

## UTILIZAÇÃO DE RECURSOS MULTIMÍDIA E SOFTWARES NO ENSINO DE ESTRUTURAS DE AÇO

**Márcia V. .M. Reis-** [marcia@em.ufop.br](mailto:marcia@em.ufop.br)

Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas  
Campus Universitário- Morro do Cruzeiro  
35400-000 – Ouro Preto - MG

**Resumo.** *Atualmente, o uso de novas tecnologias de informação se faz importante em todas as áreas. As instituições de ensino superior não podem estar alheias à estas questões.*

*No intuito de trabalhar nesta linha estão sendo elaborados recursos multimídia, para o ensino de conteúdos relativos à disciplina Construções Metálicas I. O trabalho consta de dois cd-roms. O volume I mostra os processos de cálculo de estruturas de aço e contém 43 desenhos animados que simulam o comportamento, por exemplo, de peças tracionadas, comprimidas, fletidas, etc. Estas animações mostram, em escala bastante aumentada, comportamentos que ocorrem a nível microscópico. O volume II é um software, desenvolvido em linguagem Delphi, que monitora a resolução de exercícios emitindo mensagens de erro quando uma estrutura de aço está sendo dimensionada incorretamente. Não existe um caminho pré-fixado para a resolução dos exercícios, o aluno poderá escolher a sua maneira de trabalhar.*

*Neste trabalho será mostrada a importância de um trabalho interdisciplinar em que profissionais de uma área conhecimento específico devem trabalhar com profissionais da área de informática e da área educativa. Aspectos de como transmitir informações de maneira que elas sejam assimiladas passam a ser fundamentais para permitir que não ocorra apenas uma leitura superficial mas uma interiorização dos conhecimentos.*

**Palavras-Chave:** ensino, estruturas, estruturas de aço

### 1. INTRODUÇÃO

É inegável a importância do uso do computador no mundo moderno. A informática está presente na maioria das atividades econômicas, de administração, de finanças, de serviços e como não poderia deixar de ser está presente, também, na educação. A escola deve preparar o homem para a vida e desta maneira não pode estar alheia a estas transformações.

As exigências sobre os egressos das universidades é cada vez maior. É fundamental que as pessoas estejam sempre bem informadas e os computadores devem ser vistos como uma ferramenta que facilita este processo de interação social.

Hoje em dia nos meios educacionais a grande novidade é o ensino a distância, via internet. O uso também de novas tecnologias, como recursos multimídia, vem sendo cada vez mais frequente no ensino. Entretanto perguntas estão surgindo a todo momento: É viável este tipo de ensino? Ele é eficaz? Em que situações é mais útil?

## 2. O ENSINO ATUAL DO CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE AÇO

Dentro da grade curricular, do Curso de Engenharia Civil, está a disciplina Construções Metálicas I. Esta disciplina possui grande importância, dentro do curso, e isto se deve a dois fatores principais:

- ✓ A UFOP possui o único mestrado, no Brasil, em Construções Metálicas.
- ✓ A UFOP está localizada em uma região conhecida como “Quadrilátero Ferrífero” conhecida por suas grandes jazidas de ferro, sendo grande exportadora, e abrigando uma das maiores siderúrgicas brasileiras.

Tendo em vista estas questões, a disciplina Construções Metálicas I tem grande ênfase no Curso de Engenharia Civil, da UFOP, e torna-se de grande importância que o aluno egresso tenha uma sólida formação nesta área.

Entretanto pode-se verificar que nem todos os objetivos da disciplina tem sido atingidos. Isto pode se justificar por algumas razões:

- ◇ O comportamento das estruturas, como por exemplo a ruptura de uma peça comprimida, ocorre em nível microscópico e em curtos intervalos de tempo. Mesmo em laboratório não é possível observá-los. Os alunos tentam imaginar o fenômeno, de acordo com uma descrição oral do professor e criam, muitas vezes, abstrações errôneas. Esta situação ainda é agravada pela exigência de que os estudantes imaginem as estruturas espacialmente. A compreensão dos processos de ruptura é extremamente importante para o dimensionamento de peças em estruturas de aço. É importante que seja criada uma ponte para mediar esse processo. Acredita-se que esta ponte sejam os recursos visuais.
- ◇ O estudo do dimensionamento das estruturas de aço é feito através do uso de uma série de fórmulas indicadas como se fossem um “receituário”. O aluno aprende a aplicar fórmulas segundo uma determinada ordem e não compreende os conceitos que estão por trás das mesmas. Na verdade, as fórmulas surgem a partir do comportamento das estruturas. A aplicação de fórmulas sem conexão com o comportamento das estruturas e o uso somente do quadro-negro para explicar esse comportamento têm prejudicado a aprendizagem desse conteúdo pelos alunos. O uso de recursos visuais poderia contribuir para uma efetiva construção, pelos alunos, dos conhecimentos relativos às estruturas metálicas.
- ◇ A carga horária da disciplina é reduzida para o trabalho que se propõe. Não se consegue, com uma carga horária de 75 horas/aula, preparar o estudante para o cálculo de edifícios de pequeno porte. O professor utiliza a maior parte do tempo para escrever, no quadro-negro, um grande número de fórmulas matemáticas. As aulas se tornam cansativas, com o conseqüente desinteresse dos alunos pelo assunto. Elas poderiam ser mais agradáveis se fossem usados meios de ensino que simulassem o comportamento de estruturas que deu origem a um conjunto específico de fórmulas matemáticas. Com isso, conseguiríamos reduzir o tempo que o professor passa escrevendo fórmulas no quadro-negro e utiliza-lo no desenvolvimento de outras atividades didáticas.

- ◇ Outro problema que se observa no ensino da disciplina Construções Metálicas I é que existe um distanciamento entre teoria e prática. A UFOP se encontra em uma cidade histórica que é Patrimônio da Humanidade apresentando construções antigas datando do século XVIII. As construções em aço são raras oferecendo pouca oportunidade para os alunos estagiarem em empresas de engenharia. A utilização de exemplos da realidade circundante pode contribuir para o aprendizado do aluno pois terá um grande valor motivacional.

Verifica-se que muitos dos problemas da disciplina Construções Metálicas I parecem estar relacionados com os métodos e meios de ensino utilizados. Tendo em vista estas questões, optou-se por trabalhar com meios de ensino porque pode-se concluir, então, que um dos grandes problemas é a falta de suporte material aos métodos utilizados, verificando-se a necessidade de fundamentar cientificamente sua elaboração e uma metodologia de uso.

Por esta razão estão em fase final de elaboração dois cd-roms, que passarão a ser descritos nas epígrafes seguintes. Também está sendo proposta uma metodologia para o seu uso.

### **3. O USO DE RECURSOS MULTIMÍDIA NO ENSINO DA DISCIPLINA CONSTRUÇÕES METÁLICAS I**

Na epígrafe anterior verificou-se os principais problemas que a disciplina Construções Metálicas I apresentava e que, de maneira bastante sucinta, podem ser resumidos em dois tópicos:

- ✓ Dificuldade em visualização do comportamento das estruturas, o que leva a uma série de consequências como dificuldade de assimilação do formulário e dificuldade de aplicar os conhecimentos em situações novas.
- ✓ Pequena relação teoria-prática.

Também verificou-se após uma cuidadosa análise dos diversos componentes do processo ensino-aprendizagem que uma melhoria do processo poderia ser obtida se intervíssemos nos meios de ensino. Entretanto surgiu a pergunta: Que meios promoveriam um maior desenvolvimento dos estudantes? É claro que na proposição de um sistema de meios não estaremos apenas buscando solucionar os problemas acima mencionados mas também procuraremos criar um ambiente em que a aprendizagem seja mais produtiva. Alguns aspectos da aprendizagem produtiva, proposta por Chadwick(1997), merecem ser salientados:

- a) Capacidade de recuperar e usar informações específicas
- b) Capacidade de generalização, transferência de informação ou aplicação de habilidades à novas situações.
- c) Capacidade de identificação, representação e resolução de problemas (aplicando o aprendido).
- d) Capacidade de desenvolver e aplicar a criatividade na generalização das respostas.

Tendo em vista todas estas questões optamos pela elaboração de um sistema de meios computacionais de ensino por acreditarmos que poderá aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. Na elaboração deste sistema de meios foram levados em consideração as características, que devem possuir os programas computacionais e educacionais, propostas por Chadwick(1997) e que devem ser salientadas:

- a) Criar expectativas no aluno e estimular a sua planificação (metacognição).

- b) Situar-se em termos de uma estimulação ótima, o que Vigotsky chamou de zona de desenvolvimento próximo, despertando um leve desequilíbrio sem criar demasiada ansiedade.
- c) Dirigir a atenção do aluno para os aspectos mais relevantes do programa..
- d) Assegurar situações de aprendizagem significativas, isto é, episódios que contem sentido e valor para o aluno” .
- f) Aproveitar a possibilidade de usar imagens quando forem apropriadas.
- g) Pedir e desenvolver a comparação, a inferência e o uso de regras lógicas,
- h) Estimular e guiar a generalização e a transferência do aprendido, via diversos exemplos prático
- i) Modelar o uso da resolução analítica e oferecer diversos exemplos e problemas para resolver.
- j) Oferecer diversas situações de resolução de problemas
- k) Prover retroalimentação frequente
- m) Dosar a quantidade de conteúdos necessários de acordo com as necessidades da aprendizagem.

#### **4. SISTEMA DE MEIOS DE ENSINO PROPOSTO**

O sistema de meios de ensino proposto é constituído de dois cd-roms:

- ✓ O primeiro volume apresenta, de maneira sistematizada, os vários assuntos que fazem parte do conteúdo programático da disciplina. Neste volume existem não apenas informações relativas ao conteúdo mas também as fórmulas de cálculo, tabelas e várias animações simulando o comportamento das estruturas.
- ✓ O segundo volume é composto de um software que permite a monitoração da resolução de exercícios que devem ser solucionados interativamente pelo aluno. Estes exercícios são de aplicação dos conceitos aprendidos no primeiro volume.

No primeiro volume os assuntos, do conteúdo programático, são apresentados e existe um grande número de caminhos para a navegação e, o aluno poderá escolher qual seguirá, de acordo com as suas capacidades. Não existe um único caminho pré-definido. O aluno estudará de acordo com o seu próprio ritmo. Entretanto o software apresentará sempre, em uma margem superior, um resumo do caminho que está sendo percorrido evitando, que o aluno se perca no meio de um grande número de fórmulas, que são necessárias para o cálculo de estruturas de aço. A sequência dos temas abordados no cd-rom é a mesma do conteúdo programático, da disciplina Construções Metálicas I, por ser considerada bastante adequada. Os assuntos são apresentados na mesma sequência que seguiria um calculista, que estivesse calculando um edifício em aço. Os temas são os seguintes: materiais, ações nas estruturas, peças tracionadas, peças comprimidas, peças fletidas, peças sujeitas à tensões combinadas e vigas mistas. Assim sendo, o primeiro cd-rom contem:

- ✓ Processos de cálculo de peças tracionadas, comprimidas, fletidas, sujeitas à tensões combinadas e vigas mistas apresentados de maneira interativa.
- ✓ Filmes sobre processos de fabricação e montagem das estruturas.
- ✓ Desenhos animados que simulam o comportamento das estruturas de aço.

No segundo volume, são propostos uma série de exercícios referentes aos conteúdos apresentados no volume I (peças tracionadas, comprimidas, fletidas, sujeitas a tensões combinadas e vigas mistas). É interessante esclarecer que, na realidade, o software monitora qualquer exercício, dos assuntos acima mencionados. O professor tem a liberdade de propor os mais adequados e que criem expectativas no aluno. Optou-se por esta situação uma vez

que os problemas que motivam os alunos podem ser diferentes, em diferentes classes ou escolas. Durante a elaboração do software, a grande preocupação foi que o programa não fornecesse ao aluno apenas um conjunto de fórmulas, convenientemente organizadas, de maneira que ele necessitasse apenas de colocar os valores correspondentes aos vários parâmetros, que aparecem nestas fórmulas. No software, o que existe é um banco de dados com todas as fórmulas e tabelas que o aluno necessita para a resolução dos exercícios. Ele deverá trazer estas fórmulas do banco de dados para o seu ambiente de trabalho, que é a página em que resolve o exercício e, posteriormente especificar os valores adotados para cada um dos parâmetro destas fórmulas. O programa monitorará e apontará os erros cometidos pelos alunos. Acredita-se que a inovação do software está no fato de que o aluno pode escolher a sequência das fórmulas, a serem escolhidas, na resolução dos exercícios. Estaremos assim respeitando o ritmo próprio de cada aluno.

## 5. FUNDAMENTAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Durante a elaboração do cd-rom foi buscado suporte na Teoria de Vigotsky, que considera que a relação do homem com o mundo não acontece de uma maneira direta mas é uma relação mediada. Considerou-se como sendo dois os elementos mediadores: os instrumentos e os signos. Os meios de ensino foram considerados como sendo os instrumentos. Vigotsky considera os signos como uma representação da realidade e podem referir-se a elementos ausentes do espaço e do tempo presentes e que a memória mediada por signos é mais poderosa que a memória não mediada. Conforme exposto anteriormente, os alunos tem dificuldade de assimilação do formulário de cálculo de estruturas de aço e de resolução de problemas devido à dificuldade de visualização do comportamento destas estrutura. Eles fazem os cálculos através de um receituário e através de ações reflexas do tipo estímulo-resposta. No cd-rom, o formulário será apresentado juntamente com várias simulações do comportamento da estrutura ( em desenhos animados) mostrando o que cada parâmetro das fórmulas representa na realidade. Essas simulações poderão contribuir no processo de ensino-aprendizagem uma vez que podemos considera-las como signos ou representações da realidade. As figs 1, 2 e 3 mostram, a título de ilustração, algumas animações apresentadas no cd-rom.

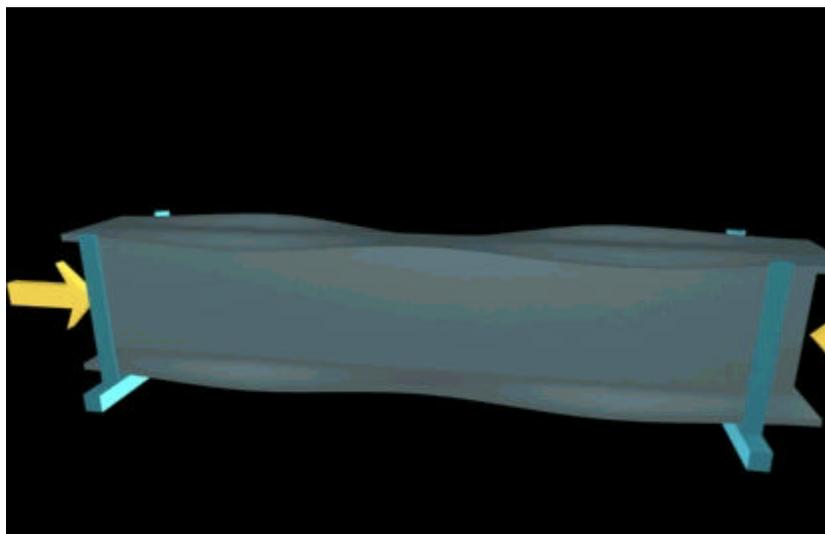


Figura 1 – Flambagem da mesa em um perfil I sujeito à compressão

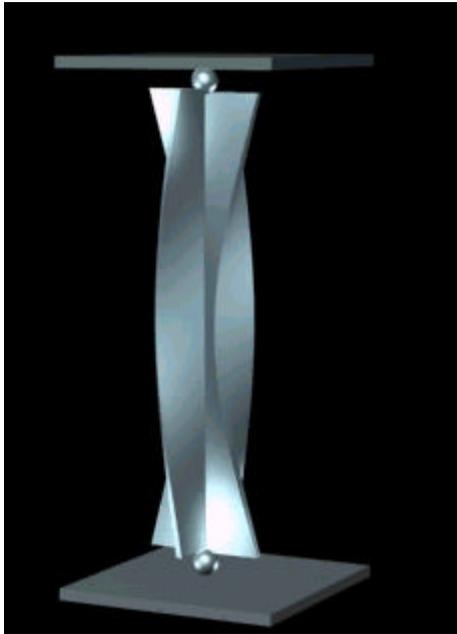


Figura 2- Flambagem por torção em um perfil com seção em cruz

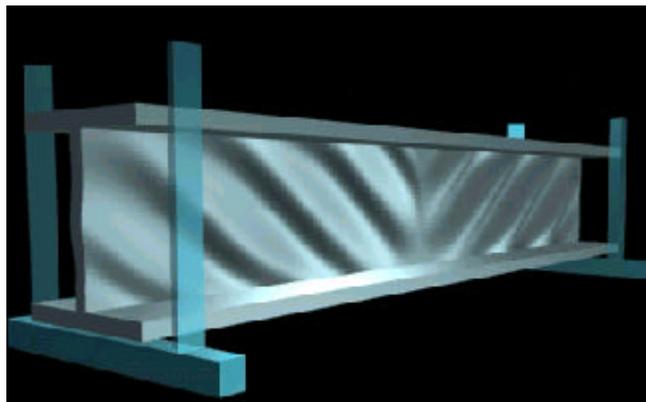


Figura 3 – Efeito do esforço cortante, sem considerar o campo de tração, em um perfil I sujeito à flexão

## 6. METODOLOGIA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ESTRUTURAS DE AÇO

Conforme exposto anteriormente torna-se de fundamental importância a especificação de uma metodologia para o uso do sistema de meios de ensino propostos. Na proposição desta metodologia alguns aspectos básicos foram levados em consideração:

- Proposição de métodos que estimulem a atividade produtiva.
- Utilização de situações problemáticas visando alcançar conseguir esta aprendizagem produtiva
- A utilização de um ensino através de Projetos de tal maneira que os problemas propostos não sejam apresentados destituídos de um contexto.

O objetivo é a formação de um egresso produtivo e criador. Entretanto para que o estudante tenha uma atividade produtiva será proposto um ensino através de projetos que, consiste na definição de um conceito, seguido de um problema geral ou particular, posteriormente um conjunto de perguntas interrelacionadas, uma discussão temática..... . O processo se inicia quando o professor define os temas a serem estudados, de acordo com o conteúdo programático da disciplina, e posteriormente define a linha condutora do trabalho, seleciona conceitos e procedimentos a serem adotados. Por esta razão, começamos sempre o estudo com uma exposição. Nesta exposição o professor deverá apresentar os conceitos necessários para o estudo de um dado tema, tipos de problemas resolvidos e problemas que poderão resolver com estes conhecimentos, o que leva na verdade esta exposição a ser problemática. Observa-se que existirá um caráter explicativo pois as informações são passadas pelo professor porém sempre dando margem a um questionamento por parte dos estudantes. Os alunos, nesta ocasião deverão ser consultado sobre seus interesses para que os problemas propostos na etapa seguinte sejam significativos para eles gerando uma maior motivação. Apesar deste espaço para o questionamento verifica-se ainda a predominância de um caráter reprodutivo entretanto a etapa posterior estimula uma atividade mais produtiva. Existe uma grande correlação entre estes dois tipos de atividade: reprodutiva e produtiva. Durante a exposição a forma organizativa a ser utilizada será a conferência em que o professor servindo-se do quadro, giz, transparências e slides passará todas as informações necessárias ao aluno. O aluno é um receptor de conhecimentos e assumirá um papel mais passivo embora possa questionar e discutir. No final desta etapa o aluno deverá elaborar, juntamente com o professor, roteiro para o trabalho a ser desenvolvido.

Após a exposição o estudante passará a uma etapa de buscas de informações, de pesquisa. O professor deverá inicialmente buscar e disponibilizar os materiais necessários ao estudo e deve estimular outras buscas por parte dos alunos. Através dos recursos multimídia, elaborados para a disciplina Construções Metálicas I, e da internet o aluno buscará as informações que ele necessita sobre um determinado tema. Este trabalho será feito em uma classe prática em que os alunos trabalharão de maneira individual e/ou em pequenos grupos no computador. A interação aluno-aluno e aluno-professor tem um caráter extremamente importante. Os alunos poderão se ajudar mutuamente e o professor poderá oferecer níveis de ajuda compatíveis com as necessidades de cada estudante. Nesta classe prática os alunos deverão responder a um questionário garantindo-se, desta maneira, que o aluno estude todos os assuntos relevantes sobre um dado tema. Utilizaremos perguntas problemáticas por acreditarmos que seja um indicador do sentido do movimento do conhecimento e que são necessárias para um raciocínio lógico. Cada aluno estará estudando de acordo com o seu próprio ritmo e por outro lado o professor terá maior disponibilidade de tempo para se dedicar aos alunos que necessitem um maior nível de ajuda. Ocorrerá uma apropriação dos conhecimentos obtidos ao longo da história. Não podemos nos esquecer que o estudante é integrante de um processo histórico.

Uma vez feitas as buscas as pesquisas o aluno passará ao estudo de casos. O professor deverá ter, anteriormente, pré-desenhado as atividades e deverá apresentá-las. O objetivo é que o aluno se aproprie do método de solução de problemas. O aluno deverá resolver uma série de problemas, apresentados pelo professor e que tenham significado para ele. O professor deverá escolher os problemas tendo em vista também critérios de novidade e possibilidade de aplicação na vida prática. O nível de dificuldade dos problemas deve ser crescente atuando-se, assim, na zona de desenvolvimento próximo. O aluno deverá passar por um processo de planificação do trabalho, reconhecimento dos problemas, solução, aplicação, produção e finalmente de criação. Isto é, o aluno inicialmente deverá refletir sobre os problemas, tratar as

informações que possui, reconhecer os problemas apresentados e resolve-los de acordo com os mostrados anteriormente ou com os conhecimentos que possui previamente. Posteriormente deverá ser capaz de resolver novos problemas cujas soluções não podem ser obtidas com os conhecimentos que já possui e, então, deve buscar novos procedimentos, tendo soluções criativas. Pretende-se conseguir uma independência cognoscitiva, em que o aluno seja capaz de adquirir conhecimentos de forma independente, seja capaz de aplica-los e resolver novos problemas. O aluno tem um papel extremamente ativo. Cabe ao professor mostrar o caminho de obtenção do conhecimento, as contradições existentes no processo e as vias de solução. O professor deve, também, criar um estado de tensão intelectual que estimule e provoque interesse pelo estudo e propor atividades cognoscitivas exequíveis. Dentro da atividade do professor, uma reflexão muito interessante, é feita por especialistas do Ministério da Educação de Cuba (1980) : “ *O mestre ou professor nunca deve perder de vista que o ensino como fenômeno da realidade objetiva é um processo que se desenvolve dialéticamente. Nele se manifestam, entre outras, as contradições que existem entre os novos conhecimentos e as habilidades que adquire o aluno e as que já possui, entre o nível de conteúdo dos programas e as possibilidades reais que possuem os alunos para a sua assimilação, entre os conhecimentos teóricos e a capacidade de assimila-los na prática, entre as explicações do mestre ou professor e sua compreensão pelos alunos*”. O professor deve estar em constante atitude avaliativa e perguntando: O que os alunos aprenderam? Quais as suas dificuldades? Em que é necessário aprofundar?..... Os alunos também devem ser incentivados a ter uma atitude de autoavaliação constante.

Em uma última etapa, os alunos deverão fazer discussões temáticas e/ou painéis onde trocarão idéias sobre os conhecimentos obtidos. Segundo trabalho de técnicos do Ministério da Educação de Cuba(1980): “ *A conversação heurística promove o desenvolvimento das capacidades de pensamento independente mediante dificuldades concretas que estimulam o razonamiento dialético e a busca científica*”. Nesta última etapa deverá recapitular o processo, analisar o aprendizado para que ocorra uma retroalimentação do processo.

## **7. CONCLUSÃO**

Conforme epígrafes anteriores a utilização do computador no ensino é de grande valia pois permite a utilização de recursos multimídia que contribuem significativamente no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto a elaboração de materiais didáticos deve ser extremamente cuidadoso pois o professor não estará presente, no momento de estudo, para sanar dificuldades e motivar o aluno.

Quando estamos criando sites na internet ou cursos à distância o aspecto motivacional deve ser cuidadosamente estudado. Não basta que coloquemos apenas um texto contendo informações diversas. Estudos mostram que alunos abandonam cursos à distância, alguns sites da internet são visitados por um usuário apenas uma vez isto porque na sua elaboração aspectos motivacionais não foram levados em consideração.

Em um ensino, utilizando-se recursos computacionais, deve-se aproveitar todas as potencialidades do uso do computador. A importância do aspecto sensorial não pode ser desprezada e a utilização de recursos multimídia é fundamental.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- 1- Fainholk, B. (1997): Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza, Argentina, Aique grupo editor.
- 2- Ministério de Educação: IV Seminário Nacional para Dirigentes, Metodólogos e Inspectores de las Direcciones Provinciales y Municipales de Educación. Tercera parte, febrero de 1980.
- 3- Pedagogia Trabajo Colectivo de especialistas del Ministério de Educación de Cuba bajo la dirección del ICCP.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- 1- Andrade, P. B. (1999): Curso básico de estruturas de aço, IEA editora, Belo Horizonte.
- 2- Coscarelli, C.V (1998): O uso da informática como instrumento de ensino aprendizagem . Presença Pedagógica. v.4n.20.
- 3- Fainholk, B. (1997): Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza, Argentina, Aique grupo editor.
- 4- Grégoire R., Bracewell R., e Laferrière T. (1996): The Contribution of New Technologies to learning and teaching in Elementary and secondary schools: Documentary Review. Laval University and McGill University.
- 5- NBR6123 (1988), "Forças Devidas ao Vento em Edificações", Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil, junho.
- 6- NBR8800 (1986), "Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios", Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil, abril.
- 7- Queiroz, G. (1986) - "Elementos das Estruturas de Aço", 1ª edição, Imprensa Universitária, Belo Horizonte, Brasil, 1986.
- 8- Papert, S. (1986): Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A proposal to the National Science Foundation, Masachussetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learnig Group, Cambridge, Massachusetts.
- 9- Vigotsky, L.S.: Mind in Society: the development of lugher psychological processes. Harvard University Press. Cambridge. Massachusetts.
- 10- Yager, T. (1991): Informations Human Dimention: Multimedia Technologies can Improve Presentations Today. Byte.

11- Zayas, C.M. (1999): La escuela en la vida, Editorial Pueblo e Educación, Habana.