Dialogia

e-ISSN: 1983-9294
https://doi.org/10.5585/40.2022.21513
Recebido em: 21 jan. 2022 – **Aprovado em:** 15 fev. 2022
Artigo

Check for updates

Aspectos do pensamento computacional em atividades desplugadas com origami e matemática

Aspects of computational thinking in unplugged activities with origami and mathematics

Carolina Yumi Lemos Ferreira Graciolli
Doutoranda em Educação Matemática
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
Rio Claro, SP – Brasil.
carolinayumigraciolli@gmail.com

Romário Costa da Rocha Júnior
Mestrando em Educação Matemática
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
Rio Claro, SP – Brasil.
romario.junior@unesp.br

Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva
Doutor em Education Studies
Universidade Estadual Paulista – UNESP.
São José do Rio Preto, SP – Brasil.
ricardo.scucuglia@unesp.br

Resumo: Este artigo tem por objetivo apresentar algumas das relações existentes entre o origami e o pensamento computacional, discutindo de que forma podem se complementar e servirem de apoio mútuo. Para tanto, contextualiza-se o origami, a arte de dobrar papel, e, também, algumas compreensões acerca do pensamento computacional, especificamente, seus quatro pilares, a saber: decomposição, algoritmo, reconhecimento de padrões e abstração. Como possibilidade recorre-se a atividades desplugadas envolvendo instruções de dobras de animais e de sólidos geométricos que podem ser desenvolvidas tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio ou no Superior. Para finalizar, mostra-se que as propostas podem possibilitar o desenvolvimento dos quatro pilares do pensamento computacional. Desta forma, pode-se ressaltar que as atividades descritas abrem possibilidades para o pensamento computacional quando trabalhado em consonância ao origami.

Palavras chave: educação matemática; dobradura; pensamento computacional; sólidos geométricos.

Abstract: The article aims to present some of the existing relationships between origami and computational thinking and how they can complement each other and serve as mutual support. A contextualization about the art of paper folding is presented, as well as some understandings about computational thinking, specifically its four pillars: decomposition, algorithm, pattern recognition and abstraction. As a possibility, we resort to unplugged activities involving instructions for folding animals and geometric solids that can be developed both in Elementary School and in High School or Undergraduate Degree. Finally, it is shown that the proposals can enable the development of the four pillars of computational thinking. Thus, it can be noted that the activities described open possibilities for computational thinking when worked in consonance with origami.

Keywords: mathematics education; paper folding; computacional thinking; geometric solids.

Cite como

(ABNT NBR 6023:2018)

GRACIOLLI, Carolina Yumi Lemos Ferreira; ROCHA JÚNIOR, Romário Costa; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues. Aspectos do pensamento computacional em atividades desplugadas com origami e matemática. *Dialogia*, São Paulo, n. 41, p. 1-20, e21513, jan./abr. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.5585/40.2021.21513.

American Psychological Association (APA)

Graciolli, C. Y. L. F., Rocha Júnior, R. C., & Silva, R. S. R. (2022, jan./abr.) Aspectos do pensamento computacional em atividades desplugadas com origami e matemática. *Dialogia,* São Paulo, *41*, p. 1-20, e21513. https://doi.org/10.5585/40.2022.21513.

1 Introdução

O origami é uma arte milenar, transmitida, tradicionalmente, de geração após geração ao redor do mundo. A origem do termo vem do japonês e é composta por duas palavras: *ori* (dobrar) e *kami* (papel), o que, literalmente, significa "dobrar papel". Segundo Ueno (2003), os registros sobre o surgimento da arte de dobrar papel não são claros. Há contradições e divergências entre historiadores sobre como e onde se deu a origem do origami, mas acreditasse que o origami tenha surgido e sido aperfeiçoado no Japão, no mesmo período em que o papel foi introduzido no país.

Por exigir concentração e senso-estético, o origami estimula a imaginação e contribui para o aperfeiçoamento da destreza manual. Por essa razão, é muito utilizado em escolas do mundo inteiro, apresentando-se como uma grande ferramenta para a participação efetiva e colaborativa dos alunos durante os processos de ensino e de aprendizagem, principalmente da matemática escolar (YAMADA, 2016). Além disso, com a arte de dobrar papel, é possível gerar bons vínculos afetivos entre os alunos e os conteúdos a serem abordados, tornando, assim, as atividades propostas mais proveitosas e enriquecedoras.

A amplitude das atividades propostas pelo origami torna-o um importante tema de pesquisa em diversas áreas do conhecimento, inclusive na Computação. A título de exemplo, os origamis eram criados a partir da tentativa e erro, porém com o auxílio da computação, novas formas de criar modelos surgiram. A pesquisa de Lang (1996) apresenta

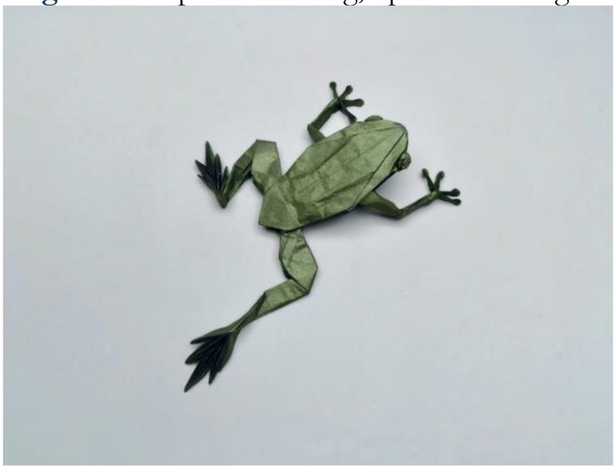
> [...] um algoritmo completo para o design de uma figura de origami arbitrária, especificamente, para a solução de um padrão de vinco que se dobra em uma base com qualquer número desejado de abas de comprimento arbitrário, que se tornam os braços, pernas, asas, etc., da figura de origami. O algoritmo é baseado em um conjunto de condições matemáticas no mapeamento entre o padrão de vinco e um gráfico em árvore que representa a base. Desta forma, o problema é transformado em uma otimização não linear restrita que, como se constatou, está intimamente relacionada aos algoritmos de empacotamento e triangulação existentes. Foi implementado o algoritmo em um programa de computador escrito em C ++ que está disponível na Internet; com ele, é possível calcular o padrão de vinco para designs de origami de complexidade e sofisticação sem precedentes (LANG, 1996, p. 98, tradução nossa)[1].

Dessa forma, pelo algoritmo de Lang (1996), basta inserir algumas informações sobre o que se pretende dobrar e o programa apresentará um padrão de vincos que podem ser dobrados para o desenvolvimento do objeto pretendido. Com mais alguns detalhes é possível obter figuras

[1]No original: "[…] a complete algorithm for the design of an arbitrary origami figure, specifically, for the solution of a crease pattern that folds flat into a base with any desired number of flaps of arbitrary length, which become the arms, legs, wings, etc., of the origami figure. The algorithm is based on a set of mathematical conditions on the mapping between the crease pattern and a tree graph representing the base. In this fashion, the problem is transformed into a nonlinear constrained optimization, which as it turns out, is closely related to existing circle packing and triangulation algorithms. I have implemented the algorithm in a computer program written in C++ that is available on the Internet; with it one can compute the crease pattern for origami designs of unprecedented complexity and sophistication".

como o "Tree frog" de design de Robert Lang, como ilustra a Figura 1. Lang (2019) apresenta e esclarece as possibilidades de criar origami com computação em um Ted Talk, em 2008, intitulado "The math and magic of origami"[2].

Figura 1 - Sapo "Tree Frog, opus 280" design de Robert Lang.



Fonte: Lang (2019).

Sendo assim, neste trabalho, busca-se ressaltar algumas relações entre o origami e o pensamento computacional, como eles podem se complementar e serem utilizados como apoio de um para o outro. Cabe destacar, ainda, que a produção de conhecimentos envolvendo o devir computacional apresenta um potencial estético (POLICARPO; SANTAELLA, 2018), o que possibilita que a interface artes/informática, por meio da exploração de origamis e pensamento computacional, seja um cenário pedagogicamente produtivo. Para tanto, na próxima seção, discutiremos aspectos do pensamento computacional.

2 Pensamento computacional

Ao contrário do que se pode apresentar inicialmente, o pensamento computacional não está, necessariamente, ligado à programação de computadores, tampouco à habilidade de navegar na internet, de baixar programas ou de acessar as redes sociais. Apesar de trazermos à baila essa questão, neste trabalho, nossa intenção não é delimitar o que é ou não o pensamento computacional, mas, sim, apresentar alguns de seus aspectos, que podem estar presentes ao desenvolver matemática por meio do origami.

Para Wing (2006), o pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos os seres humanos, não somente para os cientistas da computação. Na perspectiva da autora, o

[2] O *ted talk* está disponível em https://www.ted.com/talks/robert_lang_the_math_and_magic_of_origami/transcript?language=pt-br#t-145249.

pensamento computacional envolve a resolução de problemas, o projeto de sistemas, de tarefas e de desafios, a compreensão do comportamento humano, tendo suas raízes instauradas, principalmente, nos poderes e nos limites dos processos computacionais e inclui diversas ferramentas de diferentes áreas da Ciência da Computação. É possível observar, também, os ideais do pensamento computacional em diferentes áreas do conhecimento, como, por exemplo, a Matemática, a Química, a Física, a Biologia, as Artes, os Estudos Sociais, entre outras (BARR; STEPHENSON, 2011).

Outra afirmação que advém do tratamento do pensamento computacional é o que podemos "fazer" enquanto interagimos com o computador. Significa analisar como o pensamento computacional se apresenta enquanto ferramenta para a resolução de problemas, desafios, compreensão do mundo e do ser humano. De acordo com a BBC Learning (2015), o pensamento computacional pode ser estruturado em quatro grandes pilares, quais sejam: abstração, algoritmos decomposição e reconhecimento de padrões.

> O pensamento computacional envolve identificar um problema complexo e quebrá-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (Decomposição). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com maior profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (Reconhecimento de padrões), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (Abstração). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (Algoritmos) (BRACKMANN *et al.*, 2017, p. 983).

Sendo assim, autores, como Barbosa (2019), destacam que a abstração pode ser compreendida como a capacidade de criar mecanismos para classificar os dados fornecidos no problema, separando os que serão essenciais em cada etapa da resolução. O algoritmo é compreendido como uma sequência de etapas e de procedimentos, executada para realizar determinada tarefa ou atividade proposta. A decomposição é o processo de trabalhar de trás para frente, do início ao fim e para dividir grandes problemas em problemas menores que possam ser resolvidos de forma mais simples e rápida. Por fim, o reconhecimento de padrões é a capacidade de enxergar que um novo problema pode apresentar aspectos e semelhanças de problemas antigos, levando a recorrer a ferramentas e a métodos utilizados anteriormente podem auxiliar na resolução de novos problemas/desafios.

> Não se pode negar que à medida que novas tecnologias se incorporam ao cotidiano das pessoas, mais e mais se ampliam as possibilidades de se identificar tarefas cognitivas que podem ser feitas de forma mais rápida e eficiente, utilizando procedimentos realizados por máquinas, envolvendo abstração, generalização e manipulação simbólica. No entanto, pensar e agir com base em um determinado raciocínio lógico, antecede o advento dos computadores (VALENTE *et al.*, 2017, p. 8).

Entretanto, o pensamento computacional, como assinala Wing (2006), privilegia a apropriação de conceitos ao invés do ato de programar em si. Sendo assim, envolve o pensar em diversos níveis de abstração, o que é diferente da aplicação de técnicas de programação em si. Nesse sentido, o pensamento computacional não está, exclusivamente, relacionado ao resultado de uma produção de software ou de hardware. Entende-se, assim, que os conceitos fundamentais da computação estão presentes no processo de resolver problemas (OLIVEIRA; CAMBRAIA; HINTERHOLZ, 2021).

Uma vez que o pensamento computacional não está centrado somente no ato de programar, podemos desvincular a necessidade de ter um computador para trabalhar com aspectos desse pensamento. Assim, levamos em conta atividades desplugadas como um meio para explorar e desenvolver aspectos do pensamento computacional. Consideramos neste artigo atividades desplugadas como aquelas que não envolvem, necessariamente, um computador ou uma tecnologia digital, como, por exemplo, o problema do caminho mínimo, que pode ser desenvolvido com um mapa desenhado ou impresso em uma folha de sulfite e o objetivo é encontrar o caminho mais curto ao desviar dos obstáculos indo de um lado ao outro do mapa (WERLICH *et al.*, 2018). Outro exemplo é a atividade tetris, destacada por Brackmann, Caetano e Silva (2019), em que, organizados em duplas, um dos estudantes é responsável por passar instruções sobre como desenhar a peça de tetris que está vendo para o outro estudante que deve desenhá-la somente com os passos ditados pelo colega.

Atividades como essas “[...] possibilitam ampliar o conhecimento em relação a tecnologia, mesmo em regiões com falta de recursos tecnológicos” (WERLICH *et al.*, 2018, p. 721) e abrem possibilidades para uma abordagem que “[...] introduz conceitos de hardware e software que impulsionam também as tecnologias cotidianas até pessoas não-técnicas” (BRACKMANN; CAETANO; SILVA, 2019, p. 639).

Diante do exposto, neste artigo, pretendemos destacar aspectos do pensamento computacional que podem ser explorados com atividades desplugadas envolvendo origami. Nesse sentido, nosso objetivo é apresentar e discutir propostas de atividades que podem compor o ambiente escolar e que podem favorecer o pensar e aprender matemática. Para explicitar alguns dos aspectos do pensamento computacional em atividades desplugadas com origami, separamos duas atividades que podem desenvolver a abstração, o algoritmo, a decomposição e o reconhecimento de padrões que serão apresentadas a seguir.

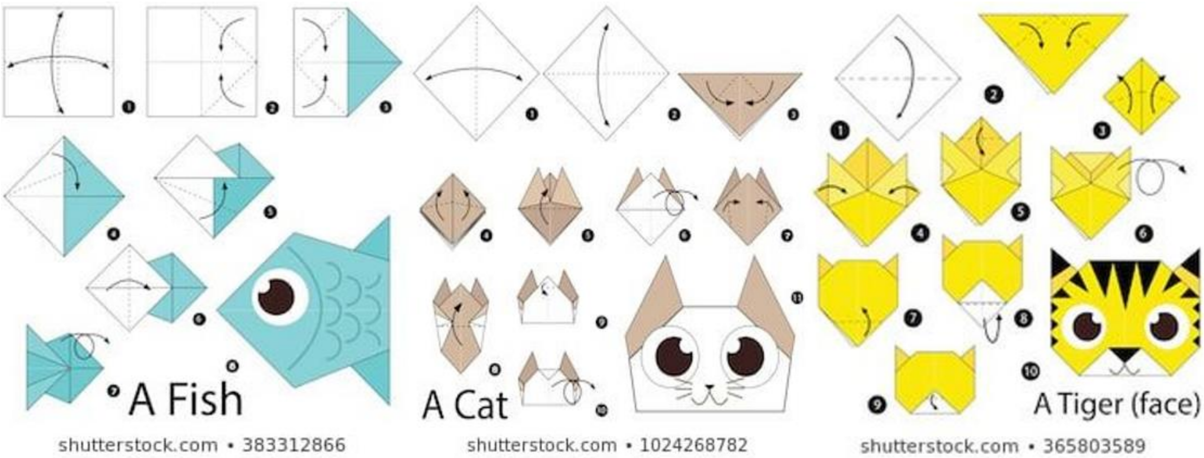
3 Possibilidades do pensamento computacional que se abrem com origami

Para elucidar as possibilidades relacionadas ao pensamento computacional, quando trabalhamos com o origami, destacaremos propostas que podem ser desenvolvidas em diversos níveis de ensino, além de discutirmos os aspectos do pensamento computacional que podem estar presentes no desenvolvimento delas. Tendo em vista que a técnica de dobrar papéis pode não ser comum a todos, a ideia é começar com atividades que possam ser utilizadas como introdução à arte do origami e ao pensamento computacional. Tais atividades, portanto, podem ser utilizadas do Ensino Fundamental até o Ensino Médio ou, ainda, no Ensino Superior.

As instruções de dobras são um exemplo de atividade. Por meio dessas instruções, objetiva-se desenvolver aspectos do algoritmo e da decomposição por meio de uma tarefa que envolve a descrição e a organização de um passo a passo. Para a execução da atividade, serão utilizadas folhas de papel em formato quadrado, de preferência com versos de cores diferentes e as instruções impressas.

No primeiro momento, a ideia é escolher um origami simples, como os sugeridos na Figura 2.

Figura 2 - Exemplos de passo a passo que podem ser utilizados



Fonte: Adaptado de Shutterstock. Disponível em https://www.shutterstock.com/pt/g/tofang. Acesso em 21 fev 2022.

Em duplas ou em grupo, os alunos receberão o material. Entretanto, somente um dos participantes poderá ver o tutorial e sua tarefa será descrever passo por passo para que os colegas os executem e dobrem o mesmo origami. Para a dinâmica, os estudantes podem se sentar de costas uns para os outros ou em um ambiente on-line, desde que os passos sejam ditos, mas não vistos pelos colegas. Ao terminar, os alunos devem comparar os objetos e refletir sobre os comandos recebidos ou dados para que as figuras chegassem a suas formas finais.

Nesse sentido, a proposta pode permite processos que envolvem depurar e refazer os passos para corrigir os erros. Os erros fazem parte do processo de entendimento do quanto específicas foram as instruções e do quanto elas precisam ser detalhadas para o processo de programação. Em diversos casos, o algoritmo pode parecer claro para quem o escreve, mas se o computador não recebe as instruções de forma corretas, o resultado pode ser diferente do que se espera. Essa relação tem a ver com input e com output, no sentido dos comandos que são dados por um estudante e que são recebidos e executados por outro.

Tanto a experiência de quem descreve e de quem interpreta os passos do algoritmo utilizado em diferentes dobraduras são importantes para o pensamento computacional, uma vez que abre possibilidade de reflexão acerca da necessidade da "[...] abstração e decomposição para lidar com um problema complexo" (VALENTE *et al.*, 2017, p. 9). Além disso, a cada interação é possível aumentar a dificuldade do origami para dobraduras que exijam passos mais específicos e difíceis de descrever oralmente.

Outra possibilidade para ser feita na sequência, envolve cortar cada etapa do passo a passo da folha impressa, embaralhar e trocar entre as duplas ou grupos, fazendo com que a atividade seja, com o origami montado e os recortes dos passos, de forma recursiva, remontar o diagrama para a construção do origami. Para isso, os estudantes devem desmontar e pensar qual dos desenhos representa a dobra em questão. Com o diagrama do passo a passo terminado, os estudantes devem testar as dobras com uma nova folha de papel e verificarem se a sequência de passos está correta. Nesse contexto, algumas questões podem nortear discussões acerca da ordem dos comandos em um ambiente de programação e em relação ao desenvolvimento do raciocínio lógico e algorítmico não serem únicos para a solução de um problema, como, por exemplo, *esta sequência é única? Podemos trocar a ordem de algum dos passos para obter o mesmo origami?*

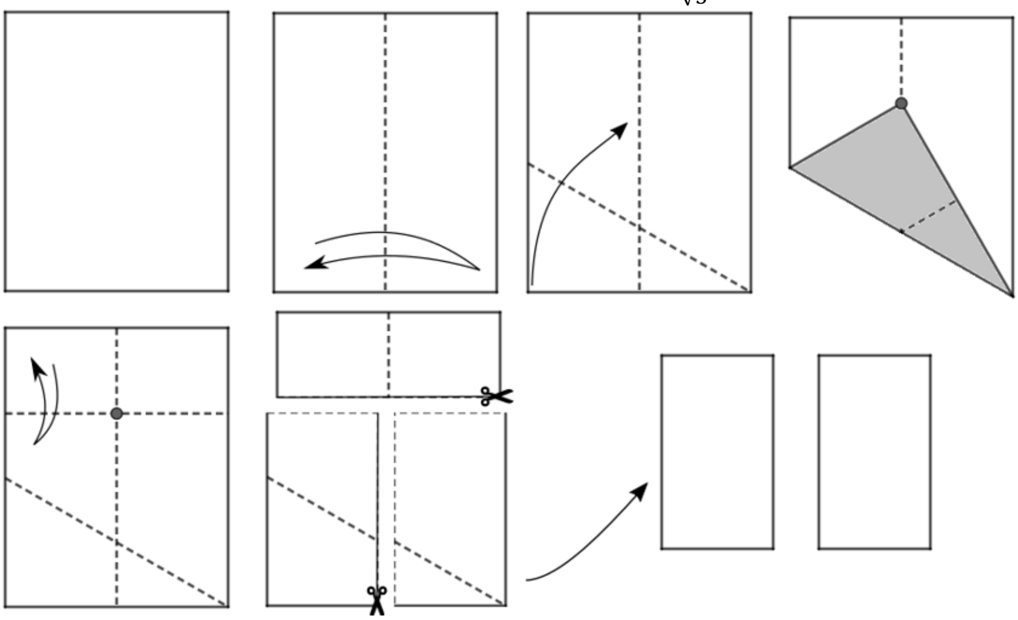
Em relação à matemática, nessa atividade, podemos dar destaque às formas geométricas, questões de simetria, entre outros. A título de exemplo, a discussão trata das diferentes formas de dobrar um quadrado ao meio, como destacado por Graciolli (2021) em sua pesquisa de mestrado. Podemos dobrar pela diagonal, como no passo a passo do gato, formando dois triângulos iguais, ou de modo perpendicular, passando pelo ponto médio do segmento do lado do quadrado, como no passo a passo do peixe, formando dois retângulos congruentes. Essas questões envolvem os eixos de simetria do quadrado e as possibilidades de construção de figuras com a mesma área, triângulos e retângulos. Além disso, a atividade pode proporcionar a interpretação de instruções gráficas, com os diagramas do passo a passo, para instruções textuais, expressas, oralmente, pelos estudantes.

Com essa atividade, os alunos podem experimentar dobras no papel e trabalharem com conceitos básicos de matemática, envolvendo procedimentos característicos de aspectos do pensamento computacional, como abstração, reconhecimento de padrões, de algoritmo e de decomposição. Na sequência, descreveremos uma atividade, na qual damos destaque à matemática, recorrendo a dobraduras com grau de complexidade maior.

A atividade envolve a construção de sólidos geométricos com vários módulos (pedaços, peças) de papel que podem ser encaixados. Com o objetivo de trabalhar a construção de sólidos geométricos, começando com os regulares, como tetraedro, octaedro e icosaedro, e partindo para sólidos quaisquer que sejam formados por faces triangulares, para o desenvolvimento dessa atividade serão necessárias várias folhas de papel, em formato quadrado ou tamanho A4, tesoura ou estilete, e cola (opcional).

O primeiro passo é a construção dos módulos do tetraedro. Para isso, será necessário construir retângulos na proporção $\frac{1}{\sqrt{3}}$. Dessa forma, assim como no diagrama apresentado na Figura 3.

Figura 3 - A construção de retângulos na proporção $\frac{1}{\sqrt{3}}$.[3]

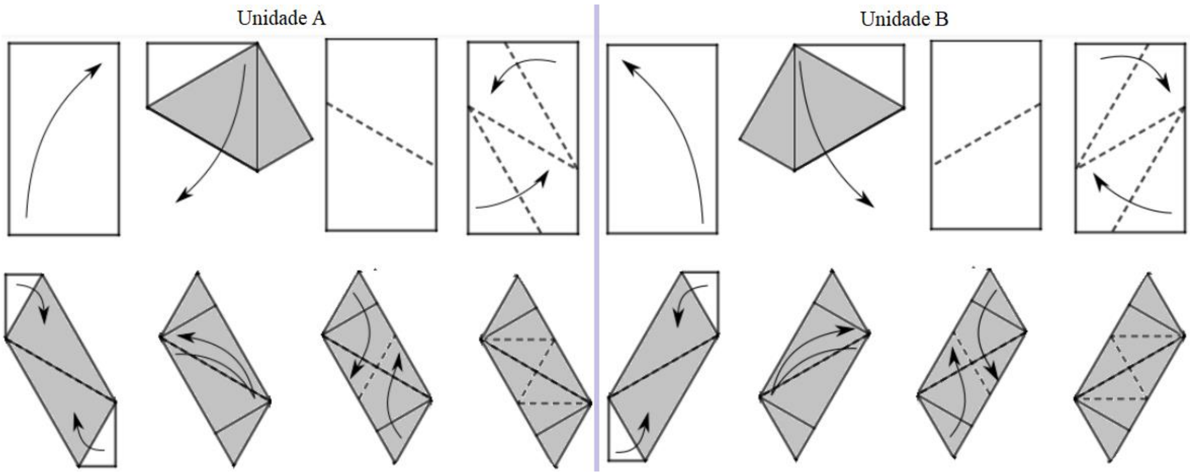


Fonte: Elaborado pelos autores.

[3] O passo a passo representando na Figura 3 parte de uma folha de sulfite A4 ou qualquer pedaço de papel proporcional a suas medidas (210mm x 297mm). O mesmo processo pode ser feito a partir de uma folha quadrada.

A ideia é que os estudantes dobrem de acordo com o passo a passo disponibilizado, ou sigam as instruções por meio de vídeo, com intenção de obter os retângulos destacados na figura. Com os retângulos formados, o próximo passo envolve a construção de duas peças simétricas, que Cavacami e Furuya (2009) chamam, respectivamente, de unidade A e de unidade B. A Figura 4 ilustra este passo.

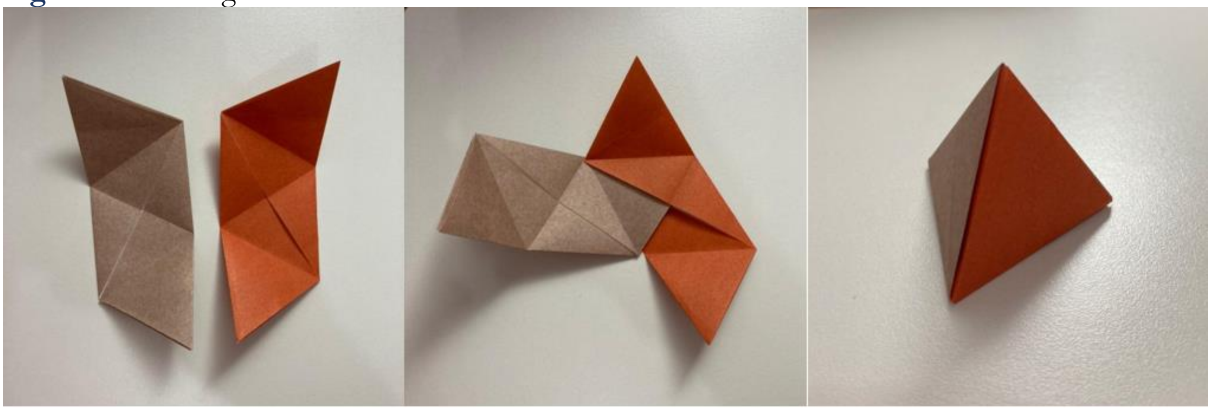
Figura 4 - Diagrama do módulo A e B para construção do tetraedro



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para finalizar a construção do tetraedro, é necessário encaixar as duas peças dobradas anteriormente, utilizando, opcionalmente, um pouco de cola. As peças devem ser encaixadas assim como ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Montagem do tetraedro.

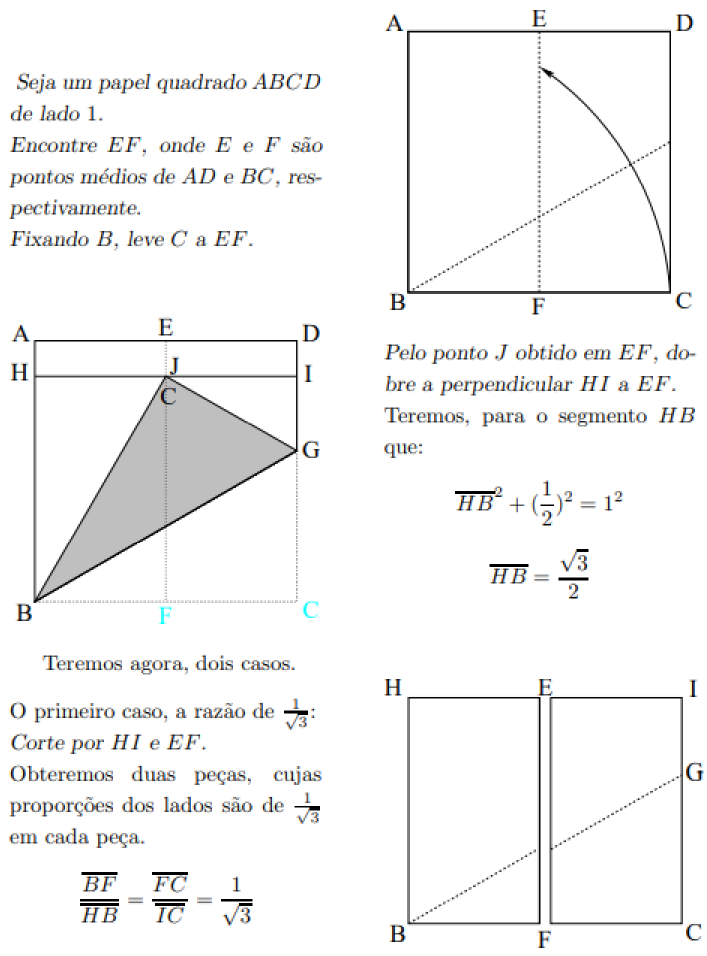


Fonte: Elaborado pelos autores.

Acontece o mesmo para a construção do octaedro, mas, agora, são necessárias quatro peças simétricas, duas da unidade A e duas da unidade B. Quando os alunos terminarem de construir o tetraedro e o octaedro algumas questões podem surgir e nortear uma discussão, como, por exemplo, se *este origami representa um tetraedro regular? O que é necessário para caracterizarmos um sólido como "tetraedro regular"? Será que este origami satisfaz essas características?*

Uma das possibilidades para pensar e para buscar respostas a essas perguntas é analisar cada passo realizado durante a construção do módulo. Essa proposta envolve tanto a decomposição do problema quanto o pensamento algorítmico, permitindo, no passo a passo, pensar o que está acontecendo em cada uma das etapas. Se começarmos pela construção dos retângulos, é possível notar, por meio de uma interpretação matemática de cada movimento de dobra, que, de fato, a proporção entre seus lados é de $\frac{1}{\sqrt{3}}$, como ilustrado na Figura 6.

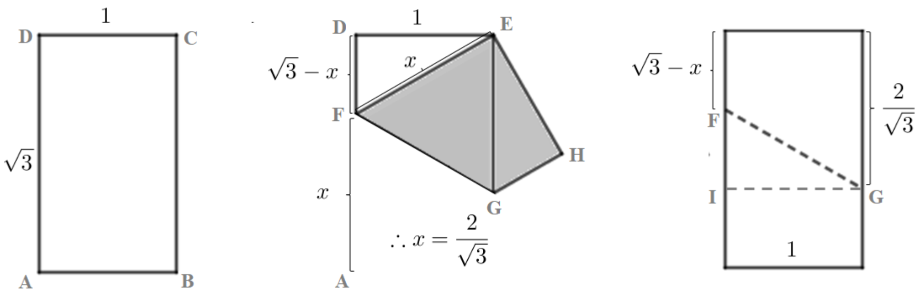
Figura 6 - Justificativa da proporção $\frac{1}{\sqrt{3}}$ nos lados do retângulo.



Fonte: Cavacami e Furuya (2009, p. 42).

Na sequência, voltamos para a interpretação do que ocorre ao dobrar os módulos e quais as características dos triângulos formados depois de todas as dobras. Para tanto, tomemos o retângulo ABCD, conforme representado a Figura 7.

Figura 7 - Imagem de referência para analisar os triângulos formados pelas dobras

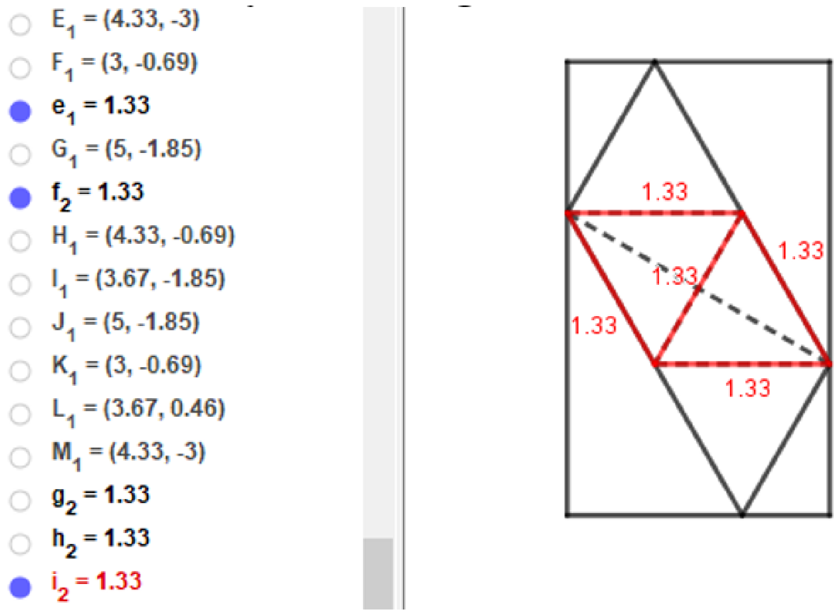


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Cavacami e Furuya (2009), ao analisarmos o retângulo ABCD, utilizado para a construção dos módulos, saberemos se o lado menor for igual a 1, o lado maior será $\sqrt{3}$. Dessa forma, quando dobramos, levando o ponto A até C, e geramos o vinco FG, percebemos que os lados EF e EG são iguais a $\frac{2}{\sqrt{3}}$. Isso, pois, se considerarmos o triângulo retângulo DEF ou EHG, sabemos que um de seus catetos é igual a 1, por hipótese; já que o retângulo tem medida 1 e $\sqrt{3}$. Além disso, se considerarmos AF como x, logo, FD será igual a $\sqrt{3}\ - x$, uma vez que, o lado do retângulo mede $\sqrt{3}$; e, pelo Teorema de Pitágoras temos que $x^2 = (\sqrt{3} - x)^2\ + 1^2$, isto é, $x = \frac{2}{\sqrt{3}}$.

Com o mesmo raciocínio podemos concluir que FG também é igual a $\frac{2}{\sqrt{3}}$, ao analisarmos o triângulo retângulo FGI, que tem como medidas de catetos 1 e $\frac{1}{\sqrt{3}}$. Podemos fazer o mesmo procedimento para cada uma das dobras e seguindo essa mesma linha de pensamento. Outra opção é recorrer a uma verificação pelo GeoGebra. Desse modo, percebemos, por meio de uma construção seguindo os padrões de dobras utilizados na construção dos módulos, que todos os lados dos triângulos que formam as faces de sólidos são iguais, ou seja, são compostas por triângulos equiláteros, conforme ilustrado na Figura 8, em que as medidas dos lados são todas iguais a 1,33 u.m.

Figura 8 - Possível verificação da congruência entre os lados dos triângulos



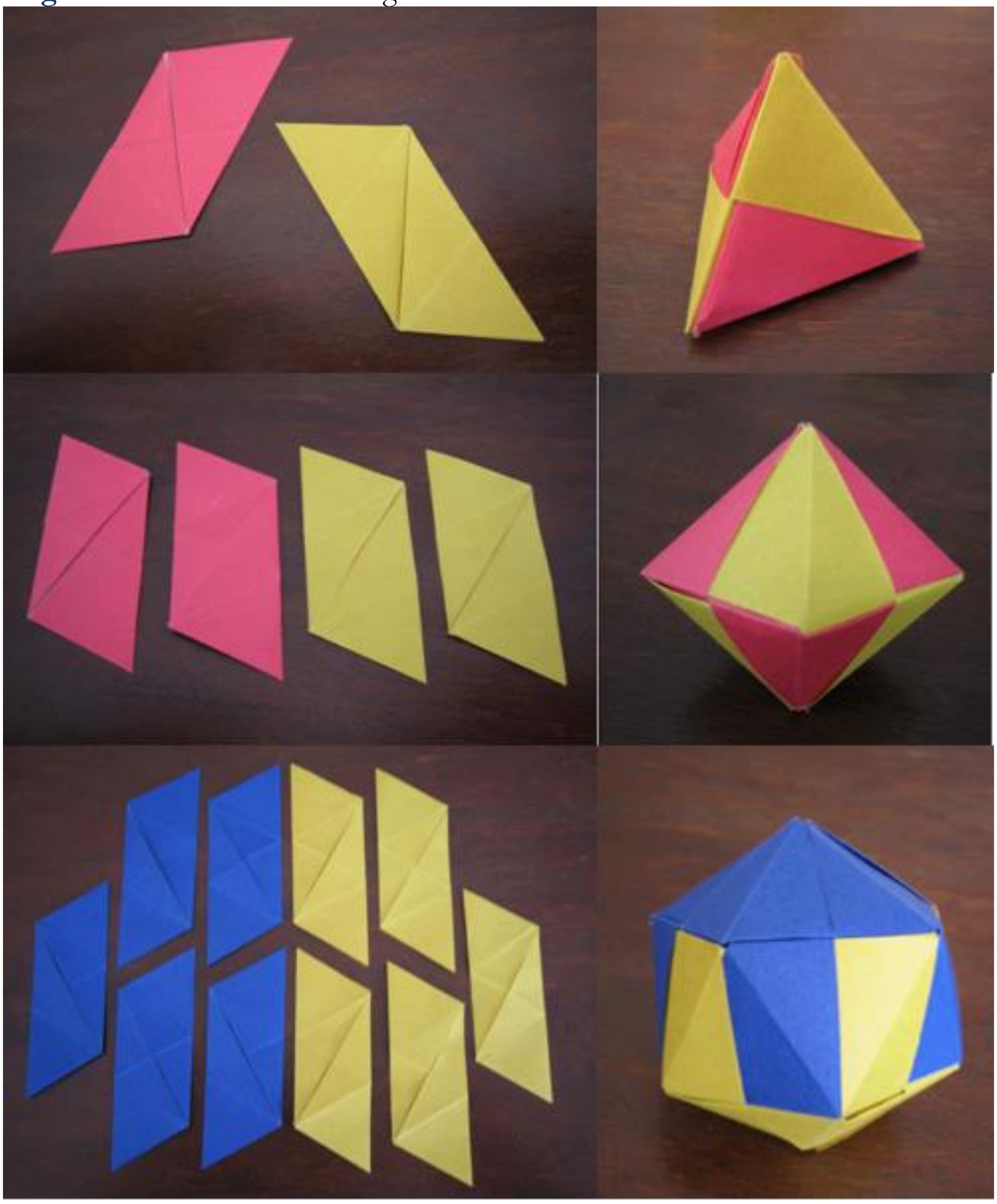
Fonte: Elaborado pelos autores.

Contudo, a abstração deve estar presente durante a análise e a interpretação de dobra por dobra, uma vez que é necessário desconsiderar a espessura do papel e entender que o modelo dobrado é uma representação de retas e de pontos. Assim, é impossível obter um modelo dobrado perfeito, como o interpretamos.

Para representarmos os vincos de dobras no GeoGebra, devemos interpretar cada um dos movimentos de dobra e entender seu significado matemático. Significa que, para a construção do modelo, criamos, incialmente, no software, um retângulo com lados medindo 1 e $\sqrt{3}$. Considerando a primeira dobra, observamos que é equivalente a traçar a bissetriz perpendicular entre os dois pontos opostos dos vértices do retângulo (no caso da Figura 8, o vértice inferior esquerdo e o vértice superior direito). Já as próximas dobras são equivalentes a traçar a bissetriz do ângulo agudo formado pelo lado do retângulo e a bissetriz perpendicular traçada anteriormente. Por fim, acrescentamos os segmentos com extremidades no ponto de intersecção do retângulo com a bissetriz perpendicular e no ponto de interseção entre o retângulo com a bissetriz recém-criada. Dessa forma, recorrendo a algumas das ferramentas do GeoGebra, como “distância entre pontos” ou “segmento”, é possível perceber que os triângulos formados pela sequência de dobras são equiláteros, pois possuem todos os lados congruentes.

Após a conclusão da regularidade dos triângulos que constituem as fases do sólido, uma pergunta que pode direcionar o próximo ponto de discussão: *será que podemos construir outros sólidos com os mesmos módulos?* Assim, questionamos se seria possível construir um octaedro ou um icosaedro e como fazer isso. A intenção é que os estudantes tentem encontrar um padrão entre os módulos e os sólidos que podem ser construídos. Para o tetraedro, são necessários dois módulos, um de unidade A e outro de unidade B; para o octaedro, quatro módulos, dois da unidade A e dois da unidade B; e para o icosaedro, dez módulos, cinco da unidade A e cinco da unidade B (cf. Figura 9). É possível encontrar um padrão entre o número de lados do sólido e o número de módulos, isso porque cada módulo gera duas faces de um poliedro.

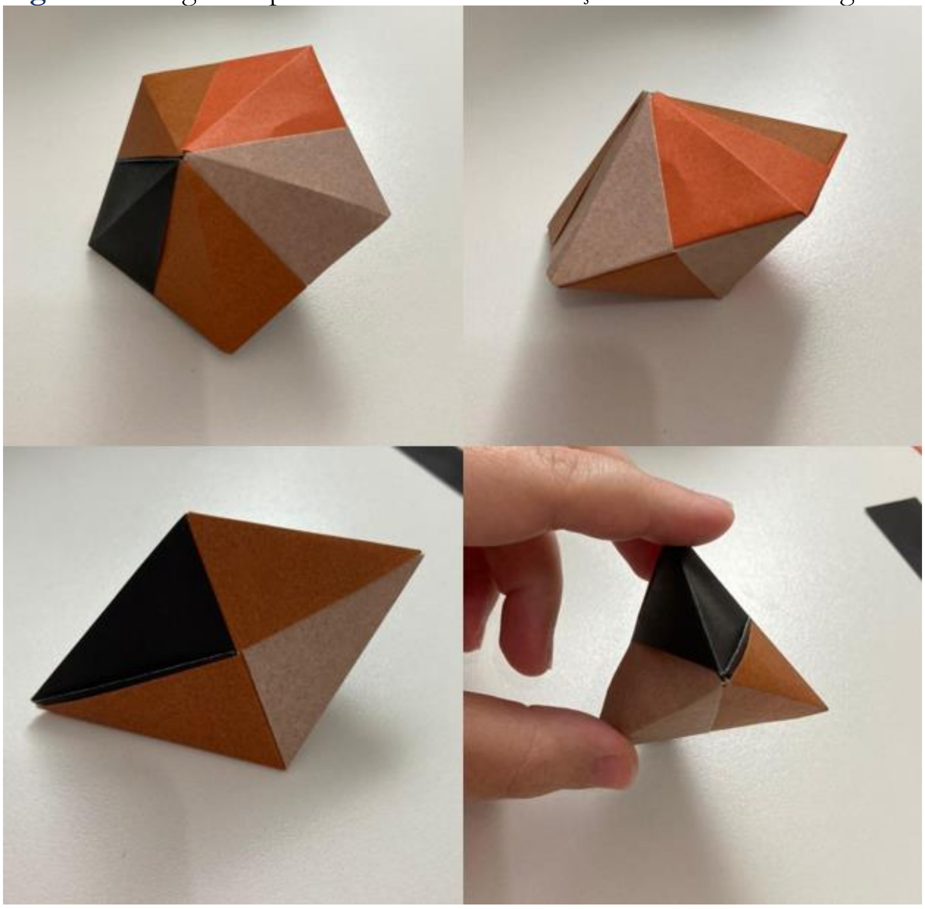
Figura 9 - Módulos e sólidos geométricos



Fonte: Adaptado de Cavacami e Furuya (2009).

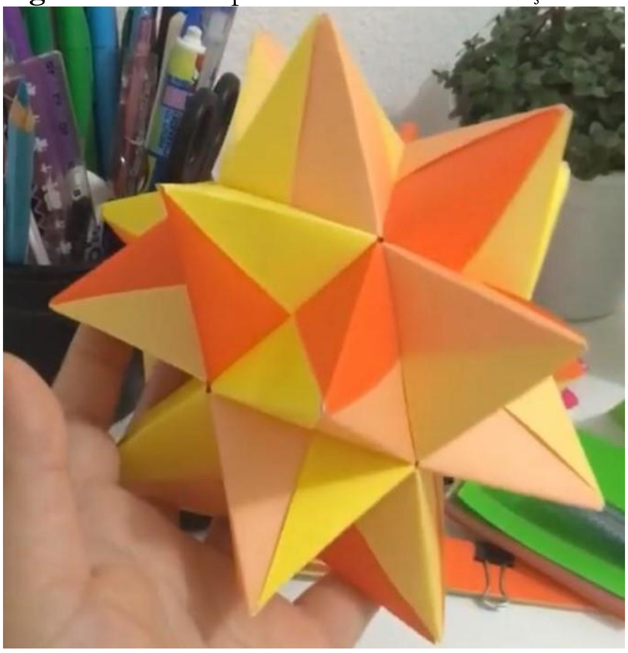
Será possível construir outros sólidos geométricos que não são regulares? Será possível criar outros sólidos além dos três construídos anteriormente? A resposta é sim. A ideia é deixar que os estudantes experimentem encaixes e tentem formar outros sólidos, como ilustrado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Algumas possibilidades de construção de sólidos não regulares



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11 - Outra possibilidade de construção de sólidos não regulares



Fonte: Elaborado pelos autores.

Outras perguntas que podem ser feitas são: *esses sólidos geométricos são regulares?* Se as faces são constituídas por triângulos equiláteros, como verificamos anteriormente, *por que eles não são considerados regulares?* Uma nova discussão acerca dos poliedros regulares pode ser iniciada e características além de possuir faces com polígonos regulares podem surgir. Isto leva a questionar *quais outras características garantem que o tetraedro, octaedro sejam regulares?*

Nessa atividade, os estudantes podem desenvolver os quatro pilares do pensamento computacional e explorar vários conceitos de matemática dependendo do grau de escolaridade dos participantes. Na próxima seção discutiremos a relação entre as atividades e cada um dos pilares do pensamento computacional visando esclarecer as potencialidades de atividades desplugadas com origami para o desenvolvimento das habilidades destacadas anteriormente.

4 Aspectos do pensamento computacional

As possibilidades apresentadas foram pensadas para trabalhar os quatro pilares do pensamento computacional (abstração, algoritmo, decomposição e reconhecimento de padrões) e os conceitos de matemática, em específico, de geometria. Diante do que foi proposto, podemos destacar que a abstração pode estar presente ao construir objetos de origami e imaginar formas a partir do que está dobrado, como rostos de animais, figuras e sólidos geométricos. A abstração envolve, ainda, uma interpretação matemática dos problemas oriundos das dobras. É necessário, por exemplo, desconsiderar a espessura do papel para pensar sobre como se formam os triângulos equiláteros e os sólidos, uma vez que, de acordo com Barbosa (2019), a abstração pode ser caracterizada por meio da capacidade de criar mecanismos com intuito de classificar os dados fornecidos no problema e foca apenas nos detalhes que são importantes.

Quanto ao algoritmo, é possível identificá-lo no passo a passo, tanto da perspectiva de executar/construir um origami, quanto do ponto de vista de investigar cada uma das etapas e suas consequências. Além disso, na primeira atividade pode-se explorar a linguagem gráfica, com os diagramas, e sua interpretação para a linguagem textual, no caso, ao descrever para os colegas cada um dos passos que são necessários para a construção de um origami. Assim como destacado por Oliveira, Cambraia e Hinterholz (2021), o pensamento computacional, especificamente o que se refere ao desenvolvimento de algoritmos, pode ser trabalhado em atividades que não necessariamente envolvem computadores e tecnologias digitais.

A decomposição pode ser explorada ao dividir um problema maior em pequenas partes. Assim, este processo "[...] envolve identificar um problema complexo e quebra-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar" (BRACKMANN *et al.*, 2017, p. 983), por exemplo, para investigar o porquê o triângulo da face do poliedro é regular, é necessário pensar em todos os passos e o que cada um deles representa para entender o conjunto completo.

Por fim, o reconhecimento de padrões pode se apresentar no movimento de pensar em quais as possibilidades para a construção de novos origamis, tendo em vista as experiências anteriores. *Qual o padrão entre o número de faces do poliedro e o número de módulos necessários para a construção do sólido? Sempre será assim? O que nos garante?* Refletir sobre o que se pode ter recorrido à observação e à investigação dos objetos construídos anteriormente, dá indícios do reconhecimento de padrões, neste caso, entre o número de peças e os sólidos que podem ser formados e como eles serão.

Assim, Scucuglia e colaboradores (2020) destacam, acerca do pensamento computacional sensível, as cores foram significativas para a formação de padrões e de simetrias, bem como para a posição em termos de simetrias. Para este artigo, as formas criadas por meio de dobraduras no papel são importantes para o reconhecimento de padrões e caracterizam um engendramento do pensamento computacional com a arte.

Dessa forma, o que foi apresentado, neste artigo, caracteriza-se como uma possibilidade para o desenvolvimento do pensamento computacional a partir de propostas envolvendo origami e matemática, em que a

> [...] atividade matemática em sala de aula pode ser reorganizada através do desenvolvimento de tarefas mão na massa baseadas no uso de tecnologias que permitem a elaboração, refutação e confirmação de conjecturas e a exploração de múltiplas soluções de problemas relativos ao desenho aberto de tarefas (SCUCUGLIA *et al.*, 2020, p. 3, tradução nossa)[4].

Por meio da relação entre origami e programação, visamos ressaltar as articulações entre as dobraduras de papel e o pensamento computacional, evidenciando como eles podem se complementar e serem utilizados de apoio de um para o outro em diferentes contextos.

5 Considerações finais

Destacamos, neste trabalho, alguns aspectos do pensamento computacional que podem estar presentes em atividades desplugadas envolvendo origami. O origami é a arte de dobrar papéis, que, atualmente, tem sido tema em diversas pesquisas acadêmicas em diferentes áreas do conhecimento, uma delas é a Computação. Já o pensamento computacional consideramos os quatro pilares destacados pela BBC Learning (2015), sendo eles a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões e o algoritmo.

Ao planejar e ao investigar as atividades, pensamos na matemática e no pensamento computacional, que podem ser desenvolvidos com os origamis em momentos desplugados. A primeira atividade destacada introduz a arte de dobrar papel e o pensamento computacional, podendo ser desenvolvida em turmas de Ensino Fundamental, Médio ou Superior. Nela, podem ser feitos origamis com grau de complexidade menor e explorar conceitos como simetria, formas geométricas, equivalência entre áreas, entre outros.

Na segunda atividade, apresentamos alguns origamis mais complexos que podem ser construídos ao juntar várias peças e em relação ao conteúdo matemático recorremos a conteúdos de geometria, em específico, poliedros, características dos triângulos equiláteros, congruência de triângulos, Teorema de Pitágoras, padrões, sequências e entre outros. Durante o desenvolvimento da atividade, questionamentos podem surgir, favorecendo cenários de discussão e investigação acerca de conceitos e definições matemáticas.

Em ambas atividades, identificam-se todos os pilares do pensamento computacional destacados anteriormente podem estar presentes ao desenvolve-las, por exemplo, a abstração, ao construir objetos e interpretar, matematicamente, os problemas envolvendo dobras no papel, o algoritmo, ao trabalhar passo a passo, tanto ao dobrar quando investigar cada uma das etapas e

[4] No original: The mathematical activity in classrooms can be reorganized through the development of hands-on tasks based on the use of technologies that allow the elaboration, refutation, and/or confirmation of conjectures and the exploration of multiple solutions of problems regarding the open-ended desing of tasks.

suas consequências, a decomposição, ao dividir um problema passando a resolver problemas menores, e o reconhecimento de padrões, ao pensar em quais as possibilidades para a construção de outros sólidos partindo das experiências anteriores com o origami.

Sendo assim, consideramos relevante destacar as potencialidades de se desenvolver o pensamento computacional e explorar conteúdos matemáticos ao trabalhar com atividades envolvendo dobras no papel. Manusear e investigar com o dobrar do papel pode promover a abstração, o reconhecimento de padrões, o algoritmo e a decomposição ao possibilitar ações como interpretar e reproduzir passo a passo (*step by step*), imaginar figuras e objetos, recorrer a conhecimentos prévios na busca por compreender o que acontece ao gerar um vindo no papel e assim por diante. Ademais, o origami abre possibilidades para explorar conceitos matemáticos, pois por meio dele pode-se criar e manipular diferentes formas geométricas, interpretar matematicamente a representação de cada vinco, comparar e abstrair o que é feito em um pedaço de papel para objetos matemáticos, entre outros.

Trazemos, também, a necessidade de avanços em pesquisas que tenham como tema o pensamento computacional desplugado em atividade envolvendo origami, uma vez que, como exposto neste texto, são inúmeras as perspectivas que podem ser expandidas e investigadas, tanto na Matemática quanto em outras áreas do conhecimento. Além disso, ressaltamos que as atividades como as descritas podem ser feitas com papéis de rascunho ou reciclados pelos próprios alunos, enfatizando a acessibilidade e a abertura para discussões em relação ao cuidado com o meio ambiente.

Referências

BARBOSA, L. M. *Aspectos do pensamento computacional na construção de fractais com o software GeoGebra*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019. Disponível em https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180523. Acesso em 21 fev 2022.

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *Acm Inroads*, New York, v. 2, n. 1, p. 48-54, mar 2011. DOI: https://doi.org/10.1145/1929887.1929905. Acesso em 21 fev 2022.

BBC LEARNING, B. *What is computational thinking?* 2015. Disponível em https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1. Acesso em 21 fev 2022.

BRACKMANN, C. P. *et l.* Pensamento computacional desplugado: Ensino e avaliacao na educacao primaria espanhola. WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. *In: Anais*.... 2017, p. 982-991.

BRACKMANN, C. P.; CAETANO, S. V. N.; SILVA, A. R. Pensamento Computacional desplugado: ensino e avaliação na educação primária brasileira. *Renote:* Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 3, p. 636-647, dez 2019. DOI: https://doi.org/10.22456/1679-1916.99894. Acesso em 21 fev 2022.

CAVACAMI, E.; FURUYA, Y. K. S. *Explorando geometria com origami*. São Carlos: UFSCar (Departamento de Matemática), 2009. Disponível em http://www.obmep.org.br/docs/apostila11.pdf. Acesso em 21 fev 2022.

GRACIOLLI, C. Y. L. F. *Origami e produção de vídeos digitais:* um estudo sobre a produção matemática em um curso de extensão universitária. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2021. Disponível em https://repositorio.unesp.br/handle/11449/202387. Acesso em 21 fev 2022.

LANG, R. J. Tree Frog, opus 280. *Robert J. Lang Origami***.** 2019. Disponível em https://langorigami.com/artwork/tree-frog-opus-280-4/. Acesso em 21 fev 2022.

LANG, R. J. A computational algorithm for origami design. ANNUAL SYMPOSIUM ON COMPUTATIONAL GEOMETRY, n. 96, 1996, Pleasanton. *In:* ANNUAL SYMPOSIUM […]. *Proceedings of Annual Symposium on Computational Geometry*. Pleasanton: ACM, 1996. p. 98-105.

OLIVEIRA, W.; CAMBRAIA, A. C.; HINTERHOLZ, L. T. Pensamento Computacional por meio da Computação Desplugada: Desafios e Possibilidades. WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 29., 2021, Evento Online. *In: Anais*.... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 468-477. DOI: https://doi.org/10.5753/wei.2021.15938. Acesso em 21 fev 2022.

POLICARPO, C.; SANTAELLA, L. A estética do conhecimento nas redes digitais. *Dialogia*, São Paulo, n. 28, p. 29-46, 2018. Disponível em https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/8455. Acesso em 21 fev 2022.

SCUCUGLIA, R. R. S. *et al.* Pensamento Computacional-Sensível de Professores de Matemática em Formação Inicial sobre Nested Loops. *Perspectivas da Educação Matemática*, Campo Grande, v. 13, n. 32, p. 1-18, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/10025. Acesso em 21 fev 2022.

SOFTWARE GEOGEBRA. Disponível em https://www.geogebra.org/download?lang=pt. Acesso em 21 fev 2022.

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 (Mestrado em Desenho Industrial). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2003. Disponível em https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Design/Dissertacoes/thaisueno.pdf. Acesso em 21 fev 2022.

VALENTE, J. A. et al. Alan Turing tinha Pensamento Computacional? Reflexões sobre um campo em construção. *Tecnologias Sociedade e Conhecimento*, Campinas, v. 4, Dez. 2017. Disponível em https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14482. Acesso em 21 fev 2022.

WERLICH. C. *et al*. Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I: um estudo de caso utilizando Computação Desplugada. WORKSHOPS DO VII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2018. *In: Anais*.... DOI: http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2018.719. Acesso em 21 fev 2022.

WING, J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, New York, v.49, n.3, p. 33-35, mar. 2006.