tsuru é fruto de uma história real, a história da menina Sadako Sasaki. Residente da cidade de Hiroshima e com apenas dois anos de idade, Sadako foi exposta a uma alta dose de radiação gerada pelas bombas atômicas e como consequência, dez anos mais tarde, foi diagnosticada com leucemia (OLIVEIRA, 2004).

Ao ouvir sobre a lenda atribuída aos mil tsurus de papel, que contava que se uma pessoa realizasse as mil dobras então teria um pedido atendido, Sadako então, resolveu dedicar suas forças a este objetivo para que pudesse pedir por sua cura. Infelizmente, a menina faleceu em 25 de outubro de 1955 sem ter conseguido concluir todas as dobras. Mas sua dedicação e determinação comoveu a comunidade que se uniu e arrecadou fundos para a criação de um monumento em sua homenagem, o Monumento da Paz às Crianças (SAMPAIO; FERREIRA, 2011).

O monumento foi inaugurado em 05 de maio de 1958, dia em que celebra-se o Dia da Criança no Japão, no Parque Memorial da Paz, localizado no centro de Hiroshima. Até hoje, crianças de todo mundo enviam para o Parque correntes de 1000 tsurus em homenagem a Sadako e como um pedido de paz mundial.

De acordo com Ueno (2003), embora o origami já fosse conhecido nos países da Europa desde o século XII, apenas em meados do século XVIII, a técnica começou a se popularizar. Na Espanha por exemplo, a prática recebe o nome de papiroflexia e um de seus modelos mais populares é a pajarita, inspirada no folclore espanhol. No Brasil também existem exemplos de peças construídas com papel através de dobraduras. Um dos modelos mais comuns entre os brasileiros é o barquinho, que a maioria das crianças aprende a fazer desde cedo na Educação Infantil. Um outro modelo, também digno de nota é o Balão de São João, muito utilizado como decoração de Festas Juninas.

Figura 2 – Barquinho e Balão de São João



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

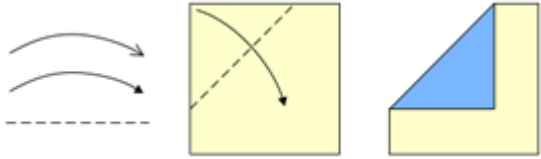

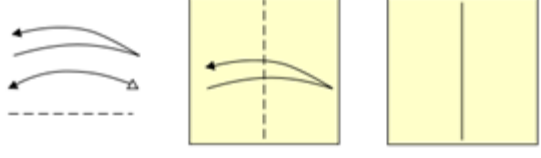
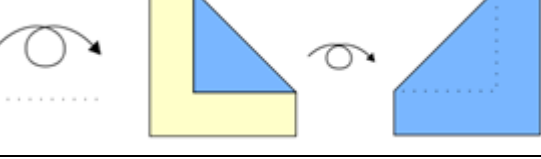
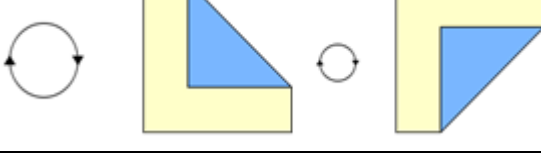
Atualmente o origami possui admiradores e artistas, entre nomes conhecidos e pessoas comuns, espalhados por todo o mundo e um dos principais responsáveis por esta disseminação pelo mundo, foi o origamista japonês Akira Yoshizawa. Nascido em 1911. Yoshizawa é até hoje considerado por muitos o mestre da arte do origami. É reconhecido principalmente pela criação do Sistema Yoshizawa-Randlett.

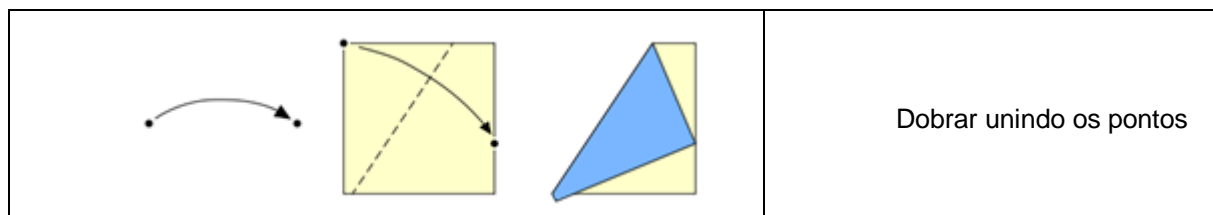
Idealizado pelo japonês Akira Yoshizawa, e posteriormente refinado pelo norte-americano Samuel Randlett, o Sistema Yoshizawa-Randlett propõe um padrão a ser seguido, hoje utilizado no mundo todo, quando o assunto é origami (MAFFEI, 2014).

O sistema apresenta uma simbologia que, quando conhecida, torna possível a leitura dos diagramas de diferentes peças de origami. Existe uma grande diversidade de diagramas disponíveis em: livros, blogs, vídeos etc. que utilizam os símbolos propostos por Yoshizawa.

Estes símbolos e nomenclaturas diferenciam cada tipo de dobra e o diagrama conduz o leitor, passo a passo, a reproduzir o origami desejado. A seguir, são apresentadas algumas das simbologias mais utilizadas.

Quadro 1 – Sistema Yoshizawa-Randlett

Símbolo e Exemplo	Significado
	Dobrar em vale
	Dobrar em montanha
	Dobrar e desdobrar em vale
	Virar
	Girar



Fonte: WIKIPEDIA. **Yoshizawa-Randlett System**. Disponível em:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Yoshizawa%E2%80%93Randlett_system>. Acesso em 07 set 2016.

O sistema desenvolvido por Akira Yoshizawa e Samuel Randlett pode ser considerado como uma das maiores contribuições para a história do origami, já que proporciona a qualquer pessoa, independente da sua língua nativa, a possibilidade de aprender e desenvolver a técnica.

Assim, “o origami, como a música, tem uma linguagem própria e uma notação que podemos chamar de universal” (GENOVA, 2009, p.11), e aqui podemos observar uma importante semelhança entre origami e Matemática, já que também na Matemática, a utilização correta da linguagem apresenta diversas vantagens em alguns contextos, principalmente no que diz respeito a padronização e comunicação de resultados. Sendo assim, entender a importância de se conhecer o significado de cada símbolo em um diagrama de origami, pode contribuir para que se reconheça a importância e vantagens de linguagens em geral, assim como a da linguagem matemática, por exemplo.

Yoshizawa foi responsável ainda por desenvolver “novas formas a partir dos modelos tradicionais, criando mais de 50.000 trabalhos baseados na sensibilidade e na acuidade do design” (UENO, 2003, p. 20).

Em 1955, Yoshizawa realizou uma exposição da Arte do origami no Museu de Amsterdã, na Holanda, e esta foi apenas a primeira de muitas exposições que foi convidado a realizar. Ao longo de sua vida e carreira, Yoshizawa recebeu vários prêmios relacionados à Arte e Cultura e inúmeros trabalhos e artigos citaram e ainda citam seu nome. Em 1985, abriu seu próprio ateliê, onde ministrava aulas não somente sobre a prática do origami, mas também sobre sua teoria sobre esta prática. Um dos seus maiores reconhecimentos aconteceu em 1986, quando o Ministério de Relações Exteriores do Japão lhe concedeu um prêmio em agradecimento por todos os anos que trabalhou na disseminação de uma cultura Japonesa por todo o mundo (YOSHIZAWA, 1989, p. 78).

Ao longo de sua vida, Akira Yoshizawa dedicou mais de 70 anos ao origami e veio a falecer em março de 2005 com 94 anos de idade. Deixou seu nome marcado na história japonesa e no mundo todo devido a todas as suas contribuições para com a prática de dobrar papel. Publicou inúmeros livros contendo diversos diagramas, possibilitando assim

que diversos artistas recriem continuamente suas peças. Mas seu principal legado são as incontáveis formas que criou e todo o amor e crença que tinha por esta prática, pois em um de seus livros, Yoshizawa (1989) afirma que acredita que o origami carrega uma mensagem de paz para todas as pessoas do mundo.

Ainda que Yoshizawa tenha sido um dos principais responsáveis pela disseminação da arte das dobraduras, o origami

[...] tem experimentado uma verdadeira explosão de criatividade nas três últimas décadas devido a uma maior comunicação entre os origamistas e o desenvolvimento de novas técnicas que tornam possíveis realizar figuras cada vez mais complexas. (OLIVEIRA, 2004, p.4).

Atualmente diversas novas formas de manifestações artísticas utilizando o origami tem aparecido, como por exemplo a idealizada pela artista francesa Mademoiselle Maurice. Comovida com históricas trágicas do Japão, como o caso da menina Sadako, ou então os desastres naturais ocorridos na história recente, Maurice resolveu através do origami, que é uma arte japonesa, levar mais vida para as ruas urbanas de todo o mundo, criando seus desenhos com muitas peças de origami em cores vibrantes, uma de suas grandes obras levou mais de 35 mil dobraduras (BEHS, 2013, p.35). A figura abaixo mostra Mademoiselle Maurice apreciando uma de suas obras em uma rua da cidade de Malmö, na Suécia.

Figura 3 – Mademoiselle Maurice



Fonte: MADEMOISELLE MAURICE. **Malmö – Sweden**. Disponível em: <<http://www.mademoisellemaurice.com/creations/malmo-sweden/#>>. Acesso em 06 Nov. 2016.

Algumas variações do origami e relações com o ensino de Matemática

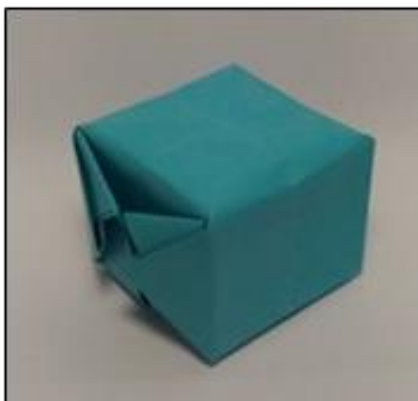
Primeiramente, desconsiderando qualquer relação entre ordem e importância, falaremos dos origamis clássicos. Podem ser considerados pertencentes a esta categoria as peças mais tradicionais, resultantes de apenas uma folha de papel, normalmente no formato quadrado, e sem o uso de corte ou colagem.

Ainda que as principais peças tradicionais sejam dotadas de grande simplicidade, residindo justamente aí sua força e elegância capazes de fazerem com que continuem conhecidas e sejam repetidas por séculos, diversas peças possuem um alto nível de complexidade e exigem muita técnica e dedicação para serem executadas.

A prática destas dobras permite o contato simultâneo com o real e o abstrato. O real é a simples folha de papel à sua frente e o abstrato é no que é possível transformá-la, que a princípio não parece sequer possível. Algo muito importante reside no meio deste processo, durante esta transformação “não se trata apenas de desenvolver gestos manuais, mas raciocinar sobre e com o objeto” (ROSSI; TEIXEIRA, 2012, p. 167), ou seja, permitir-se refletir sobre como cada uma das dobras realizadas vai contribuir no resultado final.

Alguns exemplos deste tipo de origami já foram mencionados anteriormente, como o tsuru, a pajarita, o barquinho e o balão de São João. Um outro exemplo interessante que representa esta categoria é a bomba d’água, que possui o formato similar ao de um cubo. Esta também é uma peça que requer apenas uma folha de papel quadrada para ser realizada, sem cortes ou colagem e que pode permitir a relação com uma bela forma geométrica, o cubo.

Figura 4 – Bomba d’água



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Além dos exemplos já citados, outras dobras muito conhecidas que podem ser chamadas de clássicas são: o lírio, que no seu formato tradicional possui quatro pétalas, o kabuto, que é um origami que representa o capacete de um samurai, sendo uma peça que remete a uma forte lembrança da história do Japão.

Outro interessante fim que se pode dar a um origami é o de organização, a caixa e o copo são exemplos de origamis tradicionais utilizados para armazenar objetos e, dependendo do papel utilizado, podem ser muito resistentes.

Figura 5 – Copo e Caixa



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Diferente dos origamis tradicionais, que partem de apenas uma folha de papel para sua construção, os origamis Modulares, consistem na junção de vários módulos. Cada um destes módulos é criado a partir de uma folha de papel e, dependendo da peça que se pretende criar, a quantidade de módulos exigidos varia. Uma vez prontos, estes módulos são minuciosamente encaixados uns aos outros, resultando em um origami formado por diversas folhas de papel.

De acordo com a origamista Tomoko Fuse (1990), esta técnica do origami ainda é muito recente quando se comparado com a história original desta arte e que além do que já se é conhecido, esta é uma modalidade que certamente ainda tem muito o que revelar. Fuse ainda afirma que, trabalhar com o origami Modular demanda muita energia e paciência, mas garante que, conforme os módulos vão ficando prontos e vão se encaixando, a sensação é gratificante e aos poucos a alegria de ter conseguido finalizar uma peça se transforma em admiração com a quantidade de diferentes figuras que esse tipo de origami nos permite formar (FUSE, 1990).

O Kusudama é um exemplo importante de origami modular, pois também carrega aspectos culturais do povo Japonês. Kenneway conta que

Na era do Japão pré-moderno, era costume suspender uma bola com cheiros doces de ervas acima da cama de uma pessoa doente. Estas bolas, chamadas Kusudama, eram também usadas como amuletos para

afastar as doenças. Hoje em dia são utilizadas devido a sua característica decorativa. (KENNEWAY, 1987, p. 95, tradução nossa).¹

Ainda de acordo com Kenneway (1987), um Kusudama tradicional é construído a partir de trinta e seis módulos que possuem um formato similar ao de uma flor e a união destes módulos pode ser feita com a ajuda de cola.

Figura 6 – *Kusudama* Vênus

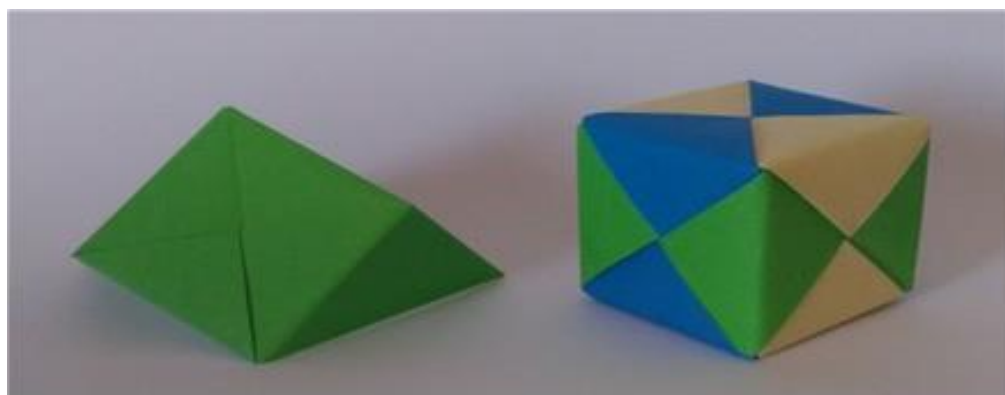


Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Outro uso muito comum dado ao origami modular é para a construção de poliedros ou sólidos geométricos e neste caso, diferentes módulos podem ser utilizados. Um módulo muito utilizado e que permite a criação de inúmeros formatos é o módulo sonobe que possui duas abas que permitem a ligação com as demais peças. A face do módulo sonobe possui o formato de um quadrado e, com seis unidades, por exemplo, é possível construir um cubo.

1 In pre-modern Japan, it was the custom to suspend a ball of sweet-smelling herbs above the bed of a sick person. These hanging balls, called *kusudama*, were also sometimes used as charms to ward off sickness. Nowadays they are used for their decorative qualities.

Figura 7 – Módulo Sonobe e cubo



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Os módulos permitem a criação de vários sólidos geométricos, portanto pode contribuir muito para uma aula de geometria espacial, principalmente por permitir a visualização das figuras tridimensionais, que apenas desenhadas no quadro podem parecer tão distantes. Além disso, permitem a interação dos alunos com a construção destas figuras, o que pode ser muito valioso no processo de aprendizagem. No processo de construção destes origamis modulares, sejam eles poliedros ou Kusudamas, diversas noções vão sendo vivenciadas pelos estudantes, como por exemplo a capacidade de abstração, identificação das principais formas geométricas, noções de simetria e proporcionalidade.

Existem diversas outras técnicas e variações de origami, algumas mais conhecidas e outras que marcam as características pessoais de determinados artistas. Dentre estas técnicas cabe destacar ainda a conhecida por tessellation.

Os origamis do tipo tessellation, ainda que utilizando apenas uma folha de papel, exigem a formação de camadas sobre o papel, permitindo a criação de peças com alto relevo. A hortênsia, uma peça de origami desenvolvida por Shuzo Fujimoto, é uma das figuras realizadas com esta técnica.

Figura 8 – Hortênsia



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Diversas peças utilizando esta técnica formam fractais. A geometria dos fractais é uma área de estudo da Matemática muito recente, primeira vez citada pelo matemático Benoit Mandelbrot em 1975. Por ser recente, muitos estudos a respeito de fractais ainda estão em aberto, pode-se dizer que um fractal “é uma figura geométrica em que uma parte se assemelha com toda a figura, obtida através de um processo iterativo e que pode ter uma dimensão não inteira” (CARVALHO, 2005, p. 18).

No processo das dobras de uma peça de origami com formato de um fractal é possível visualizar os processos iterativos do fractal, possibilitando assim um contato com um objeto matemático de difícil compreensão ou mesmo formalização. Tratar a respeito de fractais com alunos de séries iniciais por uma abordagem puramente teórica e geométrica pode dificultar muito mais o entendimento deste objeto matemático do que facilitá-lo. Sendo assim consideramos que a construção e o contato com fractais construídos através de origamis pode ser um primeiro contato muito mais significativo.

A quantidade de aplicações e usos do origami na geometria plana é muito grande e variado. Esses usos podem ir desde apresentar e refletir sobre a estrutura axiomática da Matemática, relacionando com a estrutura axiomática para as dobras em origami desenvolvida por Humiaki Huzita e Koshiro Hatori (MONTEIRO, 2008, p. 8), até questões mais práticas ou de ensino como, interação com a linguagem matemática, reconhecida e exercitada por meio das dobras, a construção de cônicas, a identificação de propriedades geométricas, a construção de polígonos regulares etc.

Uma proposta de atividade: confecção de papéis triangulares

Apenas a título de exemplo vamos mencionar uma possível atividade a ser realizada em ambientes formais ou informais de aprendizagem.

A arte do origami inicia-se com uma folha de papel, na maioria das vezes quadrada, porém diversas peças de origami se originam de uma folha de papel em outro formato, geralmente um polígono regular. Uma forma geométrica regular é, portanto, o estágio inicial para a arte do origami, assim, aprender a obter estas formas é uma curiosa maneira de relacionar a Matemática com a arte do origami.

Diversos polígonos regulares podem ser facilmente obtidos através de dobraduras, os mais fáceis são o quadrado, o triângulo equilátero, o pentágono, o hexágono e o octógono.

Um ponto interessante deste processo é que a folha por dobrar guarda em si uma enorme gama de possibilidades, ela poderá se transformar em diversas peças, apesar de ainda ser um polígono. O polígono regular, que talvez num primeiro olhar possa não parecer atrativo para alguns alunos, passa a ser visto e sentido de outras formas, trabalhando assim com a sensibilidade e a imaginação dos alunos.

Como exemplo, vamos apresentar a construção de um triângulo equilátero a partir de uma folha de papel quadrada. Para isto vamos utilizar o sistema de notação Yoshizawa-Randlett, pois como já mencionamos esta pode ser uma maneira indireta de aproximar os alunos de sistemas formais de linguagem.

A maneira mais comum de construir um diagrama de origami é por meio de programas computacionais, porém pensando em algo que possa ser facilmente reproduzido para fins educacionais optamos por apresentar o procedimento através de um foto-diagrama.

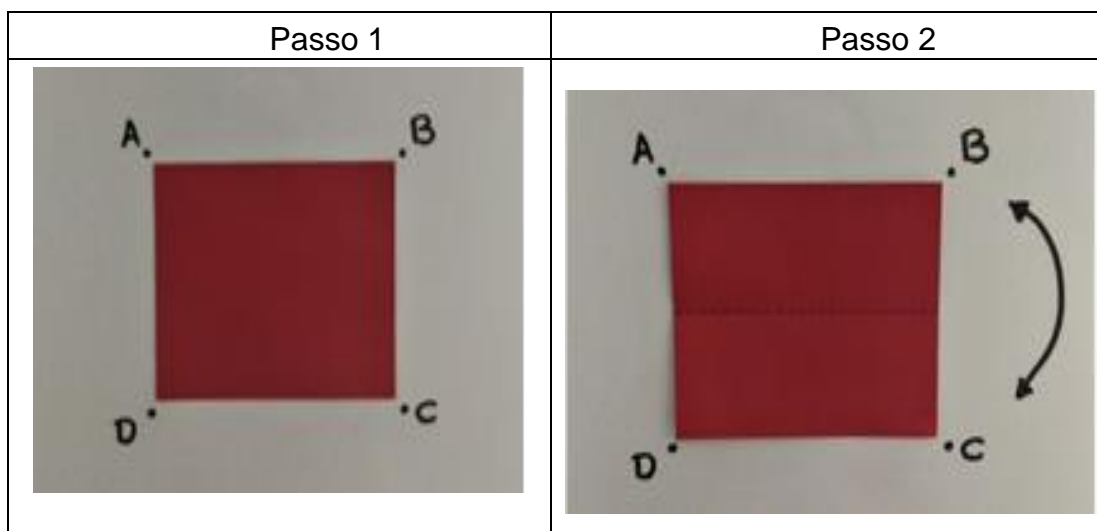
Os materiais utilizados na construção do foto-diagrama foram: um quadro branco e um marcador que possibilitaram a realização de flechas indicando a direção das dobras; papel; caneta e régua para destacar as marcações geradas pelas dobras no papel; tesoura e uma câmera fotográfica.

Estes materiais podem facilmente ser obtidos em qualquer escola podendo, portanto, ser facilmente reproduzidos e discutidos com os alunos. Uma outra atividade bastante significativa é estimular os alunos a construírem seus próprios foto-diagramas, aproximando-os ainda mais do processo de construção, tanto dos polígonos regulares quanto de peças criadas a partir destes polígonos.

Para a construção do triângulo equilátero vamos iniciar com um papel quadrado. Desta forma o lado do triângulo terá a mesma medida do lado do quadrado que está sendo utilizado.

No passo 1 do quadro abaixo, temos um papel quadrado que foi indicado com os vértices A, B, C e D. A primeira dobra que deve ser realizada pode ser conferida no passo 2, devemos dobrar em vale, unindo os pontos superiores e inferiores perfeitamente, e então desdobrar, a dobra irá produzir um vinco conforme linha tracejada na figura, que nada mais é que a mediatriz dos lados AD e BC do quadrado.

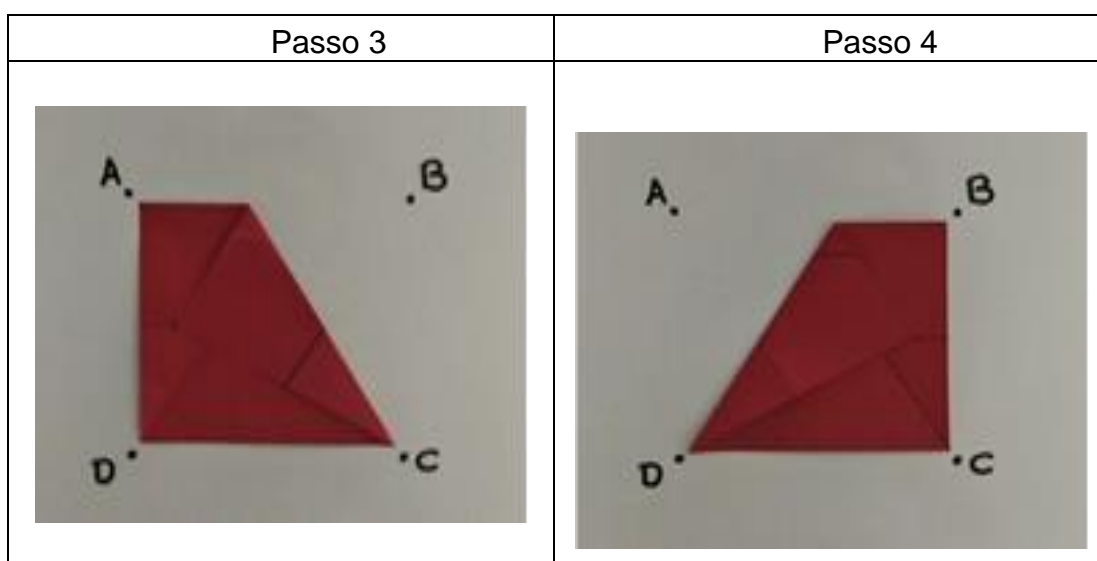
Quadro 2 – Construção do Triângulo Equilátero Parte I



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O próximo passo é levar o vértice B até a mediatriz (passo 3), cuidando para que a linha criada por esta dobra passe pelo vértice C. Depois de desdobrar, o mesmo procedimento deve ser realizado com o vértice A, conforme indicado na figura do passo 4.

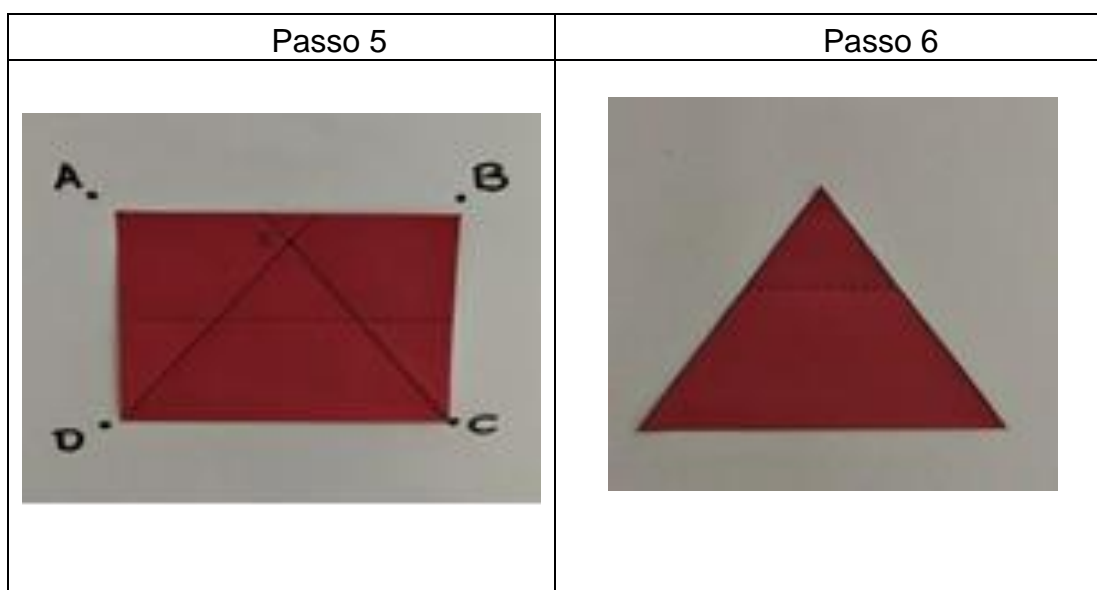
Quadro 3 – Construção do Triângulo Equilátero Parte II



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Ao finalizar o passo 4 e desdobrar o papel, teremos dois vincos no papel se cruzando em um ponto que chamamos de E, conforme indica o passo 5 do quadro abaixo, este ponto é o terceiro vértice do triângulo equilátero CDE. Recortando o papel nas linhas destacadas, teremos o triângulo equilátero da figura apresentada no passo 6.

Quadro 4 – Construção do Triângulo Equilátero Parte III



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Diversas peças de origami podem ser desenvolvidas tendo como base um triângulo equilátero. Como exemplo colocamos uma variação do tradicional lírio feito com papel quadrangular². Adaptando as dobras para o papel triangular, o que pode também ser um estimulante exercício que brinca com a ideia de generalização, pode-se facilmente obter um lírio de três pétalas. Abaixo, na figura 9 um lírio tradicional, dobrado com papel quadrado e um lírio de três pétalas, dobrado com papel triangular.

² O lírio é uma peça tradicional bastante popular. Seu diagrama ou vídeos tutoriais podem facilmente ser encontrados com uma rápida pesquisa na internet.

Figura 9 – Lírio de quatro e Três Pétalas



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Casos como esses, do tradicional lírio de quatro pétalas e de sua variação de três pétalas são belos exemplos de uma conexão entre Matemática e Arte. O sucesso na realização da peça final depende diretamente da precisão com que a forma do papel original é obtida. Isso faz com que os envolvidos no processo de criação artística percebam as conexões entre a figura geométrica inicial e a peça resultante. Como consequência dessa abordagem podem nascer simultaneamente um apreço pelas propriedades matemáticas bem como o desenvolvimento da sensibilidade artística dos envolvidos.

Considerações Finais

O presente artigo deve ser lido mais como uma apresentação ou um convite do que como um trabalho fechado apresentando resultados ou propostas prontas de entendimento a respeito do origami ou de aplicações do origami no ensino de matemática.

A gama de possibilidades de unir o uso do origami com a Matemática é muito grande e diversos trabalhos podem ser desenvolvidos focando esta relação. Além disso, existe uma grande diversidade de atividades e usos que podem ser dados pelos professores quando assumem o papel de autores “no processo de ensino, imprimindo suas marcas, sua criatividade, suas rimas e sua sensibilidade” (DAMÁZIO JÚNIOR, 2015,

p. 66) no uso de suas capacidades criativas e artísticas quando usando a arte do origami em suas aulas.

Esperamos que este convite possa estimular pesquisadores e professores a explorar as possibilidades e ampliar esta relação entre o origami e a Matemática. Convidamos a todos a pensar a Arte e a Matemática não como campos para poucos dotados de pré-requisitos para o fazer artístico ou para o pensar matemático. Ao invés disso esperamos que todos nós, pessoas comuns, possamos nos apropriar da arte em nossas vidas, imprimindo boas formas as nossas atividades diárias de pesquisa e de ensino, possibilitando assim um desabrochar da sensibilidade em nós mesmos e em nossos alunos.

Referências

- D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 2008.
- DAMÁZIO JÚNIOR, V. Metáforas, Aforismos e Reflexões: Aproximações entre Matemática, Educação Matemática e Arte. **BoEM**, Joinville, v.3. n.5, p. 51-68, ago./dez. 2015
- BEHS, P. C. **Desdobrando o Origami no contexto da linguagem da arte**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma: 2013.
- CARVALHO, H. C. **Geometria Fractal: Perspectivas e possibilidades para o ensino de matemática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém: 2005.
- DUARTE JÚNIOR, J. F. **O sentido dos sentidos: a educação (do) sensível**. 5 ed. Curitiba: Criar Edições, 2010.
- FUSE, T. **Unit-Origami: Multidimensional Transformations**. Japan: Japan Publications, 1990.
- GENOVA, C. **Origami: dobras, contas e encantos**. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GUSMÃO, L. D. **Educação Matemática pela Arte: Uma defesa da educação da sensibilidade no campo da Matemática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.
- KENNEWAY, Eric. **Complete Origami**. London: Ebury Press, 1987.
- KOBAYASHI, M. C. M.; YAMADA, T. R. U. Origami e kirigami: arte e cultura como recurso lúdico e educativo. **Revista Ciência e Extensão**. v.9, n.3, p.148-158. São Paulo: 2013.
- LOPONTE, Luciana Gruppelli. Arte para a docência: estética e criação na formação docente. **Archivos Analíticos de Políticas Educativas / Education Policy Analysis Archives**, v. 21, nº25, mar. 2013. P. 1-22.

- MAFFEI, L. Q. **Clube da Matemática: Jogando com múltiplas inteligências.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.
- MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 23. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.
- MONTEIRO, L. C. N. **Origami: História de uma Geometria Axiomática.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2008.
- OLIVEIRA, F. F. **Origami: Matemática e Sentimento.** Disponível em: <<http://www.nilsonjosemachado.net/grupos-de-estudo/seed-2sem-2004/>>. Acesso em 12 ago. 2016.
- READ, H. **A Educação pela Arte.** São Paulo: Editora Livraria Martins Fontes, 1958.
- ROSSI, D. C.; TEIXEIRA, S. A. Origami Científico: a linguagem das dobraduras no design contemporâneo. **Revista FAAC**, v. 2, n. 2, p. 165-178. Bauru: 2012.
- SAMPAIO, A. S.; FERREIRA, E. D. Do Oriente ao Ocidente: O Origami e suas influências. **Revista da Faculdade Eça de Queiroz.** Ano 1, n. 3. São Paulo: 2011.
- UENO, T. R. **Do Origami Tradicional ao Origami Arquitetônico: Uma trajetória histórica e técnica do artesanato oriental em papel e suas aplicações no design contemporâneo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2003.
- YOSHIZAWA, A. **Origami Museum Animals.** Japan: Kamakura Shobo, 1989.