

## **LABORATÓRIO VIRTUAL: FERRAMENTA DE APOIO DIDÁTICO EM DISCIPLINAS NO ENSINO DE ENGENHARIA**

João Candido Fernandes (Faculdade de Engenharia de Bauru)

Eixo 10: Tecnologias de informação e comunicação - TIC no processo de ensinar e aprender e na formação docente

**Resumo** - *Este trabalho tem como objetivo apresentar uma experiência didática usada na disciplina optativa “Acústica e Ruídos” do Curso de Engenharia Mecânica da Unesp, Campus de Bauru. A disciplina é oferecida anualmente desde 1996, quando o atual currículo foi implementado. A partir de 2000, o professor da disciplina criou um ‘site’ onde todas as informações sobre a disciplina são depositadas: apostila, notas de aulas, slides usados nas aulas, normas, legislação, trabalhos, arquivos sonoros, ‘links’, notas e frequência dos alunos. O maior destaque do ‘site’ é o Laboratório Virtual, onde os alunos podem manusear e observar experiências na área de vibrações e acústica. O Laboratório Virtual é composto de mais de 50 páginas interativas construídas na linguagem ‘Java Script’, que permitem a manipulação das variáveis envolvidas nos ensaios e a visualização dos resultados. O Laboratório Virtual permite que o aluno, em seu próprio computador, realize todos os ensaios previstos na disciplina. As aulas virtuais por meio do laboratório propiciaram um maior interesse dos alunos pela disciplina, pois, mesmo se tratando de uma disciplina optativa do último ano do Curso de Engenharia Mecânica, sempre teve as 40 vagas das turmas preenchidas em todos os semestres em que foi oferecida. O controle de acesso do site indica perto de 200 consultas semanais ao Laboratório Virtual. Embora não tenha havido uma avaliação formal, as manifestações dos alunos ao professor indicam a plena aceitação da metodologia da disciplina.*

**Palavras-chave:** *Laboratório virtual, Ensino à distância, Tecnologia na educação, Rede mundial de computadores, Informatização da educação.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A educação continuada sempre esteve sustentada pela fala e pela escrita (textos impressos) e, sem dúvida, estes dois meios de comunicação sempre continuarão a ser a base da relação professor-aluno. Pode-se dizer que todas as tecnologias de comunicação inventadas pelo homem passaram pela sala de aula: algumas rapidamente (sem qualquer importância), outras permanecem até hoje. A Referência [1] apresenta uma relação (cronológica) dessas

tecnologias: a fala, a escrita, a escrita impressa, o telégrafo, o telefone, a fotografia, o cinema o rádio, a televisão, o vídeo, o computador e todas as tecnologias decorrentes deste, como os recursos multimídia, transmissão de dados, correio eletrônico e rede de computadores.

Um conceito que ganhou força nos últimos anos é o “Ensino a distância” (EAD). A metodologia do ensinar a distância é muito antiga, tendo sua gênese com o uso de cartas (as Cartas de São Paulo no Novo Testamento são um exemplo dessa didática) e livros. A interatividade e agilidade de informações contidas na tecnologia digital fizeram a ideia se disseminar entre as maiores universidades do mundo. Nos Estados Unidos existem mais de 200 instituições de ensino que utilizam o ensino a distância em seus cursos de pós-graduação (Tabela 1).

Tabela 1 – Algumas universidades estrangeiras que utilizam o ensino à distância

Universidade	Número de Cursos com EAD		
	Doutorado	Mestrado	Especialização
Est. Do Colorado	7	8	4
Carolina do Sul	--	6	--
Colorado	--	6	--
Carolina do Norte	--	6	--
Southeastern	7	4	12
Rochester I.T.	--	6	--
Georgia I.T	--	6	--
London	--	8	--
Columbia	1	8	--
California	--	12	5
Walden	4	2	--

No Brasil, o uso da informática no ensino a distância iniciou-se em 1971 com a primeira aula por computador ministrada na Politécnica da USP; em 1995 foi criado o curso de pós-graduação a distância (usando a tecnologia de videoconferência) em Engenharia de Produção da UFSC; em 1996 a criação da Escola do Futuro da USP, com cursos pela Internet da Escola Paulista de Medicina; e em 1997 a criação do curso de mestrado em informática da PUC – Campinas.

## 2. O ENSINO A DISTÂNCIA

A educação a distância pode ser definida [2]-[3] como a família de métodos institucionais onde as ações dos professores são executadas à parte das ações dos alunos, incluindo

aquelas situações continuadas que podem ser feitas na presença dos estudantes. Além disso, a comunicação entre o professor e o aluno deve ser facilitada por meios impressos, eletrônicos, mecânicos e outros. O ensino a distância envolve várias formas de estudo, nos vários níveis que não estão sob a contínua e imediata supervisão dos tutores presentes com seus alunos nas salas de aula.

O ensino a distância pode ser dividido em três fases [4]:

**1 - Geração Textual** - (até 1960) - que foi baseada no auto aprendizado suportado apenas por textos impressos. Destaca-se nesta fase o primeiro curso formal por correspondência realizado na Universidade de Chicago em 1881: um curso de Hebreu ministrado por William Harper, Reitor da Universidade; em 1889, o Queen's College do Canadá ofereceu uma série de cursos remotos e de baixo custo, como forma de compensar as grandes distâncias entre os centros urbanos daquele país.

**2 - Geração Analógica** - (1964 a 1980) - que foi baseada numa atitude de auto aprendizado com suporte, não somente em textos impressos, mas também em tecnologias de mídia tais como recursos de áudio e vídeo.

**3 - Geração Digital** - (a partir de 1980) - que é baseada no auto aprendizado suportado por recursos tecnológicos altamente diferenciados, que podem ser balizadas pelos seguintes fatores: baixo custo e alto grau de interatividade dos atuais computadores pessoais; grande amplitude e o baixo custo de acesso das redes de computadores locais e remotas (Internet, Intranets e Extranets); eficiência e o baixo custo dos modernos satélites e da telecomunicação digital.

O Ensino a distância [6]-[7] tem por princípio considerar que professores e alunos estão separados pela distância, podendo estar em diferentes salas de aula, em uma mesma escola ou em localidades diferentes, milhares de quilômetros de distância. O meio de instrução utilizado pode ser o impresso, voz, vídeo ou tecnologia eletrônica. A comunicação é interativa, o professor recebe *feedback* do aluno. A inexistência da dimensão pessoal (a comunicação presencial) leva à necessidade de se pensar em uma pedagogia específica para o ensino a distância [4].

Existem três grandes benefícios no ensino a distância [4]:

**a) Alta Relação Benefício/Custo:** um maior número de pessoas pode ser treinado, os custos de deslocamentos de pessoal ficam reduzidos e novos alunos podem ser incluídos no sistema sem custo adicional.

**b) Grande Impacto e Alcance:** o conhecimento pode ser comunicado e atualizado em tempo real, com treinamento efetivo; pode ser recebido pelo aluno no seu computador em casa ou no trabalho.

**c) Multiplicidade de Opções:** o aluno possui um maior número de opções para atingir os objetivos de aprendizagem.

Do ponto de vista pedagógico, o uso do computador (como substituto do professor) oferece as seguintes vantagens [7]: o computador tem mais facilidade para reter a informação e ministrá-la de maneira sistemática (jamais se esquece de um detalhe), a capacidade de sistematização do computador permite um acompanhamento do aluno em relação aos erros mais frequentes e à ordem de execução das tarefas e, finalmente, os sistemas computacionais oferecem recursos multimídia (cores, animação, som) apresentando a informação de um modo que jamais o professor tradicional poderá fazer com giz e quadro negro.

### **3. PROPOSTA DO TRABALHO**

Este trabalho tem como objetivo relatar uma experiência em ensino a distância na disciplina optativa “Acústica e Ruídos”, do Curso de Engenharia Mecânica da Unesp, Campus de Bauru.

### **4. AS AULAS PRESENCIAIS**

A disciplina optativa “Acústica e Ruídos” é ministrada aos alunos do curso de Engenharia Mecânica da Unesp, campus de Bauru e tem uma carga horária de 60 horas (4 créditos).

As aulas presenciais são ministradas com forte apoio de equipamentos audiovisuais e multimídia. Os conceitos são enriquecidos com sons (voz, instrumentos musicais de cordas, sopro, percussão e eletrônicos), ruídos (vozes, palmas, ruídos da natureza e normalizados), além de testes de frequência, testes de audibilidade e trechos de gravações ao vivo, para mostrar características acústicas de ambientes como reverberação, eco, ressonância, absorção e reflexão. Também são usados diversos *softwares* que ilustram (e demonstram) os conceitos apresentados em classe (geradores de sinais de áudio, analisadores de espectro, filtros, compressores, expansores, equalizadores etc.).

A partir de 2000, o professor da matéria criou um ‘site’ onde todas as informações sobre a disciplina são depositadas.

A ideia de disponibilizar todo o material usado nas aulas em um *site* nasceu de solicitações dos alunos que sentiam a necessidade de rever as demonstrações realizadas em sala de aula. Desta forma, optou-se em transformar parte da carga horária do curso, em aula virtual: 45 horas presenciais (3 créditos) e 15 horas (1 crédito) virtuais.

Idealizou-se, assim, um ambiente de aprendizagem em que o aluno pudesse rever os conceitos, refazer os ensaios, interferir nos ensaios com a manipulação das variáveis e aprofundar os conhecimentos, com a leitura de novos textos [8].

O Laboratório Virtual é composto de mais de 50 páginas interativas, construídas na linguagem 'Java Script', que permitem a manipulação das variáveis envolvidas nos ensaios e a visualização dos resultados. O Laboratório Virtual, portanto, torna possível que o aluno, em seu próprio computador, realize todos os ensaios previstos na disciplina.

#### 4.1. AS INFORMAÇÕES NO *SITE*

O *site* pode ser conferido no endereço:

**<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido>**

O material disponível é utilizado pelos alunos de três formas:

- **Revisão dos conceitos ministrados em sala:** o ambiente virtual permite ao aluno rever o conteúdo ministrado em aula, pois todo o material apresentado nas aulas presenciais está disponível no *site*: os arquivos dos slides do '*Power Point*', os arquivos dos capítulos da apostila, os *softwares* demonstrativos, os arquivos de som (*wav*), etc. Este material permite que o aluno reproduza integralmente a aula em seu computador.

- **Fixação dos conceitos:** o Laboratório Virtual permite que os alunos refaçam (de forma virtual) os ensaios realizados em sala de aula, com a vantagem de poderem manipular as variáveis.

- **Aprofundamento:** os alunos que desejarem uma investigar mais profundamente os conceitos apresentados podem recorrer à leitura de textos complementares.

#### 5. O LABORATÓRIO VIRTUAL

Apresenta-se, a seguir, alguns exemplos de utilização do Laboratório Virtual.

**Primeiro exemplo:** no estudo de vibrações, um dos primeiros conceitos apresentados aos alunos é a formação do Movimento Harmônico Simples (MHS). A principal forma de

visualização deste movimento é pela projeção de um Movimento Circular Uniforme (MCU). A figura (estática) impressa na apostila exige que o aluno imagine o movimento circular e sua projeção num plano horizontal (Figura 1).

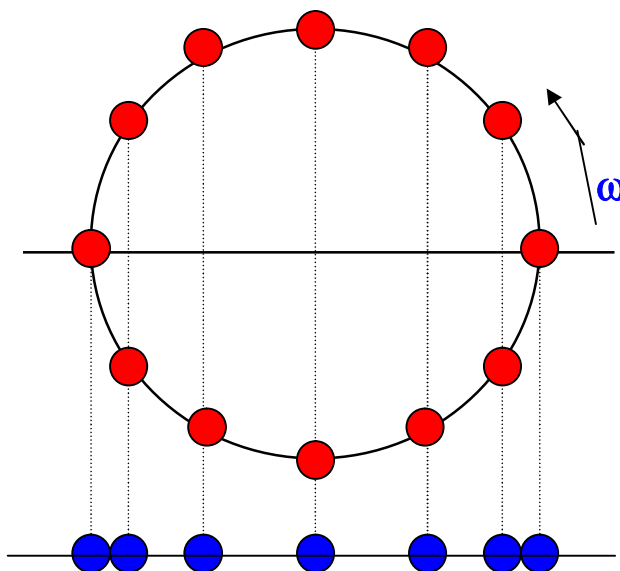


Figura 1 - Visualização do mhs a partir do mcu

Ao acessar as figuras animadas no Laboratório Virtual o aluno tem a visualização do Movimento Circular, a sua projeção num plano (com a formação do MHS) e a representação gráfica do movimento, com a plotagem da curva senoidal (Figuras 2 e 3).

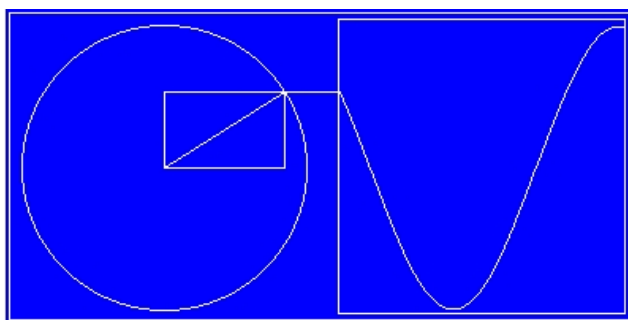


Figura 2 - Figura animada do laboratório virtual mostrando a transformação do mcu em mhs

**Segundo exemplo:** ainda no estudo de vibrações, o primeiro sistema mecânico apresentado aos alunos é o sistema mola-massa-amortecedor. Partindo-se dos parâmetros mecânicos já conhecidos, tais como coeficiente de rigidez da mola ( $k$ ), massa ( $m$ ) e coeficiente de amortecimento ( $b$ ) são conceituados os parâmetros frequência ( $f$ ), amplitude ( $A$ ), período ( $T$ ) e frequência natural ( $\omega_n$ ).

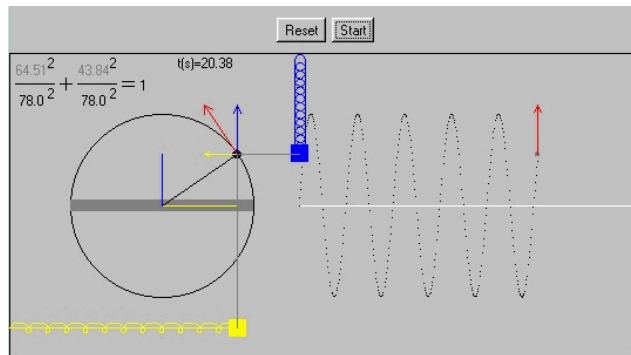


Figura 3 - Figura animada do laboratório virtual mostrando a transformação do mcu em mhs com a plotagem da senoide

Em sala de aula apresenta-se um suporte com um sistema mola-massa (Figura 4), possibilitando a observação do fenômeno vibratório. Com o uso de um cronômetro (usa-se um relógio de um dos alunos), mede-se o tempo das oscilações e obtêm-se os parâmetros de estudo.

O suporte é restrito à utilização de apenas uma mola e uma massa, sem qualquer amortecimento. Ao entrar no Laboratório Virtual, o aluno pode optar por dois ensaios diferentes, manipulando todas as variáveis do sistema. No primeiro ensaio (Figura 5), sem amortecimento, digita os valores da massa e do coeficiente de rigidez da mola. Em seguida ele puxa a massa para baixo (como num suporte real), aciona a tecla “GO” e poderá observar o comportamento do sistema.

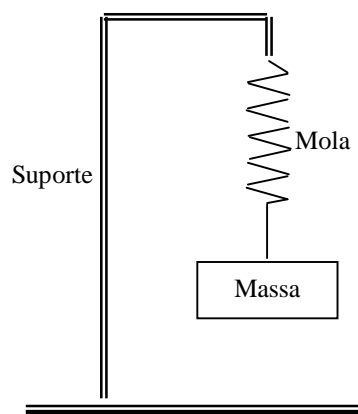


Figura 4 - Suporte com um sistema massa-mola usado nas aulas

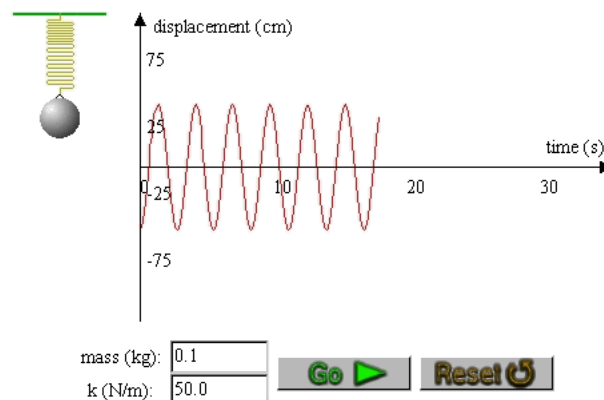


Figura 5 - Sistema massa-mola virtual disponível no laboratório virtual

No segundo ensaio (Figura 6), com amortecimento, o aluno pode escolher os valores das variáveis 'k', 'm' e 'b'. Ao acionar o sistema em "START", ele visualizará claramente o movimento vibratório amortecido. É importante salientar que ele pode alterar as variáveis quantas vezes quiser, podendo obter (e visualizar) os amortecimentos subcríticos, crítico e sobre crítico. Também é possível a mensuração dos parâmetros.

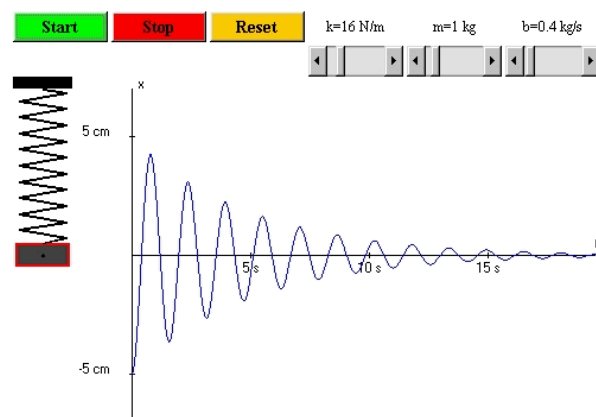


Figura 6 - Sistema massa-mola virtual disponível no laboratório virtual

**Terceiro exemplo:** um conceito de difícil compreensão aos alunos é a propagação transversal e longitudinal de ondas. O Laboratório Virtual facilita bastante a visualização das duas formas de propagação. As Figuras 7 e 8 apresentam as animações, com essas propagações em uma nuvem de pontos.





Figura 7 - Figura animada do laboratório virtual mostrando uma onda com propagação transversal

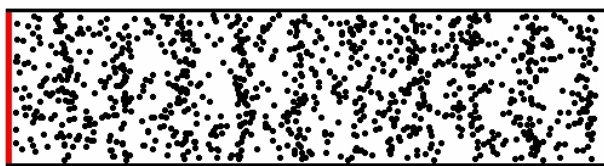


Figura 8 - Figura animada do laboratório virtual mostrando uma onda com propagação longitudinal

**Quarto Exemplo:** a visualização de uma onda sonora também oferece uma grande dificuldade de entendimento aos alunos. O som é uma onda de pressão no ar, com propagação longitudinal, o que dificulta que os alunos visualizem mentalmente esse fenômeno. O Laboratório Virtual oferece uma série de imagens animadas que facilitam essa visualização (Figuras 9 e 10).

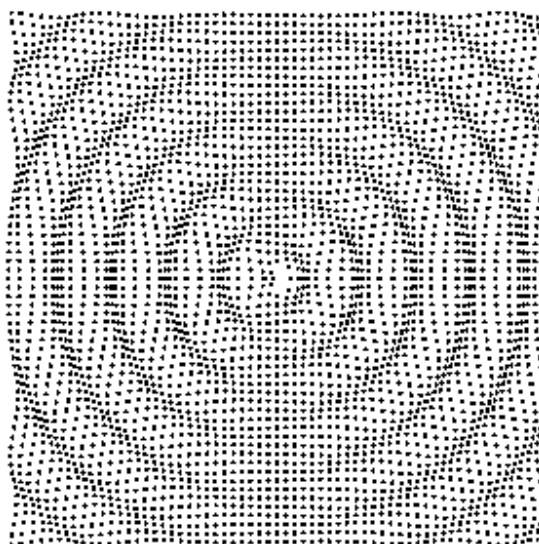


Figura 9 - Figura animada do laboratório virtual mostrando uma onda sonora com fonte bipolar

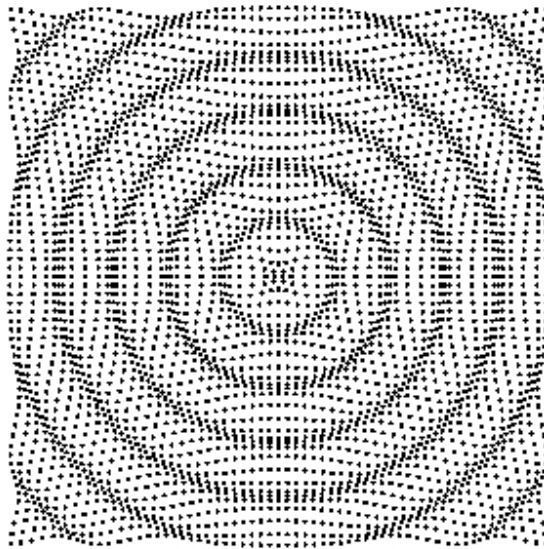


Figura 10 – Figura animada do laboratório virtual mostrando uma onda sonora com fonte monopolar

## 6. CONCLUSÕES

As aulas virtuais por meio do laboratório propiciaram um maior interesse dos alunos pela disciplina, pois mesmo se tratando de uma disciplina optativa do último ano do Curso de Engenharia Mecânica, sempre teve as 40 vagas das turmas preenchidas em todos os semestres em que foi oferecida. O controle de acesso do *site* indica perto de 200 consultas semanais ao Laboratório Virtual. Embora não tenha havido uma avaliação formal, as manifestações dos alunos ao professor indicam a plena aceitação da metodologia da disciplina. Em diálogo informal com a classe, eis algumas sugestões dos alunos, que estão sendo implementadas:

- dizem permanecer mais que uma hora por semana no ambiente virtual (o que equivaleria à carga horária virtual) com, em média, três consultas semanais;
- sugerem um aumento do número de ensaios, atingindo outras partes da disciplina;
- gostariam de fazer as provas no ambiente virtual;
- sugerem um controle de acesso com identificação dos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Chaves, E.O.C. Tecnologia na Educação – Conceitos Básicos. Disponível na Internet no site:<http://www.edutecnet.com.br/Tecnologia%20e%20Educacao/edconc.htm#Tecnologia%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o>. 1989. Acessado em 18/11/2010.
- [2] Nunes, Ivônio B. (1992a) "Educação à Distância e o Mundo do Trabalho" **Tecnologia Educacional**. v.21 (107) . jul/a o 1992, Rio de Janeiro, ABT.
- [3] Nunes, Ivônio B. (1992b) "Pequena Introdução à Educação a Distância". **Educação a Distância**. n°. 1, junho/92, Brasília, INED.
- [4] Martins da Silva, E. M e Botacin, P.R. Curso de Ensino à Distância – Módulo I – Conceitos em EAD. 2003. Universidade Estadual Paulista. Disponível no site: <http://www.unesp.br>. Acessado em 18/01/2011.
- [5] Azevedo, W. E-Learning como elemento de integração no processo educacional. 27º Congresso Nacional da Associação Brasileira de Recursos Humanos. 2003. Disponível em: <http://www.aquifolium.com.br/educacional/artigos/palestra.html>. Acessado em 21/03/2011.
- [6] Leite, L.S. O desenvolvimento da EAD. Disponível em: [http://www.intelecto.net/desenvolvimento\\_ead.htm](http://www.intelecto.net/desenvolvimento_ead.htm). 2000. Acessado em 08/03/2011.
- [7] Valente, J.A. O uso inteligente do computador na educação. Pátio –Revista Pedagógica. Editora Artes Médicas Sul, ano 1, nº1, p. 19-21, 2000.
- [8] Vieira, F.M.S.; Matos, M.L.; Maia; R.B. NTE Virtual: Interação, Colaboração e Aprendizado em Rede. Programa Nacional de Informática na Educação. Disponível em: <http://www.proinfo.gov.br/didatica/textosie/txntevirtual.shtm>. Acessado em 14/03/2011.
- [9] Loyolla, W. e Prates, M. Educação à distância mediada por computador EDMC – Uma proposta pedagógica para a pós-graduação. 2001. Disponível em: <http://www.pucamp.br/~prates/index.html>. Acessado em 12/02/2011.
- [10] Loyolla, W. e Prates, M. Metodologia de educação à distância mediada por computador: resultados de sua aplicação em diversos níveis educacionais no biênio 1998-2000. 2001. Disponível em: <http://www.pucamp.br/~prates/index.html>. Acessado em 12/03/2011.