Softwares Livres Educacionais



Versão 1.1 Geometria Interativa Volume 2

Softwares Livres Educacionais



Versão 1.1 Geometria Interativa Volume 2



SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO SUPERINTENDÊNCIA DA EDUCAÇÃO DIRETORIA DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL COORDENAÇÃO DE MULTIMEIOS

> Dr. Geo Versão 1.1 Geometria Interativa Volume 2

> > CURITIBA SEED-PR 2010

É permitida a reprodução total ou parcial desta obra, desde que seja citada a fonte. Disponível também em: http://www.diaadia.pr.gov.br/multimeios

Coordenação de Multimeios Tradução e adaptação do Espanhol para o Português Elciana Goedert

Coordenação de Mídia Impressa e Web Revisão ortográfica Aquias da Silva Valasco Bárbara Reis Chaves Alvim Orly Marion Webber Milani Tatiane Valéria Rogério de Carvalho

Coordenação de Multimeios Produção

Eziquiel Menta Ricardo Mendonça Petracca **Capa** Jocelin José Vianna da Silva Rafael Cadilhe David **Projeto Gráfico** Juliana Gomes de Souza Dias

Diagramação

Hellen Falco Yokowo

Taisa Delazzeri Burtet

CATALOGAÇÃO NA FONTE - CEDITEC-SEED-PR

Paraná. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Diretoria de Tecnologias Educacionais. P111 Dr. Geo, versão 1.1: geometria interativa; v. 2, tradução e adaptação / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Diretoria de Tecnologias Educacionais. – Curitiba: SEED – Pr., 2010. –. V. 2 ISBN 978-85-8015-010-0 1. Dr. Geo. 2. Geometria interativa. 3. Interface. 4. Educação-Paraná. 5. Espiral de Baravelle. 6. Cadeia de Papus. I. Goedert, Elciana, trad. II. Título.

CDD600 CDU 6+37(816.2)

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO Superintendência da Educação Diretoria de Tecnologia Educacional Coordenação de Multimeios Rua Salvador Ferrante, 1.651 – Boqueirão CEP 81670-390 – Curitiba – Paraná www.diaadia.pr.gov.br/multimeios IMPRESSO NO BRASIL DISTRIBUIÇÃO GRATUITA A Diretoria de Tecnologia Educacional (Ditec), da Secretaria de Estado da Educação do Paraná, viabiliza ações que possibilitam não apenas o acesso operacional aos equipamentos existentes na escola, mas também a pesquisa, a produção e a veiculação de conteúdos educacionais de forma compatível com os avanços tecnológicos.

Nossa proposta consiste na integração e articulação das mídias com o mundo moderno por meio de ações desenvolvidas pela TV Paulo Freire, pelo Multimeios e pelo Portal Dia-adia Educação. Além do acesso à tecnologia, entendemos que é necessária a orientação para o seu uso. Essa é a tarefa da equipe dos assessores da Coordenação Regional de Tecnologia na Educação (CRTE) presente nos Núcleos Regionais de Educação e que atendem aos professores das escolas da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná.

Para complementar a ação de produção e disponibilização de materiais didáticos de apoio ao uso de tecnologia, o Multimeios elaborou tutoriais de alguns dos *softwares* educacionais instalados no Paraná Digital para serem disponibilizados aos usuários dos laboratórios. Entre eles encontra-se o tutorial do Dr. Geo, um *software* de construção em Geometria que pode ser utilizado por professores do Ensino Fundamental e Médio, em disciplinas como Matemática e Física. Ele permite ao aluno explorar, de maneira interativa, noções como óptica, cinemática e relações trigonométricas além de permitir fazer cálculo de ângulos, interseção e equações de retas. Consideramos que o uso deste aplicativo pode contribuir com o processo de aprendizagem.

O conteúdo deste tutorial foi traduzido e adaptado do sítio oficial do *software* Dr. Geo e autorizado para uso da Secretaria de Estado da Educação do Paraná de acordo com a realidade da Rede Pública Estadual de Ensino.

> Elizabete dos Santos Diretora de Tecnologia Educacional

> > Eziquiel Menta Coordenador de Multimeios

SUMÁRIO

1 BLOQUEAR AS FERRAMENTAS DA INTERFACE	.8
1.1 BLOQUEIO DAS FERRAMENTAS	8
	9
2 ARQUIVOS E DOCUMENTOS.	10
2.1 GUARDAR UNA CONSTRUÇÃO	. 10 10
2 3 SALVAR UMA MACRO	11
2.4 ABRIR UM ARQUIVO	.11
2.5 EXPORTAR UMA FIGURA	.12
2.5.1 Exportar para LATEX	.12
2.5.2 Exportar para PostScript	.12
2.5.3 Exportar para PNG	.13
2.5.4 Exportar para Flay Draw	.13
2.5.5 Definir a area de exportação	.13
3 APLICAÇÕES DIDÁTICAS	15
3.1 PITAGORAS E SCRIPTS	.15
3.2 TEOREMAS E CONJECTURAS	.16
	. 19 20
3 5 CADEIA DE BARAVELLE	.20
3.6 CÁLCULO DO ∏	.24
4 LIVRO DE RECEITAS	26
4.1 CRIAR UM POLÍGONO REGULAR	.26
4.1.1 O modelo do polígono	.26
4.1.2 A macro do polígono	.27
4.1.3 Algumas considerações	.27
4.2 IMPRIMIR UMA FIGURA	.28
4.3 COLOCAR UM PARAGRAFO DE TEXTO NA FIGURA	.28
REFERÊNCIA	30

No volume 1 estão disponíveis os seguintes conteúdos:

- Funções básicas
- Características avançadas

1 BLOQUEAR AS FERRAMENTAS DA INTERFACE

O Dr. Geo oferece a possibilidade de preparar seções¹ dentro das quais o professor pode impedir certas figuras, de ter algumas ferramentas. O bloqueio se realiza utilizando uma senha diferente para cada figura. Isso permite ao professor ter flexibilidade ao preparar uma atividade com diferentes figuras que contém diversas ferramentas.

1.1 BLOQUEIO DAS FERRAMENTAS

Para impedir o acesso às ferramentas de construção, clique em **Editar / Personalizar interface**. Uma janela de diálogo será aberta com todos os ícones dos instrumentos do Dr. Geo. Para ativar ou desativar os ícones, clique sobre eles. Quando uma ferramenta está desativada, o ícone que a representa aparece ligeiramente apagado. Para desativar todas as ferramentas em uma mesma coluna, clique sobre o ícone principal do menu localizado na parte superior da tela.



Figura 1 – Janela de diálogo para bloquear algumas ferramentas da interface

Arquivos que contêm vários documentos do Dr. Geo (figuras e/ou texto)

Depois de selecionados os ícones que serão bloqueados, clique sobre o botão **Bloqueio**, na janela de diálogo. Nesse momento, o Dr. Geo pedirá uma senha.

Nota: Quando se salva uma figura ou uma seção em que se impede o acesso a certas ferramentas, as senhas são igualmente salvas, de forma criptografada, no arquivo.

1.2 DESBLOQUEIO DAS FERRAMENTAS

Também é possível desbloquear a interface, seja para dar acesso progressivo às ferramentas – estando na classe com os estudantes – ou para voltar a desenhar a figura. Para isso, é necessário escolher, dentro da janela de diálogo, o botão **Desbloquear**. Será aberta uma janela para a inserção da senha que foi aplicada previamente.



2 ARQUIVOS E DOCUMENTOS

As construções podem ser salvas de duas maneiras: uma construção por arquivo ou um conjunto de construções por arquivo (isto é, uma seção do Dr. Geo). Lembre-se de que os documentos que contêm as figuras devem ser salvos com a extensão **.fgeo** e que aqueles que contêm apenas macros devem ser salvos com a extensão **.mgeo**. Para os documentos que contêm várias figuras, construções de macros e textos explicativos, deve-se utilizar a extensão **.fgeo**.

A descrição acima é apenas indicativa, mas seguir essas regras ajuda a identificar e a carregar os arquivos mais facilmente.

2.1 GUARDAR UMA CONSTRUÇÃO

A partir do menu **Arquivo / Guardar** ou do menu **Arquivo / Guardar como**, um arquivo que contém a figura da vista ativa pode ser guardado.

Nota: O Dr. Geo pode trabalhar com várias figuras ao mesmo tempo. O usuário pode passar de uma figura a outra clicando sobre o nome da figura, localizado na parte inferior da figura.

Com o segundo menu, o usuário pode mudar o nome do documento a ser salvo.

Nota: O nome do arquivo inicialmente proposto pode ser modificado com o menu **Editar / Preferências**. Para mais informações, verificar a seção 2.3.1, "Comportamento predeterminado", página 20, do volume 1 deste tutorial.

2.2 SALVAR UMA SEÇÃO

Uma seção é um conjunto de objetos do Dr. Geo que o usuário deseja salvar de uma só vez em um arquivo. Isso permite ao professor organizar um conjunto de objetos (figuras, macros e notas de classe) em um só arquivo a fim de facilitar seu uso. A partir do menu **Guardar múltiplo**, o usuário pode abrir a janela de diálogo da seção. Nessa janela de diálogo, a lista de todos os objetos ativos está presente em uma tabela.

A primeira coluna mostra os tipos de objetos contidos na seção do Dr. Geo; a segunda mostra os nomes dos objetos.

Nota: Uma seção pode conter três tipos de objetos: figuras interativas em duas dimensões, macros e textos.



Figura 3 – Lista de objetos do Dr. Geo

Selecione um por um os objetos a serem salvos e clique no botão **Salvar seleção**, ou salve todos os objetos, clicando sobre o botão **Salvar tudo**.

Nota: O menu **Arquivo** / **Guardar múltiplo** é o único meio de guardar uma macro em um arquivo.

2.3 SALVAR UMA MACRO

Para salvar uma ou várias macros em um arquivo, é necessário proceder da mesma forma como quando se deseja salvar uma seção (ver seção 2.2). Na janela para salvar uma seção, selecione uma ou mais macros e salve-as em um arquivo que contenha a extensão **.mgeo**.

Desse modo, é possível criar bibliotecas de macros, uma por arquivo, ou várias agrupadas por temas em um só arquivo.

2.4 ABRIR UM ARQUIVO

Caso tenha salvo uma única figura ou uma seção com os diferentes objetos, o procedimento para a abertura de qual-

quer tipo de arquivo é sempre através do menu **Arquivo** / **Abrir**. Se a seção recém-aberta contém macros, estas estarão disponíveis a partir do momento em que a ferramenta para executar macros estiver pronta para a execução. As macros estão disponíveis para todas as figuras abertas.

2.5 EXPORTAR UMA FIGURA

O Dr. Geo oferece a possibilidade de exportar uma figura geométrica a um documento LATEX ou PostScript. Estes dois formatos de exportação são do tipo vetorial, ao contrário das imagens bitmap, que são de menor qualidade para impressão. Os comandos de exportação estão acessíveis através do menu **Arquivo / Exportar como**.

2.5.1 Exportar para LATEX

No caso de uma exportação no formato LATEX, o documento exportado necessita do pacote Pstricks. Este é geralmente distribuído com o LATEX.

Um documento exportado em LATEX poderá ser integrado dentro de outro documento LATEX ou diretamente compilado com os comandos:

latex figure.tex dvips figure.dvi

Esses comandos permitem obter o documento **figure.ps**, que pode ser aberto pelo programa GhostView.²

2.5.2 Exportar para PostScript

A exportação ao formato PostScript³ – extensão **.eps** – oferece a vantagem de ser facilmente utilizável por diversos programas. Na verdade, o formato EPS está perto de ser um padrão no que diz respeito às imagens vetoriais. Para visualizar rapidamente esse tipo de imagem, utiliza-se, como já mencionado anteriormente, o programa GhostView. Para que a imagem seja aberta basta apenas escrever **gv**.

³ Este formato é reconhecido por TeXmacs, OpenOffice.org, Lyx, LATEX Xfig, Gimp e muitos outros.



² GhostView é um programa que permite visualizar documentos PostScript (.ps ou .eps) assim como documentos PDF.

2.5.3 Exportar para PNG

Certos programas como OpenOffice.org⁴ só extraem parcialmente o formato EPS.

É possível, felizmente, exportar para o formato PNG. A imagem exportada abaixo desse formato tem uma alta definição e possui um fundo transparente. Isso pode permitir escrever um texto ao longo da figura.

2.5.4 Exportar para Flay Draw

O servidor de exercícios WIMS, desenvolvido pelo Dr. Xiao Gang na Universidade de Nice, dispõe de um formato de descrição de figuras chamado Fly Draw. O *software* Dr. Geo exporta imagens para esse formato.

2.5.5 Definir a área de exportação

Inicialmente, o Dr. Geo exporta a zona visível da figura. Portanto, se quisermos exportar uma zona específica da figura, uma maneira de fazê-lo é redimensionar a janela do Dr. Geo até obter a zona desejada.⁵ Essa solução, contudo, ainda que rápida e simples, não é flexível o suficiente. Além disso, a área de exportação não será guardada junto com a figura. Felizmente, existe outro modo de redimensioná-la, usando o comando **Definir a área de exportação**, no menu **Arquivo / Preferências de exportação**.

Selecione um retângulo na figura que corresponderá com a área de exportação. Essa área pode ser redefinida tantas vezes quantas forem necessárias. A figura estará representada por um retângulo cinza claro. Quando a figura for salva, esta zona também o será.

Para suprimir a área de exportação e regressar à tela inicial do Dr. Geo, use o comando **Eliminar área de exportação**, o qual, não deleta nenhum objeto da figura.

⁴ OpenOffice.org permite integrar uma imagem EPS, porém não pode mostrála. A imagem aparecerá apenas na impressão em papel.

Ta. A Imagem aparecera apenas na Impressao em papel.

⁵ O painel lateral que contém a árvore lógica da figura pode ser desdobrado, reduzindo ainda mais a zona visível e, consequentemente, a área de exportação.



Figura 4 – Figura com uma área de exportação definida



Figura 5 – Área de exportação exportada para um documento PostScript; visível com o programa GhostView

3 APLICAÇÕES DIDÁTICAS

Nesta seção, o usuário poderá familiarizar-se com o Dr. Geo por meio de exemplos de diversas aplicações pedagógicas. Diferentemente das seções anteriores, o enfoque será mais concreto, e orientado a partir de situações precisas.

3.1 PITÁGORAS E SCRIPTS

Uma das aplicações didáticas do Dr. Geo consiste na utilização dos *scripts Scheme* (seção 3.2, página 27, do volume 1 deste tutorial) para resolver exercícios de Geometria.

Como exemplo, a seguir será apresentada a solução para um problema na qual se utiliza o teorema de Pitágoras.

Seja um trapézio retângulo ABCD do qual são conhecidas as bases e a altura.

Calcular o perímetro e a área do trapézio.

Nota: Não é difícil, seguindo o mesmo modelo, desenvolver outros exemplos semelhantes.

Solução:

Inicie construindo a figura no Dr. Geo, como segue.



Figura 6 – Trapézio retângulo

A figura contém os dados a partir dos quais pode-se resolver o problema. Assim, é possível calcular a área do trapézio. Para isso, escreva o *script Scheme* seguinte, que tem como entradas as duas bases e a altura do trapézio:

(define AB (getLenght a1))

```
(define DC (getLenght a2))
(define AD (getLenght a3))
(/ ( * AD (+ AB DC )) 2)
```

Para calcular a longitude do segmento BH, escreva um script Scheme que tem, por parâmetros de entrada, os segmentos AB e CD. Para isso, utilize o seguinte texto do script:

```
(define AB (getLenght a1))
(define CD (getLenght a2))
(-AB CD)
```

Nesse momento, aplique o teorema de Pitágoras ao triângulo retângulo CHB. Aqui também utilizamos um *script Scheme* que tem por parâmetros de entrada o segmento CH e o *script* BH.

```
(define CH (getLenght a1))
(define BH (getValue a2))
(+ (* CH CH) (* BH BH))
```

Finalmente, obtenha o valor do segmento BC, calculando a raiz quadrada do valor devolvido pelo *script* anterior:

```
(define q (getValue a1))
```

(sqrt q)

Nota: Os dois scripts anteriores podem ser combinados em um só *script* um pouco mais elaborado.

Agora, conclua o exercício calculando o perímetro com um *script Scheme*:

```
(define AB (getLenght a1))
```

```
(define CB (getLenght a2))
```

```
(define DC (getLenght a3))
```

(define AD (getLenght a4))

(+ (+ AB CB) (+DC AD))

3.2 TEOREMAS E CONJECTURAS

Os scripts Scheme (seção 3.2, página 27, do volume 1 deste tutorial) permitem não só resolver exercícios, mas também

compreender melhor o enunciado dos teoremas (e as hipóteses), como também corroborar ou descartar conjecturas.

Assim, iniciaremos esta seção analisando o enunciado do teorema de Ptolomeu:

Dado um quadrilátero inscrito em uma circunferência, a soma dos produtos dos lados opostos é igual ao produto das diagonais.

Solução:

Podemos construir a figura no Dr. Geo, como segue:



Figura 7 – Teorema de Ptolomeu: quadrilátero convexo

Na figura, temos implementados dois *scripts* que calculam, respectivamente, a soma do produto dos lados opostos e o produto das diagonais.

O primeiro script é:

```
(define AB (getLenght a1))
(define DC (getLenght a2))
(define BC (getLenght a3))
(define AD (getLenght a4))
(+ (* AB DC) (* BC AD))
```

O segundo script é:

(define DB (getLenght a1)) (define AC (getLenght a2)) (* DB AC)

Como pode ser observado, os valores devolvidos pelos dois *scripts*, em conformidade com o teorema de Ptolomeu, são iguais.⁶ Quando modificamos dinamicamente a figura, os valores dos *scripts* se tornam idênticos, salvo no caso seguinte:

⁶ lsto é uma verificação numérica, não uma prova.



quadrilátero não convexo Observe que na figura 8 o quadrilátero não é convexo. Nesse caso, o enunciado do teorema é falso. Portanto, para contemplar esse caso, devemos reformular o enunciado, como segue:

Dado um quadrilátero convexo inscrito em uma circunferência, a soma do produto de lados opostos é igual ao produto das diagonais.

Nesse momento, as conjecturas aparecem de modo natural: a conclusão do teorema de Ptolomeu também é válida para um quadrilátero convexo não inscrito em um círculo?

Com Dr. Geo, podemos observar que essa conjectura é falsa, como mostra a figura seguinte:



Figura 9 – Refutação da conjectura

Figura 8 – Teorema

de Ptolomeu:

Portanto, verifica-se que o Dr. Geo facilita a construção de exemplos didáticos, relacionados provavelmente com teoremas mais conhecidos, como o teorema de Pitágoras ou algum dos teoremas de Euclides.

3.3 NÚMEROS IRRACIONAIS

Uma construção relacionada com os números irracionais, conhecida como **espiral de Teodoro**, permite construir geometricamente a raiz quadrada de números inteiros a partir de um triângulo isósceles.

Consideremos o triângulo OAB em que OA = 1.



Figura 10 – Construção da raiz quadrada de dois

Pelo teorema de Pitágoras, temos que OB é igual à raiz quadrada de dois. Se construírmos um novo triângulo retângulo em B, com lados OB e BC tal que BC = 1, pelo teorema de Pitágoras, a hipotenusa OC do triângulo OBC teria por longitude a raiz quadrada de três. Repetindo esse processo, obtemos todas as raízes quadradas dos números naturais.

A natureza repetitiva da construção se presta perfeitamente para a utilização de um FSD. Considere o código seguinte: (new-figure "Triangle") (define (triangle p1 p2 p3 n) (let* ((s1 (Segment "" extremities p1 p2)) (s2 (Segment "" extremities p2 p3)) (s3 (Segment "" extremities p3 p1)) (pe (Line "" orthogonal p3 s3)) (ci (Circle "" center-segment p3 s2)) (p4 (Point "" intersection2 pe ci))) (send pe masked) (send ci masked) (send p4 masked) (if (> n 0))(triangle p1 p3 p4 (- n 1))))) (lets Point "O" free 0 0)

(lets Point "A" free -1 0)

(lets Point "B" free -1 1)

(triangle O A B 15)

19

O triângulo inicial está definitivo através de coordenadas unicamente por comodidade. O código é a transcrição literal do procedimento repetitivo previamente descrito. Uma vez avaliado pelo Dr. Geo, o código nos dá a seguinte figura:



As hipotenusas de cada triângulo têm por longitude as raízes quadradas dos números inteiros naturais entre 2 e 17.

3.4 ESPIRAL DE BARAVELLE

Como vimos anteriormente, com a ajuda de uma FSD é possível construir de maneira intuitiva e simples figuras que permitem visualizar situações que em um programa são iterativas ou recursivas.

Nesta seção iremos aprofundar um pouco mais nesse aspecto. Modificando o código *Scheme* utilizado para a construção dos números irracionais, podemos obter uma figura famosa na literatura matemática: a espiral de Baravelle.



Figura 12 – Espiral de Teodoro



O código Scheme que define a espiral é o seguinte:

(new-figure "Baravelle") (define (triangle p1 p2 p3 n) (let* ((s1 (Segment "" extremities p1 p2)) (s2 (Segment "" extremities p2 p3)) (s3 (Segment "" extremities p3 p1)) (m (Point "" middle-2pts p1 p3)) (r (Segment "" extremities m p3)) (pe (Line "" orthogonal p3 s3)) (ci (Circle "" center-segment p3 r)) (p4 (Point "" intersction2 pe ci))) (send pe masked) (send ci masked) (send p4 masked) (send m masked) (if (> n 0) (triangle m p3 p4 (- n 1))))) (lets Point "A" free 0 5) (lets Point "B" free 5 5) (lets Point "C" free 5 0 (triangle A B C 9) (lets Point "D" free 0 -5) (lets Point "E" free -5 -5) (lets Point "F" free -5 0) (triangle D E F 9)

Com base na figura e no código *Scheme* correspondente, observamos claramente a natureza iterativa do mecanismo de construção da figura. Um problema interessante consiste em estabelecer em que momento os dois ramos da espiral convergem.

Observe, agora, uma pequena variação no código anterior: (new-figure "Spirale") (define (square p1 p2 p3 p4 n) (let* ((s1 (Segment "" extremities p1 p2)) (s2 (Segment "" extremities p2 p3)) (s3 (Segment "" extremities p3 p4)) (s4 (Segment "" extremities p4 p1)) (A (Point "" on-curve s1 1/10)) (B (Point "" on-curve s2 1/10))

```
(C (Point "" on-curve s3 1/10))
(D (Point "" on-curve s4 1/10)))
(send A masked)
(send B masked)
(send C masked)
(send D masked)
(if (> n 0)
(square A B C D (- n 1)))))
(lets Point "M" free 5 5)
(lets Point "N" free -5 5)
(lets Point "O" free -5 -5)
(lets Point "P" free 5 -5)
(square M N O P 30)
```

Obteremos, então, uma espiral simplificada.



Figura 13 – Espiral de Baravelle obtida ao avaliar o código Scheme

A partir da espiral simplificada você pode criar novas variações.



Figura 14 – Variação da espiral simplificada



3.5 CADEIA DE PAPUS

Uma aplicação das figuras *Scheme* do Dr. Geo consiste na reprodução de uma figura quando só conhecemos suas características analíticas.

Propomos desenvolver um exemplo famoso: a cadeia de Papus.



Figura 15 – Cadeia de Papus

Os centros e os raios dos círculos que constituem têm uma expressão analítica conhecida, que é bem simples de ser implementada em uma FSD que reproduzirá a figura.

```
(new-figure "Pappo")
(define (circle n)
(let*(
(r (Numeric "" free 0 0 (/ 15 ( + 6 (* n n )))))
(c (Point "" free (* 5 (/ 15 ( + 6 (* n n ))))
(* 2 (* n (/ 15 ( + 6 (* n n )))))))
(p (Circle "" center-radius c r )))
(send r masked)
(if (> n 0))
(circle (- n 1)))))
(circle 8)
(lets Point "A" free 5 0)
(lets Point "O" free 0 0)
(lets Point "B" free 15 0)
(lets Point "M" middle-2pts B O)
(lets Circle "" 2points M O)
(lets Circle "" 2points A O)
(lets Line "" 2points A O)
```

O código da figura é relativamente intuitivo. Um exercício, não trivial, consiste em determinar uma construção com régua e compasso que conduza a uma implementação iterativa (a implementação dada é recursiva).

3.6 CÁLCULO DO ∏

O cálculo aproximado de π tem um papel importante na história da Matemática. Os métodos para seu cálculo são diversos, sendo uns melhores que os outros. Aqui, propomos revolver um problema utilizando o "método da exaustão", o qual tem a vantagem de mostrar a essência do problema.⁷

Começaremos com a construção de um hexágono regular inscrito em uma circunferência a partir de seu lado BC. Note que é possível, a partir dessa construção, criar e memorizar uma macro que chamaremos de hexágono.



Figura 16 – Hexágono regular inscrito

A ideia do método da exaustão consiste em aproximar a longitude do círculo com o perímetro **P0** do hexágono e calcular uma aproximação do π , dividindo **P0** pelo diâmetro do círculo. A aproximação obtida será de três.

⁷ Esse método foi desenvolvido por Arquimedes, utilizando o método da exaustão desenvolvido por Eudoxo, que foi o precursor da teoria dos limites



Em uma segunda etapa, construiremos dentro da mesma circunferência, um dodecágono regular. Depois, será calculado seu perímetro **P1** e o resultado será dividido pelo diâmetro da circunferência. Isso nos dará uma melhor aproximação.



Figura 17 – Aproximação de π

Duplicando em cada passo o número de lados do polígono regular inscrito, obteremos melhores aproximações.

4 LIVRO DE RECEITAS

Nesta seção, serão apresentadas orientações para o usuário realizar construções geométricas com o Dr. Geo. Contrariamente às seções anteriores, o enfoque será em problemas precisos, a fim de responder algumas dúvidas encontradas por usuários que já utilizam esse *software*.

4.1 CRIAR UM POLÍGONO REGULAR

O Dr. Geo pode criar várias macros com elementos independentes, ou seja, vários pontos e valores livres ou *scripts* independentes. Para fazer isso, o Dr. Geo dota de valores os parâmetros livres desses objetos,⁸ que serviram de modelo durante a criação da macro.

A seguir, será apresentado um pequeno exemplo que permite criar polígonos regulares de qualquer número de lados como essa figura envolve várias macros, um *script Scheme* está envolvido no processo.

O exemplo será mostrado passo a passo. Mesmo não estando familiarizado com as macros, com os *scripts* ou com o funcionamento geral do Dr. Geo, você está convidado a ler as próximas seções.

4.1.1 O modelo do polígono

Inicie criando um ponto livre. Em seguida, um *script* que não tome parâmetros de entrada. Selecione a ferramenta **Script** e clique sobre o fundo da figura. Edite o *script* escrevendo:

(/ (* 2 (acos -1)) 7)

O resultado é o valor do *script* e servirá para construir, através de uma rotação, um polígono regular de sete lados.

Depois insira um valor livre com valor dois. Esse será o raio de nosso polígono.

⁸ Se não for utilizado o valor do objeto, as macros não podem ser acessadas. Por exemplo, que valor devemos dar a um objeto tipo valor livre que intervém dentro da construção de uma figura?



Construa um círculo tendo como centro o ponto livre, e como raio o valor recém-criado. Sobre esse círculo, coloque um ponto, que chamaremos de ponto **O**.

Agora, utilize a ferramenta **Rotação** para criar a imagem do ponto **O** sobre a rotação com centro de rotação no centro do círculo, e com um ângulo de rotação cujo valor é o do *script*. Continue sucessivamente até obter os sete vértices do polígono. Una os vértices com os segmentos até obter o polígono.



Figura 18 – Resultado da construção de um polígono regular de sete lados

4.1.2 A macro do polígono

Abra a janela de diálogo para a criação da macro e siga os parâmetros abaixo:

- 1. parâmetro de entrada o centro do círculo;
- parâmetros de saída o ponto O e os sete lados do polígono.

Pronto, a macro foi criada.

Para criar um polígono regular de sete lados, abra a janela de diálogo para executar uma macro. Basta selecionar um ponto da figura para criar um polígono de sete lados.

4.1.3 Algumas considerações

Quando o Dr. Geo encontra os elementos livres em uma macro, fixa seus valores tomando a figura como modelo. Em nosso exemplo, o *script*, o valor do raio e o ponto **O** são os elementos livres de que falamos. Quando a macro é executada, seus valores se fixam como na sequência:

- valor se fixa em 2 ;
- script se fixa em (/ (* 2 (acos -1)) 7);
- ponto sobre o círculo se fixa com a mesma abcissa curvilínea que tinha o ponto O.

É esse último que dá sentido à utilização conjunta de macros com scripts ou outros elementos livres. Em outras palavras: se, para construir uma figura, necessitamos de sete elementos livres e, ao criar a macro, só aparece um, os outros elementos livres necessários para a figura são retiradas da figura que serviu de modelo.

4.2 IMPRIMIR UMA FIGURA

Exporte a figura para o formado PostScript (veja "Exportar para PostScript", seção 2.5.2, página 12). Em seguida, utilize um programa que permite visualizar os documentos e imprimi-los, como GhostView, Gnome GhostView ou inclusive K GhostView.

4.3 COLOCAR UM PARÁGRAFO DE TEXTO NA FIGURA

Você também pode utilizar os *scripts* a partir da ferramenta *Script* (ver seção 2.1.4, do volume 1 deste tutorial), acessado ao se clicar com o botão direito do *mouse* sobre o fundo da figura. Desse modo, um *script* sem parâmetros de entrada é criado.

Em seguida, é possível editar as propriedades do *script* (veja seção 2.2.6, "Editando propriedades de um objeto", página 19, do volume 1 deste tutorial). Na zona de texto onde o código *Scheme* é normalmente escrito, coloque um texto entre aspas precedido por uma única apóstrofe, como no exemplo:

' "Animação \n y \n observações

Mova os pontos na figura para responder às seguintes perguntas:

1. Onde temos que colocar o ponto A para que o ponto A' se confunda com o ponto A?

- Onde temos que colocar o ponto A para que o ponto A' coincida com o ponto B?
- Como temos de colocar o ponto I para que os pontos B', C' e I estejam alinhados?
- 4. Qual é a simetria do ponto I?
- 5. Qual é a simetria do ponto A'?

X	Edetar territe Schew, 19,000
Archivo Editer Ayuda	Script
	Animación In y I in observaciones Desplace los puntos de la figura para responder a las siguientes preguntas; in 1,0/Gnde hay que colocer al punto A para que el punto A' se contrunta con el punto 2? 2,0/Dnde hay que colocar al punto A para que el punto A' coincida con el punto B? 3,0/Dn hay que colocar al punto I para que los puntos B; C' el esten alimector?
T charavecianos Despiso los puntos de la Tigura para 1. "Dánde hay que colocar el punto A 2. "Cándo hay que colocar el punto A 2. "Cándo hay que colocar el punto A	Apicar Apicar

Figura 19 – Exemplo de parágrafo de texto dentro de uma figura

Como em qualquer *script*, é igualmente possível modificar a cor do texto. Para isso podem-se utilizar alguns caracteres de controle dentro do texto.

Agora, suponhamos que queiramos combinar texto com valores numéricos que dependem de um cálculo, por exemplo 17 + 187, ou que queiramos escrever o texto "17 mais 187 é 204". O seguinte *script* se encarrega dele:

(format #f "~s m'as ~s es ~s" 17 187 (+ 17 187))

REFERÊNCIA

FERNANDES, Hilaire; CENTOMO, Andrea; SOTO, Adrian. Manual de usuario de Dr. Geo. Disponível em: http://documentation.ofset.org/drgeo/es/drgenius.html. Acesso em: 05 fev. 2009.

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

32

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇAO Diretoria de Tecnologia Educacional Rua Salvador Ferrante, 1651 - Boqueirão CEP 81670-390 - Curitiba - PR www.diaadiaeducacao.pr.gov.br