PROFESSOR DE MATEMÁTICA ONLINE
Revista eletrônica da Sociedade Brasileira de Matemática

PMO v.8, n.1, 2020
ISSN: 2319-023X
https://doi.org/10.21711/2319023x2020/pmo87

Movimento *maker*: Um incentivo ao estudo da geometria e a interdisciplinaridade

Barbara Batista dos Santos de Andrade   Luiz Carlos de Andrade

Resumo

Este artigo analisa como a construção de protótipos variados com materiais de baixo custo e recicláveis feitos por alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Rio de Areia, escola da rede pública estadual localizada no município de Saquarema-RJ, contribui para a consciência ambiental. Analisa também como o movimento *maker*, movimento que defende a ideia de do indivíduo fabricar, construir, reparar e alterar objetos com as próprias mãos, utilizando-se da colaboração entre grupos, desenvolve competências e habilidades favorecendo o aprendizado em diversas áreas do conhecimento. Com a manipulação dos materiais, é explorada a conexão entre a Geometria e o cotidiano do aluno, aproveitando-se do tema para apresentar sugestões de como se chegar a algumas fórmulas de áreas de figuras planas com uma linguagem simples e de forma intuitiva, sem o rigor das demonstrações matemáticas, alcançando o entendimento de todos os alunos do Ensino Médio.

Palavras-chave: Geometria; Matemática; Movimento *maker*; Interdisciplinaridade.

Abstract

This article analyzes how the construction of varied prototypes with low cost and recyclable materials made by high school students from the Rio de Areia State School, a public school located in Saquarema-RJ, contributes to environmental awareness. It also analyzes how the maker movement, a movement that defends the idea of the individual making, building, repairing and altering objects with their own hands, using collaboration between groups, develops competences and skills favoring learning in various areas of knowledge. With the manipulation of materials, the connection between Geometry and the student's daily life is explored, taking advantage of the theme to present suggestions on how to arrive at some formulas of flat picture areas with simple and intuitive language, without accuracy of mathematical demonstrations, reaching the understanding of all high school students.

Keywords: Geometry; Mathematics; Motion maker; Interdisciplinarity.

1. Introdução

Utilizar materiais de baixo custo permitindo ao aluno manuseá-los, fazer medições e aguçar o sentimento de cooperação em grupo facilita a interdisciplinaridade. Este artigo apresenta um pouco dos ganhos que se podem obter com os principais impactos da cultura maker na educação, que, de acordo com Pinto [4], é a democratização do conhecimento.

SBM
SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA

> *Desta forma, ao mesmo tempo em que é desenvolvida a interdisciplinaridade, os estudantes têm a oportunidade de colocar em prática que, outrora, seriam limitados ao papel e caneta.*
>
> *Valorizar a cultura maker tem duas grandes vantagens no processo de ensino-aprendizagem. A primeira delas é o abandono de práticas retrógradas que tornam a educação enfadonha para os alunos, principalmente das séries iniciais, as quais devem ser especialmente estimulantes.*
>
> *Depois, mirando o Ensino Médio, é uma oportunidade de despertar, nos alunos, interesses e habilidades indispensáveis ao mercado de trabalho, como liderança, pro-atividade e condições técnicas para lidar com a tecnologia.* (Pinto, 2018)

A cultura *maker* promove a grande oportunidade de a escola explorar interdisciplinaridade, permitindo o diálogo entre as disciplinas de forma significativa. Mesmo com a falta de verba para a montagem de um laboratório de robótica, com criatividade é possível levar em frente um projeto utilizando materiais de baixo custo e com materiais recicláveis como papelão, elásticos, palitos de picolé, plásticos, entre outros.

De acordo com os *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN) [2], a interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ela faz com que a individualidade de cada uma se sobressaia, une as disciplinas a partir compreensão de múltiplos fatores que intervêm sobre a realidade trabalhando as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos.

Para Freire [1], as decisões que vão sendo tomadas através de um leque de opções constroem a autonomia do aprendizado, propiciando autonomia ao sujeito no processo de construção do conhecimento. Desta forma, se faz necessária a busca por metodologias que apresentem aos estudantes a valorização do raciocínio lógico para uma tomada de soluções em diferentes situações que envolvam conceitos matemáticos.

O presente artigo foi organizado em seções da seguinte forma: Na segunda seção, algumas disciplinas e conteúdos que podem ser trabalhados; na terceira e quarta, alguns protótipos construídos e os conteúdos matemáticos explorados; na quinta, as considerações finais com a descrição do ganho pedagógico que alunos e professores podem alcançar em toda a elaboração de um projeto.

Este artigo busca, com a utilização da cultura *maker*, além de melhorar a relação aluno/escola, aluno/aluno e professor/aluno propiciando conhecimentos diferentes dos utilizados em uma aula tradicional, desmistificar a ideia de que a Matemática é só números e que não pode interagir com diferentes disciplinas no processo de aprendizagem.

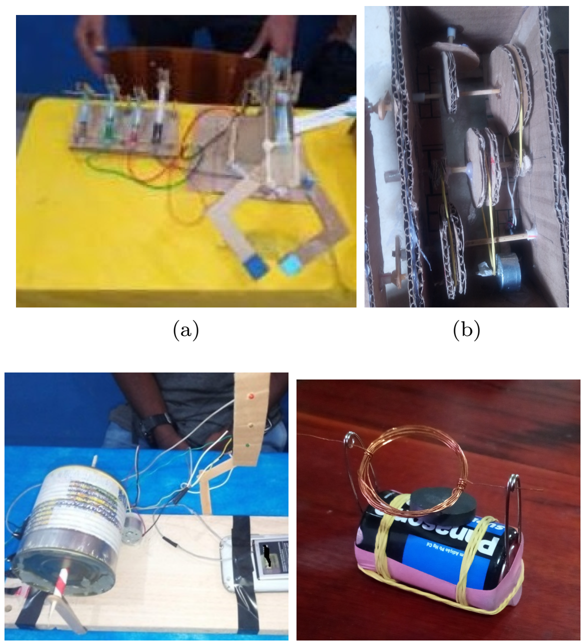
2. Interdisciplinaridade

O movimento *maker* utilizado no ambiente escolar como estimulador da pesquisa e do conhecimento, permite que várias disciplinas trabalhem em conjunto.

Nesta seção, apresentamos sugestões de algumas disciplinas que podem ser envolvidas no projeto com a cultura *maker*.

2.1. Física

A disciplina de Física trabalha hidrostática com o uso dos fluidos, nas seringas que movem o braço mecânico (Figura 1a). Forças com as roldanas e polias, como as que movem os robôs (Figura 1b). A eletricidade, por exemplo, a utilizada para fazer funcionar o sinal de trânsito (Figura 1c) e o princípio de funcionamento de motores, como o protótipo construído com pilha, ímã, fio de cobre e alfinete (Figura 1d).



(a) (b) (c) (d)

Figura 1: Física

2.2. História

A disciplina de História pode trabalhar com pesquisas sobre o movimento *maker* e etapas da história sobre a revolução industrial, aproveitando as máquinas e robôs, entre outros protótipos construídos.

Os alunos podem se reunir em grupos para apresentar à comunidade escolar os assuntos pesquisados, como os *stands* montados em salas de aulas observados na sequência ilustrada na Figura 2.

(a) (b) (c)

Figura 2: Apresentação das pesquisas históricas

2.3. Biologia

A disciplina de Biologia, além do tema sustentabilidade com energias limpas como a gerada por energia eólica (Figura 15a), e a utilização de materiais recicláveis nos protóripos construídos, pode trabalhar o corpo humano, como tendões (fios) e articulações, utilizando a mão de papelão (Figura 3b). Pode também aproveitar o uso da seringa, liquido colorido e fina mangueira utilizados no braço mecânico para simular a circulação sanguínea (Figura 3b).

(a) (b) (c)

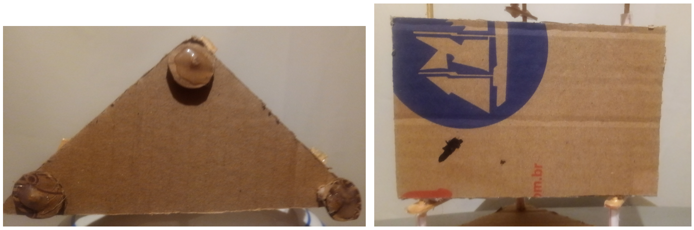
Figura 3: Biologia

2.4. Matemática

A Matemática, principalmente a Geometria Plana, trabalha aproveitando-se das formas geométricas que se apresentam em cada protótipo construído.

Atividades diversificadas podem ser aplicadas durante todo o processo da construção e pesquisa para a elaboração do projeto, tais como:

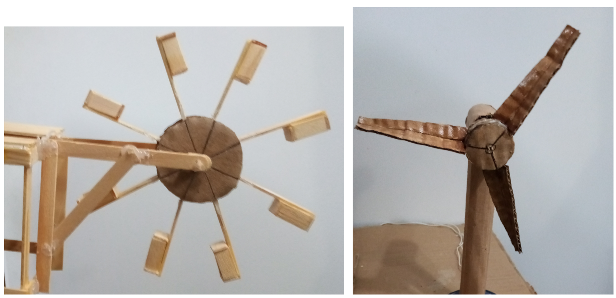
- Medições e áreas dos retângulos e triângulos que compõem partes dos protótipos.



(a) (b)

Figura 4: Partes dos protótipos

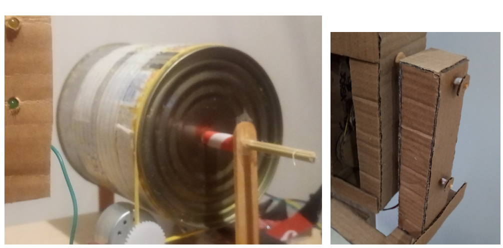
- Medições e área de círculo, divisão angular na circunferência e polígnos regulares inscritos na circunferência.



(a) (b)

Figura 5: Círculos e divisão angular

- Identificação de alguns objetos que lembram sólidos geométricos que aparecem no projeto, como cilindros e prismas.

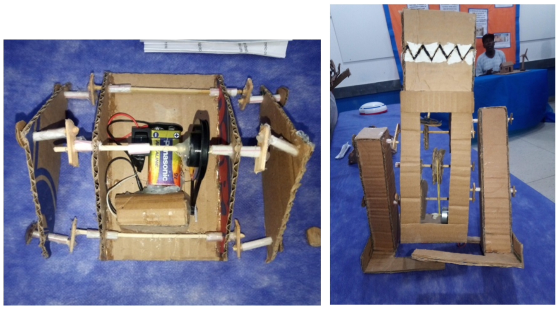


(a) (b)

Figura 6: Cilindros e prismas

3. Robôs

Robôs que utilizam papelão, palitos, elásticos, canudos e pequenos motores são estratégias excelentes para introdução de conceitos geométricos e manipulação de materiais com formatos das figuras planas que costumam ser desenhadas no quadro da sala de aula.



(a) (b)

Figura 7: Robôs com materiais de baixo custo

3.1. Conceitos Explorados

Utiliza-se a construção dos robôs para rever alguns conceitos geométricos como a classificação de triângulos quanto aos lados e ângulos, condição de existência dos triângulos, medições, formas simples de se chegar às fórmulas de áreas de retângulos, triângulos e círculos, além da tomada de decisões em grupo, aguçando o raciocínio lógico.

3.1.1 Retângulos

Um retângulo é uma figura geométrica plana convexa de quatro lados, cujos ângulos são todos congruentes ou ainda, um retângulo é um paralelogramo (com lados opostos paralelos) que possui todos seus ângulos internos medindo 90°.

Assim, dado um quadrilátero $ABCD$ de ângulos $\hat{A}$, $\hat{B}$, $\hat{C}$ e $\hat{D}$, temos que

$$ABCD \quad \text{é retângulo} \quad \Longleftrightarrow \quad \hat{A} \equiv \hat{B} \equiv \hat{C} \equiv \hat{D}.$$

A Figura 8 ilustra um retângulo de lados $\overline{AB} = \overline{DC} = b$ e $\overline{AD} = \overline{BC} = h$.

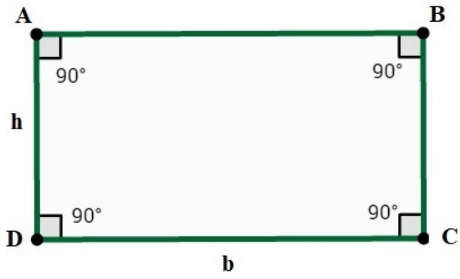
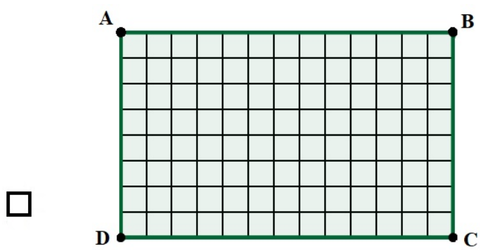


Figura 8: Retângulo $ABCD$

Área de retângulo

Considere o quadrado, retângulo de lados congruentes, da Figura 9a como uma unidade de área (u.a.). Preenchendo a parte interna do retângulo $ABCD$ com quadrados de uma unidade de área (Figura 9b), o retângulo $ABCD$ fica preenchido com 104 quadrados, ou seja, sua área é de 104 u.a..



(a) (b)

Figura 9: Área do retângulo

Nota-se, ainda, que para se obter a quantidade de 104 unidades de área basta encontrar o produto entre a quantidade de quadrados no lado AB e a quantidade de quadrados no lado DC do retângulo $ABCD$. Dessa forma teremos

$$8 \times 13 = 104 \quad u.a.$$

Logo, a área de um retângulo A_{ret} é dada pelo produto do comprimento de dois lados que concorrem em um mesmo vértice, comumente chamados de base b e de altura h, como ilustrado na Figura 8.

Temos então que

$$A_{ret} = b \times h \quad u.a.$$

3.1.2 Triângulos

É a figura geométrica formada pela união de três pontos não colineares pertencentes a um plano; dessa forma, por três segmentos de reta.

Assim, dados três pontos A, B e C, não colineares, os segmentos $\overline{AB}$, $\overline{AC}$ e $\overline{BC}$ formam uma figura geométrica chamada triângulo ABC, denotado por $\triangle ABC$.

- **Elementos de um triângulo**

  No triângulo ABC ilustrado na Figura 10, temos:

  Vértices: os pontos A, B e C são os vértices do $\triangle ABC$.

  Lados: os segmentos $\overline{AC}$, $\overline{AC}$ e $\overline{BC}$ são os lados do triângulo ABC.

  Ângulos internos: os ângulos $B\hat{A}C$ ou $\hat{A}$, $A\hat{B}C$ ou $\hat{B}$ e $A\hat{C}B$ ou $\hat{C}$ são os ângulos internos do triângulo ABC.

  Altura: é a menor distância entre um vértice do triângulo e o lado oposto a esse vértice ou ao seu prolongamento, comumente chamada de base do triângulo. Na Figura 10, $\overline{BH} = h$ é uma das alturas, e o lado $\overline{AC} = b$ é a base relativa a h.

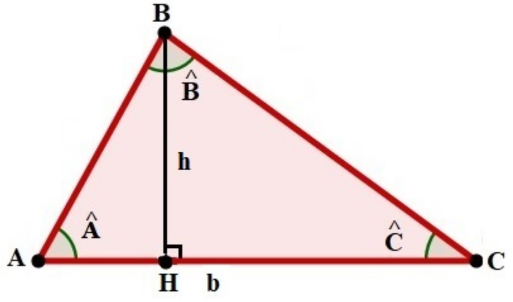


Figura 10: Triângulo ABC

- **Classificação dos triângulos**

  Os triângulos podem ser classificados de acordo com seus lados ou seus ângulos.

  a) **Quanto aos lados:**

  Triângulo Equilátero. Um triângulo é equilátero se, e somente se, possuir todos os lados congruentes, ou seja, iguais.

  Triângulos Isósceles. Um triângulo é isósceles se, e somente se, pelo menos dois de seus três lados forem congruentes.

  Triângulo Escaleno. Um triângulo é escaleno se, e somente se, dois lados quaisquer não forem congruentes.

  b) **Quanto aos ângulos:**

  Triângulo Retângulo. Um triângulo é retângulo se possui um ângulo reto, ou seja, medindo $90°$.

Triângulo Obtusângulo. Um triângulo é obtusângulo se possui um ângulo obtuso (medindo mais que $90°$) e dois ângulos agudos (medindo menos que $90°$).

Triângulo Acutângulo. Em um triângulo acutângulo, os três ângulos são agudos.

- **Área de triângulo**

A forma mais usual de se encontrar a área A_{tri} de um triângulo é calculando a metade do produto entre o comprimento da base b e o comprimento de uma da altura h e relativa a essa base.

Para chegar à conclusão, a área de um triângulo é dada por

$$A_{tri} = \frac{b \times h}{2} \quad u.a.$$

Veremos alguns casos:

I - Triângulo Retângulo

Dado um triângulo retângulo ABC, forma-se um retângulo $ADBC$, com $BC = b$ e $AC = h$, como observado na Figura 11.

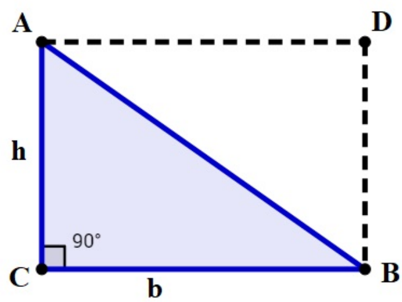


Figura 11: Área do triângulo retângulo

Dessa forma, a área A_{ADBC} do retângulo $ADBC$ é dada pelo produto dos lados BC e AC, e como o triângulo ABC tem metade da área do retângulo, então a área A_{ABC} do triângulo retângulo é dada por

$$A_{ABC} = \frac{BC \times AC}{2} = \frac{b \times h}{2} \quad u.a.$$

II - Triângulo Acutângulo

Dado um triângulo acutângulo ABC, traçando-se a altura $AD = h$ relativa ao lado $BC = b$, formam-se dois triângulos retângulos ACD e ABD como observado na Figura 12.

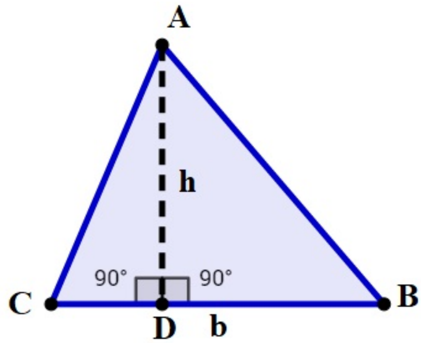


Figura 12: Área do triângulo acutângulo

Assim, a área A_{ABC} do triângulo ABC é dada pela soma das áreas A_{ACD} e A_{ABD} dos triângulos retângulos ACD e ABD. Como já observado no item I, temos que

$$A_{ACD} = \frac{CD \times AD}{2} \quad e \quad A_{ABD} = \frac{BD \times AD}{2} \quad u.a.$$

Logo,

$$A_{ABC} = A_{ACD} + A_{ABD} = \frac{CD \times AD}{2} + \frac{BD \times AD}{2} = \frac{CD \times AD + BD \times AD}{2} = \frac{(CD + BD) \times A}{2}$$

Como $CD + BD = BC = b$ e $AD = h$, substituindo, teremos que a área do triângulo ABC é dada por

$$A_{ABC} = \frac{BC \times AD}{2} = \frac{b \times h}{2} \quad u.a.$$

III - Triângulo Obtusângulo

Dado um triângulo obtusângulo ABC, traçando-se a altura $AD = h$, onde o ponto D é a interseção de h com o prolongamento do lado $BC = b$, obtêm-se os triângulos retângulos ABD e ACD, como observado na Figura 13.

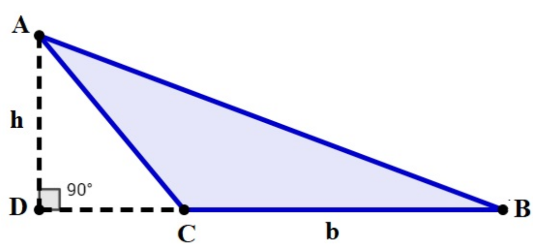


Figura 13: Área do triângulo obtusângulo

As áreas A_{ABD} e A_{ACD} dos triângulos retângulos ABD e ACD são dadas por

$$A_{ABD} = \frac{BD \times AD}{2} \quad e \quad A_{ACD} = \frac{CD \times AD}{2} \quad u.a.$$

A área A_{ABC} do triângulo obtusângulo ABC é dada pela diferença entre as áreas A_{ABD} e A_{ACD}, ou seja,

$$A_{ABC} = A_{ABD} - A_{ACD} = \frac{BD \times AD}{2} - \frac{CD \times AD}{2} = \frac{(BD - CD) \times AD}{2} \quad u.a.$$

Como $BD - CD = BC = b$ e $AD = h$, segue que a área A_{ABC} é dada por

$$A_{ABC} = \frac{BC \times AD}{2} = \frac{b \times h}{2} \quad u.a.$$

Dos itens I, II e III, conclui-se que a fórmula para se calcular a área A_{tri} de um triângulo qualquer é dada por

$$A_{tri} = \frac{b \times h}{2} \quad u.a.$$

Onde b é a base do triângulo e h a altura relativa a essa base.

- **Condição de existência de um triângulo**

Para que se possa construir um triângulo é necessário que a medida de qualquer um dos lados seja menor que a soma das medidas dos outros dois e maior que o módulo da diferença entre essas medidas.

Assim, em um triângulo ABC com lados de medidas a, b e c, temos necessariamente

$$a < b + c \quad e \quad b < a + c \quad e \quad c < a + b$$

Observe as ilustrações da Figura 14.

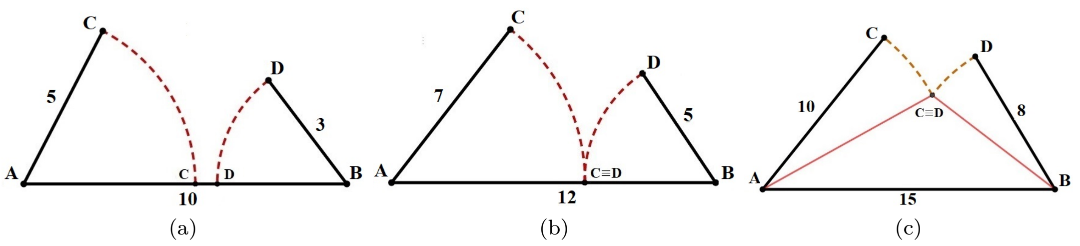


Figura 14: Condição de existência de triângulos

Vamos analisar alguns dos casos apresentados nas ilustrações.

I - Na Figura 14a temos $AB = 10$, $AC = 5$ e $BD = 3$. Verificando, temos que

$$5 < 10 + 3 \quad (V); \qquad 3 < 10 + 3 \quad (V); \qquad 10 < 5 + 3 \quad (F)$$

II - Na Figura 14b temos $AB = 12$, $AC = 7$ e $BD = 5$. Verificando, temos que

$$7 < 12 + 5 \quad (V); \qquad 5 < 12 + 7 \quad (V); \qquad 12 < 7 + 5 \quad (F)$$

III - Na Figura 14c temos $AB = 15$, $AC = 10$ e $BD = 8$. Verificando, temos que

$$8 < 15 + 10 \quad (V); \qquad 10 < 15 + 8 \quad (V); \qquad 15 < 10 + 8 \quad (V).$$

Assim, o único caso em que é possível formar um triângulo é apresentado no item III.

4. Moinho de Água e Energia Eólica

Nesta seção são construídos pelos alunos dois protótipos, um moinho movido a água e um que simula a captação de energia utilizando o catavento. Para a construção, são utilizados papelão, palitos, canudos, garrafa plástica, um pequeno motor, lâmpada de led e fios.

(a) (b)

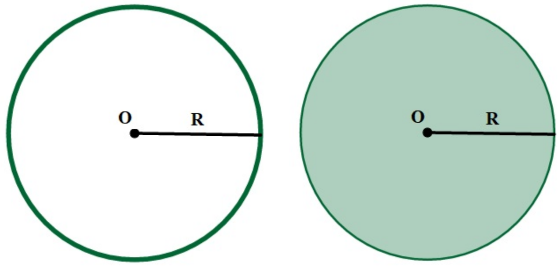
Figura 15: Energias sustentáveis

4.1. Conceitos explorados

A construção de um moinho movido a água e de um modelo de captação de energia eolica é muito proveitosa para utilizar conceitos geométricos de circunferências, círculos e divisão angular da circunferêcia com polígonos regulares.

4.1.1 Círculo e circunferência

Dados um ponto O do plano e um número real $R > 0$, uma circunferência de centro O e raio R é o conjunto dos pontos desse plano, tal que a distância até o ponto O é igual a R, Figura 16a, e o círculo de centro O e raio R é o conjunto de todos pontos do plano cuja distância a O é menor ou igual a R, Figura 16b.



(a) (b)

Figura 16: Círculo e circunferência

- **Comprimento da circunferência**

  O quociente entre o comprimento de uma circunferência (C) pela medida do seu diâmetro (D), que é o dobro da medida do raio (R), é sempre um valor aproximadamente igual a 3,141592....

  Esse número real 3,141592... corresponde, em matemática, à letra grega π (lê-se ”pi”). Segundo Eves [3], a letra grega π foi usada pela primeira vez como representação do quociente entre o comprimento e o diâmetro de uma circunferência em 1707, pelo matemático galês William Jones (1675 - 1749), mas o matemático suíço Leonhard Euler (1707 - 1783) popularizou o π e suas relações com o círculo somente em 1737.

  Assim,
  $$\frac{C}{D} = 3,141592... \Longrightarrow \frac{C}{2R} = \pi.$$

  Logo, o comprimento de uma circunferência qualquer é dado por
  $$C = 2\pi R \quad u.m.$$

- **Área do círculo**

  Para verificarmos uma fórmula para calcular a área de um círculo vamos utilizar um processo simples de forma intuitiva que pode ser apresentado aos alunos do ensino médio.

  Considere uma circunferência C de centro O e raio R e vamos obter uma fórmula para calcular sua área A_c.

  Considere um quadrado Q de lado a inscrito na circunferência C. A área do quadrado Q pode ser determinada calculando as áreas de 4 triângulos congruentes de base a e altura h, ver Figura 17a. Assim, a área A_Q do quadrado Q é
  $$A_Q = 4\frac{\mathsf{a}h}{2} = \frac{4\mathsf{a}h}{2} \quad u.a.$$

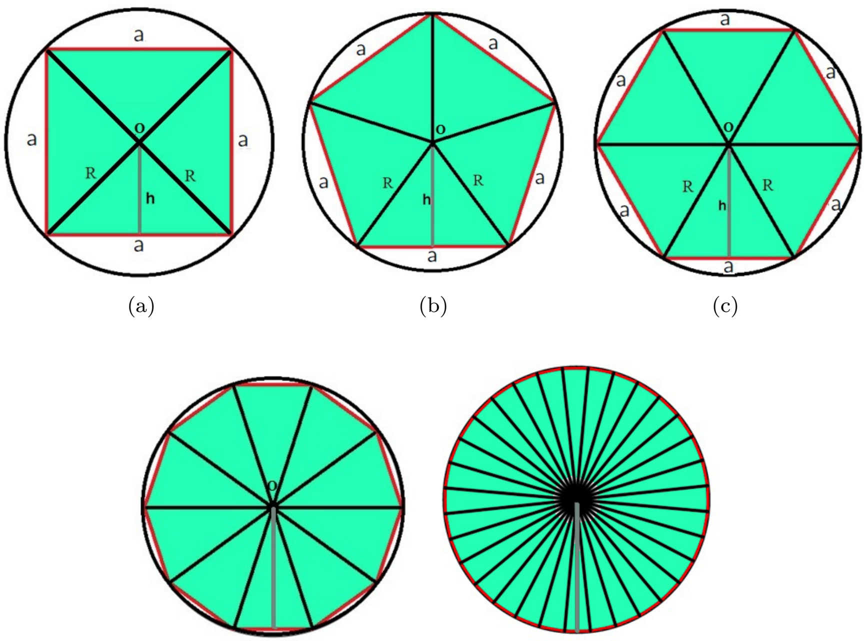
  Agora, considere um pentágono regular P inscrito na circunferência C, ver Figura 17b. Utilizando o mesmo processo para o quadrado Q, a área do pentágono será

$$A_Q = 5\frac{\mathsf{a}h}{2} = \frac{5\mathsf{a}h}{2} \quad u.a.$$

Novamente, utilizando agora um hexágono regular H, ver Figura 17c, sua área do hexágono será

$$A_Q = 6\frac{\mathsf{a}h}{2} = \frac{6\mathsf{a}h}{2} \quad u.a.$$

Em todos os casos descritos é importante notar que $4\mathsf{a}$, $5\mathsf{a}$ e $6\mathsf{a}$ são os perímetros dos respectivos polígonos inscritos.



(a) (b) (c)

(d) (e)

Figura 17: Polígonos Inscritos

Podemos notar, na sequência ilustrada na Figura 17, que quanto maior a quantidade de lados que o polígono tiver, mais ele estará se aproximando de um círculo. Dessa forma, considerando um polígono de n lados, então,e $n.\mathsf{a}$ será o perímetro desse polígono; e seguindo o racicínio anterior, se a quantitade n de lados for muito grande, a área A_n do polígono será muito próxima da área A_C do círculo.

Assim, a área desse polígono de n lados será

$$A_n = \frac{n\mathsf{a}h}{2} \quad u.a.$$

Logo,

$$A_n = A_c = \frac{n\mathsf{a}h}{2} \quad u.a.$$

Intuitivamente podemos perceber também que o comprimento da altura h dos triângulos será muito próximo do comprimento do raio R do círculo, e que o perímetro $n\mathsf{a}$ do polígono aproxima-se do perímetro (comprimento) da circunferência $2\pi R$, ou seja,

$$n\mathsf{a} = 2\pi R$$

.

Fazendo as substiruições teremos

$$A_c = \frac{n\mathsf{a}h}{2} = \frac{2\pi RR}{2} \quad u.a.$$

Logo, a área do círculo é dada por

$$A_c = \pi R^2 \quad u.a.$$

5. Considerações Finais

Ficou evidente o quanto a aprendizagem criativa através do movimento *maker* pode contribuir para o Ensino da Matemática e ajudar na interação com as diversas outras áreas do conhecimento. É possível dizer, a partir das observações feitas durante todo o processo de construção do projeto, que quando os alunos criam seus próprios protótipos, ficam mais engajados no aprendizado e a busca do conhecimento torna-se espontânea, o que dificilmente se encontra de forma tão ativa em uma aula tradicional.

O ganho na absorção dos conteúdos e a modificação positiva que se tem na relação entre os entes envolvidos no projeto é enorme e, com certeza, trará uma aceitação maior por parte dos alunos em outras atividades educacionais que lhes forem propostas futuramente.

Agradecimentos

Agradecimento à equipe gestora, professores, alunos e funcionários do Colégio Estadual Rio de Areia.

Referências

[1] Freire, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

[2] Brasil. Ministério da Educação *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio*. Brasília. 1999.

[3] Eves, H. *Introdução à História da Matemática*. Trad. Hygino H. Domingues. 5a. ed. São Paulo: Unicamp, 2011.

[4] Pinto, D. O. *O que é cultura maker e qual sua importância na educação?*. Pedagogia 2018. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/o-que-e-cultura-maker/>. Acesso em: 29 de setembro de 2019.

Barbara Batista dos Santos de Andrade
Colégio Estadual Rio de Areia
<babysaqu@gmail.com>

Luiz Carlos de Andrade
Colégio Estadual Rio de Areia
<luizsaqu@gmail.com>

Recebido: 15/11/2019
Publicado: 03/03/2020