

ESFORÇOS EM ESTRUTURAS ISOSTÁTICAS – ABORDAGEM VIA MULTIMÍDIA

Karla Saraiva – karla@euler.unisinos.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Curso de Engenharia Civil – Área de Conhecimento Estruturas

Nara Saraiva – saraiva@exatas.unisinos.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Curso de Matemática

Av. UNISINOS 950

93022-000 – São Leopoldo - RS

***Resumo.** Existe, hoje, uma preocupação com as necessidades prementes de transformações na educação em engenharia, com uma mudança da tradicional metodologia centrada no professor transmissor para metodologias onde o conhecimento seja construído de maneira coletiva e interativa. Esta mudança metodológica implica em uso de técnicas e recursos diversificados, que sirvam como problematizadores e mediadores. Aliando esta preocupação com a potencialidade oferecida pelas tecnologias de informação, notadamente pelo uso de imagens, através de ambientes multimídia, foi desenvolvido um software para apoio ao ensino e à aprendizagem dos conceitos iniciais de análise estrutural. Este sistema é composto de cinco módulos: morfologia estrutural, cargas, vínculos, reações e solicitações. Neste trabalho comentamos de maneira genérica os pressupostos educacionais e parâmetros para desenvolvimento do ambiente, centrando a atenção no conteúdo e funcionamento do módulo solicitações. Explica-se o funcionamento geral deste módulo, mostrando-se as principais imagens, de modo a transmitir ao leitor impressões sobre sua potencialidade.*

***Palavras-chave:** Multimídia, estruturas, solicitações, ensino, aprendizagem.*

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os princípios adotados para desenvolvimento de um ambiente multimídia com fins educacionais. O projeto foi concebido a partir das experiências das autoras em sala de aula, que constataram grandes dificuldades de aprendizagem e perceberam que uma das principais queixas dos alunos consistia na falta de compreensão do significado dos conceitos. Deste modo, um recurso que potencializasse o uso da imagem pareceu adequado para tentar diminuir esta deficiência.

O projeto foi desenvolvido com base em alguns pressupostos educacionais, bem como alguns parâmetros adotados no desenvolvimento do sistema, que serão comentados a seguir. Finalmente, apresenta-se, em linhas gerais, o funcionamento do módulo solicitações, apoiando a exposição nas principais imagens do software. O trabalho é finalizado com algumas considerações finais.

2. PRESSUPOSTOS EDUCACIONAIS

Nós, professores, devemos estar permanentemente atentos às necessidades educacionais a serem satisfeitas e em busca de soluções que permitam sua satisfação. Já é lugar-comum dizer que as tecnologias emergentes, notadamente as tecnologias de informação, estão transformando a sociedade. Naturalmente, o perfil de profissional desejado atualmente difere em muito daquele de há poucos anos atrás, não apenas em relação aos conhecimentos técnicos requeridos para sua prática profissional, mas também em relação às habilidades, não apenas tecnológicas, mas de cunho muito mais amplo. Hoje se reconhece como habilidades desejáveis o poder de comunicação, a criatividade, postura crítica frente ao mundo, entre outras completamente ignoradas até tempos não muito longínquos. Naturalmente que estas habilidades serão desenvolvidas não através da criação de uma disciplina, mas através de mudanças metodológicas operadas no aprender e no ensinar e aplicadas ao longo de todo curso.

Estas mudanças metodológicas exigem reflexões e redefinições dos diversos elementos envolvidos na educação: o papel do aluno e do professor, o que é aprender e como se pode estimular este processo. As respostas podem apontar para diversas teorias distintas, mas observa-se que existe um ponto comum: todas salientam a necessidade de descentralizar a educação da figura do professor, envolvendo e comprometendo o aluno mais efetivamente com sua aprendizagem.

Estas mudanças metodológicas exigem novos planejamentos. Embora a técnica da aula expositiva possa ainda ser usada, não deve ser mais a única e, de preferência, nem mesmo a mais freqüente. Atividades que possibilitem a construção do conhecimento pelos alunos devem ser criadas, utilizando-se técnicas diversificadas. Tomando-se como base a obra de Vygotsky (1994), dita teoria sócio-interacionista, assume-se que esta construção não ocorre apenas pela descoberta solitária do aluno, relacionando-se diretamente com o objeto de conhecimento. Dentro desta visão, o professor planeja atividades problematizadoras, que desencadeiem o processo de construção de conhecimento, sendo, entretanto, esta construção mediada pelo auxílio do próprio professor, da linguagem e, também, de recursos diversos. Dentro desta perspectiva teórica, criar técnicas e providenciar recursos condizentes com os objetivos torna-se tarefa primordial para o desenvolvimento do aluno.

Recursos que possibilitem o aluno vincular o objeto de estudo com suas vivências, ou seja, com o mundo que conhece, mostrando possibilidades de aplicação de conhecimentos e utilidade das habilidades a serem desenvolvidas, são bastante úteis, pois proporcionam não apenas uma melhor compreensão dos conceitos, como também motivam o aluno para o estudo.

Conhecimentos de análise estrutural são necessários para a formação de diversos profissionais de engenharia, principalmente engenheiros civis e mecânicos, bem como arquitetos. O estudo desta área está historicamente caracterizado por um enfoque de transmissão de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades quase que estritamente ligadas à aplicação dos conceitos físico-matemáticos em situações acadêmicas, dando-se

muito pouca atenção a análises qualitativas e interpretações de situações reais. Via de regra, as disciplinas são desenvolvidas através de aulas expositivas, pontuadas por algumas avaliações do tipo prova. Dentro deste quadro, o maior envolvimento permitido ao aluno é a resolução de listas de exercícios.

Ora, analisando-se qualitativamente os conhecimentos e habilidades de alunos em disciplinas já pertencentes ao final do curso, bem como escutando suas falas, percebe-se as imensas dificuldades experimentadas pelos mesmos em perceber a aplicação dos seus conhecimentos em casos práticos e a falta de habilidade para criarem soluções estruturais, mesmo em situações bastante corriqueiras.

Acredita-se que o caminho para reverter esta situação seja a mudança de metodologia destas disciplinas, deixando-se de perceber a aprendizagem como simples resoluções de equações e aplicações de fórmulas e passando-se a encará-la como a capacidade de lidar com as situações anteriores: aplicação dos conhecimentos em casos práticos e habilidade para criação de soluções.

Técnicas e recursos que possam priorizar estes aspectos devem ser pensados e criados, pois não pertencem à cultura vigente na maioria dos cursos de engenharia. Trabalhos de pesquisa, uso de laboratórios didáticos, saídas de campo e seminários são algumas técnicas que costumam ser utilizadas em outras disciplinas e que no mais das vezes são consideradas de impossível aplicação nas disciplinas de análise estrutural. Refletir sobre estas posições e tentar revê-las, ainda que não se vá modificá-las de imediato, é o primeiro passo para a mudança.

Recursos, em geral, são meios possíveis de serem empregados para construção ou transmissão de conhecimento. Sua adequação a um propósito ou outro está ligada ao planejamento didático no qual está inserido. Reconhece-se, entretanto, que a inclusão de algumas características, principalmente interatividade, o tornam mais apropriado para uma metodologia de construção de conhecimento (Sims, 2000). O uso da imagem facilita a aproximação do objeto de estudo da vivência do aluno (Santaella e Nöth, 1998).

2. AMBIENTE MULTIMÍDIA PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANÁLISE ESTRUTURAL

Com o intuito de criar recursos condizentes com as preocupações levantadas no item anterior, foi desenvolvido um ambiente multimídia para ensino e aprendizagem dos conteúdos introdutórios de análise estrutural. Este sistema está composto de diversos módulos, alguns já apresentados em trabalhos anteriores. Algumas premissas foram estabelecidas antes mesmo de iniciar o projeto (Gaspary e Saraiva, 1996) (Saraiva e Gaspary, 1997):

Interatividade: a interatividade de um software acontece desde o nível mais elementar, que pode ser representado por um botão que muda a tela, até o nível de maior sofisticação, quando são empregados sistemas de inteligência artificial. Quanto maior o nível de interatividade, maior a necessidade de recursos humanos e materiais para o desenvolvimento. A bibliografia disponível apresenta algumas tentativas de classificação (Phillips, 1997), (Levels of interactivity, 2000). Embora não se deseje entrar nos detalhes destas classificações, citamo-las apenas para justificar que a afirmação que o

desenvolvimento do ambiente procurou, na medida do possível, introduzir recursos interativos, resultando uma interatividade mediana.

Aspecto Gráfico: tendo em vista ser o conteúdo do software complexo, optou-se por produzir um aspecto visual mais leve, com uso de personagens que lembram aquelas de desenhos animados, procurando-se introduzir toques de humor. Espera-se com isto deixar o usuário mais confortável para o uso, reduzindo a intimidação.

Imagens: tendo em vista que textos longos são muito melhores apresentados por livros, decidiu-se investir principalmente na imagem, utilizando-se textos curtos e deixando informações complementares para locuções. Para ilustrar conceitos como cargas, tipos estruturais e vínculos foram usadas fotografias que estimulam a ligação da teoria com a prática. Para os casos de demonstrações de processos de cálculo, as imagens foram usadas como apoio para a aplicação matemática.

Os módulos constantes do sistema são **morfologia estrutural, cargas, vínculos e estaticidade, reações de apoio e solicitações**, sendo que alguns já foram apresentados em trabalhos anteriores (Saraiva e Gaspar, 1999) (Saraiva e Gaspar, 1999a).

3. MÓDULO SOLICITAÇÕES

O módulo solicitações apresenta o conceito geral de solicitações ou esforços internos, seus tipos e sua determinação em vigas e treliças isostáticas.

Num primeiro momento, é criada, através de uma animação, uma situação que auxilia a construção do conceito de solicitação: mostra-se uma estrutura, a qual decide-se seccionar em duas partes. Através da animação, o usuário percebe o rompimento do equilíbrio e a necessidade da imposição de forças e momentos na seção, de modo a recuperar este equilíbrio perdido. A Figura 1 mostra alguns quadros desta animação. Através de botões o usuário pode controlar o fluxo das informações.

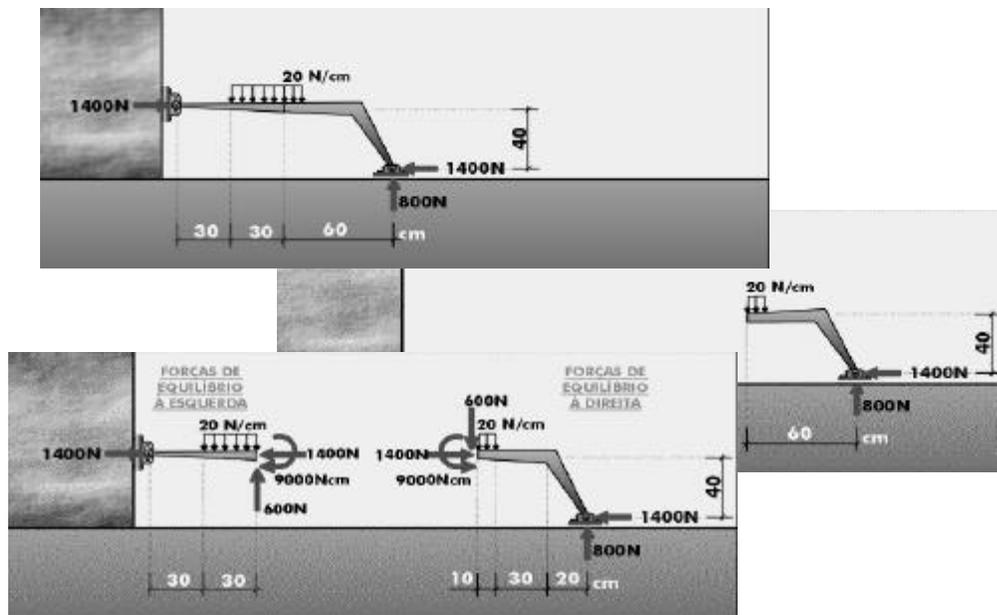


Figura 1 – Significado das Solicitações Internas

As componentes contidas na seção transversal representam as direções possíveis do esforço cortante. A componente perpendicular à seção representa o esforço normal. A decomposição do momento resulta em duas direções de momento fletor, associado às componentes contidas na seção, e no momento torçor, referente ao vetor momento perpendicular à seção. Um menu de imagens (Fig. 2) leva a páginas onde as diversas solicitações são apresentadas com mais detalhes. A Fig. 3 mostra, a título de exemplo, a página da flexão. Note que para acessar as páginas, o usuário deve localizar exemplos dos esforços na figura, sendo o menu com palavras, localizado à esquerda, uma simples orientação. Deste modo, espera-se favorecer a construção de conhecimento, pois, ao tentar localizar a situação, o aluno deve, automaticamente, procurar formular alguma hipótese para o fenômeno. Quando o cursor passa por sobre uma das figuras, vê-se uma pequena animação e uma janela com o nome do esforço. Clicando, será acessada a página referente ao mesmo. Após visualizar as diversas solicitações, mostra-se uma figura-resumo dos sinais convencionados.

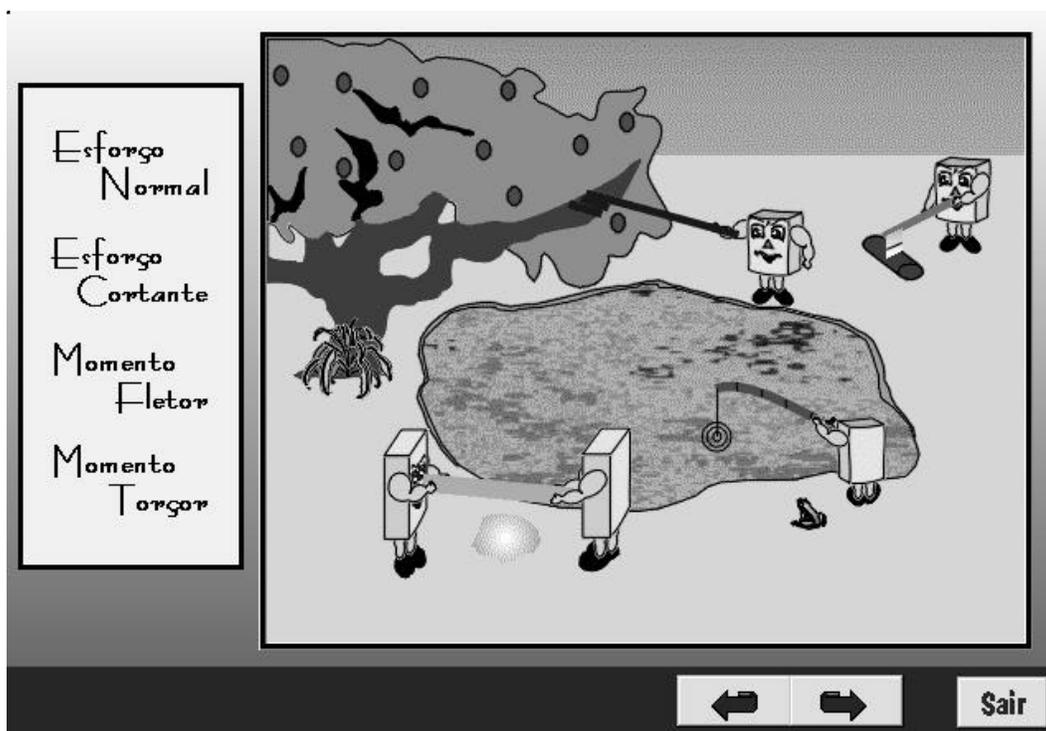


Figura 2 – Menu Solicitações

Neste ponto existe uma ramificação, permitindo-se ao usuário seguir o estudo de vigas ou treliças isostáticas. No caso de treliças, o módulo inclui, ainda, um estudo da estaticidade, visto que, embora o procedimento geral, apresentado no módulo vínculos, seja aplicável, existe outro mais simples.

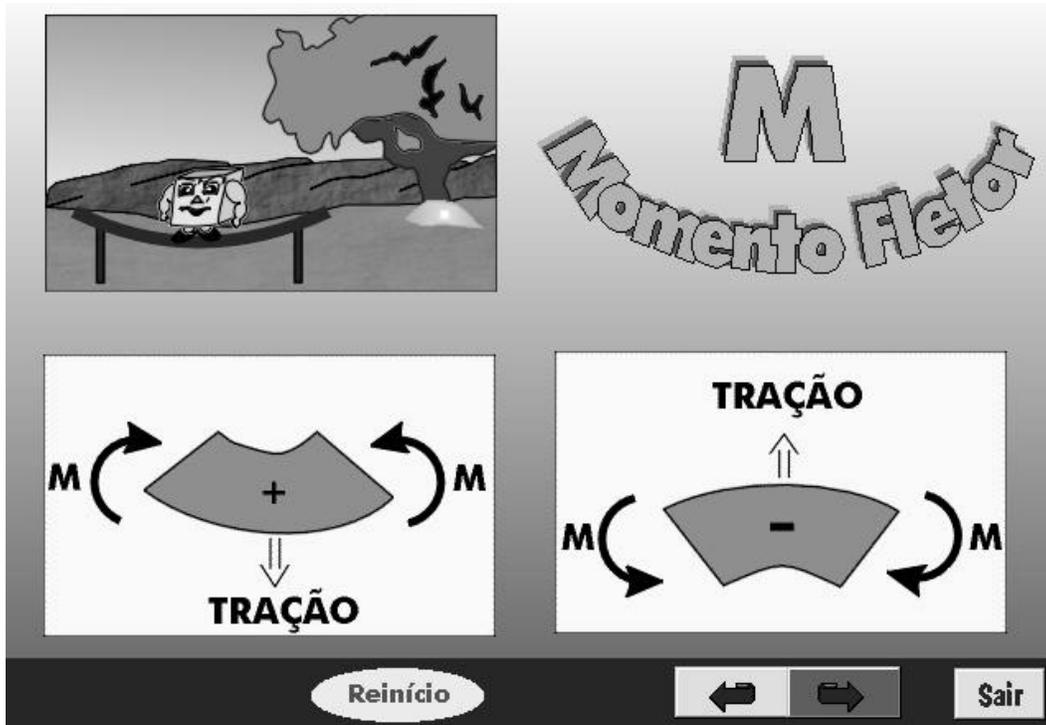


Figura 3 – Página Momento Fletor

O módulo treliça inicia mostrando que as barras estão submetidas apenas a esforço normal. A seguir, para determinar a estaticidade, mostra-se que as incógnitas nas treliças são os esforços normais em cada barra e as reações externas, enquanto, para treliças planas, as equações disponíveis são duas em cada nó, relativas ao equilíbrio de forças nas direções x e y . Novamente é usada uma animação como recurso de apoio (Fig. 4)

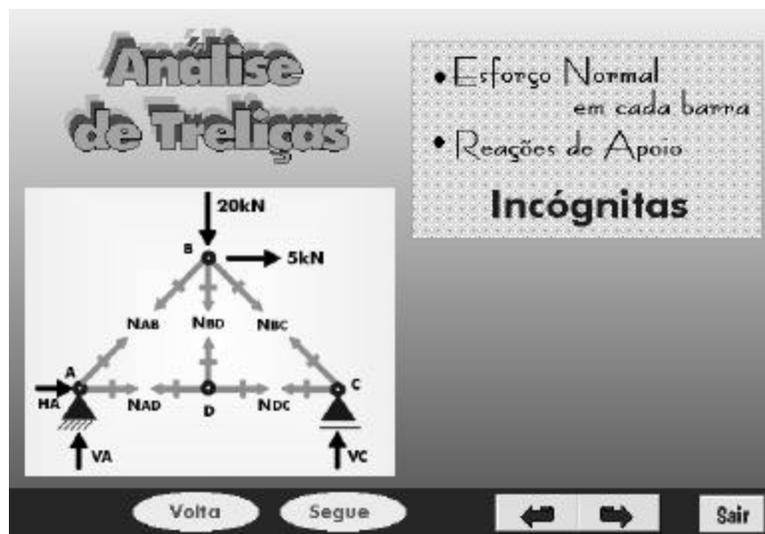


Figura 4 – Incógnitas em treliças

O grau de estaticidade fica determinado pela relação entre o número de incógnitas e o número de equações de equilíbrio, sendo a treliça hipostática quando houver mais equações de equilíbrio que incógnitas (as equações de equilíbrio não estão todas satisfeitas, havendo possibilidade de deslocamento da treliça). Quando o número de equações de equilíbrio igualar o número de incógnitas, a treliça será isostática (restrições mínimas necessárias para garantir equilíbrio) e quando sobrarem incógnitas, a treliça é hiperestática (restrições a mais que o mínimo necessário para garantir equilíbrio). Para auxiliar na compreensão, é proposta uma série de exercícios (Fig.5).

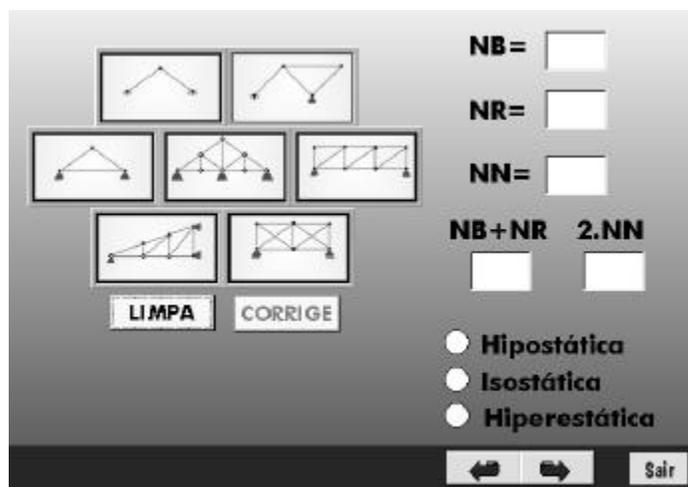


Figura 5 – Estaticidade de treliças: exercícios

Finalmente, o método dos nós é apresentado através de dois exemplos, resolvidos passo a passo, com apoio de imagens (Fig. 6).

Nó	Incógnitas
A	NAB NAE HA VA
B	NAB NBC NBE
C	NBC NCE VC
D	
E	NAE NBE NCE
F	

B.	N(kN)	BE	
AB		CE	
AD	-10.00	CF	-10.00
AE		DE	0.00
BC		EF	5.00

Nó F

$\Sigma F_x=0$ $-N_{FE}+5=0$ $N_{FE}=5 \text{ kN}$

$\Sigma F_y=0$ $-10-N_{FC}=0$ $N_{FC} = -10 \text{ kN}$

Figura 6 – Método dos Nós

O módulo vigas inicia apresentando uma animação, com narração explicando as solicitações existentes em vigas. Mostra-se o cálculo de solicitações numa seção pré-estabelecida, para compreensão da metodologia. Questionando-se o porquê do cálculo de solicitações, conclui-se ser necessário encontrar as solicitações máximas, que permitirão o posterior dimensionamento. Assim, mostra-se a necessidade de determinar as solicitações como função do eixo x, sendo x coincidente com o eixo da barra. Através da representação gráfica da função, visualiza-se os pontos de máximos. Mostram-se, ainda, as relações diferenciais entre carga distribuída, esforço cortante e momento fletor.

São estudados com detalhes quatro casos representativos: carga uniforme, carga triangular, carga concentrada e momento concentrado. Para construir as equações de equilíbrio, o usuário é convidado a interagir, completando lacunas. Estabelecidas as equações, mostra-se passo a passo o traçado de diagramas (Fig. 7).

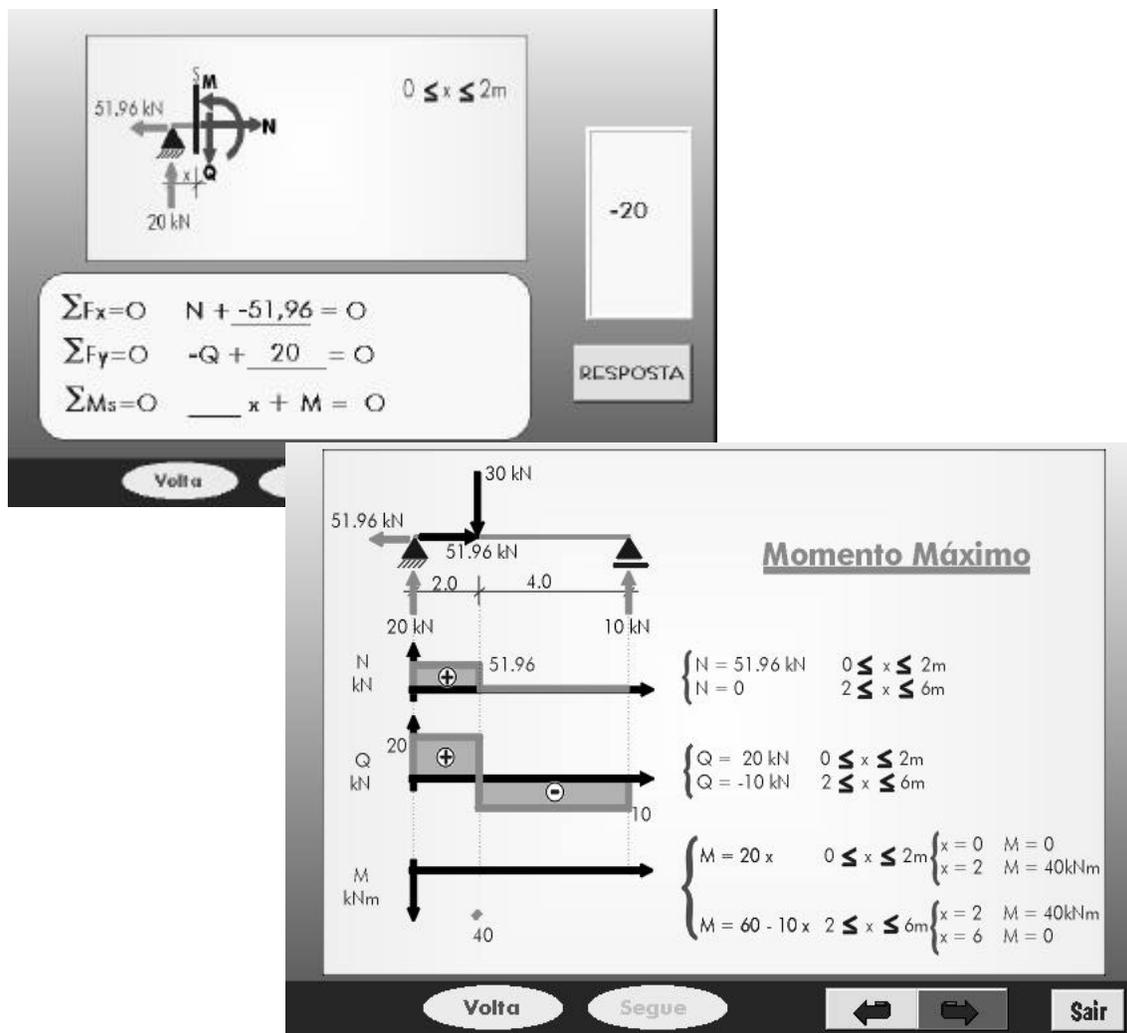


Figura 7 – Equações de Solicitações e Diagramas: Viga com Carga Concentrada.

Depois de percorrer os exemplos iniciais, o usuário é convidado a tirar algumas conclusões, através de um jogo: em cada página existem cinco afirmativas, algumas falsas outras verdadeiras. O usuário deve eliminar as falsas. A partir deste jogo, sistematiza-se uma série de conclusões, que possibilitam a formulação do método direto, explicado através de um exemplo (Fig. 8).

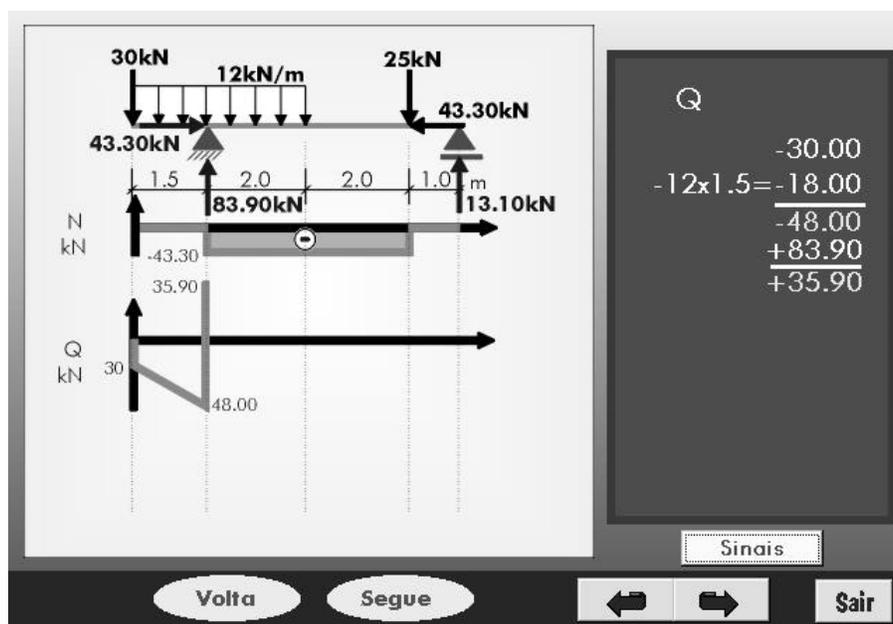


Figura 8 – Método Direto

O módulo é finalizado por uma série de exercícios, cuja proposta é uma análise qualitativa de diagramas (Fig. 9). Na resposta, mostra-se a alternativa correta e são comentados os erros de cada uma das outras.

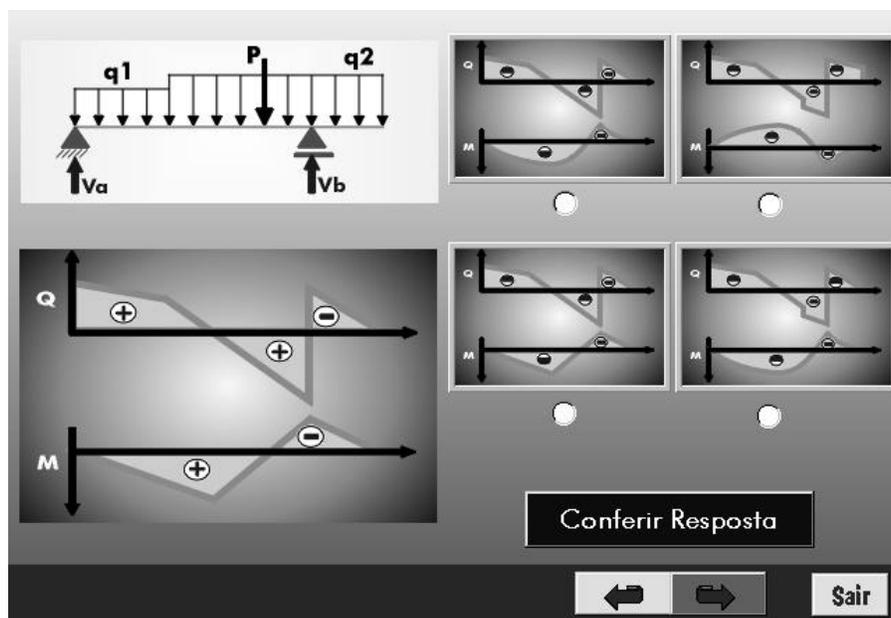


Figura 9 – Exercícios de Vigas

4. Considerações Finais

O ambiente educacional multimídia aqui apresentado tem sido utilizado com alunos da Engenharia Civil, Mecânica e Elétrica na Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Sendo visto como recurso, está inserido dentro de um planejamento, de modo a potencializar sua aplicação. O software é utilizado, em geral, após breves panoramas feitos pelo professor. A utilização é feita, em geral, durante o horário de aula, porém com a possibilidade de acesso em horários extraclasse. Para estimular a aprendizagem, atividades complementares costumam ser propostas, a serem desenvolvidas em grupo ou individualmente. Estas atividades são variáveis, podendo consistir de questionários, elaborados pelo professor ou pelos alunos, resumos, esquemas, explicação do software para os colegas e solução de exercícios complementares. É importante salientar que o uso do recurso nunca deve ser vazio e esgotar-se por si mesmo, da onde a importância de atividades complementares e retomadas no grande grupo.

Avaliações feitas pelos alunos mostram que o recurso tem auxiliado uma melhor compreensão dos conceitos e de sua aplicação, sendo o próprio uso do software uma motivação, por representar uma mudança de técnica empregada no curso. Alguns ajustes já foram propostos, resultando, na maioria das vezes, em alterações do programa.

Para finalizar, salienta-se a importância do uso de técnicas e recursos variados para manter a motivação do aluno. Ou seja, embora o uso de um software possa qualificar uma disciplina e motivar os alunos, certamente uma metodologia baseada inteiramente no uso de recursos semelhantes provocaria um novo tipo de rotina e desmotivação. Explorar técnicas variadas e evitar a formação de rotina em sala de aula é um importante fator de estímulo para a aprendizagem.

Referências

- SIMS, R. *Interactivity: a forgotten art?* <http://www.gsu.edu/~wwwitr/docs/interact/>, 05/06/2000.
- SANTAELLA, L. e NÖTH, W. *Imagem – cognição, semiótica e mídia*. Iluminuras: São Paulo, 1998.
- PHILLIPS, R. *The Developer's Handbook to Interactive Multimedia – a practical guide for educational applications*. London: Kogan Page, 1997. 241 p.
- Levels of Interactivity. In: *Web-Based Learning Resources*, University of Toronto. <http://snow.utoronto.ca/cat/webcourse/>, 05/06/2000.
- GASPARY, Adriane M. e SARAIVA, Karla S. Ambiente Multimídia Para Ensino-Aprendizagem de Isostática. in: *Anais XXIV COBENGE*, V. 2. Manaus, 1996. pp. 489-503.
- SARAIVA, Karla S. e GASPARY, Adriane M. Using Multimedia in the Teaching and Learning of the Analysis of Isostatic Structures. in: *Proceedings ICEE-97*, V.1. Chicago, 1997. pp. 684- 695.
- SARAIVA, Karla S. e GASPARY, Adriane M. Vínculos e Estaticidade em Estruturas – Abordagem via Multimídia. in: *Anais do XXVII COBENGE (CD-ROM)*. Natal, 1999. p. 1308-1315.
- SARAIVA, Karla S. e GASPARY, Adriane M. Structural Morphology – Approach via Multimedia, in: *Proceedings ICECE 99 (CD-ROM)*. Rio de Janeiro, 1999 (a). p. 172-175.
- YIGOTSKY, L.S. *A Formação Social da Mente*. 5 ed. São Paulo, Martins Fontes, 1994.