

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso

**INTERATIVIDADE NOS AMBIENTES DE
GEOMETRIA DINÂMICA**

LINDOMAR DUARTE DE SOUZA

Florianópolis/SC – 2004

LINDOMAR DUARTE DE SOUZA

**INTERATIVIDADE NOS AMBIENTES DE
GEOMETRIA DINÂMICA**

Monografia apresentada ao curso de
Matemática – Habilitação Licenciatura,
como requisito para obtenção do grau de
Licenciado em Matemática.

FLORIANÓPOLIS/SC-2004

Esta monografia foi julgada adequada como **Trabalho de Conclusão de Curso** no curso de Matemática-Habilitação Licenciatura, e aprovada em sua forma final pela Banca Examinadora designada pela Portaria nº 36/SCG/04.



Prof^a Carmem Suzane Comitre Gimenez
Professora da Disciplina

Banca Examinadora:



Gilson Braviano, Dr – Orientador



Prof^a Josiane Wanderlinde Vieira, - Membro



Prof. Nereu Estanislau Burin, - Membro

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, à essência de tudo, que sempre iluminou esta longa jornada.

Ao meu orientador, Professor Gilson Braviano, todo meu respeito, admiração e gratidão...

À minha família, mãe, pai, irmãos, cunhado, primos, primas, tios e tias, em especial minha irmã Cristiane pela amizade e companhia.

À Dona Odete, pela hospitalidade, carinho e confiança.

Aos meus mestres, pela minha formação.

E, finalmente, a todos, que de alguma forma, participaram desta vitória, mas que devido ao espaço, tornaram-se neste momento anônimos, porém essenciais e inesquecíveis.

ÍNDICE

1. Introdução.....	01
1.1 Objetivo.....	01
1.2 Relevância.....	01
2. Interatividade.....	02
2.1 Evolução da Interatividade no Meio Computacional.....	03
2.2 Níveis de Interatividade.....	05
2.3 Tipos de Interatividade.....	06
2.4 Interatividade na Educação.....	09
2.4.1 Ferramentas Computacionais na Educação.....	09
2.4.2 Ferramentas Computacionais Interativas na Matemática.....	11
2.5 Comentários.....	12
3. Interatividade nos Ambientes de Geometria Dinâmica.....	13
3.1 O que é Geometria Dinâmica.....	13
3.2 Softwares de Geometria Dinâmica.....	15
3.3 A Interatividade na Geometria Dinâmica.....	19
3.4 Considerações Finais.....	24
4. Conclusão.....	25
5. Bibliografia.....	26

1. Introdução

Segundo Braviano & Rodrigues (2002), “há alguns anos um novo termo vem sendo usado na área da Matemática e da Educação Matemática: *Geometria Dinâmica*. Não se trata de uma nova Geometria, ou uma alternativa à Geometria Euclidiana, como aquela de Lobachevski, mas simplesmente uma exploração da idéia de movimento para descrições geométricas”.

Os ambientes de Geometria Dinâmica são aqueles que se utilizam dos softwares que permitem ao usuário construir, a partir das ferramentas da Geometria plana ou espacial, figuras que podem ser movimentadas pelo usuário, proporcionando ao mesmo a possibilidade de visualização daquelas em perspectivas diferentes.

Nos ambientes de Geometria Dinâmica a interatividade está presente e aparenta ter um papel relevante no que diz respeito à relação usuário-ambiente.

Assim, parece interessante que se possa tecer algumas considerações de caráter geral sobre o uso da interatividade no meio educacional via software educativo, seguida de um aprofundamento no que diz respeito aos ambientes onde a Geometria Dinâmica está implementada.

1.1 Objetivo

Partindo do princípio que o uso dos computadores na educação permite ao aluno a possibilidade de novas vivências em ambientes que resultam de cálculos complexos que a máquina efetua, estaremos interessados, neste trabalho, em “estudar” como se processa a interatividade nos ambientes de Geometria Dinâmica e expor as conseqüências desta interatividade na relação usuário-ambiente do processo ensino-aprendizagem.

1.2 Relevância

A importância deste Trabalho de Conclusão de Curso está em poder investigar, dentro dos ambientes de Geometria Dinâmica, quando usados para o ensino, os resultados da interatividade na relação usuário-ambiente.

2. Interatividade

“Há uma crescente utilização do adjetivo interativo para qualificar qualquer coisa (computador e derivados, brinquedos eletrônicos, eletrodomésticos, sistema bancário online, shows, teatro, estratégias de propaganda e marketing, programas de rádio e tv etc.), cujo funcionamento permite ao usuário – consumidor – espectador – receptor algum nível de participação, de troca de ações e de controle sobre acontecimentos. Podemos dizer então que há uma indústria da interatividade em franco progresso acenando para um futuro interativo”. (Aires 2000, p. 63)].

Conforme a definição do dicionário Michaelis (1998), **interatividade** é qualidade de interativo. A palavra **interativo** possui as seguintes definições:

1 – diz-se daquilo que permite, ou é capaz de interação. Neste mesmo dicionário, a palavra **interação** tem as seguintes definições:

- ação recíproca de dois ou mais corpos uns nos outros.
- atualização da influência recíproca de organismos inter-relacionados.
- ação recíproca entre um usuário e um equipamento (computador, televisão etc.).

2 – diz-se do sistema multimídia em que um usuário pode executar um comando e o programa responde, ou controlar ações e a forma como o programa funciona.

3 – diz-se do sistema de visualização que é capaz de reagir a diferentes entradas do usuário.

4 – diz-se do modo do computador que permite ao usuário colocar comandos, programas ou dados, recebendo respostas imediatas.

Podemos encontrar, ainda, outras definições para interatividade, como: “possibilidade de responder ao sistema de expressão e de dialogar com ele” Machado (1997, apud Aires, 2000) ou capacidade (de um equipamento, sistema de comunicação ou de computação etc.) de interagir ou permitir interação (Ferreira, 1999).

Desta maneira, a interatividade é usada na mídia impressa, no rádio, na TV, nos bancos, na educação. Ela está presente nos meios computacionais e nas relações sociais.

Nos bancos, por exemplo, a interatividade dos caixas automáticos ocorre quando é efetuada alguma operação como saque ou saldo, bastando, para isso pressionar apenas uma tecla. O sistema pode responder perguntado se desejamos o saldo impresso ou apenas para ser

visualizado na tela e, usando novamente uma tecla, respondemos. Esse tipo de operação pode muito bem ser realizada usando a internet.

No meio educacional vêm sendo feitas muitas pesquisas no sentido de elucidar as potencialidades da interatividade como possibilidade pedagógica. Segundo Aires (2000), “pesquisadores da Universidade de Coimbra, afirmam que a interatividade facilita a formação de modelos conceituais corretos e a aprendizagem”.

2.1 Evolução da Interatividade no Meio Computacional

Desde o início, a informática se concentrou nas formas de interação entre o homem e a máquina. Os primeiros computadores eram grandes sistemas de cálculo balístico, onde a interface se limitava a um grande quadro de ligação ou distribuição, e a interatividade reduzia-se a uma combinação de *plugs* (tomadas). Essa primeira geração surgiu no fim dos anos 40. A programação através de cartões perfurados tem início nos anos 50, e é chamada segunda geração. Nessa década, Douglas Engelbart, um dos pioneiros da informática, começava a trabalhar no desenvolvimento de interfaces e na modificação do computador que, visto até o momento apenas como máquina de calcular, transforma-se numa ferramenta universal de manipulação cognitiva, graças à interatividade e à simulação. Nos anos 60 aparece o teclado e o monitor; são micro-computadores da terceira geração, permitindo uma interação mais dinâmica entre o homem e a máquina. [André Lemos (1997, apud Aires, 2000)].

Ainda segundo Lemos (1997, apud Aires, 2000) com o objetivo de popularizar os computadores e torná-los mais interativos, em meados dos anos 70, nasce a micro-informática. Com a utilização de “menus”, onde o usuário pode realizar tarefas através de comandos textuais como o DOS, por exemplo; surge a quarta geração.

Na década de 80 os primeiros jogos eletrônicos correspondem a uma das primeiras formas de interatividade digital de massa. O “mouse”, inventado na década anterior por Engelbart, permitiu, a partir dos anos 80, tocar o monitor por meio de uma flecha e assim manipular virtualmente ícones e janelas. Com a evolução das interfaces gráficas, que seria o meio “hardware”, “software” ou os dois, surge a simulação; um modelo informacional que faz com que objetos virtuais funcionem “como se fossem” objetos reais. Aí se consolidou o início da

quinta geração.

Nos anos 90, a evolução da interface homem-computador atinge seu ponto máximo com a realidade virtual, capaz de idealizar sistemas simulados de ambientes em três dimensões onde o usuário, por intermédio de capacetes e luva, ligados a sistemas de computadores, pode “entrar” nesses ambientes, se mover e sentir os objetos como se estivesse com seu corpo “real” num espaço “real”. A realidade virtual é a última conseqüência das evoluções tecnológicas nos sistemas informáticos, em direção à uma simbiose artificial-natural. Os três pilares que distinguem estas novas técnicas, que constituem uma extensão das simulações convencionais, são: a interatividade, a manipulação e a imersão.

Ainda segundo Lemos (1997, apud Aires, 2000), atualmente, essa evolução caminha para o reconhecimento vocal e para o abandono (mesmo que relativo) do mouse e do teclado, ou seja, a evolução das interfaces vai no sentido de desenvolver uma certa “tactilidade” ou “gestualidade”. Os computadores serão dotados de mecanismos que permitirão diálogo entre utilizador e máquina com um mínimo de interface. A tendência é que o computador do século XXI se transforme num “espaço-computador”, uma espécie de “virtualidade encarnada”, onde a informática é presente, porém invisível. Esse seria um ambiente onde o usuário realiza as mais diversas tarefas, com um mínimo de interatividade técnica do tipo mecânico-analógica e um máximo de interatividade digital e/ou social.

A Realidade Virtual possui um grande potencial educativo e, desde que corretamente utilizada, poderá vir a tornar-se um instrumento de ensino/aprendizagem versátil e de grande eficácia que, certamente, encontrará o seu lugar de destaque no conjunto de ferramentas educativas para o ensino futuro.

Assim ao se utilizar um computador estaremos sujeitos a realizar um processo interativo com esta máquina. Os jogos de computadores, os robôs controlados por computador, a internet, os softwares de geometria dinâmica, entre outros, utilizam-se da interatividade para possibilitar a relação usuário-ambiente.

A interatividade é utilizada no meio computacional para possibilitar ao usuário a interferência na maneira de realizar suas tarefas ou a criação de novos espaços adaptados a individualidade de cada um. A troca de informação entre o computador e o usuário consolida o uso da

interatividade neste meio.

2.2 Níveis de Interatividade

Braviano (1998) apresenta uma compilação sobre os diferentes graus de interatividade, conforme segue:

Grau Zero de Interatividade

Se caracteriza quando existe apenas a resposta da máquina a ordens precisas de execução. Não existe interatividade quando alguém aperta a tecla liga/desliga de seu televisor, ou então quando muda de canal. Mesmo ao gravar certo programa através do vídeo-cassete e assisti-lo mais tarde, com liberdade de horário e de escolha de alguns trechos (através de avanço rápido, retrocesso etc.), essas operações só se efetuam segundo um caminho linear. Deste modo, quando ao toque de uma tecla qualquer é gerada a mudança de página na tela do computador, o usuário nada mais faz que usar um comando conhecido que trará uma resposta pré-definida.

Baixo Grau de Interatividade

Operações de seleção (de imagens ou informações em geral) constituem um nível ainda baixo de interatividade. A interatividade no que diz respeito à seleção é aquela que se realiza de maneira hierárquica onde opções são propostas ao usuário a cada passo. Um exemplo disso é o uso de caixas automáticos para retirar dinheiro ou obter extrato de conta bancária, onde passo a passo o usuário vai determinando a operação que deseja realizar. Temos neste caso uma estrutura arborescente.

Ainda neste tipo de categoria, podemos citar os sistemas onde em outra parte da tela pode-se visualizar outras possíveis opções, como no caso da televisão que apresenta um programa e ao mesmo tempo, no canto inferior direito, permite ao telespectador ver em menor escala aquilo que esta sendo transmitido pelas outras emissoras. Neste tipo de interatividade pode-se perceber um certo grau de não linearidade.

Grau Médio de Interatividade

Operações de manipulação constituem um tipo de interatividade mais complexa que os casos vistos até agora. É o caso da simulação de condução de veículos (jogos do tipo vídeo game), por exemplo. Nesse tipo de ambiente tem-se árvores, manchas de óleo na pista, carros e o carro guiado pela pessoa que joga. Todos esses elementos são apenas decorativos e não podem ser tocados. Mesmo o carro guiado pelo usuário do jogo não pode ser modificado, apenas obedece a alterações de direção e velocidade. Assim, o carro é um elemento móvel da imagem graças a um processo interativo; a paisagem é um elemento móvel da imagem mas não recebe influência interativa.

Existem outros tipos de jogos mais sofisticados em nível de manipulação (simulação de vôo, por exemplo) mas com o mesmo grau de interatividade que o descrito anteriormente. Pode-se observar que os mais recentes jogos para micro-computadores vêm apresentando aumento no grau de interatividade.

Alto Grau de Interatividade

Um alto grau de interatividade é alcançado quando a manipulação do conteúdo não está mais sujeita a estruturas já realizadas, mas é orientada à produção destas. Assim, o desenvolvimento dos processos interativos deveria permitir aos criadores um melhor acesso à sua obra durante as diversas fases de elaboração.

2.3 Tipos de Interatividade

De acordo com Séguy (1999), a questão das escritas interativas teve seu início há aproximadamente vinte anos, quando as linguagens informáticas mais simples e conhecidas permitiram a introdução de escolhas, bifurcações, variantes nas possibilidades de ações dos usuários dos sistemas existentes na época.

Uma das potencialidades oferecidas pelos produtos interativos é a possibilidade que dão para que os usuários se movimentem meio à massa de informações que manipulam. Utilizando sua

inteligência, o usuário pode selecionar um caminho de busca, uma informação, ler, ver, manipular uma parte ou a totalidade das informações disponíveis no sistema que está usando. Entretanto, a interatividade não pode se resumir simplesmente às possibilidades deixadas ao usuário quanto à escolha dos sucessivos elementos de seu percurso; ela seria, neste caso, onipresente e aquém de suas verdadeiras capacidades de inovação. Para chegar a este tipo de lógica esbarra-se na coerência dos múltiplos percursos e na dificuldade de conceber a interface que possa valorizar um tal dispositivo interativo.

Séguy (1999) defende a idéia que um salto na reflexão e na consistência de produtos interativos passa necessariamente pelos motores de busca que funcionam sobre uma lógica de estoques incomensuráveis, sem organização nem hierarquia de informações (home pages, por exemplo). O traço mais inovador e inquietante desses dispositivos interativos (a mudança da carga de trabalho para o usuário) é a obrigação do usuário fornecer, ele mesmo, os elementos necessários a sua progressão, já que é ele que sabe o que procura.

Séguy (1999) considera a interatividade como uma ferramenta de acesso e de manipulação da informação e, para definir interatividade, é necessário isolar a “reatividade”, que impõe ao usuário seu percurso, suas etapas e sua lógica procedural para que este realize com êxito sua tarefa. Assim, se distinguem a interatividade da estrutura e a interatividade de superfície.

A **interatividade da estrutura, ou de navegação**, se refere à classificação e repartição dos conteúdos em função de uma certa espinha dorsal. Esta arquitetura da estrutura permite, inicialmente, classificar, hierarquizar e levantar os diferentes componentes do produto. Em seguida, ela permite propor links, acessos, conexões etc. Este tipo de dispositivo interativo deve ser concebido considerando o tema tratado, as características do público-alvo e o dispositivo técnico maioritariamente utilizado já que a interatividade não pode se resumir simplesmente às possibilidades deixadas ao usuário quanto à escolha dos elementos sucessivos de seu percurso.

São conhecidos três modelos de referência deste tipo de interatividade: a **arborescência** (sucessão de escolhas hierarquizadas que devem ser acessadas em uma ordem imposta, que impõem ao usuário comportamentos rígidos e caminhos de tamanho pré-estabelecido); **multicritérios** (ou palavras-chave, baseados em operadores booleanos para facilitar as buscas, como os sistemas de busca da internet) e o **hipertexto** (dispositivo informatizado que permite

a interconexão de documentos de diversos tipos). Os modelos híbridos, muitas vezes caracterizam os melhores produtos (quando se propõe ao usuário um percurso arborescente na fase de descoberta do produto, de modo que ele constitua suas referências, deixando também a opção de navegação via hipertexto; pode-se deixar à disposição do usuário um menu de hipernavegação onde ele pode visualizar as partes já lidas/acessadas).

A **interatividade de superfície**, aquela **ligada ao cenário**, diz respeito a tudo que se passa na página/tela sem que ocorra mudança de página/tela, como animações, imagens estáticas, caixas de diálogo, *hotwords*, sons etc. Alguns produtos com estrutura de navegação linear ou arborescente possuem uma interatividade muito forte em termos de cenário, constituindo um contrapeso à rigidez dos percursos disponíveis. Nesse espaço limitado de uma página o usuário pode ler, observar, manipular à sua maneira as diferentes mídias e sua leitura produzirá, para ele, o sentido procurado.

Mallender (1999) distingue três tipos de interatividade ligadas ao cenário: **a direta, a indireta e a ilógica**. A **interatividade direta** é aquela em que a partir de uma ação do usuário (quando este seleciona um elemento ativo) responde imediatamente através de uma ação (visível ou audível) prevista pelo sistema. É a mais corrente. A **interatividade indireta** diz respeito aos diferentes caminhos que o produto pode propor ao usuário em função dos critérios de escolha (diferentes objetivos, como jogos que propõem outras metas diferentes de ganhar ou perder; navegação personalizada em função de um questionário preenchido no início), da existência de elementos que possuem vida própria e circulam independentemente das ações do usuário, da passagem do tempo (cronometragem, elementos ou personagem que são ativos somente em certos momentos) e das ações simultâneas de outros usuários (uso em rede). A **interatividade ilógica** se situa ao nível do cenário e não dos “cliques”, quando o usuário deve efetuar ações em uma ordem precisa sem alguma explicação ou lógica sobre sua ação (é o caso de algum jogo onde, para sair de uma sala o usuário precisa encontrar uma chave em algum local sem pista alguma).

De acordo com Mallender (1999), a interatividade dá a impressão de uma maior escolha de caminhos a explorar e de uma leitura mais ativa. Quando ela é bem concebida, acresce valor ao produto pois permite um diálogo mais rico entre o sistema e o usuário.

2.4 Interatividade na Educação

Segundo Braviano (1998), com o advento dos ambientes computacionais, a interatividade mais uma vez entra em cena como componente essencial para a aprendizagem. Deste modo, torna-se importante definir onde existe realmente na relação homem-máquina uma interatividade de alto grau, aquela que influa de maneira indiscutível no processo ensino-aprendizagem.

A interatividade, vista um processo de troca, de mão dupla, vem sendo discutida quanto ao seu bom uso, no meio educacional. O que vemos hoje, em muitas de nossas aulas tradicionais, é o modelo onde o professor fala sem parar e o aluno, por sua vez, pouco participa. Neste caso a interatividade na relação aluno-professor está ainda em um nível muito baixo.

Estas aulas, muitas vezes causam nos alunos um bloqueio, já que alguns têm dificuldades na aprendizagem. É neste momento que o professor deve interagir com os alunos para instigá-los. Existem professores que em suas aulas abrem espaços e promovem a interatividade com os alunos, mas por vezes esses não interagem entre si.

Na perspectiva de criar novas formas de combater o baixo nível de interatividade nas salas de aula, fazendo com que os alunos participem mais do processo de ensino-aprendizagem, uma alternativa seria o uso dos computadores utilizando softwares educativos.

O uso de ferramentas computacionais em salas de aula, abre um enorme leque de opções e a interatividade pode se dar de formas diferenciadas. Essas diferentes formas, com certeza, influenciam diretamente o processo ensino-aprendizagem.

2.4.1 Ferramentas Computacionais Interativas na Educação

Observa-se, nos ambientes computacionais educativos, que há diferenças entre os graus e os tipos de interatividade, ou seja, cada forma de interatividade tem suas características próprias quando usada para a educação.

No campo dos softwares educacionais é comum que a máquina responda à ação do aprendiz.

Torna-se imprescindível para que a aprendizagem ocorra, que esta atividade reflexiva não se reduza a uma interação de baixo grau. Pode ser elaborada de maneira behaviorista (visando otimizar o percurso de aprendizagem do aprendiz, evitando que este erre) ou construtivista (objetivando produzir um significado com o erro). Neste caso, pela forma como é enviado ao aprendiz o significado de seus atos, pode tratar-se de um *ensino inteligente assistido por computador* (onde o erro é analisado/comentado) ou de um *micromundo* (onde o erro é reenviado de outro modo — simbólico, com imagens etc. — para que o aprendiz faça a análise). Gers (1993, apud Braviano, 1998) além de citar a reflexividade da interação dá ênfase a seu caráter seletivo e coletivo. A seletividade diz respeito à facilidade que o sistema oferece ao usuário para encontrar a ferramenta adaptada às suas necessidades; a coletividade aborda as relações aprendiz-aprendiz, aprendizes-mestre (geralmente quando tem-se micro-computadores conectados em rede). Estes itens, se bem elaborados, podem delegar um alto grau de interatividade ao software.

Nos softwares educacionais muitas vezes o ambiente fornece informações complementares que deveriam ajudar o aprendiz a chegar à conclusão. Interações deste tipo algumas vezes não influenciam nas decisões do aprendiz, sendo então neutras. Melhor é existir interações deterministas para que as soluções dos problemas sejam construídas conjuntamente entre o especialista (representado nesta instância pela máquina) e o usuário (o aprendiz).

Segundo Dillembourg (1995, apud Braviano, 1998), até o presente, conforme o grau de co-construção, pode-se ter interação determinista de supervisão (quando o usuário dispõe de um controle mais ou menos alto do raciocínio do especialista: é o caso dos sistemas especialistas capazes de criticar a solução proposta pelo usuário) ou de simetria (quando usuário e especialista dispõem do mesmo grau de intervenção: cada um pode propor um passo e criticar o passo realizado pelo outro, até mesmo desfazê-lo).

Segundo Séguy (1999), a interatividade, percebida nos seus primórdios como uma infinidade de percursos possíveis, caracterizava alguns jogos que propunham um número tão grande de possibilidades de ações que restavam pouquíssimos limites perceptíveis ao usuário. Esses casos escondiam geralmente um caminho único que levava o jogador à vitória. Este tipo de interatividade se traduz, para o usuário, na possibilidade de testar em todas as etapas do jogo as manobras possíveis até encontrar aquela que lhe permite avançar em função de um objetivo pré-estabelecido.

Ainda segundo Séguy (1999), apareceram em seguida, produtos culturais como CD-Roms de museus ou enciclopédias temáticas que veiculavam uma outra forma de interatividade na qual são oferecidos diferentes percursos de leitura baseados, inicialmente, em uma simples classificação hierárquica, comumente temática. Nestes casos o usuário realiza escolhas sucessivas até chegar a uma informação precisa e a interatividade se caracteriza como sendo um dispositivo de acesso à informação buscada.

Os produtos pedagógicos interativos vieram em seguida, constituindo, sem dúvida, um terceiro caso e possuindo características específicas baseadas em um processo de aprendizagem fundamentado em uma hierarquia, um encadeamento constituído pelas quase infinitas possibilidades oferecidas por múltiplos percursos.

Apareceram, também, nos primórdios da interatividade informatizada/eletrônica, algumas ferramentas como bases e bancos de dados, caracterizadas por astúcias gráficas operacionalizadas através de botões, barras de navegação, manipulação de objetos com o auxílio do mouse etc.

Conforme Séguy (1999), a questão das escritas interativas não se baseia nos mesmos parâmetros de outrora. Atualmente considera-se a interatividade como uma ferramenta de acesso e de manipulação da informação.

2.4.2 Ferramentas Computacionais Interativas na Matemática

Na matemática, como em outras áreas do conhecimento, a interatividade pode estar fortemente presente, principalmente quando utilizamos o computador.

Analisando sites de matemática, podemos constatar que alguns se propõem apenas a apresentar uma compilação de informações mas, em outros, o usuário pode interagir para aprender. Há também aqueles que se propõem oferecer uma compilação de informações usando recursos interativos.

Alguns sites como <http://www.impa.br>, <http://www.obm.org.br> e <http://www.sbm.org.br> disponibilizam um bom material educativo, mas o nível de interatividade nestes sites é

classificado como baixo pois as informações são apresentadas de modo arborescente. Assim, nestes sites está fortemente presente a interatividade da estrutura ou de navegação e a interatividade da superfície (aquela ligada ao cenário), quando presente, é do tipo direta.

Já o site <http://www.somatematica.com.br> contém componentes interativos em forma de jogos. Em <http://www.matematica.com.br> pode se encontrar acesso a um fórum de discussão por temas, o que caracteriza uma componente interativa. O site <http://www.matematica.br> permite que o usuário interaja para aprender, usando um ambiente de Geometria Dinâmica. Percebe-se que o objetivo, nestes casos, não é apenas apresentar uma compilação de informações.

A interatividade presente no ambiente de aprendizagem proposto no último site citado (iGeom) possibilita ao usuário a construção do conhecimento através da análise de seus erros e acertos. Uma abordagem mais específica deste caso será feita no próximo capítulo.

2.5 Comentários

Neste capítulo apresentou-se a definição de interatividade, sua evolução no meio computacional e caracterizou-se seus níveis e tipos. Além disso, o processo da interatividade empregado na educação, inclusive com o emprego das ferramentas computacionais e, em especial a abordagem na matemática. Os conceitos e definições apresentados neste capítulo servirão de suporte para as análises do próximo capítulo.

3. Interatividade nos Ambientes de Geometria Dinâmica

A Geometria é uma das áreas mais antigas da matemática. Todos os problemas da antiguidade envolvendo cálculos com distância, ângulos e formas geométricas, eram resolvidos com o auxílio de régua e compasso.

O advento do computador e o incessante desenvolvimento da informática têm propiciado oportunidades para a criação de novos softwares interativos que podem ser utilizados no ensino da geometria. São geradas, então, importantes vantagens para a motivação dos alunos, já que esta é despertada pelo mundo interativo e animado, podendo proporcionar uma melhora no processo de ensino-aprendizagem.

Com o surgimento da *Geometria Dinâmica*, implementada por programas como o The Geometric Supposer (que se transformou no The Geometer's Sketchpad), o Cabri-Géomètre e outros, conceitos geométricos passam a ser explorados através de programas computacionais interativos.

Neste capítulo iremos explorar a *Geometria Dinâmica* sob a ótica da interatividade e sua influência no processo ensino-aprendizagem.

3.1 O que é Geometria Dinâmica

A idéia de movimento na geometria não é recente; os geômetras idealizaram vários instrumentos para descrever curvas mecanicamente definidas. Porém, o uso de movimento era “proibido no raciocínio estritamente geométrico por razões mais metafísicas que científicas. O século XVII marcou uma quebra com a tradição grega e o uso do movimento para estabelecer propriedades geométricas ou realizar construções geométricas tornou-se explícito. [Colette Laborde (apud Schmidt, 2002)].

Durante séculos, têm sido utilizados instrumentos tradicionais para a criação de problemas na geometria clássica, tais como lápis, papel, régua, esquadros e compasso. No entanto, em meados da penúltima década do século XX surgiu a *Geometria Dinâmica* com a problemática da implementação da geometria no computador. Alguns pesquisadores matemáticos

começaram a imaginar a possibilidade de se criar programas computacionais capazes de substituir o processo tradicional de traçados de figuras geométricas por uma alternativa mais prática e que pudesse agregar outros benefícios além dos previamente existentes. A princípio, um programa deste tipo deveria agilizar o trabalho manual, garantir uma precisão superior de traçado e permitir a reprodução exata e facilitada dos desenhos.

Segundo Braviano & Rodrigues (2002), a *Geometria Dinâmica* originou-se da necessidade de definir, aproveitando as potencialidades do computador, um novo sistema de representação dos objetos da geometria. Desse modo, ela permite aproximar as propriedades perceptivas dessas representações das propriedades formais dos objetos representados. Assim, elementos como pontos, retas, segmentos de retas etc., são criados pelo usuário e, a partir deles, construções com *régua e compasso eletrônicos* são realizadas. Esses elementos possibilitam ao usuário interagir e visualizar as figuras em movimento, para uma melhor compreensão das noções trabalhadas. Nessa mudança automática de posição está o dinamismo, cuja grande vantagem é preservar as relações entre os elementos da figura.

Atualmente, a *Geometria Dinâmica* amplia seus horizontes, porém permanece o fator inicial de precisão. Desenhos que demandam inúmeros traçados e tornam-se cansativos de fazer no papel, usando régua, lápis e compasso, são de fácil criação no computador. No entanto algumas limitações, como a capacidade de processamento da máquina, a resolução do monitor ou da impressora, ainda persistem. Também pode-se citar as limitações complexas que se referem às ambigüidades de soluções não triviais, exigindo uma fundamentação matemática superior e abrangente. [Kortenkamp (1999, apud Abreu, 2002)].

O software de *Geometria Dinâmica* permite a interatividade e dá atenção especial à formação de hábitos de raciocínio que permitem chegar à solução de problemas de geometria pela identificação de pontos-chaves e correspondente análise das propriedades e relações entre elementos da figura que esteja sendo construída. Coloca-se como meta principal estimular o aluno a organizar o “pensamento geométrico”, evitando assim a tendência de resolver o exercício por ensaio e erro ou pela simples memorização de passos seqüenciais [Rodrigues et al, 2000 (apud Abreu, 2002)].

Segundo Bellemain (2001, apud Schmidt, 2002), não há consenso quanto à natureza da *Geometria Dinâmica* e nem todos a consideram como uma nova geometria. Os trabalhos de

formalização da *Geometria Dinâmica* mostram que as implementações propostas pelos softwares constituem somente uma aproximação da geometria euclidiana e de outras.

3.2 Softwares de Geometria Dinâmica

Atualmente, existem vários softwares que implementam a *Geometria Dinâmica*. Abaixo, cita-se alguns deles e, em seguida, descreve-se com mais detalhes os cinco últimos da lista.

- Dr. Genius;
- EuKlid;
- Géo Specif;
- Geometric Inventor;
- Geometric Supposer;
- Juno 2;
- Projective Drawing Board (PDB);
- Uni-Géom;
- Tabulae;
- Cabri Géomètre;
- The Geometer's Sketchpad;
- Cinderella;
- iGeom.

The Geometer's Sketchpad

O The Geometer's Sketchpad surgiu do Projeto de Geometria Visual, adotado pela Universidade Swarthmore em meados de 1980 e coordenado por Eugene Klotz e Doris Schattschneider. A proposta inicial tinha como objetivo a geometria tridimensional, mas por causa das limitações dos processadores disponíveis na época, acabou se restringindo à geometria plana.

O The Geometer's Sketchpad foi desenvolvido por Nicholas Jackiw, estudante de graduação e principal desenvolvedor da aplicação. Atualmente, o The Geometer's Sketchpad se encontra

em sua quarta versão e é comercializado pela empresa Key Curriculum Press.

Este programa apresenta funcionalidades muito próximas ao software Cabri-Géomètre (sobre o qual falaremos a seguir), porém com um menu de opções propositalmente reduzido. Outra diferença é que os elementos devem ser escolhidos antes de selecionar a construção a ser realizada.

Cabri-Géomètre

O Cabri-Géomètre foi criado na Universidade Joseph Fourier, em Grenoble(França), por Yves Baulac, Franck Bellemain e Jean-Marie Laborde [Laborde & Bellemain, 1994 (apud Schmidt, 2002)].

O Cabri-Géomètre II, permite a criação de quaisquer construções com régua e compasso; implementa recursos de animação e lugar geométrico, além de permitir que se façam medidas e compute-se relações entre elas. Este software tem a capacidade de associar elementos de geometria analítica às construções, fazendo atualizações automáticas nos parâmetros das equações ao modificar interativamente os elementos gráficos na tela.

Este programa é voltado para o uso em sala de aula, tendo em vista o objetivo de facilitar a aprendizagem, funcionando como um caderno de rascunho interativo e informatizado. No Brasil, este é o software de Geometria *Dinâmica* mais utilizado. Está disponível em seis idiomas diferentes, para varias plataformas. O programa, atualmente, está sendo comercializado pela Texas Instruments.

Cinderella

O Cinderella foi criado na Alemanha por Jürgen Richter-Gebert e Ulrich Kortenkamp, sendo lançado comercialmente em maio de 1999 na forma de um livro + CD-ROM [Richter-Gebert & Ulrich Kortenkamp, 1999 (apud Abreu, 2002)]. Burgiel (1999, apud Abreu, 2002), afirma que trata-se de um programa voltado para matemáticos, feito por matemáticos.

Este software foi todo programado em linguagem Java, de forma que pode ser executado em qualquer plataforma. Embora não seja tão popular quanto os seus antecessores (pois sua funcionalidade é um pouco mais limitada), o Cinderella apresenta características singulares, tais como algoritmos que garantem continuidade nas animações e exploração imediata e completa para web, precisão matemática, suporte para as geometrias euclidiana, hiperbólica e esférica, a independência de plataforma e a verificação automática de teoremas.

Tabulae

O Tabulae foi desenvolvido no Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O desenvolvimento deste software fez parte do projeto PACE – Pesquisa em Ambientes Computacionais de Ensino, também responsável pelo desenvolvimento de outros materiais voltados para a criação de ambientes colaborativos de aprendizagem via internet.

Ele está inteiramente escrito na linguagem Java e por este motivo apresenta a facilidade de ser compatível com diferentes sistemas operacionais, tais como *Windows*, *Linux* e *Macintosh*. Como sua concepção é inteiramente orientada a objeto, é possível adicionar novas ferramentas sem a necessidade de reiniciar seu processo de montagem [Belfort, 2001 apud Alves & Soares].

O Tabulae permite gerar *applets* que podem ser usados como ferramenta de autoria para redes locais e através da internet. Um usuário pode fazer uma construção geométrica e enviar para outro(s) usuários, cujos computadores estejam conectados à rede [Guimarães, 2001 apud Alves & Soares].

iGeom¹

Desenvolvido em uma parceria entre o IME-USP e a POLI-USP, o iGeom é um software que visa apoiar o ensino de Geometria na *Internet*, permitindo ao aluno fazer construções geométricas com propriedades como paralelismo, pertinência, interseções etc. Utiliza o conceito de Geometria Dinâmica, pelo qual elementos podem ser movidos na tela e os demais automaticamente se ajustam para que as propriedades geométricas estabelecidas na construção sejam mantidas.

O iGeom, escrito em *Java*, tem 2 versões quase idênticas: aplicativo e *applet*. A primeira armazena e lê do disco os arquivos que cria. A outra, acessível em www.matematica.br/igeom, por uma restrição de segurança, não pode ler ou gravar arquivos no disco do usuário. Este inconveniente impedia que as construções feitas pelos alunos *on-line* pudessem ser avaliadas pelo professor. A solução adotada foi implementar, em linguagem PHP *scripts* executados no servidor e ativados pelo *applet*. Para isso, este deve simular um *browser*, como se estivesse enviando ao servidor dados digitados por um usuário num formulário HTML. Através do preenchimento dos campos do formulário, o *applet* pode solicitar que um arquivo (codificado em outro campo) seja armazenado no servidor ou pode ler um arquivo lá gravado, bem como obter uma lista dos arquivos disponíveis. A implementação de tal recurso foi feita no *applet*, em Java, através da biblioteca HTTPClient que facilita a utilização do protocolo HTTP usado na comunicação entre servidores *web* e *browsers*.

¹ Extraído de http://www.usp.br/siicusp/10osiicusp/cd_2002/ficha1212.htm (em 03/05/2004).

3.3 A Interatividade na Geometria Dinâmica

Nesta seção abordaremos a interatividade presente nos softwares de Geometria Dinâmica, em especial no Tabulae, Cabri Géomètre, The Geometer's Sketchpad, Cinderella e iGeom.

A informática aplicada à educação tem dimensões mais profundas que não costumam aparecer à primeira vista. Para Silva (2000, apud Rodrigues, 2002), é necessário modificar as formas de ensinar, buscando técnicas interativas e comunicacionais eficazes que busquem uma aprendizagem baseada na experimentação, testando a curiosidade do aluno, utilizando de forma integrada as informações existentes.

O uso de formas interativas no processo educacional, via computador, depende da atuação do professor. O ambiente de Geometria Dinâmica é uma alternativa didática que cria condições para a redescoberta de conceitos e princípios geométricos fundamentais, usufruindo das possibilidades didáticas baseadas em princípios de interatividade. Possibilita, assim, ao usuário manipular elementos das figuras apresentadas nas situações-problema propostas, além de oferecer-lhe mecanismos de auto-avaliação.

De acordo com Morrow (1997, apud Rodrigues & Rodrigues, 2001), o software de Geometria Dinâmica estimula os alunos a 'brincar', a explorar e, com incentivo dos professores, a formar conjecturas e pensar em problemas sobre aquilo que observam. Sem dúvida alguma, a Geometria Dinâmica constitui o ambiente por excelência para experimentar diferentes caminhos na procura de respostas gráficas para exercícios de geometria. Provê os meios que permitem, ao usuário, raciocinar a partir da exploração de estruturas geométricas, de seus componentes e respectivos relacionamentos, bem como encontrar diversas alternativas para testar idéias na tentativa de resolver problemas.

No ambiente de Geometria Dinâmica, quando o usuário resolve um problema, está usando a interatividade ao identificar um ponto-chave, procurando e buscando na memória os conceitos ali embutidos, de modo a vislumbrar as possíveis operações a serem realizadas.

Uma outra forma de interatividade que o ambiente de Geometria Dinâmica permite ao usuário é experimentar posições sucessivas de elementos da construção até conseguir visualizar a configuração final. Assim dá a oportunidade ao usuário para mover determinados elementos

das construções e observar ao vivo tais deslocamentos, o que é de auxílio relevante na resolução do problema que está tentando resolver; visualiza-se com facilidade o número de soluções que se alcançaria modificando um dado do enunciado do problema.

O ambiente de aprendizagem denominado Transpontuais [ambiente interativo que utiliza as transformações pontuais - reflexão, meio-giro, translação, rotação e homotetia - na resolução de exercícios de geometria plana, descritiva e perspectiva (Rodrigues & Rodrigues, 2000)] foi concebido como um roteiro organizado para orientar o fluxo de pensamento do usuário. Ao atribuir movimento à figura criada usando algum software de Geometria Dinâmica, este usuário poderá chegar a várias conclusões. Assim, o Transpontuais aparece como uma abertura de um amplo leque de possibilidades para a apresentação de conteúdo interativo proporcionado pelos ambientes de Geometria Dinâmica.

Esta interatividade presente nos ambientes de Geometria Dinâmica quando os usuários fazem ensaios relacionados com um ponto manipulável que, ao assumir uma determinada posição, garante que sejam respeitadas as demais imposições do exercício, é ilustrada nas figuras 1 e 2, onde se demonstra o que ocorre com a mediatriz de um segmento AB quando se move A ou B. Nesse caso o programa vai fazendo as operações e registrando a nova posição da mediatriz automaticamente.

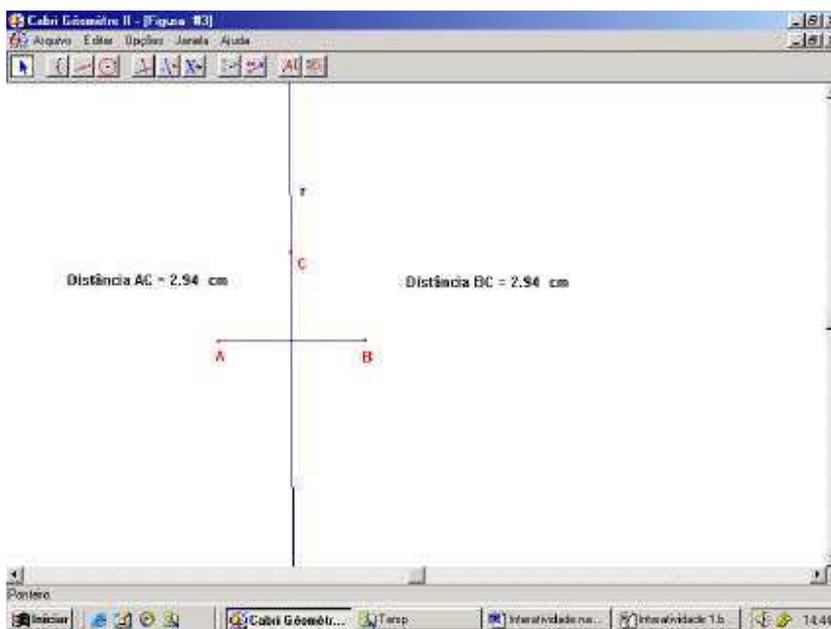


Figura 1

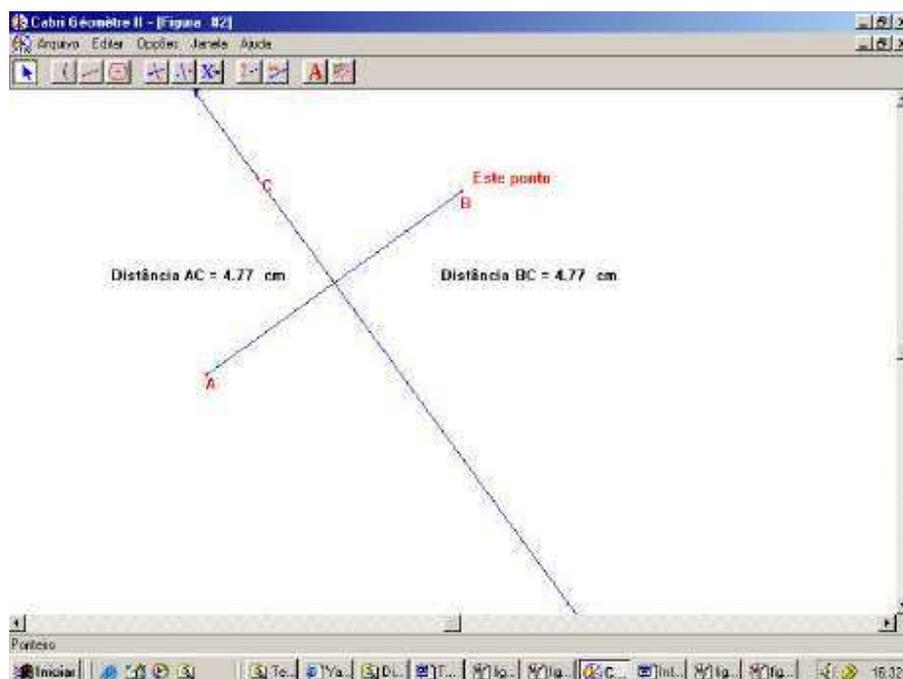


Figura 2

O usuário perceberá que as mudanças ocorridas mantêm preservadas algumas propriedades, logo poderá formular seu conceito de mediatriz e inferir algumas de suas propriedades.

No Cabri-Géomètre temos a opção histórico, que mostra ao usuário passo a passo o que ele fez. Nos demais ambientes analisados essa opção não existe. Temos aí mais uma vez, a presença da interatividade agindo como auxiliadora do processo de aprendizagem. Através do histórico o usuário pode rever suas construções e tem a possibilidade de verificar seus possíveis erros de construção, o que gera reflexão e dá subsídios para a busca da solução correta.

Esta forma de interatividade entre usuário e software, permite um aproveitamento pedagógico no sentido de o usuário estar aprendendo com seus próprios erros e acertos.

Outra forma de interatividade presente nos ambientes de Geometria Dinâmica é a existência de elementos ativos. Quando passamos o cursor sobre um determinado ícone, veja figura 3, observamos no canto inferior esquerdo da tela a informação do que ele pode fazer. Também quando passamos com o cursor sobre qualquer parte do desenho (ponto, reta etc.), temos a informação na tela do objeto e da operação que será realizada com ele, sendo esta última

presente somente no Cabri (em função da sua programação: ação seguida de seleção), conforme ilustra a figura 4.

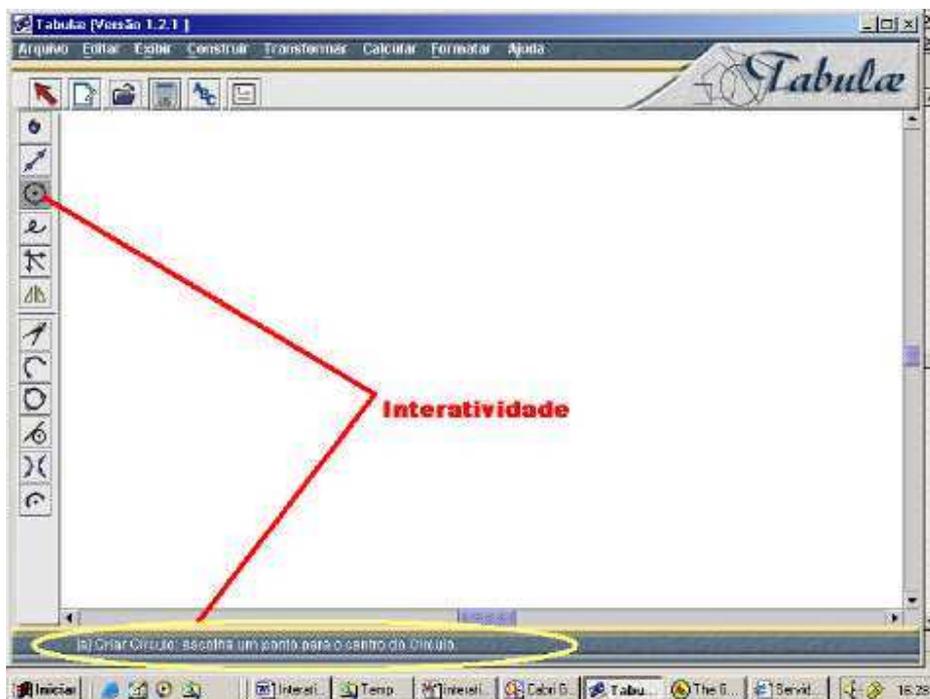


Figura 3

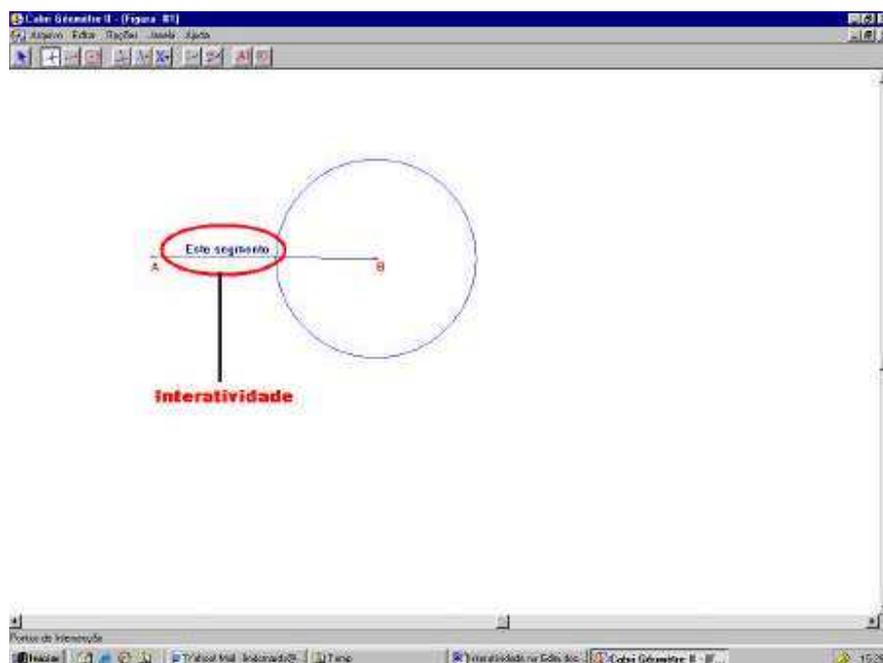


Figura 4

A interatividade presente nos ambientes de Geometria Dinâmica através da visualização, movimentação e histórico das construções contribui para a aprendizagem do usuário. Na tentativa de construir e fortificar o seu conhecimento geométrico. Através da visualização o usuário tem a representação do que foi construído; através do movimento ele verifica as propriedades das construções e se elas são preservadas; através do histórico ele interage com o programa e localiza seu erro, efetivando posterior correção.

Uma outra interatividade presente no ambiente de Geometria Dinâmica é a ferramenta *locus* (lugar geométrico). Através dela o usuário, ao resolver um problema geométrico, terá facilidade para visualizar o lugar geométrico.

Outra presença da interatividade no ambiente de Geometria Dinâmica, que é merecedora de destaque, diz respeito à ferramenta rastro, que é ativada quando se deseja visualizar a trajetória de um determinado elemento geométrico. A figura 5 ilustra o caminho descrito pelo ponto O, registrado na tela a partir do deslocamento de P (pertencente à reta suporte d). Através do processo interativo o usuário perceberá que ao movimentar o ponto P, o rastro deixado formará uma parábola. O Cinderella não possui tal recurso.

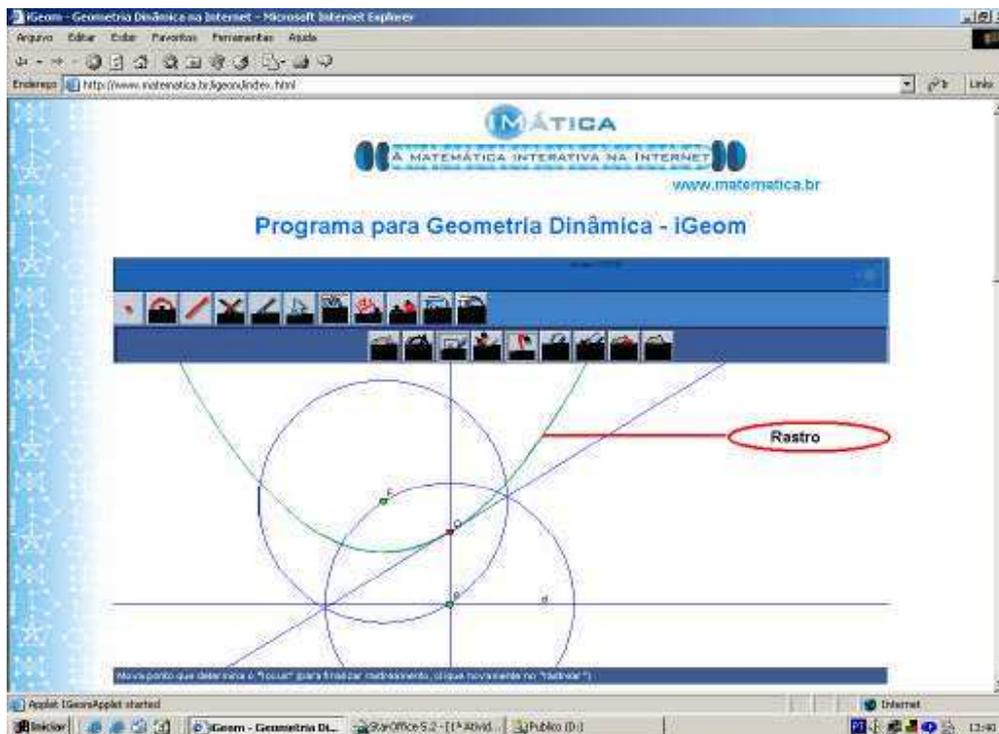


Figura 5

3.4 Considerações Finais

Neste capítulo abordou-se as relações entre interatividade e Geometria Dinâmica, que juntas facilitam o estímulo dos pensamentos lógico e criativo na busca da solução de problemas, servindo-se de diferentes métodos geométricos de representação. O potencial interativo-dinâmico de tais ambientes foi abordado em detalhes, demonstrando que esses softwares, quando bem utilizados pedagogicamente, são de grande utilidade no processo ensino-aprendizagem.

4. Conclusão

O entendimento de como um indivíduo aprende e de como esta aprendizagem pode vir a ser facilitada para promover a geração de conhecimento é foco de estudo de diversas equipes de pesquisadores em Educação.

Na área da Geometria, em particular, muitos fatores interferem na aprendizagem e, dentre eles, pode-se destacar a forma como o indivíduo processa e organiza em seu cérebro as informações que lhe são apresentadas.

Os processos educacionais interativos facilitam o armazenamento de informações, que podem ser codificadas e decodificadas sempre que for necessário.

Nos processos educacionais que se servem da ferramenta computacional adequada à procura de alternativas “dinâmicas”, permite que várias capacidades cognitivas sejam estimuladas e desenvolvidas.

Assim, sempre que um aprendiz, usando um software de Geometria Dinâmica identifica um ponto-chave, procura lugar geométrico, busca na memória visual conceitos ou propriedades relativas a determinada figura, experimenta possibilidades etc., estará processando e organizando em seu cérebro representações mentais relativas aquilo que está estudando.

Neste trabalho foram enfocadas as várias maneiras de utilizar pedagogicamente as potencialidades interativas existentes nos softwares de Geometria Dinâmica.

Defende-se a idéia de que estes softwares, quando bem utilizados didaticamente, são de grande utilidade no processo ensino-aprendizagem.

Como sugestão para futuros trabalhos, pode-se aprofundar ainda mais cada um dos aspectos interativos existentes nesse tipo de software.

5. Bibliografia

ABREU, Ivoneide Corrêa. **Proposta de Abordagem do Tema Simetria Usando o Cabri-Geômetre**. Trabalho de Conclusão do Curso (Licenciatura em Matemática).

Orientador: Gilson Braviano. UFSC, Florianópolis, 2002.

AIRES, Joanez Aparecida. **Softwares Educativos: Uma Tecnologia de Informação e Comunicação na Educação**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ALVES, George de Souza & SOARES, Adriana Benevides. **Geometria Dinâmica: um estudo de seus recursos, potencialidades e limitações através do *software Tabulae***.

Disponível em: <http://www.javasoft.com.br/academic/sbc2003/arq0121.pdf>

BRAVIANO, Gilson & RODRIGUES, Maria Helena W. L. **Revista do Professor de Matemática**, SBM nº - 49, 2002.

BRAVIANO, Gilson. **Sob o Paradigma da Interatividade**. 13º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico & II International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, pp. 347-352, Feira de Santana, 1998.

CAMPOS, Patricia. **Comparação de Três Softwares de Geometria Dinâmica Usando um Problema de Homotetia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática).

Orientador: Gilson Braviano. UFSC, Florianópolis, 2003.

FERREIRA, Aurélio B. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro RJ: Nova Fronteira, 3ª ed, 1999.

MALLENDER, Ariane. **Écrire pour le multimédia**. Dunod: Paris 1999.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.

RODRIGUES, M. H. W. L. & RODRIGUES, D. W. L. **“Entre a Geometria dos esquadros**

e compasso e a Geometria Dinâmica". Revista Educação Gráfica, Bauru, n.5, São Paulo 2001.

RODRIGUES, M. H. W. L. & RODRIGUES, D. W. L. **"Transpontuais": uma alternativa dinâmica para o estudo interdisciplinar de conceitos geométricos**. Revista Educação Gráfica, Bauru, n.4, São Paulo 2000. pp. 51-60.

RODRIGUES, Rosimeire Aparecida. **A Interação no Processo de Ensino-Aprendizagem em Matemática**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SCHMIDT, Alexandra. **O Uso da Geometria Dinâmica na Transformação de Figuras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática). Orientador: Gilson Braviano. UFSC, Florianópolis, 2003.

SÉGUY, Françoise. **Les produits interactifs et multimédias**. PUG: Saint Martin d'Hères. 1999.

http://www.usp.br/siicusp/10osiicusp/cd_2002/ficha1212.htm (acessado em 03/05/2004).