

Material de apoio para a oficina

**EXPLORAÇÃO E ANÁLISE DE
SOFTWARES EDUCACIONAIS DE
DOMÍNIO PÚBLICO NO ENSINO DE
MATEMÁTICA**

Apresentado na Bienal da SBM - BH - 14 a 18 de outubro de 2002
Laboratório de Ensino de Matemática - LEM / IMECC / UNICAMP
Caixa Postal 6065
13083-970 – Campinas - SP

Otília T. W. Paques
otilia@ime.unicamp.br

Maria Zoraide M. C. Soares
zoraide@ime.unicamp.br

Rosa Maria Machado
rmmachado@ceset.unicamp.br

Maria Lúcia B. Queiroz
mlucia@ime.unicamp.br

EXPLORAÇÃO E ANÁLISE DE SOFTWARES EDUCACIONAIS DE DOMÍNIO PÚBLICO NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Rosa Maria Machado ¹
Otília Terezinha W. Paques ²
Maria Lúcia Bontorim Queiroz ³
Maria Zoraide M. C. Soares ⁴

Introdução

As tecnologias como as ferramentas computacionais, calculadoras simples e as calculadoras-gráficas, têm contribuído com a humanidade para a transformação e interação com o universo. Ressalta-se que especificamente a Informática, tem provocado revoluções nas relações humanas e é capaz de propiciar ambientes com propostas pedagógicas de aprendizagem, principalmente no ensino de Matemática. A ferramenta computacional é uma das possibilidades de trabalho em sala de aula, ocupando, inclusive, papel de destaque nas orientações expressas nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Este documento está subsidiado em estudos e experiências que consideram a ferramenta computacional como um instrumento motivador na realização de tarefas exploratórias e de investigação. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais sugerem uma reflexão sobre a relação entre a Matemática e a Tecnologia, baseado nas necessidades de renovação de saberes.

Em relação à preocupação de explorar, analisar software para o ensino de Matemática, fundamenta-se na expectativa de contribuir para um ensino e aprendizagem de Matemática mais dinâmico e mais próximo das constantes transformações que a sociedade em particular o ensino da Matemática têm vivenciado. Assim, espera-se contribuir para diminuir a distância que separa a educação nos níveis fundamental e médio das recentes ferramentas de produção e difusão do conhecimento.

As atividades em sala de aula devem proporcionar uma aprendizagem contínua em um exercício coletivo de memória, imaginação, percepção, raciocínios e competências para a produção e transmissão de conhecimentos.

Neste contexto, os aplicativos educacionais de Matemática devem ser utilizados de modo a favorecer a aprendizagem da Matemática nos diferentes níveis de ensino para além da memorização dos resultados dessa ciência, favorecendo o “saber pensar matemático”.

¹Professora do COTIL/CESET/LEM-UNICAMP rmachado@ceset.unicamp.br

²Professora do IMECC/LEM-UNICAMP otilia@ime.unicamp.br

³Professora do IMECC/LEM-UNICAMP mlucia@ime.unicamp.br

⁴Professora do IMECC/LEM-UNICAMP zoraide@ime.unicamp.br

Objetivos

O Laboratório de Ensino de Matemática do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas (LEM - IMECC / UNICAMP)⁵, sempre com o intuito de contribuir para a formação inicial e continuada de professores de matemática e conseqüentemente favorecer o ensino desta disciplina nos diversificados níveis de escolaridade tem se preocupado com o uso das tecnologias no ensino de Matemática. Desta forma, propôs para este evento a oficina “Análise e exploração de softwares de domínio público através de resolução de problemas”, com o objetivo de aproximar estudantes e professores de Matemática para conhecer, analisar, explorar e utilizar software de domínio público no contexto do ensino-aprendizagem. Esta oficina vislumbra a possibilidade de discutir com os participantes, algumas estratégias de resolução de problemas e também ao que se refere ao pensamento científico, aproximando o professor e os estudantes interessados dessas discussões por meio do uso de alguns software de matemática previamente selecionados.

O oferecimento da oficina justifica-se pela experiência dos professores e participantes dos cursos do LEM, que a utilização de software “domínio público”:

- é um instrumento que desperta o interesse dos alunos;
- é um instrumento que auxilia na resolução de problemas;
- permite que os alunos fiquem atentos ao conteúdo que está sendo desenvolvido, contando com a participação dos mesmos;
- é um recurso que permite investigações matemáticas, favorecendo conjecturas e análise dos resultados obtidos;
- atribui significado ao conteúdo desenvolvido;
- agiliza as atividades tradicionais desenvolvidas com lápis e papel, favorecendo maior dinamismo às aulas.

Este quadro de informações entusiasma o professor, que é uma das maiores forças motivadoras na escola.

Desta forma, espera-se provocar mudanças, inovações metodológicas e didáticas no ensino da Matemática nos diferentes níveis de escolaridade e, concomitantemente, analisar e refletir sobre estas mudanças e divulgá-las.

À luz dessas concepções pedagógicas, construir-se-á como objetivos gerais dessa oficina:

- contribuir na formação inicial ou continuada de professores;
- divulgar e refletir sobre o uso de software nas práticas de sala de aula de Matemática;
- analisar métodos não tradicionais de resolução de problemas com uso da ferramenta computacional;
- mostrar aos professores os aspectos positivos e negativos do uso de software educacional, desfazendo mitos e preconceitos.

⁵E-mail: lem@ime.unicamp.br

Conteúdo

Considerar-se-á duas etapas a serem desenvolvidas:

1. Algumas razões para a utilização do software

- Os software que serão utilizados permitem:
 - libertar o ensino e a aprendizagem da Matemática do peso das aulas exclusivamente expositivas.
 - estimular diversas formas de raciocínio.
 - diversificar estratégias de resolução de problemas.
 - estimular a atividade matemática de investigação.
 - permitir que o aluno seja mais autônomo.
 - criticar os resultados que a máquina fornece e de avaliar a sua razoabilidade.
 - trabalhar com dados reais.
- Os software contribuem para o desenvolvimento da auto-confiança dos alunos.
- O ambiente de aprendizagem pode ser mais estimulante para alunos e professor, pois a natureza das propostas de trabalho com software pode ser mais diversificada, permitindo assim contemplar interesses e ritmos de trabalho diferentes.
- Os software considerados de domínio público, em nossos dias, é um objeto de larga utilização nas escolas e é usado pelos alunos em disciplinas de natureza técnica e em cursos técnicos ou científicos.
- Os software de maneira geral constitui uma ferramenta com grandes potencialidades educativas para a disciplina de Matemática. A sua utilização pode contribuir para um ensino de Matemática em que a ênfase seja colocada na compreensão, no desenvolvimento de diversas formas de raciocínio e na resolução de problemas.

2. Descobrindo o software de domínio público

As atividades programadas para esta oficina vão ser apresentadas para ajudar a explorar os diversos software de domínio público. Acredita-se que ao explorar e analisar estes software escolhidos, promoverá uma forma de utilizá-los com mais segurança e de ultrapassar algumas de suas limitações.

Os software de domínio público escolhidos para a realização das atividades são:

- MPP: Mathematics Plotting Package, elaborado por Howard Penn, professor da Academia Naval dos Estados Unidos.
- Winplot, Wingeom, Winmat, elaborados no projeto Peanuts da Universidade de Exeter-USA, sob a orientação do Professor Richard Parris.

- Calíope, elaborado no projeto PIBIC/CNPq da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação da Professora Rosa Maria Machado.
- Super LOGO 3.0, desenvolvido no Massachusetts Institute of Technology (MIT) pelo Professor Seymour Papert e no Brasil encontra-se sob a responsabilidade do Núcleo de Informática Aplicada à Educação-NIED/UNICAMP.
- MuPAD, elaborado por um grupo de pesquisadores da Universidade de Paderborn, Alemanha.
- RuimFig e Doorzein, elaborado por um grupo de pesquisadores da Universidade Estadual de Utrecht-Holanda.
- Torre de Hanoi, este aplicativo foi desenvolvidos pelo Laboratório de Educação Matemática-USP,

e além destes serão apresentados outros softwares de domínio público que se enquadram dentro dos objetivos propostos para a oficina.

Metodologia

As atividades se iniciam com uma dinâmica de apresentação de uma breve explanação sobre os objetivos propostos para a realização do curso. A abordagem dos assuntos se dará por meio de slides e por cópias das atividades que serão fornecidas aos professores e alunos participantes.

Considerações finais

Com o objetivo de propor rupturas aos modelos tradicionais de ensino, estas atividades devem desenvolver nos alunos o hábito de problematização, formulação de conjecturas, organização dos dados, geração de novos problemas e hipóteses. No processo de socialização dos resultados, exercitam a capacidade de argumentação e elaboração de novos conceitos.

É importante que os professores passem a considerar o uso de software educacionais de domínio público em sala de aula para incrementar sua prática pedagógica e atingir suas metas de educar também a si mesmos, sem abrir mão da importância do embasamento teórico de cada conteúdo matemático. É possível e desejável que os alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio tenham acesso às atividades aqui desenvolvidas.

Bibliografia

- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria do Ensino Fundamental - SEF. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: 1997.
- CARVALHO, D. L.de. Metodologia do ensino de matemática. Coleção magistério 2º. Grau. Série formação do professor. São Paulo: Cortez, 1991.

- DANTE, L. R. Didática na resolução de problemas de matemática: 1ª a 5ª séries. São Paulo: Ática, 1989.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. Análise qualitativa de recursos computacionais no ensino de matemática. In: II-Encontro estadual de educação matemática do Rio de Janeiro, 1999, MACAÉ-RJ. Anais do II-EEMAT. Rio de Janeiro: Sociedade Estadual de Educação Matemática do Rio de Janeiro, 1999. v. 1. p.88-89.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W, ZANIN, Alda de Cássia. Como integrar os computadores e as calculadoras às práticas de sala de aula. in: x-Conferencia Interamericana de Educación Matemática, Maldonado. X-Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Maldonado-Uruguay: junta departamental de Maldonado, 1999. v.1. p.154-154
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. Implementando Conteúdos Matemático em ambientes informatizados. in: II-Encontro estadual de educação matemática do Rio de Janeiro, 1999, Macaé-RJ. anais-II-EEMAT. Rio de Janeiro: Sociedade Estadual de Educação Matemática do Rio de Janeiro, 1999. p.101-101.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W, ZANIN, Alda de Cássia. Informática Como Instrumento de Apoio ao Ensino Aprendizagem da Matemática. In: Secretaria de Extensão - IMECC-UNICAMP, 1999, Campinas. Laboratório de Ensino da Matemática. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, 1999.
- MACHADO, Rosa Maria, BRUMATTI, Raquel N M, PAQUES, Otilia T W, ZANIN, Alda de Cássia. Exploração e Análise de Aplicativos para o Ensino e Aprendizagem da Matemática: Primeiros Contatos De Professores De Ensino Fundamental E Médio. In: VI-Encontro Nacional De Educação Matemática, 1998, São Leopoldo-RGS.. VI-ENEM. São Leopoldo - RGS: Universidade do Vale do Rio Dos Sinos, 1998. v.2. p.127-129.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. MPP - Um Aplicativo Educacional de Recursos para a Realização de Tarefas no Ensino de Matemática. In: VI-Encontro Nacional de Educação Matemática, 1998, São Leopoldo-Rgs. VI-Enem. São Leopoldo-RGS: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 1998. V.2. P.551-553.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W, ZANIN, Alda de Cássia. Novos Recursos no Processo de Ensino-Aprendizagem de Matemática. In: Secretaria de Extensão - IMECC-UNICAMP, 1998, Campinas. Laboratório de Ensino da Matemática. Campinas: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, 1998.
- MACHADO, Rosa Maria. O Cabri-Géomètre No Ensino Da Geometria. In: XIII-Encontro Regional de Professores de Matemática, 1998,

Campinas. Resumo do XIII-ERPM. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 1998. P.10-10.

- MACHADO, Rosa Maria. Utilização do Software Mathematics Plotting Program no Estudo de Funções Elementares de Matemática No Ensino Médio. In: V- Encontro Paulista de Educação Matemática, São José Do Rio Preto-Sp. V-EPEM. São José Do Rio Preto-Sp: FIRP/UNESP, 1998. v.1. p.202-204.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia. Análise Crítica de Recursos Computacionais no Ensino da Matemática. In: II-Congresso Regional de Educação, 1999, Mogi das Cruzes. Resumo do II-CONGRED. Mogi das Cruzes: Universidade Braz Cubas, 1999.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W, ZANIN, Alda de Cássia. Como Integrar Calculadoras e Computadores na Sala de Aula de Matemática. In: II-Encontro Estadual de Educação Matemática do Rio de Janeiro, 1999, Macaé-RJ. Anais II-EEMAT. Rio de Janeiro: Sociedade Estadual de Educação Matemática do Rio de Janeiro, 1999. p.120-121.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. Conteúdos Matemáticos Em Ambientes Informatizados. In: II-Encontro Regional de Educação, 1999, Mogi das Cruzes. RESUMO DO II-CONGRED. Mogi das Cruzes: Universidade de Braz Cubas, 1999.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W, BRUMATTI, Raquel N M, ZANIN, Alda de Cássia. Exploração e Análise de Aplicativos para o Ensino e Aprendizagem Matemática: Primeiros Contatos de Professores de Ensino Fundamental e Médio. In: III-Congresso Iberoamericano de Educación Matemática, 1998, Caracas-Venezuela. III-CIBEM - Resúmenes. Caracas-Venezuela: Universidad Central de Venezuela - Ciudad Universitaria, 1998. v.1. p.185-185.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. Explorando As Figuras Geométricas Com o Cabri-Géomètre. In: Utopias em Educação - Em Busca Do Paraíso, 1998, Campinas. Ementas do Workshop. Campinas: COMEEP/98, 1998. p.8-8.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. MPP - Um Software Educacional de Recursos para a Realização de Tarefa no Ensino de Matemática. In: III-Congresso Iberoamericano de Educación Matemática, 1998, Caracas-Venezuela. III-CIBEM Resúmenes. Caracas-Venezuela: Universidad Central de Venezuela Ciudad Universitaria, 1998. v.1. p.201-202.
- MACHADO, Rosa Maria, PAQUES, Otilia T W. V Evento Internacional de Matemática y Computación COMAT2001. "Raciocínio Proporcional Como Estrategias En La Solución De Problemas En Estudiantes De Bachillerato" "La Enseñanza De Matemática En Ambiente

Computacional"

POLYA, G. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência, 1977.

QUEIROZ, Maria Lúcia. B., REZENDE, Eliane, Q. F., RODRIGUES, Claudina I., Uma exploração da Geometria por meio dos programas computacionais Cabri-Géomètre e Logo. In: II-Encontro Regional de Educação, 1999, Mogi das Cruzes. RESUMO DO II-CONGRED. Mogi das Cruzes: Universidade de Braz Cubas, 1999.

QUEIROZ, Maria Lúcia. B., REZENDE, Eliane, Q. F., RODRIGUES, Claudina I., A Geometria através do Software Cabri-Géomètre II, In: Secretaria de Extensão Laboratório de Ensino da Matemática, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, - IMECC-UNICAMP, Campinas, 2 000.

REZENDE, Eliane, Q. F., QUEIROZ, Maria Lúcia. B., Geometria uclidiana Plana e Construções Geométricas, Editora da UNICAMP, Campinas, 2 000.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Proposta Curricular para o Ensino de Matemática: 1o Grau. 4.ed. São Paulo: SE/CENP, 1991.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Matemática - 1o Grau. 5a a 8a série (A Prática Pedagógica). São Paulo: SE/CENP, 1993. 273 p.

SÃO PAULO (Estado), Secretaria de Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Experiências Matemáticas: 5ª a 8ª Série. Versão preliminar. São Paulo: SE/CENP, 1994. 411 p.

WWW - World Wide WEB na *Educação Matemática*

World Wide Web

A tradução literal é “teia de alcance mundial”. Baseada em hipertextos, integra diversos serviços que oferecem acesso, através de páginas HTML, a recursos multimídia da Internet. Responsável pela popularização da rede, que agora pode ser acessada através de interfaces gráficas de uso intuitivo, como o Netscape e Internet Explorer. Além de várias possibilidades abriu mais uma alternativa de ensino e aprendizagem: o ensino a distância (EAD).

Endereços de algumas páginas educacionais na WWW

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica

<http://www.ime.unicamp.br>

Laboratórios de Ensino de Matemática e de Pesquisa em Educação Matemática na Universidade – IMECC

http://www.ime.unicamp.br/educacao_matematica.html

LEM/UNICAMP

<http://www.ime.unicamp.br/laboratorios/lem>

MEC

<http://www.mec.gov.br>

Proinfo: Programa nacional de informática na educação

<http://www.proinfo.gov.br>

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

<http://www.inep.gov.br>

Entidades de classes

Sociedade Brasileira de Matemática

<http://www.sbm.org.br/>

Organização que congrega profissionais de matemática e edita livros e outras publicações. Veja Coleções de livros e boletim da SBM.

Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional

<http://www.sbmac.org.br>

Organização que congrega profissionais de matemática aplicada e computacional.

SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática

<http://www.sbem.com.br>

A SBEM é uma sociedade civil, de caráter científico e cultural, sem fins lucrativos e sem qualquer vínculo político partidária e religiosa. Tem como finalidade congregar profissionais da área de Educação Matemática ou áreas afins.

Sociedade Brasileira de Computação - Comissão especial de informática na educação

http://www.inf.ufsc.br/sbc_ie/

Outros endereços

Olimpíada Brasileira de Matemática

<http://www.obm.org.br>

Ensino Médio

<http://www.ensinomedioimpa.br>

Laboratório de Ensino de Matemática da USP - LEM/USP

<http://www.ime.usp.br/lem>

Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED - LOGO

<http://www.nied.unicamp.br>

Escola do Futuro - USP

<http://www.futuro.usp.br>

Só Matemática

<http://www.somatematica.com.br>

Material para ensino fundamental, médio e superior, além de provas online, biografias de matemáticos, trabalhos de alunos, um grande acervo de softwares matemáticos, artigos, jogos, curiosidades, histórias, fóruns de discussão e muito mais.

Escola Net

<http://www.escolanet.com.br>

Alô Escola

<http://www.tvcultura.com.br/guia.htm>

REDELET

<http://inet.cefetgo.br/redelet/portugues/redelet1pg.htm>

A Rede Latino-Americana de Comunicação de Dados da Educação Tecnológica - RedeLet, foi concebida em 1989 e implantada em 1992 com o objetivo de disseminar e receber informações referentes a educação tecnológica no Brasil e demais países.

Software Educativo

<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/>

Site sobre o primeiro simpósio de investigação e desenvolvimento de software educativo realizado em outubro de 96, em Portugal.

Instituto de Tecnologia Avançada em Educação

<http://www.itae.com.br>

Forum da Educação

<http://www.educacaoonline.pro.br>

Math Archives

<http://archives.math.utk.edu/>

Página da Universidade do Tennessee, Knoxville, com uma grande quantidade de softwares de domínio público para Machintosh, Windows e DOS separados por áreas da Matemática.

The Geometry Center

<http://www.geom.umn.edu/>

Site do Centro para Computação e Visualização de Estruturas Geométricas da Universidade de Minnesota. Página com inúmeros programas de visualização geométrica em Java Applet, ou seja, que podem ser rodados utilizando o próprio navegador (Internet Explorer ou Netscape, por exemplo).

MPP - Mathematics Plotting Package

O MPP é um aplicativo gráfico composto de dois programas, MPP e MPP 3D, desenvolvidos especialmente para o ensino de matemática no estudo de funções de uma variável e de duas variáveis reais. Foi desenvolvido e elaborado por H. L. Penn, J. Buchman e F. Pitelli, da Academia Naval do Estados Unidos, e pode ser obtido no endereço <http://www.usna.edu/MathDept/website/Courses/ComputersCalculators/Downloads/mpp/>. Trata-se de um aplicativo de domínio público, portanto, é permitido às pessoas copiar o programa e ceder cópias. Tem sido utilizado na UNICAMP, PUCC e agora na UMC em cursos de cálculo diferencial e integral como também em disciplinas de cálculo numérico. Tem sido usado também no ensino fundamental (sétima série), bem como em disciplinas no COTIL (Colégio Técnico de Limeira da UNICAMP) e no CESET (Centro Superior de Educação Tecnológica da UNICAMP).

O MPP é um aplicativo educacional de ambiente DOS e foi elaborado para o ensino de Matemática. A Profa. Rosa Maria Machado, junto com o seu orientando Carlos Henrique da Silva Santos do curso de Tecnologia em Informática do CESET-UNICAMP, estão transformando-o para um ambiente Windows, ele será conhecido pelo nome de “CALÍOPE”.

O MPP apresenta um menu com 10 módulos úteis para o estudo gráfico de funções. Os módulos 1, 2, 3 e 4 tratam de funções reais de uma variável real e os módulos 7, 8 e 9 são dedicados para funções reais de duas variáveis reais.

A tela principal tem os seguintes módulos:

0	Sair
1	MPP (programa para traçado de gráficos)
2	Raízes (determinação de raízes pelos métodos de Newton, bissecção ou secante)
3	Integral (estimativa de integrais definidas pela regra do trapézio, por Simpson ou somas de Riemann)
4	Inclinação (ilustração geométrica da derivada)
5	Implícita (gráfico de equações incluindo retas tangentes)
6	Séries infinitas
7	Mapa topográfico (o programa grafa até 15 curvas de nível)
8	Campo vetorial (grafa campos vetoriais)
9	Integrais duplas (em coordenadas retangulares ou polares)
A	Integrais triplas (em coordenadas retangulares, cilíndricas ou esféricas)
Escolha → 1 (Para entrar no Módulo 1)	

Exemplos de atividades e análises utilizando o MPP

1. *Dispono no gráfico a equação $y = x^2$.*
2. *Dispono os gráficos das equações $y = 5x^2$; $y = (1/2)x^2$.*
3. *Dispono os gráficos das equações ; $y = -x^2$; $y = -5x^2$; $y = -(1/2)x^2$.*

Observando os gráficos:

Em todos os gráficos aparecem parábolas com uma única raiz (0,0), porque $b = 0$ e $c = 0$;

A concavidade é para cima quando $a > 0$ e para baixo quando $a < 0$;

Quanto maior o valor de $|a|$ mais fechado o gráfico da função e quanto menor o valor de $|a|$ mais aberto o gráfico.

4. *Dispor os gráficos das equações $y = x^2 - 49$; $y = x^2 - 25$; $y = x^2 - 1$.*
5. *Dispor os gráficos das equações $y = -x^2 + 9$; $y = -x^2 + 16$; $y = -x^2 + 1$.*

Observando os gráficos:

As funções do tipo $y = ax^2 + c$ tem seus vértices no ponto (0,c). A concavidade da parábola depende do sinal de a . Se $a > 0$ a concavidade é para cima e se $a < 0$ a concavidade é para baixo. ,

Os gráficos são simétricos em relação ao eixo y . Os gráficos das funções tem suas curvaturas iguais ao gráfico da $y = x^2$ mas deslocados em relação ao eixo x por c .

6. *Dispor os gráficos das funções $y = x^2 + 12x + 36$.*
7. *Dispor o gráfico da função $y = x^2 + 12x + 2$.*
8. *Dispor o gráfico da função $y = x^2 - 10x + 16$.*
9. *Encontre a interseção das curvas $y = x^2 + 12x + 36$ e $y = x^2 + 6x + 9$.*
10. *Desenhar um peixinho com o MPP: As funções usadas para fazer o peixinho podem ser: $y = (1/20)x^2$ com $x \in (-6.4 \text{ a } 9)$ $y = -(1/20)x^2 + 4$ com $x \in (-6.4 \text{ a } 9)$ e $x = 9$ com $y \in (0 \text{ a } 4)$.*
11. *Encontre os zeros da função $y = x^3 - 3x + 1$.*
12. *Encontre os pontos de interseção das funções $y = \cos(x)$ e $y = x^2$.*
13. *Encontre a interseção das curvas $y = \ln(x)$ e $y = 1/x$*
14. *Usando o MPP 2, encontre os zeros da função $y = x^3 - 2x^3 - 13x - 4$ pelo método da bissecção.*
15. *Usando o MPP 2, encontre os zeros da função $y = \cos(x) + 1$ pelo método da bissecção.*
16. *Usando o MPP 2, encontre os zeros da função $y = \exp(-x^2) - \cos(x)$ em $[1,2]$ pelo método da secante.*
17. *Usando o MPP 2, encontre os zeros da função $2\cos(x) = \exp(x)/2$ pelo método da secante.*
18. *Obtenha experimentalmente o $\lim \sin(x)/x$ para x tendendo a zero.*
19. *Obtenha experimentalmente o $\lim [\cos(x) - 1]/x$ para x tendendo a zero.*
20. *Obtenha experimentalmente o $\lim (e^x - 1)/x$ para x tendendo a zero.*

21. *Obtenha experimentalmente o $\lim (\ln(x + 1) - 1)/x$ para x tendendo a zero.*