

Desenvolvimento de Ferramentas no iGeom: Utilizando a Geometria Dinâmica no Ensino Presencial e à Distância

Seiji Isotani

Orientador: Leônidas de Oliveira Brandão

Defesa de Mestrado

Departamento de Ciência da Computação
Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo (IME-USP)

Introdução

- 1 **Introdução**
 - Motivação
 - Geometria Dinâmica
 - Objetivos
- 2 **iGeom - Geometria Interativa na Internet**
- 3 **Recursos Desenvolvidos**
 - Validação Automática
 - Autoria de Exercícios
 - Comunicação
- 4 **iGeom+SAW**
 - Estudos de Caso I
 - Estudos de Caso II
 - Benefícios
- 5 **Considerações Finais**
 - Contribuições
 - Conclusões
 - Trabalhos Futuros

Motivação

- 1 Projeto iMática. <http://www.matematica.br>;
 - Educação à distância (EAD) na área de Matemática;
 - Participação no grupo de desenvolvimento do iGeom;
- 2 Interesse no uso dos programas de geometria dinâmica (GD) à distância;
- 3 Análise de recursos dos programas de GD:
 - Cabri Geometry (comercial);
 - Geometer's Sketchpad (Comercial);
 - Cinderella (Comercial);
 - Tabulae (Comercial UFRJ);
 - C.a.R (Gratuito);
- 4 Recursos restritos para inserir as funcionalidades dos programas de GD na Web;
- 5 Falta de integração dos programas de GD à ambientes de EAD.



O que é Geometria Dinâmica ?

Definição

O nome Geometria Dinâmica (GD) hoje é largamente utilizado para especificar a Geometria implementada em computador, a qual permite que objetos sejam movidos mantendo-se todos os vínculos estabelecidos inicialmente na construção.

Resumo

Resumidamente, dizemos que a GD é a implementação Computacional da régua e do compasso.



O que é Geometria Dinâmica ?

Definição

O nome Geometria Dinâmica (GD) hoje é largamente utilizado para especificar a Geometria implementada em computador, a qual permite que objetos sejam movidos mantendo-se todos os vínculos estabelecidos inicialmente na construção.

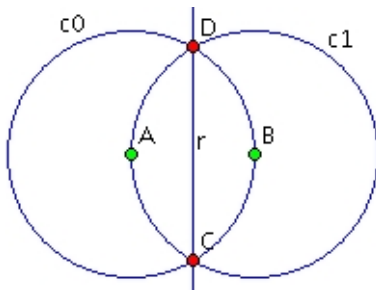
Resumo

Resumidamente, dizemos que a GD é a implementação Computacional da régua e do compasso.

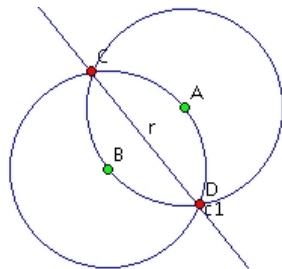
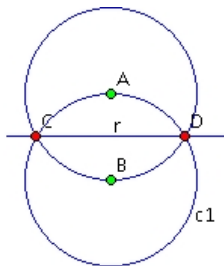
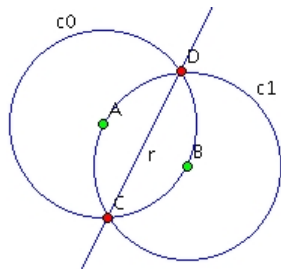


Exemplo: Mediatriz

Um exemplo simples que pode ilustrar o “dinamismo” da GD é a construção da mediatriz de dois pontos dados, A e B .



Exemplo: Mediatriz



Objetivos

Desenvolvimento de funcionalidades no iGeom para:

- 1 Integrar o iGeom a um ambiente de EAD;
- 2 Auxiliar o professor a criar e validar exercícios;
- 3 Oferecer ao aluno, em tempo real, o resultado da validação de cada exercício realizado.



IME - USP



CNPq

iGeom - Geometria Interativa na Internet

The screenshot displays the iGeom web application interface. At the top, there is a menu bar with options: Arquivo, Editar, Abas, Script, Botões script, Exercício, and Ajuda. Below the menu is a blue header with the iGeom logo, the text "Geometria Interativa", and the URL "http://www.matematica.br". A toolbar with various geometric construction tools is visible below the header. The main workspace contains three diagrams illustrating the intersection of two objects. The first diagram shows two overlapping circles (one pink, one blue) with their intersection points marked by red dots. The second diagram shows a more complex arrangement of overlapping circles. The third diagram shows a large, intricate geometric pattern composed of many overlapping circles. At the bottom of the workspace, a status bar displays the text "Interseção entre dois objetos".



IME - USP



CNPq

iGeom - Geometria Interativa na Internet

- Em desenvolvimento desde 2000;
- Utiliza a linguagem Java 1.1;
- Pode ser utilizado como aplicativo ou em páginas Web;
- Disponível gratuitamente no endereço
<http://www.matematica.br/igeom>
- Alguns dos principais recursos:
 - Scripts (“macros”) recursivos;
 - Autoria e validação automática de exercícios;
 - Comunicação com o servidor.



IME - USP



CNPq

Recursos Desenvolvidos

Os principais recursos que desenvolvemos foram:

- Validação automática de exercícios;
- Autoria de exercícios;
- Comunicação.



IME - USP



CNPq

Validação Automática de Exercícios

A validação consiste no processo de comparação entre soluções de um exercício: a solução do aluno é comparada com a do professor (gabarito).

Definição de Solução (S)

$$S : OG_i \longrightarrow OG_f.$$

Critério de Distância (*dist*)

$$\text{dist} : (og1, og2) \longrightarrow \mathcal{R}_+$$

onde $(og1, og2) \in F_{og} \times F_{og}$.

Transformação Numérica

ponto: (x, y)

circunferência: (x, y, r)

segmento: $s = [(x_1, y_1), (x_2, y_2)]$

ogN: $(I_1^N, I_2^N, \dots, I_i^N)$



IME - USP



CNPq

Validação Automática de Exercícios

A validação consiste no processo de comparação entre soluções de um exercício: a solução do aluno é comparada com a do professor (gabarito).

Definição de Solução (S)

$$S : OG_i \longrightarrow OG_f.$$

Critério de Distância (*dist*)

$$\mathbf{dist} : (og1, og2) \longrightarrow \mathcal{R}_+$$

onde $(og1, og2) \in F_{og} \times F_{og}$.

Transformação Numérica

ponto: (x, y)

circunferência: (x, y, r)

segmento: $s = [(x_1, y_1), (x_2, y_2)]$

ogN: $(I_1^N, I_2^N, \dots, I_l^N)$



IME - USP



CNPq

Validação Automática de Exercícios

A validação consiste no processo de comparação entre soluções de um exercício: a solução do aluno é comparada com a do professor (gabarito).

Definição de Solução (S)

$$S : OG_i \longrightarrow OG_f.$$

Critério de Distância (*dist*)

$$\text{dist} : (og1, og2) \longrightarrow \mathcal{R}_+$$

onde $(og1, og2) \in F_{og} \times F_{og}$.

Transformação Numérica

ponto: (x, y)

circunferência: (x, y, r)

segmento: $s = [(x_1, y_1), (x_2, y_2)]$

ogN: $(I_1^N, I_2^N, \dots, I_i^N)$



IME - USP



CNPq

Validação Automática de Exercícios

Função Distância

$$\text{dist}(og1, og2) = \begin{cases} |l_1^1 - l_1^2| + |l_2^1 - l_2^2| & , (og1, og2) \in F_p \times F_p \\ |l_1^1 - l_1^2| + |l_2^1 - l_2^2| + |l_3^1 - l_3^2| & , (og1, og2) \in F_c \times F_c \\ \min \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^4 |l_i^1 - l_i^2|, \\ \sum_{i=1}^4 |l_i^1 - l_{(i+1)\%4+1}^2| \end{array} \right\} & , (og1, og2) \in F_s \times F_s. \end{cases}$$

Quase Equivalência

S_a e S_p são *quase equivalentes* se, e somente se, para qualquer configuração OG_0 da lista OG , tivermos:

$$\text{dist}(S_p(OG_0), S_a(OG_0)) < \epsilon.$$



Validação Automática de Exercícios

Função Distância

$$\text{dist}(og1, og2) = \begin{cases} |l_1^1 - l_1^2| + |l_2^1 - l_2^2| & , (og1, og2) \in F_p \times F_p \\ |l_1^1 - l_1^2| + |l_2^1 - l_2^2| + |l_3^1 - l_3^2| & , (og1, og2) \in F_c \times F_c \\ \min \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^4 |l_i^1 - l_i^2|, \\ \sum_{i=1}^4 |l_i^1 - l_{(i+1)\%4+1}^2| \end{array} \right\} & , (og1, og2) \in F_s \times F_s. \end{cases}$$

Quase Equivalência

S_a e S_p são *quase equivalentes* se, e somente se, para qualquer configuração OG_0 da lista OG , tivermos:

$$\text{dist}(S_p(OG_0), S_a(OG_0)) < \epsilon.$$

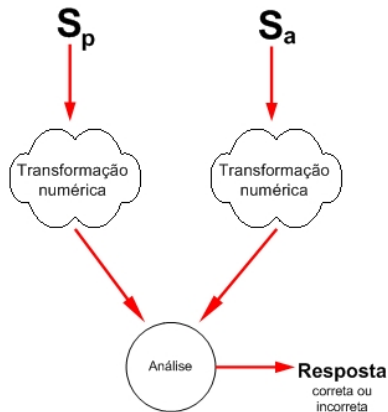


IME - USP



CNPq

Algoritmo: parte I

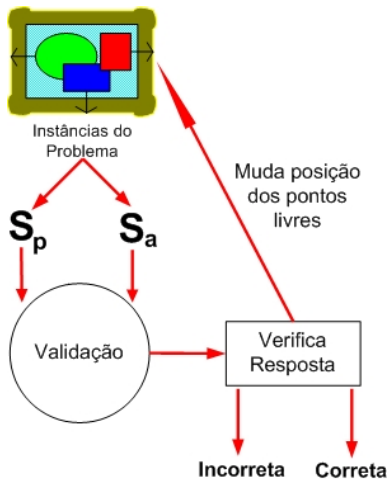


IME - USP

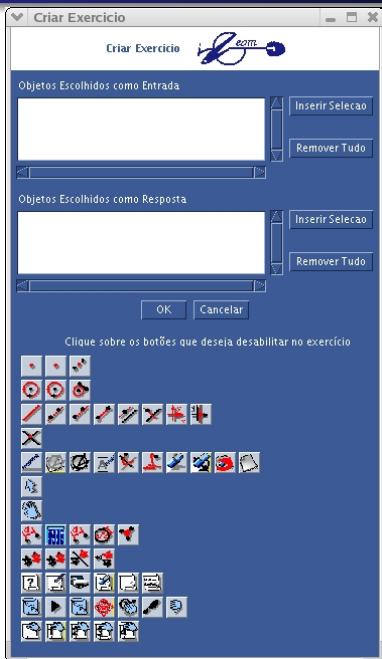


CNPq

Algoritmo: parte II



Autoria de Exercícios: Interface



Construindo Exercícios

- Construir o **gabarito**;
- marcar os **objetos de entrada**;
- marcar os **objetos de saída** (resposta);
- determinar os botões que não ficarão disponíveis para o aluno resolver o exercício.



IME - USP



CNPq

The screenshot displays the iGeom software interface. The main window is titled "iGeom" and contains a menu bar with "Arquivo", "Editar", "Abas", "Script", "Botões script", and "Exercício". Below the menu is a toolbar with various geometric construction tools. The main workspace shows a geometry problem: "Dados dois pontos A e B construir sua mediatriz (Como resposta marque apenas a reta encontrada)". A diagram shows two points, A and B, connected by a line segment. A perpendicular line, labeled s_0 , passes through the midpoint M of segment AB. A line labeled r is also shown, representing the perpendicular bisector.

On the right side, a "Criar Exercício" (Create Exercise) dialog box is open. It has two sections: "Objetos Escolhidos como Entrada" (Selected Objects as Input) and "Objetos Escolhidos como Resposta" (Selected Objects as Answer). The input section contains the text: "Texto 2 := Dados dois pontos A e B construir sua mediatriz" and "Texto 2 := (Como resposta marque apenas a reta encontrada)". The answer section contains the text: "r:= Perpendicular (s0,M)". Both sections have "Inserir Selecao" and "Remover Tudo" buttons. At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancelar" buttons. Below the dialog, there is a grid of icons for selecting or disabling objects in the exercise.



The screenshot displays the iGeom software window. The title bar reads "iGeom". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Abas", "Script", "Botões script", "Exercício", and "Ajuda". The main interface features a blue header with the text "iGeom Geometria Interativa" and the URL "http://www.matematica.br". Below the header is a toolbar with various geometric construction tools. The main workspace contains the following text and diagram:

Dados dois pontos A e B construir sua mediatriz
(Como resposta marque apenas a reta encontrada)

The diagram shows two overlapping circles, labeled c_0 and c_1 . Two points, A and B, are marked on the circles. A line segment connects A and B, with its midpoint labeled r . A vertical line, representing the perpendicular bisector, passes through r and is perpendicular to the segment AB. The intersection of the two circles is marked with a red dot.

A small dialog box is overlaid on the workspace, containing the text "Parabéns seu exercício está correto" and an "Ok" button.

At the bottom of the workspace, there is a status bar with the text "Marcar ou desmarcar objetos".

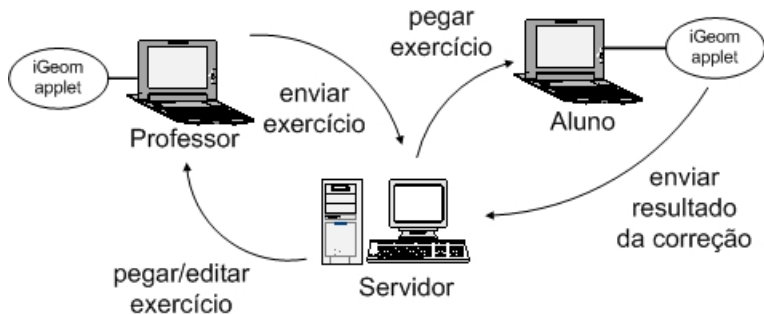


IME - USP

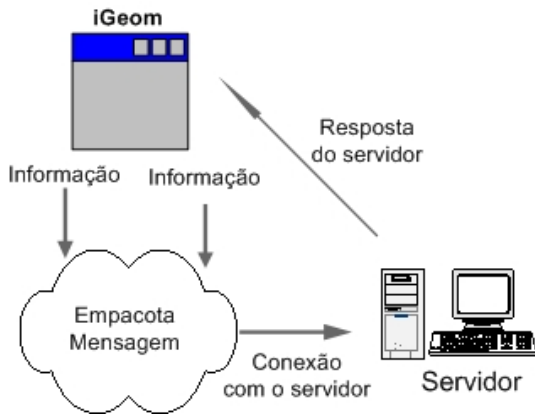


CNPq

Comunicação



Comunicação



SAW - Sistema de Aprendizagem pela Web - Netscape

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

http://www.ime.usp.br/~isotani/saw/mac118/exercicio_equilatero.html

SAW - Sistema de Aprendizagem pel...

Sistema de Aprendizagem pela Web

SAW - <http://milanesa.ime.usp.br/saw>

Exercício: Triângulo Equilátero

A partir do segmento dado construir um triângulo equilátero.
A resposta deste exercício deve ser dois segmentos (sem os pontos) que juntos com o segmento de entrada formam um triângulo equilátero.

iGeom Geometria Interativa <http://www.matematica.br>

Geom - <http://www.matematica.br/geom>
Versão: 2.0.1

Applet iGeomApplet started

Tarefas deste Tópico

- Reta Paralela
- Reta Perpendicular
- Triângulo equilátero
- Áreas Iguais I
- Áreas Iguais II
- Quadrado
- Circunferência
- Mediatriz
- "Dobrar" um triângulo (homotetia)

Retornar para a página

- Início
- MAC-118
- Introdução ao iGeom
- Exercícios para sala de aula



IME - USP



CNPq

Estudo de Caso I

- Disciplina MAC118 - Noções de Ensino de Matemática Usando o Computador;
- 3 turmas no primeiro semestre de 2004;
 - 2 professores;
 - 4 monitores;
 - mais de 150 alunos.



Estudo de Caso II

- Cursos de Verão do IME-USP;
 - 2 turmas em Janeiro de 2005;
 - 25 alunos (professores do ensino fundamental e médio).



IME - USP



CNPq

Benefícios

- Redução do tempo de validação dos exercícios;
- Permitiu a duplicação do número de exercícios propostos e corrigidos em sala de aula;
- Reduziu o trabalho de professores e monitores;
- Permitiu armazenar os exercícios criados pelo professor;
- Permitiu armazenar as soluções dos alunos para cada exercício realizado.



IME - USP



CNPq

Contribuições do Trabalho

- 1 Desenvolvemos um recurso de autoria de exercícios;
- 2 Desenvolvemos um recurso para validação automática de exercícios;
 - Definição e teste de um critério de distância para comparação de soluções;
- 3 Desenvolvemos o recurso de comunicação que permite integrar o iGeom à sistemas gerenciadores de cursos pela Web;
- 4 Integração do iGeom ao SAW;
- 5 Realização de 2 estudos de casos para avaliação dos recursos desenvolvidos.



IME - USP



CNPq

Publicações I



Isotani, S. & L. O. Brandão (2005).

Analisando construções no igeom: Uma abordagem para correção automática de exercícios.

In Global Congress on Engineering and Technology Education., pp. 1038–1042.



Brandão, L. O., S. Isotani, & J. G. Moura (2004a).

A plug-in based adaptive system: Saaw.

Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science 3220, 791–793.



Brandão, L. O., S. Isotani, & J. G. Moura (2004b).

Geometria dinâmica com o igeom: algoritmos geométricos, autoria e avaliação automática de exercícios.

In Mini-Cursos do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.
CDROM – 30 páginas.



Brandão, L. O., S. Isotani, & J. G. Moura (2004c).

Saaw: Adaptive learning system on the web.

In Proceedings of the Webmedia & LA-Web Joint Conference, pp. 121.



IME - USP



CNPq

Publicações II



Isotani, S. & L. O. Brandão (2004a).

Ferramenta de avaliação automática no igeom.

In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pp. 328–337.



Isotani, S. & L. O. Brandão (2004b).

Autoria e avaliação automática de exercícios no igeom.

In *Proceedings of the Webmedia & LA-Web Joint Conference*, pp. 276–279.



Isotani, S. & L. O. Brandão (2004c).

igeom: Ferramenta de autoria e avaliação de exercícios.

In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
CDROM – 1 página.



Brandão, L. O. & S. Isotani (2004).

Geometria interativa na internet através do igeom.

In *Proceedings of the Webmedia & LA-Web Joint Conference*, pp. 291–292.



Brandão, L. O. & S. Isotani (2003).

Uma ferramenta para ensino de geometria dinâmica na internet: igeom.

In *Anais do Workshop sobre Informática na Escola*, pp. 1476–1487. XXIII
Congresso da Sociedade Brasileira de Computação.



IME - USP



CNPq

Conclusões

- O uso dos recursos de comunicação, criação e validação automática de exercícios beneficiaram tanto os professores quanto os alunos;
- Tais recursos integrados a um sistema de EAD:
 - permitiram o emprego de atividades interativas em cursos à distância;
 - reduziram a carga de trabalho do professor;
 - ofereceram ao aluno, em tempo real, respostas para os exercícios realizados;
 - permitiram armazenar os exercícios criados pelos professores;
 - permitiram armazenar as respostas dos alunos para futuras análises.



Trabalhos Futuros

- Desenvolvimento da Animação Interativa;
- Desenvolvimento de recursos para cooperação;
- Melhorar os recursos de criação de exercícios e de *feedback* dado ao aluno;
- Criação de uma biblioteca de exercícios de geometria on-line.



IME - USP



Os resultados deste trabalho podem ser conferidos na versão atual do iGeom disponível gratuitamente em:

<http://www.matematica.br/igeom>

<http://geometria-igeom.incubadora.fapesp.br/portal>

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida ao candidato, durante a realização deste trabalho.



IME - USP



CNPq