

PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA UM PLANO DE *DESIGN INSTRUCIONAL* DIRIGIDO AO ENSINO DE FLEXÃO OBLÍQUA EM PILARES DE CONCRETO

Luciana Nunes de Magalhães,¹ Luiz Helberth Pacheco de Lima²

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo fundamentar a criação de uma iconografia instrucional destinada à futura inserção de um método computacional de cálculo estrutural em um contexto educacional que contribua para a racionalização de estruturas de concreto armado, visualizando os esforços e os efeitos dos carregamentos sobre as peças. O estudo realizado para a inserção desse método pode vir a favorecer a sua difusão no ambiente acadêmico, pelo aperfeiçoamento dos recursos audiovisuais utilizados na abordagem do conteúdo “dimensionamento de pilares submetidos à flexo-compressão”. No estudo, o conteúdo abordado foi identificado e submetido a um modelo de planejamento didático denominado Design Instrucional, modelo este utilizado para fundamentar a transição da linguagem técnica para uma linguagem didática orientada para a Internet. O trabalho enfocou a teoria do Design Instrucional e alguns temas com ele diretamente envolvidos: as experiências brasileira e internacional em Educação a Distância – EaD, campo em que se originou o Design Instrucional, (teorias do campo da Educação surgidas no século XX, que tratam das concepções acerca do processo educacional no período) e uma amostra das mídias mais utilizadas em EaD no presente momento.

Palavras-chave: Método computacional; sistema estrutural; pilares.

PROPOSED GUIDELINES FOR A PLAN OF INSTRUCTIONAL DESIGN ADDRESSED TO THE TEACHING OF OBLIQUE BENDING IN CONCRETE PILLARS

ABSTRACT

The goal of the present work is to provide grounds for the creation of an instructional iconography dedicated to the future insertion of a computer method for the calculation of structural systems in an educational context, aiming at rationalizing reinforced concrete structures by visualizing the stress and the effect of loads over the parts. The study conducted towards the insertion of this method may come to favor its use in the academic environment through the improvement of audiovisual resources adopted in approaching the content of “calculation of pillars subjected to flexion-compression forces”. In this study, the content approached has been identified and submitted to a model for didactic planning named Instructional Design, which has been used to anchor the transition from technical to didactic language, oriented for the Internet. The focus of the work was Instructional Design theory, as well as some themes directly involved with it: the Brazilian and international experiences in remote teaching – EaD – field which originated Instructional Design, (education theories arising in the twentieth century, and dealing with the educational process during the same period) and a sample of the most commonly used media in remote teaching (EaD) nowadays.

Keywords: Computer method; structural systems; pillars.

¹ Professor do Departamento de Estruturas da Universidade Fumec. Doutor em Engenharia de Estruturas pela UFMG; lununes@fumec.br

² Professor do Departamento de Ciências da Computação da Universidade Fumec. Mestre em Construção Civil pela Universidade Fumec; viannalima@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica recente gerou novas perspectivas para o desenvolvimento de cognições, antes difíceis de serem despertadas e aprofundadas no aluno do ensino superior. É detectada uma mutação contemporânea da relação com o saber e se constata que o *cyberespaço* – termo criado para definir o espaço da produção coletiva do conhecimento em ambientes artificiais, como a Internet, os jogos e a realidade virtual – “suporta tecnologias intelectuais que ampliam, exteriorizam e alteram muitas funções cognitivas humanas: a memória (bancos de dados, hipertextos, fichários digitais de todas as ordens), a imaginação (simulações), a percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), os raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos)” (LEVY, 1997, p. 157).

A mutação identificada evidencia que tanto o ato de aprender como o ato de ensinar estão se sofisticando diante do atual “pano de fundo” desenhado pela evolução tecnológica, especialmente pela Internet.

Esse cenário oferece muitas possibilidades para a atuação do educador e para a construção do conhecimento por aquele que aprende. Torna-se, portanto, necessária a busca de um diálogo educacional capaz de adaptar-se às novas demandas culturais de um educando a cada dia mais familiarizado com as tecnologias digitais e com as linguagens estéticas contemporâneas. Cabe ao educador e às instituições de ensino responder a essas demandas, por meio do planejamento e do uso de estratégias de ensino, com o auxílio de ferramentas diversificadas e integradas a esse cenário estético-tecnológico.

Na tentativa de responder a essa demanda, surge para o educador uma dificuldade originária da necessidade de lidar com especialidades e tecnologias atípicas às suas atividades principais de aperfeiçoamento do conteúdo e de avaliações, de atualização, de pesquisa e de planejamento, além da burocracia acadêmica. Para suprir as demandas desse novo aprendiz, o professor vem necessitando realizar atividades específicas dos campos da comunica-

ção, do *design* gráfico, da pedagogia, da andragogia, da psicologia e da computação gráfica e da análise de sistemas, entre outros, ou seja, de um conjunto de atividades estranhas à sua formação profissional.

A primeira questão que norteia o presente artigo pode ser assim formulada: como estabelecer o diálogo educacional de forma estrategicamente planejada e suficientemente sofisticada para despertar e manter, em um aluno adulto, o interesse por um conteúdo complexo?

Com a perspectiva de auxiliar o trabalho realizado pelo professor e de criar situações de aprendizagem mais elaboradas e significativas, emerge uma metodologia de planejamento educacional e de ação didática denominada *Design Instrucional* – DI. Essa metodologia se propõe a utilizar uma equipe multidisciplinar para auxiliar o professor no planejamento de estratégias de aprendizagem, na criação de produtos educacionais (apresentações, material impresso, cd, vídeo, Internet, etc.), e na logística de eventos educacionais (aulas, oficinas, seminários, grupos de discussão, *chats*, etc.). Assim, optou-se por adotar essa metodologia para abordar um problema complexo localizado no ensino da Engenharia Civil, no campo dos Sistemas Estruturais em Concreto Armado: o Estudo de Pilares Submetidos à Flexão Oblíqua – PSFO.

Como, porém, utilizar a metodologia do *Design Instrucional* para traduzir esse tema para um ambiente cultural, estético, tecnológico e educacional capaz de despertar interesse e de se tornar palco de uma experiência significativa de aprendizagem? A tarefa final do presente artigo consiste, pois, em identificar as contribuições que a facilitação do ensino e da aprendizagem desse conteúdo representa para a racionalização no projeto estrutural. Para tal, analisa-se o conteúdo a ser submetido ao DI, sob a perspectiva das diretrizes elaboradas.

O objetivo deste artigo é propor diretrizes para um plano de *Design Instrucional* para o ensino do conteúdo: Pilares Submetidos à Flexão Oblíqua. Espera-se como resultado o embasamento da produção futura de uma ico-

nografia a ser implantada em um ambiente virtual de aprendizagem.

METODOLOGIA – LIMITANTES

O estudo dos sistemas estruturais envolve um conjunto de conhecimentos específicos, originários das disciplinas de “Física”, “Estruturas isostáticas”, “Resistência dos materiais” e “Materiais de construção”, que se articulam no processo final de cálculo e dimensionamento estrutural.

O primeiro passo, portanto, consiste em identificar algumas dificuldades encontradas no ensino e na aprendizagem do conteúdo abordado, podendo ser compreendidas a partir dos seguintes fatores:

- *cognições requeridas*: a visão espacial e a capacidade de interpretação dos fenômenos físicos constituem alguns exemplos de raciocínios requeridos, com muita frequência, no processo de compreensão e aprendizagem dos conteúdos. No caso específico dos PSFO, essa dificuldade pode ser encontrada na visualização os efeitos da flexão oblíqua e dos diagramas de tensões relativos a uma variação de cargas.
- *abordagem sequencial dos conteúdos*: no ensino de Engenharia Civil, os conteúdos são distribuídos em disciplinas ministradas em diversos períodos, o que implica um comprometimento da memorização do aluno. A divisão do eixo temático “Sistemas Estruturais” em módulos (disciplinas) específicos, se, por um lado, mostra-se essencial para a abordagem sistêmica do conteúdo, por outro, desfavorece a construção de uma visão integrada dessa ampla rede de informações científicas.
- *literatura técnica disponível*: em toda a literatura clássica pesquisada sobre o tema, pôde-se observar que nenhuma das obras de referência oferece recursos didáticos como complemento à transmissão dos raciocínios desenvolvidos. Nenhuma delas estimula o uso de operações de pensamento, como a classificação ou a comparação, por exemplo. Tais obras também não oferecem a oportunidade do resgate de conhecimentos prévios, nem favorecem a construção de uma visão mais ampla e integrada do processo de cálculo.

Esse cenário demonstra um pouco da complexidade que envolve o estudo em questão.

O DESIGN INSTRUCIONAL

Conceituação

O termo *Design Instrucional* se apresenta como uma denominação utilizada para se abordar o planejamento educacional suportado por tecnologias da comunicação.

O conceito mais antigo encontrado, nesta pesquisa, vem de Corey (1971), detectado por Auricchio (1978), que compreende o *design* de um sistema instrucional como sendo o processo de delimitar e produzir situações ambientais adequadas à criação de condições externas manipuláveis pela instrução, de modo a promover mudanças específicas no comportamento do indivíduo que com elas interage.

Em um trabalho mais recente, Filatro (2004) percebe que, além de planejar, preparar, projetar, produzir e publicar textos, imagens, gráficos, sons e movimentos, simulações, atividades e tarefas relacionados a uma área de estudo, o *Design Instrucional* envolve maior personalização dos estilos e ritmos individuais de aprendizagem, adaptação às características institucionais e regionais, atualização, disponibilidade de informações e experiências externas à organização de ensino; favorece, ainda, a comunicação entre os agentes do processo (professores, alunos, equipe técnica e pedagógica, comunidade) e o monitoramento eletrônico da construção individual e coletiva de conhecimentos.

O *Design Instrucional* vem sendo praticado no campo da Educação a Distância – EAD –, por equipes multidisciplinares capazes de receber um conteúdo de um especialista, adaptar esse conteúdo para um ambiente de aprendizagem (material impresso, cd-rom, vídeo, Internet, etc.) e oferecer suporte à atuação de um tutor (professor orientador).

Percebe-se, na atualidade, uma aproximação cada vez maior entre a educação exercida em seu modelo presencial e a modalidade de EAD, no que se refere ao uso de tecnologia educacional, especialmente o uso de Internet.

Em ambas as modalidades de ensino, existe o interesse em facilitar a abordagem de conteúdos complexos, de possibilitar o acesso à informação e de prover uma instrução estrategicamente mais elaborada.

Aplicações

O Design Instrucional aplica-se ao planejamento educacional e materializa-se através de:

- criação de cursos, disciplinas e conteúdos específicos;
- implementação de aulas, seminários, exposições e oficinas;
- criação de material impresso (apostilas, avaliações, suplementos) e apresentações em multimídia;
- criação de material instrucional em áudio e vídeo;
- criação de iconografias para Internet – páginas eletrônicas educacionais, simulações, *chats*, fóruns, listas de discussão, ambientes de aprendizagem colaborativa, etc.;
- RPG e realidade virtual.

Especialistas envolvidos no processo

Sob a perspectiva do DI, a instrução é resultante de uma ação multidisciplinar. Os diversos especialistas envolvidos em um projeto de DI consistem, na verdade, em membros da comunidade de aprendizagem. A composição de uma equipe dessa natureza é variável, em função dos objetivos de aprendizagem delineados, das mídias adotadas e do conteúdo a ser submetido ao processo, ou seja, em função do plano de DI. Porém, cabe destacar os especialistas com potencial para contribuição no processo, caracterizando o campo de atuação de cada um deles.

• *Professor conteudista*: é o professor especialista responsável pela pesquisa e elaboração do conteúdo a ser submetido ao DI. No ensino presencial, corresponde ao professor (ou equipe de professores) de uma disciplina. A função exige amplo domínio sobre o conteúdo, orientação transdisciplinar, experiência docente e, não obrigatoriamente, mas desejável, algum domínio de tecnologias para informação e co-

municação. No ensino presencial, cabe a esse professor definir os objetivos da disciplina, selecionar conteúdos e bibliografia básica, cumprimento de prazos e procedimentos acadêmicos, orientação aos alunos, exposição de conteúdos em sala de aula, condução de seminários, avaliação dos alunos e, em conjunto com a equipe, a avaliação/revisão do *Design Instrucional*.

• *Designer instrucional*: cabe a esse profissional a análise das necessidades, a elaboração das propostas de DI, a organização das atividades, preparação dos instrumentos de avaliação, *design*, validação e implementação da proposta de DI, em conjunto com a equipe de DI, exposição de conteúdos ligados à área tecnológica. O *designer instrucional* deve, ainda, prescrever a professores e alunos o uso cuidadoso do material didático, produtos, tecnologias e atividades educacionais; além disso, é responsável pela criação, implementação e aferição da avaliação do DI, em conjunto com a equipe de DI.

• *Especialista em educação*: é o profissional encarregado de analisar o conteúdo abordado e seu respectivo plano de DI, de forma a identificar, com base nos pressupostos dos campos da pedagogia e da andragogia, os pontos fortes e oportunidades de melhoria do planejamento educacional e das estratégias de ensino.

• *Designer gráfico*: é o diretor de arte das produções do DI. Toda a comunicação visual dos produtos estará sob sua responsabilidade. Sua função requer, além da formação específica no campo do *Design Gráfico*, domínio de ferramentas computacionais para a criação de peças veiculadas em meio impresso, em vídeo, em cd-rom e na Internet, entre outros.

• *Analista de sistemas*: responsável pela administração de sistemas, redes e plataformas de ensino, em meios computacionais que suportam a produção educacional e as relações entre alunos e instituição. Cabe ao *analista de sistemas* a realização de atividades como: treinamento básico sobre o ambiente virtual de aprendizagem; abertura de conta virtual para a disciplina no servidor; cadastramento de alunos e atribuição de senhas; suporte à programação de recursos e atividades virtuais do ambiente; manutenção da *homepage* no siste-

ma; solução de dúvidas e suporte à monitoria virtual (FILATRO, 2004).

- *Desenvolvedores*: são os responsáveis pelo desenvolvimento do material gráfico. Suas atividades consistem em: editoração eletrônica, manutenção de páginas, edição de imagens, ilustração, animação bi e tridimensional e criação de efeitos visuais, entre outras.

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DOS PILARES SUBMETIDOS À FLEXÃO OBLÍQUA

Fusco (1981) aborda o método de cálculo denominado Superfícies de Interação e Diagramas de Interação, que utiliza ábacos para calcular a armadura total de um PSFO.

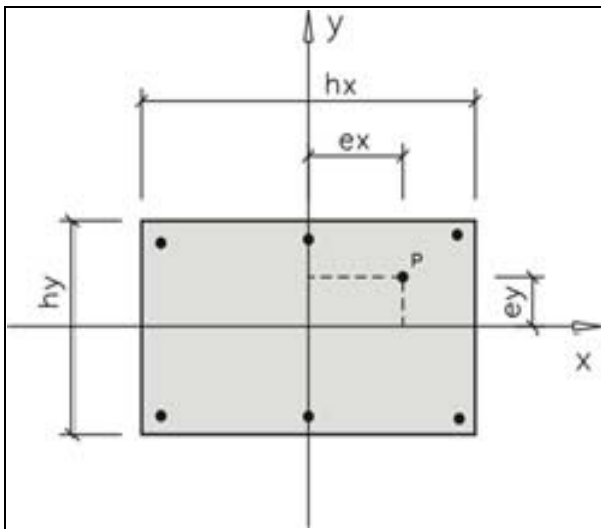


Figura 1 – Exemplo típico de pilar submetido à flexão.

O processo se desenvolve na seguinte sequência:

1. Cálculo da área da secção geométrica de um pilar (Figura 1).
2. Arbitramento do arranjo da armadura.
3. Cálculo da relação entre o cobrimento da armadura e a altura da secção geométrica.
4. Cálculo do momento em torno do eixo x:

$$M_x = P \cdot e_y \quad (1)$$

5. Cálculo do momento em torno do eixo y:

$$M_y = P \cdot e_x \quad (2)$$

6. Para entrar no ábaco, é necessário o cálculo das coordenadas em função dos Momentos

Fletores: M_x (1) e M_y (2), acima calculados, e através das fórmulas (3) e (4):

$$m_x d = \frac{M_x d}{A_c \cdot h_x \cdot f_{cd}} \quad (3)$$

$$m_y d = \frac{M_y d}{A_c \cdot h_y \cdot f_{cd}} \quad (4)$$

Onde:

$m_x d$ = coordenada x do ábaco

$m_y d$ = coordenada y do ábaco

A_c = área de concreto

7. Com os valores calculados para $m_x d$ e $m_y d$, consulta-se um ábaco adequado para se identificar um ponto específico no espaço amostral, correspondente à taxa de armadura (W).

8. Calcula-se a armadura total (W_t) com base na fórmula (5):

$$W_t = \frac{A_s \text{ total} \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \quad (5)$$

Sendo:

W_t = armadura total

$A_s \text{ total}$ = área total de aço

f_{yd} = resistência ao escoamento do aço

f_{cd} = resistência do concreto

Entretanto, esse processo limita-se à seção retangular de um pilar, além de não fornecer, para o calculista, a posição correta da linha neutra, dificultando a ele verificar sua seção quanto à fissuração. Assim, o calculista modifica um projeto arquitetônico, em função de adaptações de cálculo.

Neste estudo, portanto, adota-se um ponto a ser racionalizado, pela via do ensino, no projeto estrutural. A solução desse problema deve ser considerada pelas diretrizes de *Design Instrucional* propostas para o conteúdo abordado por duas vias:

- uma solução para a facilitação do cálculo a ser realizado pelo aprendiz;
- uma opção de ensino capaz de facilitar a demonstração do fenômeno, de suas variações e das implicações que delas decorrem.

Para o educador, persiste a necessidade de uma estratégia capaz de despertar no aluno o interesse pelo conteúdo, motivar o seu envolvimento e estimular o estudo autônomo,

tarefas complementares à demonstração do fenômeno.

Assim sendo, vale ressaltar as perspectivas de contribuição da metodologia do *Design Instrucional* e os recursos midiáticos suportados por computação gráfica, programação, multimídia e tecnologias de redes para a racionalização do projeto estrutural.

Diretrizes para a aplicação de um plano de Design Instrucional ao ensino dos Pilares Submetidos à Flexão Oblíqua

A partir da investigação que caracteriza o estudo dos PSFO e detecta conceitos de DI, suas aplicações, a equipe requerida e os modelos registrados na literatura, o *Design Instrucional* pode ser percebido como um ciclo de atividades. A partir desses dados, são sugeridas aqui as seguintes diretrizes:

Diretrizes para racionalização do cálculo para obtenção da Linha Neutra

Para facilitar a obtenção da Linha Neutra, Guedes (2001) propõe a utilização de um *software* de cálculo com entrada dos dados referentes às três características necessárias para determiná-la:

- *Esforços*: Carga (N), Momento em x (M_x), Momento em y (M_y);
- *Dimensões*: Área de concreto [Base (b) e Altura (h)] e o cobrimento da armadura;
- *Materiais*: Resistência do concreto e do aço (f_{ck} e f_{yk}); e
- *Arranjo da armadura*: (número de barras).

A partir da entrada desses dados, o programa realiza uma varredura na secção de concreto, movendo e rotacionando a Linha Neutra em vários pontos ao longo do eixo x, até que encontre uma determinada localização e inclinação, em que os valores obtidos para M_x e M_y se aproximem dos valores definidos para os mesmos na entrada. O programa fornece a posição da Linha Neutra através de:

- Distância entre o ponto de interseção da Linha Neutra com o eixo x até o eixo y (x_0);
- Ângulo entre a Linha Neutra e o eixo y (Q).

O programa fornece, também, a Área total de aço (A_s total) e a margem de erro à qual está sujeito.

No mesmo trabalho, a autora compara os resultados obtidos em um exemplo de cálculo de uma secção em L, apresentado no trabalho de Tepedino (1986), com os resultados obtidos no cálculo da mesma secção pelo programa de cálculo. Segundo ela, foram encontrados ganhos relevantes, pois, para encontrar a armadura, Tepedino dividiu a área em elementos retangulares, alguns com área de até 900cm^2 ; qualquer ponto ou armadura interna a esses elementos trabalha com a mesma tensão na armadura. Para realizar o cálculo da armadura, o programa divide a secção em faixas muito estreitas, paralelas à Linha Neutra. Assim, os valores obtidos são mais realistas, devido à pequena espessura das faixas e ao fato de possuírem a mesma direção da LN. Ainda segundo Guedes (2001), o resultado encontrado por Tepedino tem uma tolerância de 0,8%, enquanto o programa apresenta uma tolerância de 0,02%.

Dessa forma, torna-se fundamental a adoção de um programa como esse pela instituição de ensino, de modo a se evitar o uso do ábaco pelo educador e pelo aluno, permitindo uma visualização adequada dos esforços e seus efeitos, simplificando ainda o diálogo educacional estabelecido acerca do problema.

Diretrizes para facilitação do diálogo educacional: a expressão técnica do fenômeno da flexão oblíqua

Para demonstração espacial do problema, optou-se, no presente estudo, por criar simulações obtidas por computação gráfica, no formato de sequências de animação fotorrealísticas, em espaço tridimensional, expostas como parte integrante de uma apresentação multimídia.

Para permitir ao aluno a visualização e a compreensão do fenômeno, a interface da apresentação (*slide*) demonstrará, através de quatro janelas e de forma síncrona, quatro linguagens diferentes de representação gráfica do problema (Figura 2).

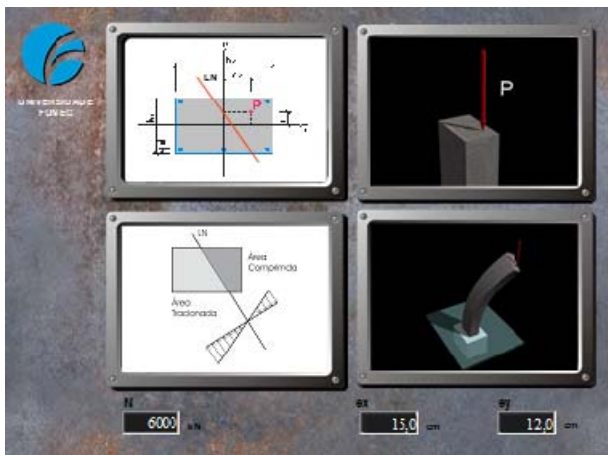


Figura 2 – Representação gráfica de PSFO.

Assim, a visualização dos esforços ocorre através das seguintes linguagens de representação gráfica:

- *Bidimensional 1*: o pilar (área de concreto e arranjo da armadura), os elementos geométricos utilizados no cálculo (eixos cartesianos, ponto de carga e Linha Neutra) e suas dimensões;
- *Bidimensional 2*: diagrama de tração e compressão da seção;
- *Tridimensional 1*: janela de visualização contendo um ponto de vista “fechado” (em *close*), enquadrando o topo do pilar;
- *Tridimensional 2*: Janela de visualização contendo um ponto de vista “aberto” (plano geral), enquadrando o pilar por inteiro.

A apresentação deverá conter estas quatro janelas de visualização do problema. Todas as quatro janelas exibirão, simultaneamente, a simulação de uma carga permanente, aplicada em diferentes pontos, e seus efeitos sob a ótica das quatro formas de representação.

Em seguida, propõe-se uma variação da localização dos pontos de carga (x,y) na seção, de forma a favorecer comparações entre as diversas situações. Recomenda-se a variação ilustrada na Figura 3.

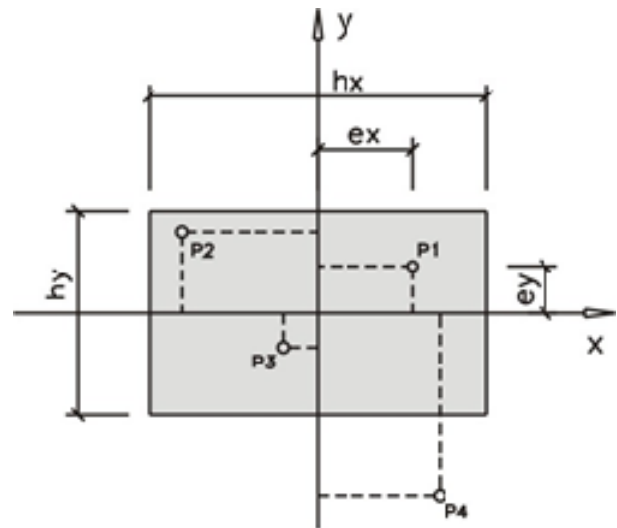


Figura 3 – Variação da excentricidade da carga.

Portanto, a cada um desses pontos (excentricidades) corresponderá uma mesma carga. O efeito dessa carga em cada um desses pontos será demonstrado através das quatro janelas de representação. Em seguida, serão exibidos quadros comparativos entre os esforços e seus efeitos em cada uma das janelas. Ou seja, teremos os quadros (*slides*) com a exibição de oito janelas para cada representação gráfica citada, diante dos oito casos de solicitações.

Essa iconografia deverá auxiliar educadores a demonstrarem os efeitos da flexão oblíqua sobre o pilar e a obter arranjos e taxas de armadura mais racionais, pela via de uma identificação mais precisa da Linha Neutra. Recomenda-se que ela seja implantada em ambiente virtual de aprendizagem, de forma a permitir o acesso rápido, tanto do educando, em momentos de estudo autônomo, como do educador, quando da exposição do conteúdo.

CONCLUSÃO

O presente conteúdo sinaliza para a possibilidade de racionalização do projeto estrutural, pela via da sofisticação do diálogo educacional. Nesse sentido, a linguagem pela qual esse diálogo se realiza, atualmente, possui perspectivas de amadurecimento, dada a fertilidade das relações entre a educação, a arte e a tecnologia, enquanto instrumentos dialógicos.

Não se pode esperar, todavia, que apenas a implementação de uma iconografia criada

para um determinado conteúdo venha a se converter em situações significativas para a sua retenção e aplicação prática. É recomendável que uma iconografia implantada seja produto de uma ação planejadora e seus vínculos estratégicos, uma vez que será, ao final, submetida a uma avaliação. A avaliação pode garantir a continuidade e o aperfeiçoamento de um projeto instrucional, constituindo-se, portanto, uma ação norteadora do planejamento.

A teoria do *Design Instrucional* se apresenta como uma via racionalizadora que atua na raiz da construção civil: o momento da aprendizagem, resultante da visualização, da interação com o problema, da simulação, da colaboração, da análise, da decisão, da crítica, da criação.

O estudo necessita de continuidade e aperfeiçoamento, devendo aprofundar-se na decodificação desse conteúdo, evoluindo em sua linguagem dialógica e procurando por novas oportunidades de racionalização.

A teoria do *Design Instrucional* aponta para a necessidade de se articular diferentes estratégias de ensino e mídias em torno de um conteúdo, e de se ampliar a aplicação do plano para todo o conteúdo da disciplina.

REFERÊNCIAS

- AURICCHIO, L. O. **Manual de tecnologia educacional**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1978.
- FILATRO, A. **Design Instrucional contextualizado**: educação e tecnologia. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.
- FUSCO, P. B. **Estruturas de concreto**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1981.
- GUEDES, J. S. M. **Dimensionamento de peças de concreto armado submetidas à flexão oblíqua**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2001.
- LEVY, P. **Cyberculture**. Paris: Odile Jacob/Conseil de l'Europe, 1997.
- TEPEDINO, J. M. **Flexão oblíqua**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 1986.

DADOS DOS AUTORES

Luciana Nunes de Magalhães. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Fumec (1994), mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997) e doutorado em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2005). Atualmente, é professora no Departamento de Estruturas e coordenadora do setor de extensão da FEA-Fumec, e professora no Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Sistemas Estruturais.

Luiz Helberth Pacheco de Lima. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (1989) e mestrado em Construção Civil pela Universidade Fumec (2008). Atualmente, é professor na Universidade Fumec. Tem experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em Computação Gráfica.