

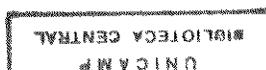
IOSHIAQUI SHIMBO

PLANEJAMENTO, REALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ENSINO
DE TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS DE INSTALAÇÃO
ELETRICA PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

1992



PLANEJAMENTO, REALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ENSINO
DE TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS DE INSTALAÇÃO
ELETRICA PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

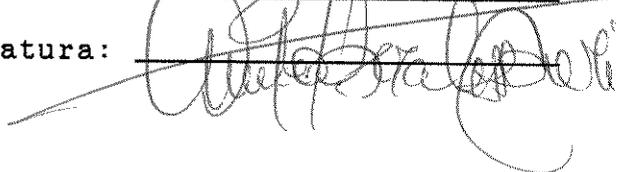
Ioshiaqui Shimbo

Este exemplar corresponde à redação
final da Tese defendida por Ioshia-
qui Shimbo e aprovada pela Comissão
Julgadora em 15/12/92.

Data:

15 de dezembro de 1992

Assinatura:



93.044.04

Tese apresentada como exigência parcial para obtenção do Título de DOUTOR EM EDUCAÇÃO na Área de Concentração: Psicologia Educacional, à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação da Profa. Dra. ANITA LIBERALESSO NERI.

Comissão Julgadora:

~~Dr. [Signature]~~

Dr. Maria Tereza

Dr. [Signature]

Dr. [Signature]

Dr. [Signature]

RESUMO

A diversidade e complexidade dos problemas nos ambientes construídos, em particular nas habitações, exigem que o engenheiro civil esteja apto a tomar decisões, na perspectiva de garantir qualidade de vida à população. Entretanto, a maioria dos profissionais não considera os diferentes aspectos da realidade nas decisões que afetam a comunidade e a maioria dos cursos de graduação em engenharia civil não enfatiza o ensino de tomada de decisões, privilegiando o ensino de algumas técnicas.

A partir da utilização do raciocínio e da linguagem da análise comportamental, tendo como quadro de referência uma concepção de politecnicidade no ensino, e levando em conta as variáveis presentes na produção e uso do ambiente construído, na atuação do engenheiro civil e no processo de ensino-aprendizagem, os objetivos deste trabalho foram: 1. explicitar os comportamentos gerais, socialmente relevantes, na formação de engenheiros civis, visando atender as necessidades da população nos ambientes construídos; 2. descobrir os comportamentos envolvidos com o projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil e nas situações de ensino e 3. desenvolver um método de tomada de decisões no ensino de projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social.

Procurou-se alcançar também, os objetivos ligados ao planejamento, à realização, à avaliação de programas de ensino de duas disciplinas de eletricidade do curso de Engenharia Civil. Coerentemente com o propósito de formar profissionais capazes de intervir de forma crítica na realidade social, buscou-se avaliar os resultados da aplicação do programa planejado em um contexto real.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do método proposto para tomada de decisões, tanto nas situações de ensino como em situações reais, indicam a necessidade da formação de estudantes de engenharia com habilidades para identificar variáveis, analisar as relações entre elas e tomar decisões em uma realidade complexa e contraditória, mediante um equilíbrio entre as atividades na sala de aula e as de caráter extra-curricular.

APRESENTAÇÃO

Desde o meu ingresso na Universidade Federal de S.Carlos, como professor de eletricidade no curso de graduação em engenharia civil, procuro compreender as diversas concepções de educação e os diferentes métodos de ensino-aprendizagem, procurando saber o que fazer, como e porquê, no cotidiano da sala de aula, em disciplinas específicas de um curso de graduação.

Ao longo de anos de leituras, reflexões, aulas, observações, cursos realizados e discussões, as seguintes questões foram surgindo. Que teorias e métodos dão conta de explicar a complexidade dos fenômenos observados na realidade da atuação profissional e no cotidiano da universidade e da sala de aula? Que procedimentos podem ser adotados para produzir conhecimentos ligados ao planejamento, à programação, à realização e à avaliação do ensino de disciplinas específicas, considerando os múltiplos aspectos da realidade do ensino e do ambiente social? Que diretrizes, princípios e critérios devem ser assumidos para se tomar decisões no que tange ao planejamento, realização e avaliação do ensino?

Ao procurar aperfeiçoar a minha prática pedagógica, percebi que múltiplas e complexas variáveis presentes na produção do ambiente construído, na atuação do engenheiro civil e no processo de ensino-aprendizagem precisam ser melhor definidas, para que se possa realizar um ensino de boa qualidade.

Este trabalho resultou das indagações e dificuldades enfrentadas na prática docente, como professor de disciplinas de eletricidade e pesquisador em análise comportamental aplicada ao

ensino.

No decorrer deste trabalho, foram emergindo as possibilidades e limitações relativas à utilização da análise comportamental como fio condutor para a construção de um referencial metodológico de pesquisa e ensino.

Dentre as possibilidades percebi que ela permite ao pesquisador e ao educador ampliarem a sua visibilidade quanto às múltiplas relações entre o que o profissional e o estudante fazem e o ambiente em que o fazem. Em relação ao ensino de comportamentos para instalações elétricas, comecei a observar que a análise comportamental pode ser um instrumento útil a identificação de variáveis políticas, científicas, tecnológicas, econômicas, sociais e culturais não consideradas na maioria das decisões dos profissionais, em particular dos engenheiros civis.

Quanto às limitações, notei que em sua maioria os estudantes e professores de engenharia civil não possuem habilidades para identificar variáveis, analisar as relações entre elas e tomar decisões, levando em conta diferentes aspectos de uma realidade cheia de conflitos e contradições.

Superar tais limitações, a meu ver, comporta não só planejar e implementar objetivos de ensino referentes à tomada de decisões para grupos específicos de estudantes. É importante também comunicar os procedimentos de ensino a docentes de cursos de engenharia civil. Isto porque criar condições para repetição e avaliação por outros professores é uma importante função do docente-pesquisador.

Estas questões estiveram presentes no processo global de planejamento, realização e avaliação do ensino de disciplinas específicas em cursos de Engenharia Civil nos quais trabalhamos, e na redação deste trabalho.

Para cada etapa desenvolvida foram tomadas várias decisões,

com base na análise e compreensão dos múltiplos aspectos das realidades externa e interna envolvidos. A medida em que as análises se tornavam mais detalhadas, tornou-se evidente a necessidade de realizar delimitações, no sentido de atender às seguintes questões: quais devem ser os conteúdos e como devem ser eles ensinados, quando se trata de permitir que futuros engenheiros civis aprendam tomar decisões, considerando aspectos relevantes da situação real?

A partir da utilização do raciocínio e da linguagem da análise comportamental, e tendo como quadro de referência uma concepção de politecnicidade, o presente trabalho teve como objetivos:

1. explicitar os comportamentos gerais, socialmente relevantes, na formação de engenheiros civis, tendo em vista a qualidade de vida da população nos ambientes construídos.

2. descobrir os comportamentos envolvidos com o projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil e nas situações de ensino.

3. desenvolver um método de tomada de decisões no ensino de projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social.

Além disso, foram perseguidos objetivos ligados diretamente ao planejamento, à realização e à avaliação de programas de ensino. Coerentemente com o propósito de formar profissionais capazes de intervirem de forma crítica na realidade social, buscou-se avaliar os resultados da aplicação do programa planejado, tanto na situação de ensino como em situação real.

Nos capítulos I e II são apresentados os fundamentos das decisões assumidas quanto aos valores a serem levados em conta no planejamento do ensino em engenharia civil. Sucintamente, optamos pela formação de um profissional crítico capaz de

discernir os fatores em jogo, quando se trata de tomar e implementar decisões técnicas que levem em conta o bem estar e as prioridades da população. Em termos de ensino isto correspondeu a aproximar o mais possível o contexto real da sala de aula, tanto planejando comportamentos-objetivo relacionados com a realidade, quanto implementando condições favorecedoras à generalização do aprendizado na universidade para situações de vida real.

O capítulo III apresenta uma proposta de um método para tomada de decisões no ensino e o capítulo IV descreve os procedimentos que adotamos para planejar, realizar e avaliar os programas de ensino. No capítulo V é apresentado um relato de experiência em situação real, à guisa de avaliação da metodologia de tomada de decisão e do seu ensino. No capítulo VI são feitas considerações sobre alguns aspectos metodológicos que nortearam o trabalho e apresentadas as sugestões finais.

SUMARIO

CAPITULO I

ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL E POLITECNIA	1
1. Questões no Ensino de Engenharia Civil	1
2. O Significado de Ensino Politécnico	5
3. A Participação do Engenheiro Civil nos Processos de Produção e de Uso do Ambiente Construído	7
4. Politecnia e Ensino de Eletricidade em Cursos de Enge nharia Civil	9

CAPITULO II

O PLANEJAMENTO DE OBJETIVOS SOCIALMENTE RELEVANTES PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE EM ENGENHARIA CIVIL, NUMA PERSPEC TIVA DE POLITECNIA.	12
1. Comportamentos a ensinar a futuros engenheiros civis, considerando a realidade social e a perspectiva da po litecnia	16
2. Situações Gerais Com as Quais o Engenheiro Civil Deve Estar Apto a Lidar, em Relação as Diversas Etapas do Processo de Produção e Uso do Ambiente Construído	23
3. Moradias de Interesse Social Como Objeto a Ser Priori zado nas Disciplinas de Eletricidade.	26
4. Situações Gerais Com as Quais o Engenheiro Civil Deve Estar Apto a Lidar ao Projetar Instalações Elétricas para Habitações de Interesse Social	29
5. Comportamentos a Serem Instalados em Futuros Engenhei ros Civis Referentes ao Projeto de Instalações Elétri cas para Habitações de Interesse Social	31
6. Classes de Respostas Intermediárias Envolvidas na Classe Geral de Respostas "Projetar Instalações Elé tricas Para Habitações de Interesse Social"	34
7. Componentes do Comportamento das Classes de Respostas Intermediárias Envolvidas com a Classe Geral e Termi nal "Projetar Instalações Elétricas para Habitações de Interesse Social"	36
8. Conhecimentos e Habilidades Necessárias para Projetar Instalações Elétricas das Habitações de Interesse So cial	45

9. Objetivos Comportamentais Terminais Relacionados ao Projeto das Instalações Elétricas para Habitações de Interesse Social	48
10. Proposição de Classes de Respostas Terminais para as Disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (Parte Elétrica) do Curso de Engenharia Civil	54

CAPITULO III

UMA METODOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÕES NO ENSINO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL	56
1. A Seleção de Alternativas na Tomada de Decisão.	60
2. Um Instrumento Visando a Facilitar a Seleção da Alternativa na Tomada de Decisão: Matriz de Comparação entre Alternativas e Variáveis.	63

CAPITULO IV

PLANEJAMENTO, CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE ENSINO DE TOMADA DE DECISÕES AO PROJETER INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL.	73
1. Decomposição dos Comportamentos-objetivos Terminais, de Acordo com o Método Proposto para Tomada de Decisões.	74
2. Sequência de Unidades para o Ensino das Disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica)	76
3. Levantamento dos Recursos Existentes na Universidade e na Comunidade	78
4. Planejamento de Condições de Ensino das Disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais, a Partir do Método Proposto para Ensino de Tomada de Decisão.	79
5. Realização do Ensino de Tomada de Decisões nas Disciplinas Eletricidade e Instalações Prediais 1.	86
6. Avaliação do Ensino de Tomada de Decisões nas Disciplinas de Eletricidade e Instalações Prediais 1	87
7. Replanejamento do Ensino das Disciplinas de Eletricidade e Instalações Prediais 1	95
8. O Ensino de Tomada de Decisões na Formação de Estudantes de Engenharia Civil: Possibilidades e Limitações	98

CAPITULO V

A METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÕES EM AÇÃO: RELATO DE EXPERIÊNCIA EM SITUAÇÃO REAL	101
1. Os Estudantes	103
2. O Contexto Real	104
3. Considerações sobre Desempenhos Adquiridos e Generalizados pelos Estudantes, durante o Trabalho no Contexto Real	107
4. Atuação dos Alunos em Programas Habitacionais de Interesse Social: Possibilidades e Limitações	112

CAPITULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	114
REFERÊNCIAS	122
ÍNDICE DE QUADROS	124

CAPITULO I

ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL E POLITECNIA

As questões em torno das quais ocorreram as ações relatadas neste trabalho foram as seguintes: como ensinar e que conteúdos ensinar a futuros engenheiros civis, de modo que se tornem aptos a tomarem decisões, levando em conta as múltiplas variáveis da realidade, tendo em vista a melhor qualidade de vida da população?

Assumimos que esta não é a maneira mais usual de se propor questões de ensino na área de engenharia civil e na universidade de um modo geral, ambas preponderantemente voltadas para o ensino de conteúdos e para a reprodução dos conhecimentos e estratégias de ação convencionadas como suficientes e adequados pela sociedade.

1. QUESTOES NO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL

Diferentes autores apresentam diversas reflexões sobre o papel do educador no processo de transformação da sociedade, o significado da relação sociedade-escola, a vinculação trabalho-escola. Estas reflexões são por demais complexas e muito amplas e merecem cada uma delas uma análise mais profunda, o que não é objetivo deste trabalho.

A falta de um ensino universitário orientado a resolver

problemas do contexto real (Beck & Klamt, 1990) aliada à ausência de interação entre as diferentes disciplinas do currículo de graduação, dificultam o ensino eficaz de disciplinas tecnológicas inovadoras. Apesar das atuais limitações estruturais, é possível repensar o ensino de graduação, em particular de engenharia civil, no sentido de formar, ao mesmo tempo, um profissional apto a desenvolver e implementar tecnologias alternativas (Bonsiepe, 1983) de acordo com os princípios de qualidade na massividade (Salinas, 1988) e da participação organizada da população nas decisões (Garcia, 1987) e com uma formação crítica que lhe permita analisar claramente as implicações sociais do seu trabalho.

A maioria das disciplinas do curso de engenharia civil, apenas transmite conhecimentos com ênfase em alguns aspectos de determinadas técnicas construtivas, desvinculados do contexto em que foram gerados e da realidade presente e futura. Isto dificulta a aquisição de conhecimentos e habilidades para a compreensão dos fenômenos e problemas *naturais* (tais como descargas atmosféricas e vendavais); *sociais* (deficit habitacional, acidentes de trabalho, acidentes de trânsito); *econômicos* (recessão, desemprego, inflação); *políticos* (controle centralizado de poder, corrupção); *culturais* (desrespeito a tradição cultural); *ambientais* (deterioração do meio ambiente); *tecnológicos* (baixa qualidade das construções) e *legais* (desrespeito às normas).

A ênfase nos aspectos técnicos de algumas etapas do processo de produção do ambiente construído, apresentados como um conjunto de conhecimentos prontos, acabados e isolados das dimensões social, econômica e política, dificulta o questionamento e a contextualização. As situações de ensino em si próprias são priorizadas em detrimento da realidade. Isto

provoca um empobrecimento dos conteúdos de cada disciplina, reduzindo o estudante a mero receptor de normas prescritivas e orientações pré-definidas, desvinculadas das situações que o aluno deverá enfrentar no futuro.

Ao enfatizar os aspectos puramente técnicos da tecnologia, ao excluir os aspectos sociais e políticos, o ensino de engenharia dificulta a compreensão das diferentes tecnologias e das relações sociais de produção que as sustentam. O caráter técnico predominante na formação do engenheiro reforça sua posição acrítica no processo econômico, social e político brasileiro (Kawamura, 1979).

Os futuros profissionais devem possuir uma boa compreensão sobre os problemas mais significativos e sobre as maneiras pelas quais esses problemas afetam a maioria das pessoas. O ensino de engenharia deve formar um profissional apto a enfrentar a vida, a desenvolver a tecnologia, a controlá-la e administrá-la em benefício da maioria da população.

Uma das responsabilidades do ensino de engenharia civil é garantir que os futuros profissionais sejam competentes em relação à escolha de materiais e componentes, à adequação dos diferentes elementos que compõem as edificações e seu entorno e à escolha de técnicas construtivas adequadas, e em relação ao controle dos processos de execução e manutenção do ambiente construído. Mais ainda, cabe ao ensino de engenharia civil contribuir para o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre a realidade social, em que o profissional atua como agente do processo produtivo, atendendo a interesses sociais conflitantes.

O campo de atuação do engenheiro civil necessita de conhecimentos nas áreas de história, política, economia, demografia, transportes, saneamento, edificações etc. Necessita

também de conhecimentos sobre métodos de projeto, gerenciamento, controle, uso, fiscalização e manutenção do espaço urbano, principalmente considerando a participação organizada da população nas decisões.

No entanto, na maioria dos casos, o ensino de engenharia civil enfatiza algumas variáveis técnicas, ou o ensino de algumas técnicas referentes a determinados elementos das edificações, privilegiando em particular as estruturas das edificações. Assim, dificilmente os alunos têm a possibilidade de analisar criticamente o processo de produção como um todo, considerando as implicações econômicas, políticas e sociais.

Para Rattner (1986), um ensino parcelado e compartimentalizado, ao invés de integrativo, tende a produzir profissionais especializados com pouca visão do todo, o que dificulta a tomada de decisões significativas. Esta situação, segundo o mesmo autor, é agravada pela disseminação de uma visão aética da profissão.

O debate sobre a eficácia do sistema educacional, sobretudo na área de ensino superior coloca em confronto as correntes utilitaristas, preocupadas com a formação especializada e profissionalizante e os defensores de um curriculum humanista e interdisciplinar.

De um lado, não se deve perder a noção do específico e por outro lado, é necessária uma análise com a maior abrangência possível em relação ao objeto de trabalho ou de estudo. Para Enguita (1989) a super-especialização é um sério obstáculo para a percepção e a compreensão dos processos sociais produtivos. Para Thiollent (1984) a relevância científica e social da profissão do engenheiro é situada pela possibilidade de utilização de seus conhecimentos no contexto das exigências sociais.

Para que o aluno de engenharia civil possa, como futuro profissional, contribuir para a solução dos graves problemas no ambiente construído, o curso de engenharia civil deve garantir o domínio dos instrumentos de compreensão da realidade social, política, científica, tecnológica e cultural. A noção de ensino politécnico vem ao encontro desta preocupação, por salientar não só a necessidade desta compreensão crítica, mas a importância de garantir conhecimentos e habilidades específicas para a atuação nas diferentes etapas do processo de produção e uso do ambiente construído. A compreensão de alguns elementos envolvidos no conceito de ensino politécnico, permite ampliar a análise sobre os limites e as possibilidades das práticas educativas cotidianas voltadas para a formação de engenheiros civis.

2. O SIGNIFICADO DE ENSINO POLITECNICO

O senso comum e elementar sobre politecnia que considera a etimologia dos termos "*poli*"= múltiplas, várias, e "*tecnia*"= técnicas, conclui que seria o ensino que trabalharia várias técnicas. Em se tratando de teoria da educação porém, politecnia é um conceito mais amplo. A palavra "*tecnia*" tem o sentido de construção (vem do grego *tecnia* e significa construção) e "*poli*" é realmente várias, múltiplas.

Para Machado (1991), o ensino politécnico tem como objetivo permitir um processo amplo, de múltiplas construções e permite formar o homem na sua dimensão intelectual, ativa, física, ética, artística etc.

Ainda para a mesma autora, a palavra "tecnologia" não deve ser identificada com a técnica, mas com o estudo das técnicas, o estudo teórico-prático das técnicas, e a compreensão do fenômeno

tecnologia como elo de ligação entre as ciências naturais e as ciências humanas.

A compreensão de ensino politécnico e tecnologia pelos alunos e professores de engenharia e das áreas das ciências exatas, é no sentido mais limitado da palavra *tecnia* (técnicas). No ensino politécnico, não é suficiente apenas um domínio das técnicas; faz-se necessário dominá-las a um nível intelectual. Além das habilidades manuais necessárias para as diversas atividades de trabalho, é fundamental o acesso aos conhecimentos necessários à compreensão científica do objeto em estudo, seja ele uma máquina, um fenômeno da natureza ou uma relação socialmente produzida. Há necessidade, portanto de explicitar, compreender e aprofundar questões sobre politecnia em todos os níveis de formação, em particular no ensino superior. Ou seja, no seu sentido mais amplo, a politecnia deve ser vista como um horizonte para o ensino. <1>

A perspectiva de politecnia no ensino de Engenharia Civil deve apontar para uma compreensão mais crítica do processo de produção e uso do ambiente construído, para que o futuro profissional possa tomar decisões que atendam as necessidades sociais em uma realidade complexa e contraditória. Deve outrossim incluir formação tecnológica, no sentido mais amplo, que permita ao aluno e ao profissional analisarem e aplicarem o conhecimento produzido, bem como desenvolver novos conhecimentos necessários à promoção de mudanças na realidade social.

<1> Para uma discussão em profundidade do conceito de politecnia ver Saviani (1987), Frigotto (1989), Machado (1989, 1991), Nosella (1991), Arroyo (1991) e Enguita (1989).

3. A PARTICIPAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO E USO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Seria socialmente útil e relevante que a maioria dos engenheiros civis que atuam no processo de produção e uso do ambiente construído deixassem de ser consumidores acríticos da ciência e da tecnologia, para se transformarem em cidadãos e profissionais capazes do exercício da reflexão sobre a sua prática social profissional. Mais desejável ainda seria, se essas práticas fossem articuladas com as relações sociais mais amplas, com vistas à intervenção na realidade, visando a superação das desigualdades sociais que marcam a nossa realidade.

E importante compreender o papel do engenheiro civil, enquanto uma categoria profissional que atua junto a diferentes agentes em conflito e que participa de diferentes níveis de decisão nas diversas etapas do processo de produção do ambiente construído: normalização, planejamento, projeto, execução, uso, operação, manutenção e patologia.

A opção por determinadas variáveis e não outras, leva por exemplo a certas soluções capazes de acarretar sérios prejuízos aos usuários finais da habitação. Assim, por exemplo, ao escolher um componente da habitação, considerando somente o menor preço do produto para atender aos interesses de maiores lucros da empresa, o profissional pode estar deixando de lado os aspectos segurança dos usuários e durabilidade do componente, causando por um lado risco maior de acidentes e por outro maiores custos de reposição e manutenção.

Os problemas que ocorrem na maioria dos canteiros de obras das construções, são outros indicadores que ilustram a pouca interferência ou, as vezes, a omissão dos engenheiros civis em relação a decisões que podem ser tomadas para a diminuição ou

eliminação dos problemas, como por exemplo: ocorrência de acidentes de trabalho e desperdício de materiais, devido à falta de atenção com o bem estar do trabalhador e à ausência de racionalização do processo de execução.

Kawamura (1979) examina as funções técnicas do engenheiro no processo de produção, discriminando: funções meramente operativas (cálculos, desenhos, detalhamento de projetos) sob a coordenação de outros técnicos; funções técnicas supervisoras do processo de execução das obras e funções de planejamento e coordenação, de caráter gerencial. Nessas funções, o exercício profissional do engenheiro estaria balizado em parte pela flexibilidade tecnológica, e em parte pelos interesses específicos do capital, conclui a autora.

Historicamente, a formação técnico-ideológica da categoria e a posição do engenheiro na estrutura social, em diferentes fases histórico-estruturais da formação capitalista brasileira são marcadas pela ambiguidade. Esta consiste na identidade do profissional com os ideais da classe dominante e, ao mesmo tempo com as necessidades das camadas social e economicamente desprivilegiadas (Kawamura, 1979 e 1986).

Gohn (1991) destaca o papel das assessorias técnicas (arquitetos, engenheiros civis, advogados, assistentes sociais, sociólogos, economistas e administradores de empresas) comprometidas e engajadas com os movimentos populares de luta pela moradia. Uma nova visão de valores profissionais inspirando estes verdadeiros animadores sociais a articularem o saber popular ao saber técnico-científico, abre novas e relevantes possibilidades de atuação para essas categorias.

Semelhante forma de compreender a inserção do engenheiro civil nas diferentes etapas do processo de produção e uso de moradias de interesse social exige a ampliação do âmbito da

análise das possibilidades do ensino de engenharia civil, para incluir um profissional que atue na perspectiva dos interesses da maioria da população.

4. POLITECNIA E ENSINO DE ELETRICIDADE EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL

Como atuar para que alunos de Engenharia Civil possam adquirir conhecimentos, habilidades e atitudes que lhes permita lidar com as múltiplas e complexas variáveis do processo de produção e uso do ambiente construído, ao tomarem decisões que levem em conta as necessidades e interesses da maioria da população?

A adequação de práticas pedagógicas necessárias a formação de um profissional com múltiplas habilidades enfrenta inúmeros desafios. Como integrar a relação trabalho-ambiente de viver-escola-desenvolvimento científico e tecnológico em um país subdesenvolvido e dependente? Quais as condições necessárias para permitir o desenvolvimento dos alunos e suas relações com a natureza, a produção e os outros indivíduos numa sociedade em que a maior parte da população vive em condições miseráveis? Como adequar a prática educativa, às realidades da instituição, do curso, dos programas e currículos pré-existentes? Como desenvolver e tornar o conhecimento acessível, em uma estrutura baseada na fragmentação e compartimentalização dos conteúdos? Como garantir a aquisição de aptidões para o trabalho, para formação de consciência social crítica e de preparação para a vida? Como articular as relações trabalho manual-trabalho intelectual, teoria-prática e concreto-abstrato na formação dos estudantes?

Apesar dos inúmeros obstáculos a serem superados, o desafio é grande, principalmente na maioria das universidades que não valorizam adequadamente o ensino de graduação. Devem existir espaços ao nosso alcance, que não estão sendo totalmente explorados e que poderiam ser melhor percebidos e alterados, na perspectiva da formação politécnica dos estudantes de graduação.

Uma outra pergunta que se coloca neste trabalho é: como na prática cotidiana, enquanto professor responsável por disciplinas específicas de um curso de graduação em Engenharia Civil, é possível propor e implementar novas concepções e novas práticas pedagógicas no horizonte da politecnicidade e na perspectiva de transformação da realidade? Obviamente, outras perguntas devem ser colocadas: Por que a politecnicidade somente para uma ou mais disciplinas e não no currículo como um todo? Por que a politecnicidade em um nível de ensino e não no sistema nacional de educação?

Para os propósitos deste trabalho, é necessário delimitar o problema mais geral para problemas mais específicos, em relação as seguintes perguntas:

1. Como garantir que disciplinas específicas, no caso "instalações elétricas", com múltiplas variáveis e conceitos específicos, possam levar o aluno a ter uma visão de todo o processo de produção das habitações e a priorizar determinadas variáveis geralmente não consideradas nas situações reais?

2. Qual(is) o(s) processo(s) de ensino-aprendizagem que permite(m) desenvolver nos alunos conhecimentos, habilidades e atitudes para a tomada de decisões?

3. Como propor, programar, instalar, manter e promover a generalização de comportamentos relevantes, quanto à tomada de decisões, levando-se em conta múltiplas variáveis, em determinadas disciplinas específicas de um curso?

Neste trabalho essas perguntas são balizadas por atitudes de valorização da politecnia, enquanto enfoque da tecnologia entendida como fenômeno de contornos teórico-práticos e sociais, e do ensino, enquanto tarefa científica.

Pretende-se que os alunos de graduação envolvam-se diretamente com atividades socialmente úteis, pertencentes a um campo de atuação profissional específico: as instalações elétricas para habitações de interesse social (objeto de estudo e de aprendizagem de duas disciplinas).

Descobrir, analisar, programar, instalar e manter comportamentos humanos complexos, é uma tarefa desafiadora, que necessita da contribuição de diversas áreas do conhecimento, para análise das relações inerentes à realidade social, da atuação de profissionais e do processo de ensino-aprendizagem.

A consideração do processo ensino-aprendizagem em termos de planejar, programar, realizar e avaliar faz parte das estratégias para responder aos problemas propostos para este trabalho.

O capítulo a seguir apresentado, tratará especificamente de questões de planejamento de objetivos de ensino de engenharia civil e de disciplinas de eletricidade, tendo como pano de fundo a concepção de politecnia aplicada à formação de engenheiros civis.

CAPITULO II

**O PLANEJAMENTO DE OBJETIVOS SOCIALMENTE RELEVANTES
PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE EM ENGENHARIA CIVIL,
NUMA PERSPECTIVA DE POLITECNIA**

O planejamento do ensino (curso, disciplina, unidade) constitui uma das mais relevantes atividades do professor universitário. Planejar e realizar o ensino, a partir da realidade social, exige uma série de mudanças nas concepções e posturas dos professores em relação a trabalho, ambiente construído, ciência, tecnologia, educação e uma série de condições de ensino, cada vez mais difíceis nas universidades públicas.

Luckesi (1984) considera o planejamento como ação política e não como ação neutra e ritualística. Entendido como ato político, o planejamento é dinâmico e constante, pois exige uma contínua tomada de decisão. Não necessariamente deve ser registrado em documento escrito. Pode ser assumido como uma decisão norteadora das ações cotidianas.

O planejamento de ensino deve levar em conta o contexto histórico, a realidade atual, as condições existentes, as limitações existentes, além de clareza ideológica, vontade política de elaborá-lo e seriedade para implementá-lo, visando a ação transformadora no cotidiano da sala de aula e nas revisões curriculares. O resultado do trabalho realizado a cada aula e a cada programa de ensino deve ser associado aos interesses concretos da maioria da população brasileira.

Outros fatores interferem nas decisões do professor ao planejar o ensino: os problemas enfrentados pela maioria da população, relacionados ao campo de atuação do profissional; as necessidades da população que o futuro profissional deverá atender; os objetos de trabalho do profissional; as situações com as quais o profissional deverá estar apto a lidar; as habilidades, os conhecimentos e as atitudes necessárias ao exercício profissional; a oferta de emprego e o potencial de trabalho; os princípios e diretrizes da instituição de ensino; a contribuição específica das disciplinas para a formação profissional, dentro da estrutura curricular; as posições do professor em relação a vários aspectos da educação; valores, repertórios, disponibilidade de tempo e expectativas dos alunos etc.

A ênfase na atualização e na produção de conhecimento na área em que o professor é um especialista, tem dificultado os debates sobre as concepções de educação, de homem, de mundo e a necessidade de aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes que permitam ao professor do ensino superior uma efetiva ação pedagógica na sala de aula frente a um contexto histórico, social, político, científico, tecnológico, educacional e cultural.

Abreu & Masetto (1987) apontam como lacuna no desempenho do docente do ensino superior, a relativa falta de domínio de conceitos e técnicas pedagógicas.

Por outro lado, uma abordagem integradora na formação de alunos críticos e ativos exige também um compromisso político e educacional permanente de todos os elementos envolvidos no planejamento, realização e avaliação do ensino, cada um contribuindo dentro de suas potencialidades e limitações, mas numa perspectiva global e integrativa (Lopes, in Veiga, 1990).

A literatura acessível para os professores não especialistas em ciências da educação, na maioria das vezes trata os diferentes problemas do planejamento e avaliação do ensino de maneira incompleta e fragmentada. Frequentemente, não se volta para aspectos relevantes da prática cotidiana de sala de aula. Em outras ocasiões, apresenta receituários para aplicação imediata, não fundamentados numa teoria sobre os objetivos do ensino, da escola e da educação. Não é intenção do presente trabalho discutir essas lacunas em profundidade, mas simplesmente insistir em que o planejamento de ensino deve permitir uma análise contínua e permanente das diferentes situações e enfrentamento mais seguro de circunstâncias não previstas.

O planejamento de ensino envolve as dimensões: filosófica, que explicita os objetivos da escola; social, que expressa as características do contexto sócio-político-econômico-cultural do aluno e psicológica, que indica a fase de desenvolvimento do aluno, suas possibilidades, vocações e interesses. (Turra, et al., 1975).

Pontecorvo (1986) considera que a realização do ensino é uma atividade prática que envolve análise atenta da validade operacional do modelo projetado, tendo em vista as variáveis que intervêm no processo.

Botomé (1987b) apresenta duas concepções de ensino na universidade: ensinar como apresentação de informações ou modelos e exigência de algum tipo de adesão e ensinar como capacitação metodológica e cultural para a transformação da realidade social existente. Segundo o autor, no primeiro caso, o ponto de partida para desenvolver o ensino é o conhecimento existente e acessível, enquanto que no segundo caso, são aspectos da realidade com os quais cada profissional deverá

estar apto a lidar que orientarão as decisões de ensino.

Para capacitar os profissionais a lidarem com a realidade, Botomé (1987a) apresenta uma sequência de etapas para planejar e realizar o ensino, a partir da descoberta de comportamentos humanos significativos para a vida humana e que devem se constituir em objetivos de ensino. O autor considera importante a descrição de cada um dos componentes do comportamento, de maneira a explicitar quais as ações (ou classes de respostas) que o aprendiz deverá realizar, levando em conta os aspectos da realidade (ou classes de estímulos antecedentes) e os resultados (ou classes de estímulos consequentes) significativos para a sua própria vida e para os demais. Ao descrever os três componentes do comportamento ao planejar o ensino, podemos considerar que estamos procurando explicitar objetivos comportamentais no ensino.

A proposta para planejar e realizar o ensino e o conceito de objetivo comportamental apresentados por Botomé (1987a), constituíram a base teórica-metodológica do presente trabalho, pois permitem identificar e analisar as múltiplas relações entre o que o organismo (estudante ou engenheiro civil) faz e o ambiente em que faz. Essas relações fazem parte de um complexo processo político, econômico, social, científico, tecnológico, educacional e cultural que incluem necessidades, interesses, contradições, conflitos, disponibilidades, conhecimento científico, técnico e cultural, aspectos ambientais etc.

1. COMPORTAMENTOS A ENSINAR A FUTUROS ENGENHEIROS CIVIS, CONSIDERANDO A REALIDADE SOCIAL E A PERSPECTIVA DA POLITECNIA

A atual e prolongada crise econômica brasileira tem agravado a chamada crise social, caracterizada por aumento do número de desempregados e subempregados, crescimento da pobreza, subnutrição, doenças, analfabetismo, condições subhumanas de trabalho e moradia, aumento do número de mortes de favelados provocados por deslizamento de terras, assassinato de menores etc. Se considerarmos as desigualdades sociais existentes, o aumento da população e a tendência do aumento da concentração urbana, nos próximos anos será necessário planejar e produzir uma quantidade maior de moradias e igualmente melhorar e universalizar as condições de saneamento básico, transporte coletivo, equipamentos de uso coletivo etc. Nesse quadro complexo, a questão que se coloca é: quais os objetivos comportamentais socialmente relevantes, na formação de engenheiros civis para que sejam capazes de tomar decisões, nas diversas etapas do processo de produção e uso do ambiente construído, na perspectiva de garantir qualidade de vida à maioria da população?

Para respondê-la, de acordo com a proposta de Botomé (1987a) é necessário analisar os aspectos da realidade com os quais o engenheiro civil deverá lidar, quais deverão ser os resultados de suas ações e de que habilidades necessitará para fazê-lo, tendo em vista as necessidades de qualidade de vida da população.

O Quadro 01 apresenta uma proposta de análise que leva em conta esses três pontos.

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES OU ASPECTOS DA REALIDADE COM OS QUAIS O ENGENHEIRO CIVIL LIDARA	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS OU HABILIDADES REQUERIDAS PARA ATENDER AS NECESSIDADES DE QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO	CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS CONSEQUENTES OU PRODUTOS DAS AÇÕES DO ENG. CIVIL QUANTO A QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO
<p>01.CARENCIAS E PROBLEMAS DOS AMBIENTES CONSTRUÍDOS</p> <p>02.NECESSIDADES COMUNITARIAS DOS CIDADÃOS EM SUA VIDA SOCIAL COTIDIANA</p> <p>03.TIPOS DE AMBIENTES CONSTRUÍDOS</p> <p>04.CONHECIMENTO EXISTENTE E DISPONÍVEL</p> <p>05.TIPOS DE AGENTES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E DE USO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO</p> <p>06.INTERESSES, CONTRADIÇÕES E CONFLITOS ENTRE OS DIFERENTES AGENTES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO</p> <p>07.CARACTERÍSTICAS E EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS</p> <p>08.CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS E INSTITUIÇÕES</p> <p>09.ASPETOS DO MEIO FÍSICO</p> <p>10.ASPETOS PAISAGÍSTICOS, URBANÍSTICOS E ARQUITETÔNICOS</p> <p>11.DISPONIBILIDADE DE REDES DE INFRA-ESTRUTURAS</p> <p>12.DISPONIBILIDADE DE AGENTES PROMOTORES E FINANCIEROS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS</p> <p>13.DISPONIBILIDADE DE RECURSOS NATURAIS, DE MATERIAIS, COMPONENTES E SERVIÇOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL</p> <p>14.ASPETOS POLÍTICOS</p> <p>15.ASPETOS MACRO-ECONÔMICOS</p> <p>16.ASPETOS TECNOLÓGICOS</p> <p>17.ASPETOS LEGAIS E NORMATIVOS</p> <p>18.ASPETOS EDUCACIONAIS E DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS</p> <p>19.ASPETOS CULTURAIS</p> <p>20.TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS TRABALHADORES E PROFISSIONAIS</p>	<p>1.Planejar programas para atender as necessidades básicas da maioria da população nos ambientes construídos, no âmbito da atuação do Engenheiro Civil</p> <p>2.Implementar projetos, programas e medidas para diminuir as carências e problemas do ambiente construído, nos diferentes locais de atuação profissional, sindical, político partidário e nos movimentos sociais, objetivando maximizar os resultados desejáveis, minimizando o tempo e compatíveis com os recursos, através de novas abordagens e práticas nas diversas etapas do processo de produção e de uso do ambiente construído</p> <p>3.Avaliar os projetos, programas e medidas, a partir da análise dos dados coletados</p>	<p>Necessidades básicas dos cidadãos nos ambientes construídos da vida social comunitária <u>atendidas</u>, através dos princípios da:</p> <ul style="list-style-type: none"> . justiça social . inversão de prioridades . qualidade na massividade . quantidade com qualidade ambiental e arquitetônica . participação organizada da população na criação, transformação e conservação de seus ambientes de vida e trabalho . diversidades de ações . preservação do meio ambiente <p>e que sejam:</p> <ul style="list-style-type: none"> - socialmente justas - economicamente viáveis - científica e tecnologicamente adequadas - ecologicamente equilibradas - culturalmente aceitas

Quadro 01. Descrição dos três componentes de comportamentos gerais, socialmente relevantes, a serem instalados nos futuros engenheiros civis, visando atender as necessidades de qualidade de vida da maioria da população nos ambientes construídos.

O Quadro 1 é uma tentativa de sistematização, para que se possa perceber a complexidade dos componentes dos comportamentos a serem instalados nos futuros engenheiros civis e as relações mais gerais a serem examinadas e descobertas. Pode-se observar, neste Quadro, que a coluna chamada de "classes de estímulos gerais antecedentes" mostra aquilo que o engenheiro civil deve levar em conta, para se atingir os objetivos mais amplos descritos na coluna "classes de respostas gerais" (ações do profissional) e para obter resultados desejáveis descritos na coluna "classes de estímulos gerais consequentes".

Os estímulos antecedentes foram agrupadas em diversas classes, de acordo com as propriedades que as caracterizam e para ampliar a visibilidade dos aspectos gerais da realidade em que o engenheiro civil deve considerar na sua atuação profissional.

Para cada classes de estímulos é necessário especificar propriedades mais específicas do ambiente e que podem estar relacionadas a uma resposta ou a classes de respostas de interesse. O detalhamento e a conceituação de cada classe de estímulos não serão objeto de análise neste trabalho.

Para o presente trabalho, os estímulos antecedentes foram categorizadas em dois níveis de complexidade para possibilitar a identificação de variáveis e as possíveis inter-relações entre elas e para facilitar a escolha das classes de estímulos, que deverão ser consideradas no planejamento e na programação das disciplinas de eletricidade do curso de Engenharia Civil.

Os Quadros 02 a 14 apresentam detalhes sobre estímulos antecedentes selecionados, visando-se à melhor compreensão de determinadas categorias de variáveis gerais listadas na coluna: "classes de estímulos gerais antecedentes" do Quadro 1.

- acidentes de trânsito
- acidentes de trabalho, nas moradias
- enchentes, desmoronamentos
- inadequação do uso e ocupação do solo urbano e rural
- desertificação
- ausência de água potável, de coleta e tratamento de esgotos
- poluição de rios, canais, lagos, manguezais, mares, etc
- poluição do ar, sonora, visual
- erros na escolha da localização de conjuntos habitacionais, indústrias
- presença de favelas e loteamentos irregulares
- vazios urbanos, glebas ociosas e terrenos subutilizados
- áreas degradadas
- conflitos de posse de terra

- desfrute da natureza, sol e sombra
- proteção contra a chuva e sol
- proteção contra descargas atmosféricas
- proteção contra acidentes nos locais de trabalho, no trânsito etc.
- orientar-se
- conhecer a história dos lugares significativos
- silêncio, tranquilidade, privacidade, conversação,
- recreação e esporte
- participar de espetáculos e festas populares
- uso específico da cidade pelas crianças, adolescentes, adultos e velhos e aos deficientes físicos e mentais
- serviços sanitários públicos
- transporte público seguro, econômico e eficiente
- utilização da iluminação artificial e de aparelhos elétricos e eletrônicos

- infra-estruturas urbanas e rurais
- abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem, limpeza pública, controle de poluição, pavimentação, distribuição de energia elétrica, sistemas de prevenção e combate a incêndio
- irrigação, comunicações
- habitação
- equipamentos urbanos e rurais de uso coletivo: creches, escolas, centros de saúde, hospitais, centros esportivos e de lazer, centros culturais, estações rodoviárias, de trem, de metrô, aeroportos, portos
- edificações industriais, comerciais
- centros agro-pecuários
- barragens, canais, usinas para geração de energia elétrica
- sistemas de transporte público: ônibus, trem, metrô, barcos
- sistemas viários: ruas, avenidas, rodovias, ferrovias, hidrovias, pontes e viadutos

Quadro 02. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às carências e problemas dos ambientes construídos com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.

Quadro 03. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às necessidades comunitárias dos cidadãos em sua vida social cotidiana com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.

Quadro 04. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos tipos de ambientes construídos com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.

- ausência de conhecimentos sistematizados e atualizados sobre diferentes dados da realidade local, regional e
- métodos de planejamento, de projeto de pesquisa, de gerenciamento, de fiscalização, de perícia, de treinamento
- dados do meio ambiente
- tecnologia construtiva: elementos, componentes e materiais para a construção civil
- indicadores de desempenho dos ambientes construídos
- fenômenos naturais, sociais, políticos econômicos, culturais, tecnológicos

- poder público (legislativo, executivo, judiciário) municipal, estadual e federal
- proprietários de terra
- agentes financeiros
- empresas de imobiliárias
- empresas de projeto e de construção
- indústrias de materiais e componentes, máquinas e equipamentos para a construção civil
- força de trabalho
- usuários dos ambientes construídos

- caracterização social, econômica cultural dos usuários
- expectativas e interesses dos usuários
- exigências dos usuários em relação :
 - .a uso e apropriação do espaço
 - .a habitabilidade: segurança conforto higiene
 - .a qualidade construtiva: durabilidade, ineficiência funcional, inalterabilidade
 - .a economia
 - .a facilidade de manutenção
 - .a flexibilidade de mudanças e de ampliação

Quadro 05. Classes de estímulos antecedentes relacionadas ao conhecimento existente e disponível com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.

Quadro 06. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos tipos de agentes do processo de produção e de uso do ambiente construído com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.

Quadro 07. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às as características e exigências dos usuários com as quais o engenheiro civil deve lidar.

- natureza do trabalho
- diretrizes gerais
- objetivos e metas a alcançar
- estrutura de poder
- estrutura organizacional
- quadro de trabalhadores e de profissionais
- condições de trabalho
- plano de cargos e salários

Quadro 08. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às características das empresas e instituições com os quais o engenheiro civil deve lidar.

- climáticas: temperatura, ventos, chuvas e umidade
- geomorfológicas (formas do relevo terrestre): encostas, presença de rochas
- impacto ambiental: contaminação hídrico-atmosférica, assoreamento, erosão pela água
- recursos do solo e do subsolo
- geopolíticas

Quadro 09. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos do meio físico com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.

- valores paisagísticos
- cobertura vegetal natural
- áreas verdes
- circulação viária
- densidade de ocupação do solo
- presença de infra-estruturas urbanas
- presença de equipamentos coletivos
- visuais, estéticos
- morfologia da massa edificada

Quadro 10. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos paisagísticos e urbanísticos com os quais o engenheiro civil deve lidar.

- políticas públicas
- estruturas de poder local, regional,
- prioridades sociais
- organização partidária, sindical
- movimentos sociais urbanos e rurais
- concentração de renda
- inflação
- taxa de juros
- oferta de emprego
- política salarial
- oferta de produtos e serviços

Quadro 11. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos políticos e econômicos com os quais o Engenheiro Civil deve estar apto a lidar.

- atualização e inovação tecnológica
- racionalização do processo de produção dos elementos, componentes e materiais da const.civil: adaptação, precisão dimensional, manipulação e montagem, transporte, etc
- grau de industrialização
- grau de automatização
- métodos de planejamento, gerenciamento e de pesquisa

Quadro 12. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos tecnológicos com os quais o Engenheiro Civil deve estar apto a lidar.

- Constituição Federal, Est. e Munic.
- Código Civil e Penal
- Código de Uso e Ocupação do Solo
- Lei Orgânica dos Municípios
- Código de Edificações do Município
- Código de Defesa do Consumidor
- Legislação sobre Licitação Pública
- Normas da Ass.Bras.Normas Técnicas
- Regulamentação Profissional
- Legislação sobre Segurança e Medicina do Trabalho
- CLT-Consolidação Leis do Trabalho
- Normas de concessionárias de energia de água, do Corpo de Bombeiros
- Normas e procedimentos da empresa

Quadro 13. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos legais e normativos com os quais o Engenheiro Civil deve estar apto a lidar.

- tipos de profissionais: arquitetos, paisagistas, geógrafos, topógrafos, sociólogos, biólogos, economistas, analistas de sistemas, projetistas, desenhistas, mestre de obras, armadores, pedreiros, encanadores, eletricitas, vendedores, etc.
- características dos profissionais; posições político-ideológicas, conhecimentos e habilidades gerais e específicas, conflitos intra e interpessoal, etc.

Quadro 14. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos tipos e características dos trabalhadores e profissionais com os quais o Eng.Civil deve estar apto a lidar.

Os conceitos e as múltiplas relações envolvidas entre as diferentes classes de estímulos antecedentes, anteriormente listadas, não serão examinadas neste trabalho, por comporem um conjunto relativamente extenso e complexo de temas de várias áreas do conhecimento.

Deve se levar em conta que, além da diversidade e complexidade dos aspectos a serem considerados pelos profissionais, são vários os métodos para as diversas etapas do processo de produção e uso do ambiente construído, no sentido de melhor apreender a dinâmica que resulta da totalidade das interações entre o processo político, o processo econômico, o processo social, o processo cultural, o processo científico, o processo tecnológico, o processo histórico e o processo educacional.

Na coluna: "classes de estímulos gerais consequentes" do Quadro 01, foram listados os princípios mais relevantes a serem considerados para a obtenção dos produtos (necessidades básicas dos cidadãos nos ambientes construídos) a serem obtidos a médio e longo prazo, em função da complexidade do atual contexto social, político e econômico do país. A compreensão e a utilização na prática de cada princípio listado ampliam as possibilidades de superação das enormes desigualdades sociais. Bonsiepe (1983), Salinas (1987), Garcia (1987), Daniel (1990) apresentam considerações sobre os princípios listados. Não é objetivo deste trabalho a explicitação do significado de cada princípio.

As classes gerais de respostas "planejar", "implementar" e "avaliar" projetos, programas e medidas para atender as necessidades básicas da maioria da população nos ambientes construídos, descritas no Quadro 01, apontam em uma direção a uma proposta que envolve, simultaneamente, uma sequência

metodológica para o desenvolvimento da pesquisa e para a proposição de uma sequência de ações, visando a novas formas de produção e uso do ambiente construído.

Estas duas metodologias, esquematicamente, podem ser desenvolvidas da seguinte maneira: inicia-se com a compreensão crítica do processo de produção tradicional e dominante, em uma determinada cidade ou região. Uma equipe multidisciplinar coleta, sistematiza e analisa dados, através de observações de campo que incluam a observação direta, entrevistas com os diferentes agentes envolvidos no processo de produção e uso do ambiente construído. A partir da discussão conjunta com os usuários, podem ser definidos os problemas, as alternativas e as limitações. Escolhida a alternativa, a partir do exame das variáveis ambientais, sócio-econômicas, culturais, implementam-se as medidas previamente programadas, com um acompanhamento e avaliação sistemática e contínua do programa; modificando-se a partir da identificação de novos problemas não previstos. O relato da pesquisa pode ser um produto acessível a todos os agentes do processo de produção e uso do ambiente construído, comprometidos com a transformação da realidade.

Como se pode notar no Quadro 01, as classes de respostas gerais são muito abrangentes e necessitam de derivações mais detalhadas para se chegar a classes de respostas (ações do profissional) de maior especificidade. Cada um desses níveis de especificidade pode ser descrito sob a "forma comportamental". Não é objeto deste trabalho, propor e analisar estas derivações, mas já é possível perceber uma direção do que deve ser aprendido pelos estudantes de Engenharia Civil.

A descrição dos três componentes dos comportamentos gerais, socialmente relevantes, a serem instalados nos futuros engenheiros civis foi necessária para a compreensão dos

múltiplos aspectos da realidade, das ações necessárias e dos produtos a serem obtidos no âmbito mais geral possível. A partir disto, foram feitas várias delimitações para a definição dos objetivos comportamentais para o ensino de eletricidade, que permitam ao engenheiro civil atuar na realidade numa perspectiva politécnica e que deverão ser enfatizadas nas disciplinas: Eletricidade para Engenharia Civil e Instalações Prediais 1 (parte elétrica) do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de S.Carlos.

2. SITUAÇÕES GERAIS COM AS QUAIS O ENGENHEIRO CIVIL DEVE ESTAR APTO A LIDAR, EM RELAÇÃO AS DIVERSAS ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E USO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Planejar, implementar e avaliar planos, programas, projetos e medidas para atender às necessidades básicas da maioria da população nos ambientes construídos, exige a compreensão das diferentes etapas de produção e uso do ambiente construído, levando-se em conta as múltiplas e complexas variáveis que interferem em cada etapa e no processo como um todo.

O Quadro 15 apresenta as situações gerais com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar, relativas às etapas e atividades envolvidas no processo de produção e uso do ambiente construído.

Como se pode observar nesse Quadro, o engenheiro civil elabora normas, leis e códigos relativos ao ambiente construído em conjunto com outros profissionais (ver Quadro 13); desenvolve projetos para a construção de edificações e infra-estruturas urbanas e rurais (ver Quadro 04); desenha plantas, cortes e perspectivas; lista tipos, qualidades e quantidades de materiais, componentes, equipamentos e mão de obra necessários e

estima os custos da produção, para submetê-los à aprovação do cliente.

- LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO
- CONCEPÇÃO OU VIABILIDADE DO EMPREENDIMENTO
- PLANEJAMENTO PRELIMINAR
- PROJETO PRELIMINAR
- ORÇAMENTO E PROGRAMAÇÃO PRELIMINAR
- CAPTAÇÃO DE RECURSOS
- FINANCIAMENTO
- LICITAÇÃO
- PROJETOS PARA EXECUÇÃO
- ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS, COMPONENTES E EQUIPAMENTOS
- ORÇAMENTO
- APROVAÇÃO DE PROJETOS E DOCUMENTOS
- PLANEJAMENTO DETALHADO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO
- CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS E DE PESSOAL
- CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO
- ALOCAÇÃO DE RECURSOS
- CONTRATOS
- REGULAMENTOS
- CONTROLE DE CUSTOS
- FABRICAÇÃO DE COMPONENTES
- IMPLANTAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS
- SUPRIMENTO DE MATERIAIS
- ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO
- SUPERVISÃO DE PESSOAL
- CONTROLE DE QUALIDADE E QUANTIDADE
- ENSAIOS
- FISCALIZAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES
- COMERCIALIZAÇÃO
- OPERAÇÃO E USO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
- CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO
- AVALIAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
- RECUPERAÇÃO
- RESTAURAÇÃO
- VISTORIA
- PERÍCIA E PARECER
- PESQUISA
- ENSINO E TREINAMENTO

Quadro 15. Situações gerais com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar, relacionadas as diferentes etapas ou atividades envolvidas nos processos de produção e uso do ambiente construído

O engenheiro civil, ainda, planeja sequências de trabalho, elabora cronogramas e dispõe condições para a implementação do projeto; gerencia e coordena a execução da obra; acompanha e orienta as operações à medida que avançam as obras; assegura o cumprimento dos prazos e dos padrões de qualidade e garante

medidas de prevenção à saúde e segurança dos trabalhadores da construção civil. No canteiro de obras, o engenheiro civil pode treinar os diferentes tipos de trabalhadores em relação às técnicas construtivas e ao processo de produção como um todo; acompanhar e realizar testes e ensaios para as diversas etapas da construção.

A manutenção dos edifícios e infra-estruturas urbanas e rurais, apesar de se notar pouca participação do engenheiro civil, é um campo potencial de atuação do profissional, na perspectiva de manter em bom estado e conservação o ambiente construído como um todo. Algumas prefeituras municipais do Estado de S.Paulo, visando garantir medidas para a prevenção de acidentes e preocupadas com a manutenção periódica da qualidade das edificações de uso coletivo, estão discutindo a necessidade de vistorias periódicas com a elaboração de laudos técnicos de responsabilidade de engenheiros, em algumas situações de responsabilidade de engenheiros civis.

Em relação ao ensino, os engenheiros civis podem lecionar disciplinas da área de engenharia civil e arquitetura, podendo ser responsáveis por disciplinas dos cursos de engenharia civil, arquitetura, tecnologia das edificações etc. e por cursos de formação para os trabalhadores da construção civil.

Para o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica, os engenheiros civis podem atuar nos institutos de pesquisa, centro de tecnologias, universidades etc, elaborando projetos de pesquisas, coletando, sistematizando e analisando dados, elaborando e divulgando relatos de pesquisas.

Cada atividade ou etapa desenvolvida pelo engenheiro civil está relacionada com a função exercida, enquanto: direção, gerência, coordenação, supervisão, execução, revisão, assessoria e consultoria e as características da empresas, instituições ou

movimentos sociais.

Nas situações reais, alguns engenheiros civis desenvolvem uma ou mais atividades, enquanto que outros são especialistas em uma determinada etapa ou atividade. Na perspectiva da politecnicidade no ensino de Engenharia Civil seria desejável que os alunos pudessem adquirir conhecimentos e habilidades para um maior número de etapas ou atividades.

Em função da diversidade e complexidade das etapas, atividades ou funções que podem ser assumidas pelo engenheiro civil para atender a crescente demanda das necessidades básicas dos cidadãos nos ambientes construídos, foi necessário responder a seguinte questão para a definição dos objetivos de ensino das disciplinas de eletricidade: quais os critérios para escolher o objeto de trabalho e a etapa ou atividade do profissional a serem desenvolvidas no curso e nas disciplinas, em particular para as disciplinas de eletricidade?

3. MORADIAS DE INTERESSE SOCIAL COMO OBJETO A SER PRIORIZADO NAS DISCIPLINAS DE ELETRICIDADE

Tendo-se em vista a diversidade e complexidade das funções, exercidas pelo engenheiro civil, para atender a crescente demanda das necessidades básicas da maioria da população nos ambientes construídos, assim como a impossibilidade do atual currículo de graduação em Engenharia Civil oferecer disciplinas que permitam ao aluno lidar melhor com a produção e o uso do ambiente construído, foram selecionados alguns aspectos e princípios norteadores para escolha do conteúdo das disciplinas de eletricidade. São eles:

- As diretrizes gerais contidas nos documentos da Coordenação do Curso de Engenharia Civil da UFSCar.

- A estrutura curricular global do curso de Engenharia Civil da UFSCar em 1990.

- O período para a oferta das disciplinas de eletricidade (5º e 6º períodos).

- A carga horária total das disciplinas de eletricidade (90 horas-aula).

- Os repertórios e interesses dos alunos (considerou-se que a maioria dos alunos não possui conhecimentos sobre eletricidade, sobre sua importância na formação de engenheiros civis e que a maioria dos alunos não consideram vários aspectos da realidade nas suas decisões).

- A escassez, notada na maioria dos cursos, quanto à oportunidades para aprendizagem em situação real, principalmente de canteiros de obras. É fundamental que os alunos possam compreender os conflitos e contradições do processo, possam lidar com as diferentes técnicas de execução e com os diferentes tipos de problemas.

- A importância da compreensão crítica da realidade: o profissional deve saber explicar os fenômenos da realidade e relacioná-los com fenômenos específicos da eletricidade.

- A necessidade de desenvolver nos alunos a capacidade de análise da alternativa mais adequada, levando em conta os vários aspectos da realidade.

- A importância de priorizar as necessidades dos usuários do ambiente construído;

- A necessidade de ampliar o potencial de atuação do engenheiro civil nas atividades não enfatizadas e não valorizadas pela maioria dos agentes dos processos de produção e uso do ambiente construído.

- A necessidade de ampliar o potencial de atuação do aluno na realidade concreta, logo após o término das disciplinas de eletricidade.

Escolheu-se o *projeto* como a etapa do processo de produção e uso do ambiente construído a ser enfatizada nas disciplinas de eletricidade. Os pressupostos considerados para o *ensino de projeto* foram:

- O projeto, em particular o das moradias, deve ser um produto acessível a maioria da população, para permitir que todos os usuários participem da escolha da alternativa mais adequada e das implicações quanto ao uso do ambiente construído.

- O ensino de projeto deve permitir ao aluno compreender a complexidade dos problemas, contradições e conflitos da realidade, elaborar propostas e tomar decisões.

- O ensino de projeto deve permitir o acesso a normas para a elaboração de projetos que previnam a ocorrência de problemas,

ocasionem diminuição de erros de execução e minimizem perdas e danos materiais e pessoais aos usuários.

- O ensino de projeto permite a análise da maioria dos aspectos da realidade listados nos Quadros 02 a 14.

- O desenvolvimento do projeto no ensino é um meio para auxiliar o aluno na conquista da sua gradativa autonomia intelectual, por permitir-lhe refletir sobre as múltiplas possibilidades para a escolha de uma alternativa.

- O ensino de projeto permite aos alunos perceberem a importância do pleno domínio das técnicas de construções e realça a necessidade da aprendizagem de múltiplas estratégias para as construções civis.

- O ensino de projeto permite múltiplas maneiras de verificar a aprendizagem dos alunos em relação a diversos conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias ao profissional, principalmente no horizonte da politecnicidade

- Ao término das disciplinas de projeto, os alunos podem imediatamente verificar a sua aprendizagem nas situações reais da profissão.

As atividades de projeto relacionadas com os processos de produção e uso do ambiente construído podem ser referenciadas a macro e a microdimensões, dependendo da abrangência da intervenção. Assim temos, por exemplo: projetos regionais, urbanos, de infra-estruturas, de edificações, de componentes e de interiores de edifícios.

O curso de Engenharia Civil da UFSCar oferece duas linhas de aprofundamento: em Engenharia Urbana (incluindo desenvolvimento regional e urbano, transportes e sistema viário, saneamento e controle ambiental) e em Sistemas Construtivos (incluindo processos de produção de edificações). Definiu-se o *projeto de edificações residenciais de interesse social*, como a situação a ser priorizada nas disciplinas de eletricidade. As razões para tal escolha foram as seguintes:

- Os problemas das habitações atingem uma grande parcela da população brasileira, que sofre com as consequências da ausência de projetos bem elaborados e que consideram os vários aspectos do ambiente.

- O projeto de instalações elétricas para determinadas edificações residenciais é um dos objetos de trabalho do engenheiro civil, enquanto que para outros tipos de edificações é de responsabilidade e competência do engenheiro eletricitista,

de acordo com a regulamentação profissional, das companhias concessionárias de energia elétrica e de algumas prefeituras.

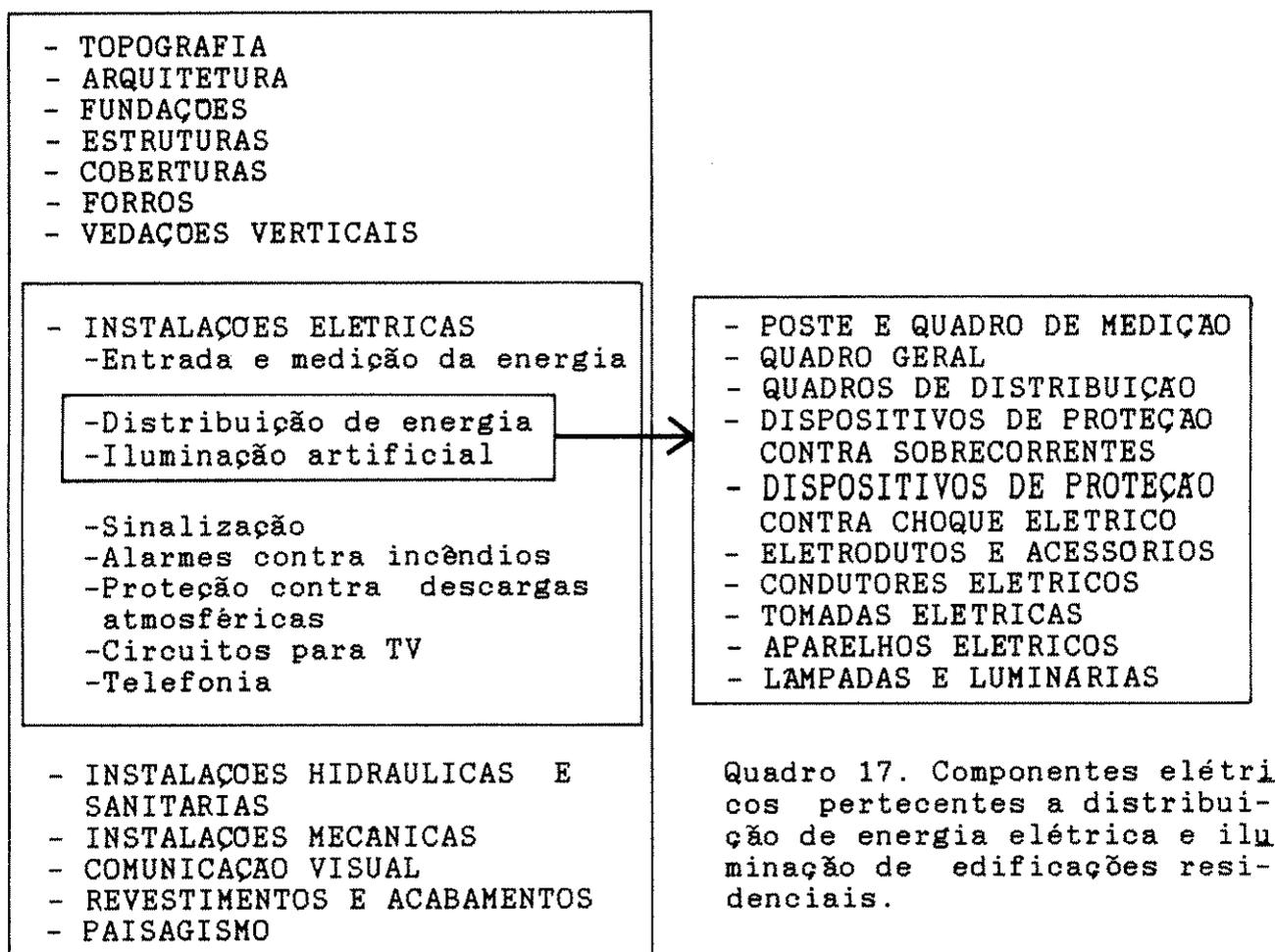
- O projeto de instalações elétricas residenciais não é valorizado na maioria das construções, apesar de os problemas de origem elétrica serem uma das causas da ocorrência de vários incêndios.

- Grande parte das disciplinas terminais do curso de Engenharia Civil da UFSCar com ênfase em sistemas construtivos, realça aspectos relacionados com o processo de produção de moradias.

4. SITUAÇÕES GERAIS COM AS QUAIS O ENGENHEIRO CIVIL DEVE ESTAR APTO A LIDAR AO PROJETAR INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Para ampliar a compreensão sobre a interação entre o projeto de instalações elétricas e a totalidade dos projetos de uma edificação, foram listados projetos específicos para cada elemento das edificações residenciais (ver Quadro 16). Como se pode notar no Quadro 16, alguns subsistemas das instalações elétricas são típicos de determinados edifícios residenciais. Neste quadro as instalações elétricas foram descritas em situações mais específicas, para definir os subsistemas que deverão ser enfatizados no ensino do projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social: *projeto de distribuição de energia elétrica e iluminação*.

Para a construção do Quadro 17 foram selecionados os componentes pertencentes a distribuição de energia elétrica e iluminação artificial, que seriam focos do plano de ensino.



Quadro 16. Relação dos projetos específicos que devem compor o projeto completo de edificações residenciais.

Quadro 17. Componentes elétricos pertencentes a distribuição de energia elétrica e iluminação de edificações residenciais.

As situações que deverão ser enfatizadas nas disciplinas: Eletricidade para Engenharia Civil e Instalações Prediais 1 (parte elétrica) estão relacionadas ao projeto das instalações elétricas para habitações de interesse social, contemplando a escolha, a localização, o dimensionamento, a quantificação, a especificação e a descrição das técnicas de execução dos seguintes componentes: lâmpadas e luminárias; aparelhos elétricos e eletrônicos; dispositivos de comando e de controle

da iluminação; tomadas elétricas; quadros de distribuição; eletrodutos e acessórios; condutores e acessórios; dispositivos de proteção contra sobrecorrente; dispositivos de proteção contra choque elétrico.

Definidas as situações que deverão ser enfatizadas nas disciplinas de eletricidade, passou-se à descrição dos comportamentos envolvidos no projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do profissional.

5. COMPORTAMENTOS A SEREM INSTALADOS EM FUTUROS ENGENHEIROS CIVIS REFERENTES AO PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Segundo Bonsiepe (1983), projetar é a ação de intervir ordenadamente no meio ambiente, mediante atos antecipatórios. A ação pode manifestar-se em edifícios, elementos e componentes do edifício, sinais, sistemas, organizações, tanto de estruturas físicas como não físicas.

Projetar instalações elétricas envolve: (1) a escolha preliminar do tipo e da localização dos componentes e aparelhos elétricos; (2) o detalhamento do método de construção (desenhos e memoriais descritivos) e (3) a especificação dos componentes (quantidade e qualidade).

Nos projetos de instalações elétricas são incluídos: diagramas unifilares (que permitem o exame da instalação elétrica como um todo, do ponto de vista da segurança dos usuários e das edificações) e diagramas de ligações (para facilitar a compreensão do funcionamento e a ligação dos componentes e aparelhos elétricos).

A finalidade dos produtos do projeto (desenhos, especificações e memoriais) é mostrar clara e concisamente as informações que a construtora ou instaladora necessita para apresentar a proposta de orçamento, adquirir os componentes e executar as instalações de acordo com o projeto

Para a descrição dos componentes de comportamentos envolvidos com o projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do profissional, definiu-se em primeiro lugar, a classe de respostas mais geral: projetar as instalações elétricas para habitações de interesse social. A seguir foram identificadas as classes de estímulos gerais antecedentes e finalmente as classes de estímulos gerais consequentes relacionadas à classe de respostas, sempre de acordo com os princípios constantes do Quadro 1. O Quadro 18 apresenta o resultado desse trabalho.

Na coluna chamada "classes de estímulos antecedentes" do Quadro 18, observa-se os aspectos que o profissional que vai "projetar as instalações elétricas" deve "levar em conta" ao apresentar a resposta descrita na coluna "classes de respostas". Para cada classe de estímulos antecedentes (acidentes e problemas nas instalações elétricas, necessidades dos usuário em relação a eletricidade, tipos de habitações, tipos de agentes do processo de produção das instalações elétricas etc.) listada, é necessário uma melhor compreensão das características específicas de cada classe de estímulos. Para fins de ensino, é fundamental uma maior especificação de cada categoria de variáveis; mas, para o presente trabalho, não serão apresentadas a análise de cada categoria de variáveis e as relações envolvidas.

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSE DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<p>01.acidentes de origem elétrica: choque elétrico, sobrecarga, curto-circuito, sobretensão</p> <p>02.necessidades dos usuários em relação à utilização da eletricidade</p> <p>03.tipos de habitações: unifamiliares, conjuntos habitacionais, prédios de apartamentos etc.</p> <p>04.tipos de sistemas construtivos para estruturas e vedações</p> <p>05.catálogos de fabricantes, livros e artigos de construções de habitações e instalações elétricas</p> <p>06.características dos agentes do processo de produção das moradias e das instalações elétricas</p> <p>07.características dos usuários</p> <p>08.disponibilidade de componentes e aparelhos para as instalações elétricas residenciais</p> <p>09.disponibilidade de ferramentas e equipamentos para o canteiro de obras</p> <p>10.características da mão de obra para a execução das instalações elétricas</p> <p>11.tipos do processo de execução: autoconstrução, mutirão, construtoras, profissionais autônomos</p> <p>12.características dos projetistas de arquitetura, de estruturas, de vedações e de instalações</p> <p>13.projetos de arquitetura, estruturas, vedações e instalações hidráulico-sanitárias</p> <p>14.normas da ABNT e das concessionárias de energia elétrica</p>	<p>projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, levando em conta os diferentes aspectos da realidade, para garantir produtos seguros, acessíveis, duráveis, econômicos, confiáveis etc.</p>	<p>projeto completo (plantas, cortes, perspectivas, diagramas, memoriais de cálculo, lista de materiais, memoriais descritivos do processo de execução e manual de orientação aos usuários) das instalações elétricas das habitações de interesse social <u>elaborado</u> que atenda as exigências de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -segurança contra choque elétrico -segurança contra sobrecorrente -segurança contra sobretensões -segurança contra incêndios -estanqueidade a vapores, pós, líquidos -conforto visual, tátil e acústico -durabilidade -confiabilidade <p>e que atenda a variedade de modelos e possibilidades para permitir a adaptação a todo tipo de recursos</p>

Quadro 18. Descrição dos três componentes do comportamento: "projetar instalações elétricas para habitações de interesse social", levando em conta diferentes aspectos da realidade, para garantir produtos seguros, acessíveis, duráveis, econômicos, confiáveis e confortáveis", nas situações reais do engenheiro civil

Na coluna "classes de estímulos consequentes" do Quadro 18 observam-se os aspectos do produto "projeto completo das

instalações elétricas" que são importantes para caracterizar o objetivo comportamental. Algumas características gerais dos produtos (desenhos, memoriais de cálculo, lista e especificação de materiais etc.) que compõem o projeto elétrico, referem-se a efeitos a observar após a utilização das moradias, enquanto que outras características devem ser observadas, obrigatoriamente, após o término dos projetos, principalmente aquelas que referem-se à segurança dos usuários.

Para a atuação do profissional e para fins de ensino, a classe de resposta geral "projetar instalações elétricas" deve ser decomposta em classes de respostas intermediárias.

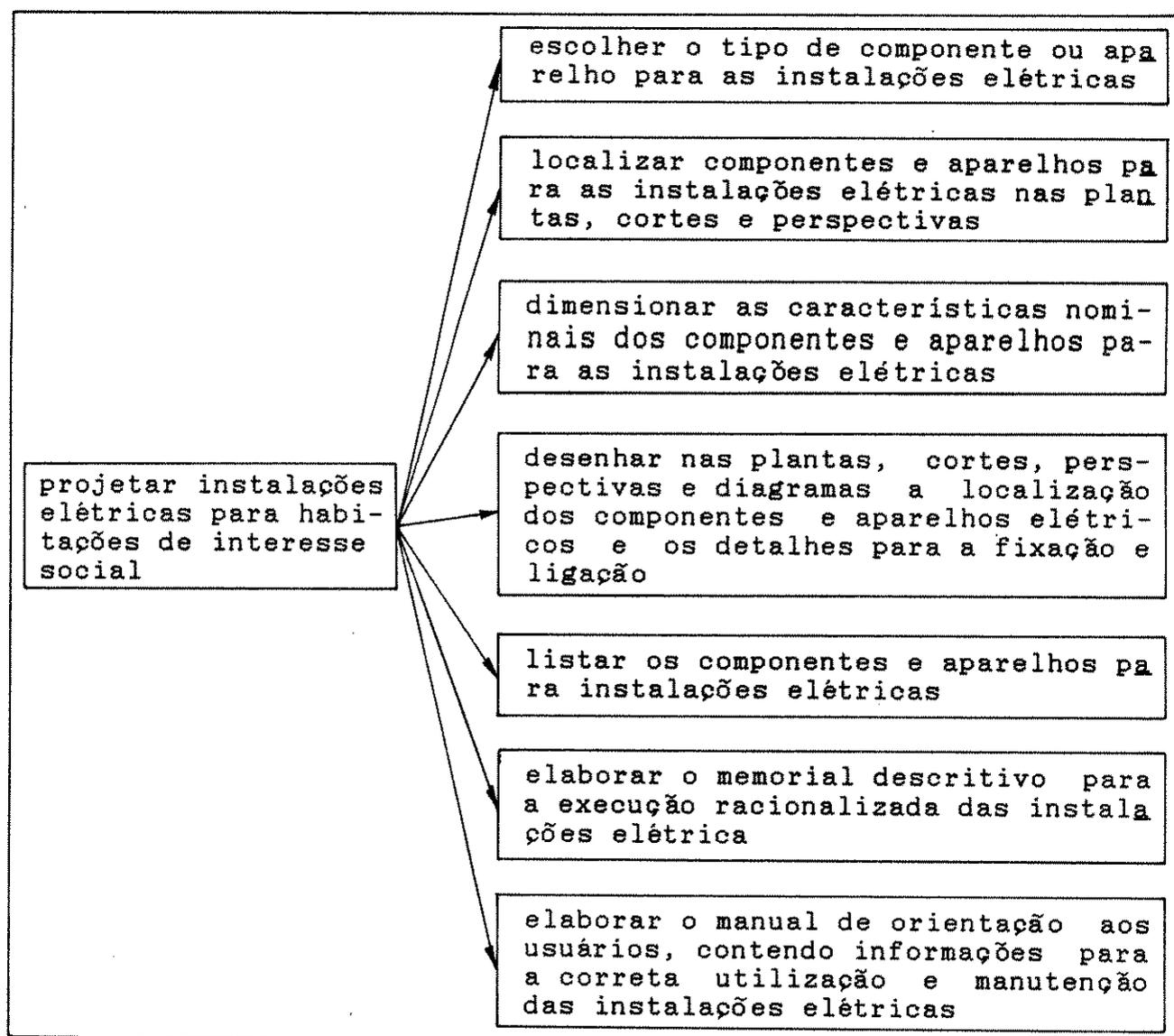
6. CLASSES DE RESPOSTAS INTERMEDIARIAS ENVOLVIDAS NA CLASSE GERAL DE RESPOSTAS "PROJETAR INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL"

Uma classe de resposta geral contém classes de respostas em diferentes níveis de complexidade e especificidade. Cada um desses níveis pode ser descrito sob a forma comportamental.

A classe de resposta geral "projetar as instalações elétricas de habitações de interesse social", pode ser decomposta em diferentes níveis intermediários, de acordo com as classes de respostas necessárias para a obtenção dos diferentes produtos que devem compor um projeto completo para a execução das instalações elétricas (plantas, diagramas, memoriais, lista de materiais).

O Quadro 19 apresenta uma relação de classes de respostas genéricas, a serem ainda melhor especificadas, visando a obtenção de produtos relacionados à classe de resposta geral "projetar as instalações elétricas para habitações de interesse social". No presente trabalho não será apresentada a

decomposição da classe de resposta mais geral em classes de respostas intermediárias.



Quadro 19. Classes gerais de respostas envolvidas em projetar instalações elétricas para habitações de interesse social, em situações reais do engenheiro civil.

Cada classe de respostas, listada no Quadro 19, está relacionada à obtenção de um ou mais tipo de produtos, que devem fazer parte do projeto completo das instalações elétricas. Por exemplo "escolher o tipo de componente ou aparelho" está relacionada à obtenção de todos os produtos (plantas, cortes, perspectivas, diagramas, memoriais de cálculo, lista de materiais, memoriais descritivos das técnicas de execução, manuais de orientação aos usuários) e "localizar componentes e aparelhos" está relacionada à obtenção de plantas, cortes e perspectivas.

7. COMPONENTES DO COMPORTAMENTO DAS CLASSES DE RESPOSTAS INTERMEDIARIAS ENVOLVIDAS COM A CLASSE GERAL E TERMINAL "PROJETAR AS INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL"

Os Quadros 20 a 25 apresentam a descrição dos três componentes do comportamento das classes de respostas intermediárias envolvidas com a classe geral de resposta "projetar as instalações elétricas..." mostradas no Quadro 19.

O Quadro 20 apresenta a descrição referente a "escolher o tipo de componente, e aparelho", ainda num primeiro patamar de detalhamento (como se poderá perceber nesse e nos próximos quadros).

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -acidentes de origem elétrica -catálogos de componentes e aparelhos elétricos -disponibilidade de componentes e aparelhos elétricos -disponibilidade de recursos dos usuários -exigências dos usuários em relação a segurança -presença de umidade, vapor, água e pó no ambiente -exigências legais e normativas -custo da instalação (componentes e mão de obra) -custo do consumo de energia elétrica -custo da manutenção -resultados de ensaios sobre desempenhos 	<p>escolher o tipo de componente ou aparelho para as instalações elétricas para habitações de interesse social</p>	<p>componente ou aparelho escolhido seguro contra choques elétrico e incêndios, a prova de vapor, água e pó, duráveis, confiáveis e que sejam de fácil aquisição, substituição e reparo</p>

Quadro 20. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "**escolher o tipo de componente e aparelho**" relacionada à classe geral de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, **nas situações reais do engenheiro civil**

O Quadro 21 apresenta a descrição referente a "localizar componentes e aparelhos nas plantas, perspectivas, cortes e diagramas".

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -desenhos de arquitetura, estruturas, vedações, instalações hidráulicas -tipos de sistemas construídos para estruturas e vedações -necessidades dos usuários em relação a utilização da eletricidade -exigências dos usuários em relação a segurança -técnicas de execução -exigências das normas da ABNT e das concessionárias de energia elétrica -projetista de arquitetura, estruturas 	<p>localizar componentes e aparelhos elétricos nas plantas, cortes, perspectivas, diagramas das instalações elétricas, de acordo com a simbologia normalizada</p>	<p>componentes e aparelhos elétricos localizados nas plantas, cortes, perspectivas, diagramas, que atendam as exigências de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -segurança contra choque elétrico -segurança contra fogo -facilidade de instalação -facilidade de substituição

Quadro 21. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "**localizar componentes e aparelhos elétricos nas plantas, perspectivas, cortes e diagramas**" relacionada à classe geral de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, **nas situações reais do engenheiro civil**

O Quadro 22 apresenta a descrição referente a "dimensionar as características nominais e dimensões físicas dos componentes e aparelhos" e o Quadro 23 mostra a descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta "desenhar detalhes para a execução das instalações elétricas".

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -plantas e perspectivas com a localização de componentes e aparelhos elétricos -exigências dos usuários em relação à segurança -métodos de dimensionamento -catálogos de fabricantes -dos componentes elétricos previamente escolhidos e localizados -exigências das normas da ABNT e das concessionárias de energia elétrica 	<p>dimensionar as características nominais dos componentes e aparelhos para as instalações elétricas das habitações de interesse social</p>	<p>componentes e aparelhos elétricos dimensionados, de acordo com as exigências das normas, as características dos componentes</p>

Quadro 22. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "**dimensionar as características nominais dos componentes e aparelhos elétricos**" relacionada à classe geral de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, **nas situações reais do engenheiro civil**

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -plantas e perspectivas de arquitetura, estruturas e vedações -tipos de sistemas construídos para estruturas e vedações -técnicas de execução -catálogos dos fabricantes -características da mão de obra para a execução -características dos projetistas de arquitetura e de instalações 	<p>desenhar nas plantas, perspectivas, cortes e diagramas para a execução das instalações elétricas</p>	<p>plantas, perspectivas, cortes e diagramas para a execução das instalações elétricas elaboradas, contendo as informações necessárias e suficientes para a interpretação, quantificação dos componentes e para facilitar a execução</p>

Quadro 23. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "**desenhar plantas, perspectivas, cortes e diagramas**" relacionada à classe geral de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, **nas situações reais do engenheiro civil**

O Quadro 24 apresenta a descrição dos três componentes do comportamento para a classe de resposta "listar componentes e aparelhos das instalações elétricas, visando a orçamentação, aquisição e controle de materiais no canteiro de obras".

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -plantas, perspectivas, cortes e diagramas completos para a execução das instalações elétricas -componentes e aparelhos dimensionados -catálogos de fabricantes -relação de fabricantes e fornecedores -método para a quantificação e especificação dos componentes 	<p>listar os componentes e aparelhos para a execução das instalações elétricas das habitações de interesse social</p>	<p>lista de componentes e aparelhos para a execução das instalações elétricas <u>elaborada</u>, contendo: quantidade, unidade, especificação e indicação de fabricantes</p>

Quadro 24. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "listar os componentes e aparelhos" relacionada à classe de resposta geral: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil

O Quadro 25 apresenta a descrição referente a "descrever as etapas e procedimentos para a execução das instalações elétricas, visando a produção racionalizada e seriada".

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -tipos de habitações: unifamiliares, conjuntos habitacionais e prédios de apartamentos -tipos de sistemas construtivos para estruturas e vedações -plantas, perspectivas, cortes e diagramas completos das instalações elétricas -manuais e instruções dos fabricantes -exigências das normas da ABNT e das concessionárias de energia elétrica -exigências da legislação sobre saúde e segurança dos trabalhadores -características das etapas e procedimentos para execução das instalações elétricas -disponibilidade de ferramentas e equipamentos para a execução -características da mão de obra para a execução -características do processo de execução das moradias (autoconstrução, mutirão, construtoras, profissionais autônomos) 	<p>elaborar o memorial descritivo do processo de execução das instalações elétricas das habitações de interesse social</p>	<p>memorial descritivo <u>elaborado</u>, para a execução das instalações elétricas, visando a diminuição de acidentes de trabalho e de desperdício de materiais e de tempo, contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -apresentação geral -descrição das etapas e procedimentos para a recepção dos componentes, transporte, execução, ensaios -recomendações e instruções para prevenir a saúde e segurança dos trabalhadores

Quadro 25. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "elaborar o memorial descritivo para a execução das instalações elétricas" relacionada à classe de resposta geral: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil

A escolha, localização e dimensionamento de cada componente (lâmpadas, dispositivos de comando e de proteção etc.), envolvem características bem mais específicas dos três componentes do comportamento que as descritas nos Quadros 20 a 22. Para cada

tipo de componente, é necessário descrever, de maneira mais precisa, as variáveis típicas a cada componente, além das variáveis comuns a um conjunto de componentes.

A título de ilustração, o Quadro 26 apresenta a descrição dos três componentes do comportamento para a classe de respostas "localizar os pontos de luz na planta das instalações elétricas".

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -necessidades dos usuários em relação à iluminação para leitura, trabalho, circulação, descanso, refeições, descanso, assistir TV, higiene pessoal, emergência -plantas de arquitetura -livros e catálogos sobre iluminação -exigências dos usuários em relação a segurança, ofuscamento e efeitos de sombra -presença de luz natural -tipos de sistemas construtivos -exigências das normas da ABNT -características dos projetistas de arquitetura 	<p>localizar os pontos de luz na planta do projeto de instalações elétricas das habitações de interesse social</p>	<p>pontos de luz <u>localizados</u> na planta do projeto de instalações elétricas, de acordo com a simbologia normalizada, que atendam as necessidades dos usuários, que não provoquem ofuscamento e sombras e sejam de fácil acesso para a troca de lâmpadas</p>

Quadro 26. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "localizar os pontos de luz na planta" relacionada à classe de resposta intermediária: localizar os componentes e aparelhos e à classe de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, **nas situações reais do engenheiro civil**

Para explicitar melhor a ação do profissional, a classe de respostas "localizar pontos de luz nas plantas das instalações elétricas", pode ser descrita da seguinte maneira: marcar na planta das instalações elétricas, os pontos de luz, na escala adequada, utilizando a simbologia e instrumentos de desenhos apropriados. No momento é irrelevante descrevê-la de forma mais detalhada.

Na coluna "classes de estímulos antecedentes" (Quadro 26), pode-se observar que os aspectos da realidade que o profissional deve levar em conta quando vai projetar as instalações elétricas, estão descritas de maneira mais precisa e alguns são específicos para localizar pontos de luz nas plantas, como por exemplo: (1) as necessidades dos usuários quanto à iluminação artificial para leitura, trabalho, circulação, descanso, assistir TV, higiene pessoal e emergência; (2) as exigências dos usuários em relação a ofuscamento e efeitos da sombra provocados pela iluminação artificial; (3) a acessibilidade da luminária para troca de lâmpadas; (4) a presença de luz natural no ambiente.

Na coluna "classes de estímulos consequentes" (Quadro 26) observam-se os aspectos mais importantes referentes à correta localização de pontos de luz para os diferentes ambientes das habitações de interesse social.

O Quadro 27 apresenta mais um exemplo para ilustrar a descrição dos três comportamentos para a classe de respostas escolher o tipo de lâmpada necessário para cada ambiente...

As "classes de estímulos antecedentes" (Quadro 27) referem-se a aspectos da realidade que são específicos para se escolher o tipo de lâmpada, como por exemplos: (1) o custo da instalação; (2) o o custo do consumo de energia elétrica; (3) o custo da manutenção (troca de lâmpadas); (4) a vida média das lâmpadas;

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS CONSEQUENTES
<ul style="list-style-type: none"> -problemas provocados pela iluminação inadequada -necessidades dos usuários em relação à iluminação para trabalho, circulação, descanso, refeições, higiene, emergência -exigências dos usuários em relação à segurança, reprodução de cores, ofuscamento, economia, racionalização do consumo de energia elétrica -conservação de energia -interesses dos diferentes tipos de agentes envolvidos -custo da instalação: lâmpadas + acessórios + mão de obra -custo do consumo de energia elétrica -custo de manutenção (troca de lâmpadas) -disponibilidade de lâmpadas no mercado de consumo -disponibilidade de recursos financeiros do usuário -catálogos de fabricantes de lâmpadas -livros, manuais e artigos sobre iluminação -exigências das normas da ABNT 	<p>escolher o tipo de lâmpada adequada para cada ambiente das habitações de interesse social</p>	<p>lâmpada escolhida que não traga riscos à saúde, e que seja durável, econômica, de fácil substituição, acessível aos recursos dos usuários</p>

Quadro 27. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "**escolher o tipo de lâmpada**" relacionada à classe de resposta intermediária: escolher o tipo de componente e aparelho e à classe de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, **nas situações reais do engenheiro civil**

(5) a reprodução de cores das lâmpadas; (6) o ruído dos acessórios (reatores para lâmpadas fluorescentes); (7) a facilidade para identificar se a lâmpada está ou não queimada.

8. CONHECIMENTOS E HABILIDADES NECESSARIAS PARA PROJETAR INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

As descrições dos três componentes dos comportamentos envolvidos com a classe geral de respostas "projetar instalações elétricas para habitações de interesse social", apresentadas anteriormente, mostram que além de possuir conhecimentos sobre múltiplas variáveis, fenômenos e características dos componentes elétricos, o engenheiro civil deve dominar um conjunto de técnicas específicas, que facilitem a aplicação desses conhecimentos à elaboração do projeto. O ensino de Engenharia Civil deve garantir a aprendizagem de conhecimentos e métodos para resolver os problemas do ambiente construído. Por outro lado, deve garantir a aprendizagem de técnicas adequadas às diferentes etapas do processo de produção e uso do ambiente construído.

Infelizmente, a maioria dos cursos de Engenharia Civil enfatiza a aprendizagem de algumas técnicas, em detrimento de outras. Isto ocorre por exemplo, em relação ao desenho como técnica preferencial na facilitação da comunicação entre o projetista e o usuário. No entanto, seria relevante ensinar outras técnicas, como por exemplo maquetes, fotografias, vídeos e painéis, principalmente se considerarmos que a maioria da população tem dificuldades de compreender desenhos esquemáticos e padronizados.

A elaboração de manuais para a execução das diferentes

técnicas construtivas pode ser útil na orientação e no ensino de trabalhadores dos canteiros de obras, no acompanhamento da construção de moradias por autoconstrução (auto-ajuda) ou mutirão (ajuda-mútua), bem como no assessoramento de usuários para fazer pequenos consertos na habitação.

Além da aquisição de conhecimentos, a aprendizagem de métodos para resolver problemas do ambiente construído envolve habilidades para a tomada de decisões em uma realidade de contradições e conflitos. Um exemplo de situação muito comum: os engenheiros civis-projetistas desenvolvem atividades em situações de conflito entre os interesses da construtora e as necessidades e exigências dos usuários. Em algumas dessas situações os engenheiros civis tomam decisões, mesmo não dispondo de informações suficientes; em outras, não detêm o controle das decisões. Isto às vezes leva a frustrações ou à escolha passiva de uma solução, que atenda a eventuais interesses imediatistas de lucro rápido das construtoras. Um profissional comprometido com a transformação da realidade deve ser capaz de identificar problemas, coletar e analisar dados sobre as variáveis determinantes, para então descobrir a solução que atenda aos interesses dos usuários.

No âmbito do projeto é necessário desenvolver metodologias de projeto que permitam melhor compreensão das inter-relações entre o homem e o ambiente construído, principalmente no que tange à apropriação feitas pelos primeiros quanto aos elementos de construção e arquitetura (Del Rio, 1992).

Técnicas de pesquisa científica podem ajudar, tanto para cobrir as lacunas de dados, bem como para proporcionar uma análise mais precisa dos diferentes interesses envolvidos.

Outra habilidade importante para os projetistas é a autocrítica, entendida como a capacidade de questionar

continuamente se o projeto atende as diretrizes, objetivos, prazos e procedimentos programados.

O projeto, como uma das etapas do processo de produção e uso do ambiente construído pode envolver, ainda, técnicas de gerenciamento e coordenação de equipes de trabalho com diferentes tipos de profissionais.

As novas abordagens e práticas construtivas ora em desenvolvimento, principalmente as que prevêm a participação de trabalhadores e usuários, estão exigindo novas técnicas de projetos.

Os conhecimentos e habilidades apontados como necessários podem parecer excessivos, principalmente se forem alocados num só profissional. No entanto, é necessário lembrar que o ambiente construído é um vasto e complexo campo de trabalho, com muito pouco consenso quanto a objetivos e métodos. Isto também mostra a importância da interdisciplinaridade. Os objetivos do curso de Engenharia Civil devem ser direcionados para a compreensão dos problemas do ambiente construído e para o desenvolvimento de tecnologias alternativas, que modifiquem a situação.

As disciplinas que contêm situações de eletricidade devem levar o aluno a compreender os diferentes fenômenos elétricos, diferentes componentes e técnicas de execução adequadas aos elementos das construções, e principalmente, as medidas de segurança necessárias ao uso da eletricidade em diferentes ambientes construídos, em particular em habitações. Tais disciplinas devem tanto garantir a aprendizagem de princípios, teorias, modelos e técnicas de execução, como de estratégias para pesquisa e escolha da alternativa mais adequada, levando em conta os aspectos da realidade.

É necessário, portanto, instalar e manter comportamentos relevantes para as diferentes situações de eletricidade. Entre

os objetivos de ensino das disciplinas de eletricidade do curso de Engenharia Civil da UFSCar devem ser incluídos aqueles relacionados à tomada de decisão para a escolha de componentes e técnicas para a execução das instalações elétricas, visando à segurança dos usuários e dos trabalhadores da construção civil, à diminuição de desperdícios de materiais nos canteiros de obras e à qualidade dos produtos. Tomar decisões quanto a esses aspectos da realidade sem dúvida exige um conjunto específico de conhecimentos, habilidades e atitudes.

9. OBJETIVOS COMPORTAMENTAIS TERMINAIS RELACIONADOS AO PROJETO DE INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

A definição dos objetivos comportamentais terminais para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica), exigiu que se levasse em conta: (a) a disponibilidade de projetos de edifícios de 04 pavimentos para habitações de interesse social, que já foram construídos e que permitissem a comparação dos projetos desenvolvidos pelos alunos com os projetos e as instalações executadas nas situações reais; (b) a disponibilidade de recursos materiais e humanos existentes na UFSCar para a programação das condições de ensino; (c) os conhecimentos e habilidades gerais dos alunos; (d) os desejos, as preocupações e os valores do professor; (e) a disponibilidade de tempo dos alunos e do professor para a realização das atividades; (f) as interações aluno-aluno e aluno-professor.

As etapas desenvolvidas para a proposição do objetivo comportamental terminal para as duas disciplinas foram:

1. levantamento das classes de estímulos gerais antecedentes (condições de ensino);

2. descrição das classes de estímulos gerais consequentes

(produtos a serem obtidos pelos alunos ao término das disciplinas), de acordo com as variáveis previamente combinadas com os alunos, relacionadas à segurança dos usuários e a racionalização da execução;

3. proposição da classe de resposta geral, envolvidas com o projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social.

O Quadro 28 apresenta a descrição dos três componentes do comportamento "projetar instalações elétricas para apartamento-tipo de um edifício de 04 pavimentos, de interesse social", para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do currículo de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

Uma decorrência do uso de objetivos comportamentais no ensino é a possibilidade verificar a generalização do que é aprendido em um programa de ensino para as situações de vida real ou naturais (Botomé, 1987a).

As semelhanças e diferenças entre os componentes de um objetivo comportamental nas situações reais do profissional e os componentes do comportamento nas situações de ensino propostos para as duas disciplinas, podem ser examinadas a partir da comparação entre o Quadro 01 "descrição dos três componentes do comportamento geral, socialmente relevantes..., com o Quadro 18 "descrição dos três componentes do comportamento: projetar as instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do profissional e com o Quadro 28 "descrição dos três componentes do comportamento: projetar as instalações elétricas para um apartamento-tipo de um edifício de 04 pavimentos, de interesse social, nas situações de ensino.

As classes de estímulos antecedentes (condições de ensino), listadas no Quadro 28, mais próximas das situações reais do engenheiro civil, estão relacionadas aos componentes das instalações elétricas, aos instrumentos de medidas, aos desenhos, e às normas e catálogos dos fabricantes.

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES (CONDIÇÕES DE ENSINO)	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS CONSEQUENTES- PRODUTO ESPERADO
<ul style="list-style-type: none"> -texto sobre acidentes de origem elétrica -necessidades dos usuários em relação à utilização da eletricidade -texto com as características dos conjuntos habitacionais com edifícios de 4 pavimentos, localizados em Piracicaba/SP e Pedreira/SP -seminário pelo professor sobre os diferentes tipos de agentes envolvidos no processo de produção das moradias -exercício escrito para a caracterização dos sistemas construtivos dos edifícios de Piracicaba (vigas, pilares e lajes em concreto maciço e paredes de tijolos cerâmicos) e Pedreira (alvenaria estrutural e paredes de bloco de concreto) -texto contendo a situação das instalações elétricas no Brasil -desenhos: planta do pavimento-tipo e cortes -norma da ABNT e das concessionárias de energia elétrica: CPFL e Eletropaulo -livros e manuais de instalações elétricas disponíveis no laboratório e bibliotecas -catálogos de fabricantes disponíveis no laboratório -componentes elétricos disponíveis no laboratório; lâmpadas incandescentes e fluorescentes, interruptores e tomadas, quadros de distribuição, eletrodutos, condutores, fusíveis, disjuntores, dispositivos a corrente diferencial residual -bancadas para demonstrações de fenômenos elétricos e medidas elétricas -bancadas para demonstrações de técnicas de execução das instalações elétricas -instruções e textos 	<p>projetar as instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício de 4 pavimentos, de interesse social</p>	<p>projeto de instalações elétricas de um apartamento-tipo de edifício de 4 pavimentos elaborado, contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -planta com localização de pontos de luz, interruptores, tomadas, quadro de distribuição, eletrodutos e condutores elétricos -tabelas de cargas -isométricas de eletrodutos -memorial de cálculo -desenhos de detalhes para a fixação de componentes -diagrama unifilar -diagrama de ligações do quadro de distribuição -lay-out do quadro de distribuição -lista de materiais -memorial descritivo do processo de execução das instalações elétricas -manual de orientação aos usuários <p>e que atendam as exigências de: segurança contra choque elétrico, sobrecorrente e racionalização da execução (menos desperdício de materiais e de tempo)</p>

Quadro 28. Descrição dos três componentes do comportamento: "projetar instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício habitacional de 4 pavimentos, de interesse social", para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais I, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

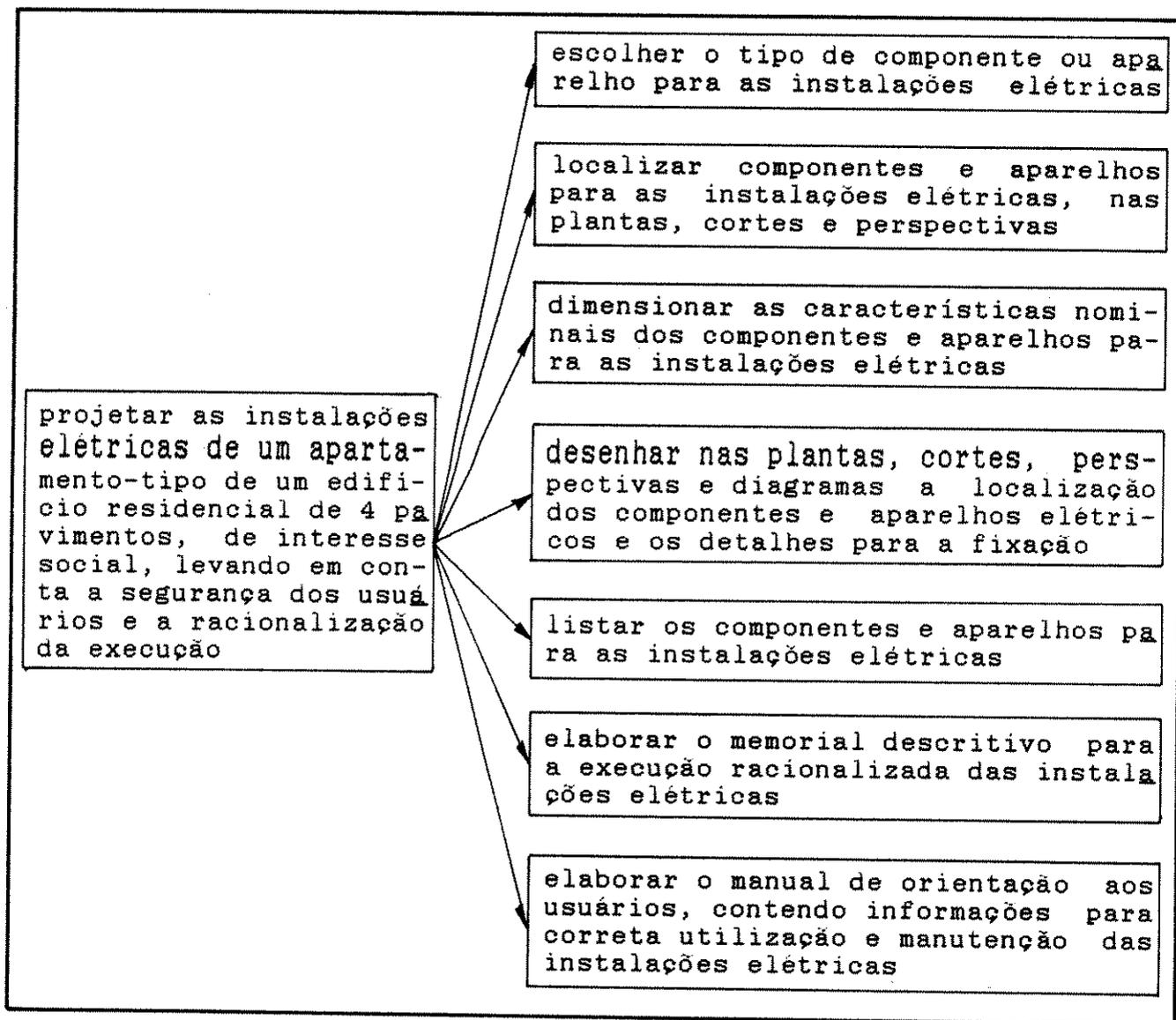
As condições de ensino oferecidas aos alunos para que possam lidar com os conflitos e contradições entre os diferentes tipos de agentes envolvidos no processo de produção das instalações elétricas, referem-se, ainda, a textos fornecidos para leitura e discussão e aos seminários apresentados pelo professor. O desejável seria que o aluno tivesse a oportunidade de desenvolver projetos nas situações reais, lidando com diferentes tipos de pessoas com diferentes necessidades, interesses e valores, compreendendo as dificuldades e os obstáculos a serem superados e assumindo a perspectiva dos interesses dos usuários.

Os produtos a serem obtidos pelos alunos, são aqueles desejáveis aos projetos desenvolvidos pelos profissionais (ver Quadro 28) e não incluem ainda alguns aspectos, tais como a participação organizada da população nas decisões.

A classe de resposta projetar instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício de 04 pavimentos, de interesse social, é mais específica do que a classe de resposta projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social. Esta por sua vez está envolvida nas classes de respostas gerais "planejar, implementar e avaliar projetos, programas e medidas para diminuir as carências e problemas do ambiente construído".

A classe de resposta terminal projetar instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício de 04 pavimentos, de interesse social, também foi decomposta em classes de respostas intermediárias para facilitar o ensino visando à obtenção dos diferentes produtos pelos alunos. Para esta decomposição utilizou-se como referência as respostas envolvidas na classe geral de respostas: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil (ver Quadro 19). Os resultados dessa

análise aparecem a seguir no Quadro 29.



Quadro 29. Classes gerais de respostas envolvidas em projetar instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimentos, de interesse social, para os programas de ensino das disciplinas Eletricidade e Instalações Prediais, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

O Quadro 30 e o Quadro 31 apresentam exemplos de objetivos comportamentais para ensinar a escolher o tipo e a localização de pontos de luz, para cada ambiente de um apartamento-tipo.

Comparando o Quadro 27 com o Quadro 30 pode-se observar que uma grande parte das classes de estímulos para as situações reais do profissional estão presentes nas situações de ensino.

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES (CONDIÇÕES DE ENSINO)	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS CONSEQUENTES (PRODUTO ESPERADO)
<ul style="list-style-type: none"> -texto contendo a descrição das variáveis a serem consideradas para a escolha do tipo de lâmpada -quadro de comparação para a escolha do tipo de lâmpada preenchido pelo aluno -catalogos de fabricantes de lâmpadas incandescentes e fluorescentes -respostas dos exercícios escritos sobre as medidas e observações efetuadas nos circuitos com lâmpadas incandescentes e fluorescentes -respostas do exercício escrito sobre a verificação do fenômeno da reprodução de cores para lâmpadas incandescente e fluorescentes -preço das lâmpadas divulgado nas revistas de construção civil -preço da tarifa de energia elétrica 	<p>escolher o tipo de lâmpada para um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimentos, de interesse social</p>	<p>lâmpada <u>escolhida</u> que não traga riscos a saúde e que seja durável, acessível aos recursos dos usuários, de fácil substituição e de manutenção</p>

Quadro 30. Descrição dos três componentes do comportamento: "escolher o tipo de lâmpada" relacionado a classe de resposta intermediária: escolher o tipo de componente e aparelho e à classe de resposta: projetar as instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimentos, de interesse social para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS ANTECEDENTES (CONDIÇÕES DE ENSINO)	CLASSES DE RESPOSTAS GERAIS	CLASSES DE ESTIMULOS GERAIS CONSEQUENTES (PRODUTO ESPERADO)
<ul style="list-style-type: none"> -descrição das variáveis a serem consideradas para a localização dos pontos de luz -texto sobre o tipo de iluminação adequado para cada ambiente residencial -norma da ABNT: NBR 5410/1990 -planta de arquitetura do pavimento-tipo dos conjuntos habitacionais de Piracicaba e Pedreira/SP -simbologia para lâmpadas -modelos para a elaboração de quadros de comparação para a localização dos pontos de luz para cada ambiente 	<p>localizar os pontos de luz na planta do projeto de instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimentos, de interesse social</p>	<p>pontos de luz <u>localizados</u> na planta do projeto de instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimentos, de acordo com a simbologia normalizada, que atendam as necessidades dos usuários, que não provoquem sombras e que sejam adequados aos sistemas construtivos</p>

Quadro 31. Descrição dos três componentes do comportamento: "localizar os pontos de luz" relacionado a classe de resposta intermediária: escolher o tipo de componente e aparelho e à classe de resposta: projetar as instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimentos, de interesse social para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

10. CLASSES DE RESPOSTAS TERMINAIS PARA AS DISCIPLINAS ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES PREDIAIS 1 (PARTE ELETRICA) DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

A partir das classes de respostas do 1º nível de especificidade envolvidas na classe mais geral de resposta : "projetar as instalações elétricas..." (ver Quadro 29) e de cada tipo de componente das instalações elétricas, derivaram-se as classes de respostas terminais para as disciplinas que foram objeto deste trabalho. O Quadro 32 apresenta os resultados dessa derivação.

1. Escolher o tipo de lâmpada para cada ambiente
2. Definir a potência de cada lâmpada
3. Definir a quantidade de lâmpadas para cada ambiente
4. Localizar na planta os pontos de luz para cada ambiente
5. Escolher o tipo de interruptor para cada ponto de luz
6. Localizar na planta os interruptores
7. Escolher o tipo de tomada elétrica para cada ambiente
8. Localizar na planta as tomadas elétricas para cada ambiente
9. Escolher o tipo de quadro de distribuição
10. Localizar na planta o quadro de distribuição
11. Definir a divisão dos circuitos terminais
12. Escolher a tensão elétrica para cada circuito terminal
13. Escolher o tipo de eletroduto e acessórios
14. Localizar na planta os eletrodutos
15. Escolher o tipo de condutor elétrico
16. Localizar na planta os condutores: fase, neutro e retorno
17. Escolher o tipo de dispositivo de proteção c/ sobrecorrente
18. Escolher as medidas de proteção contra contatos indiretos
19. Dimensionar a seção dos condutores dos circuitos terminais
20. Dimensionar a seção dos condutores do circuito alimentador
21. Dimensionar o diâmetro dos eletrodutos
22. Dimensionar as características nominais dos dispositivos de proteção contra sobrecorrente
23. Dimensionar as características nominais dos dispositivos de proteção contra contato indireto
24. Dimensionar o quadro de distribuição
25. Desenhar a planta com localização dos componentes elétricos
26. Desenhar as prumadas dos eletrodutos
27. Desenhar os diagramas unifilares e de ligações
28. Desenhar os detalhes para a fixação dos componentes
29. Listar a quantidade de componentes e aparelhos elétricos
30. Elaborar o memorial descritivo do processo de execução das instalações elétricas, visando a produção seriada
31. Elaborar o manual para os usuários das instalações elétricas

Quadro 32. Classes de respostas terminais para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica) do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar

A maioria das classes de respostas envolvem tomadas de decisão: escolher o tipo de componente; escolher a localização do componente; escolher as características nominais do componente; escolher o tipo de ferramentas, o tipo de mão de obra e os procedimentos para a execução das instalações elétricas.

Para facilitar a aprendizagem dos comportamentos-objetivos de ensino envolvidos com o processo de tomada de decisões, foi planejado um método para ensinar os alunos a escolherem uma alternativa, levando em conta diferentes aspectos da realidade, na perspectiva dos interesses dos usuários das habitações de interesse social. Este assunto será objetado próximo capítulo.

CAPITULO III

UMA METODOLOGIA PARA TOMADA DE DECISÕES NO ENSINO
DE PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

As decisões que uma pessoa toma durante a sua vida pode ter consequências que atingem só a ela, ou então a outrem, a curto, médio ou longo prazo. Alguns efeitos são moderados, outros são severos, mas é certo que em geral não se tem chance de voltar atrás (Berman, 1974). Numa época como atual, caracterizada pela multidisciplinaridade e interdependência dos problemas, tomar decisões é tarefa extremamente complexa. Por isto ultimamente, o processo decisório e a eficiência têm sido elementos muito associados (Malvezzi, 1981).

A decisão é um dos momentos de um processo de intervenção numa dada realidade, da qual deverá resultar uma mudança de tal forma que os conflitos sejam superados, problemas sejam prevenidos, relações sejam mantidas ou transformadas, objetivos sejam atingidos. As diferentes análises da realidade tornam as decisões tarefas complicadas porque pressupõem informações prévias sobre diversos aspectos sociais, políticos, econômicos, científicos, tecnológicos, culturais e ambientais, envolvendo uma diversidade de teorias, elementos e relações.

Para Malvezzi (1981), uma decisão é sempre uma escolha entre diferentes alternativas e pressupostamente a melhor forma de intervenção num contexto. A elaboração de alternativas é sempre o resultado de uma avaliação do referido contexto e/ou de

seus elementos e relações. É preciso saber o que está acontecendo, o que deve ser mudado e quais serão as consequências da mudança.

As diferentes etapas do processo de produção e uso do ambiente construído envolvem complexas tomadas de decisão. Tantas são as variáveis em jogo, tão mutantes e interrelacionadas são elas, tal é a diversidade de carências e problemas nos ambientes construídos, que qualquer decisão exige uma análise cuidadosa da realidade, de forma a se evitar a usurpação de direitos, a discriminação social ou outros danos possíveis às pessoas. Mas, o que se observa, historicamente no país, é que se tomam decisões que atingem milhões de pessoas, mesmo na ausência de políticas que dêem coerência às decisões e que privilegiem os interesses da maioria da população.

Decidir sobre questões do ambiente construído e administrar conflitos tornou-se uma prática rotineira. Entretanto, a decisão a ser tomada está relacionada com o tipo de sociedade que se considere (Magnavita, 1991).

Em relação ao ambiente construído as decisões devem garantir que as moradias e as infra-estruturas atendam as necessidades da maioria da população; sejam acessíveis, economicamente viáveis e culturalmente aceitas; sejam científica e tecnologicamente adequadas e facilmente reparáveis e de longa vida; não constituam agressões visuais; sejam ecologicamente equilibradas e não estimulem o delirante desperdício dos recursos não renováveis e garantam a participação organizada da população nas decisões (Bonsiepe, 1983; Salinas, 1987; Garcia, 1987).

O atendimento às carências do ambiente construído para a maioria da população, de acordo com os princípios da qualidade na massividade (Salinas, 1988), da tecnologia alternativa

(Bonsiepe, 1983) e da participação organizada da população (Garcia, 1987, Daniel, 1990, Muçouçah e Almeida, 1991) vai exigir dos diferentes tipos de profissionais capacidade de decidir em relação a novos problemas com novos métodos. Na formação dos diferentes tipos de profissionais, em particular dos engenheiros civis, devem ser incluídos objetivos de ensino referentes a tomada de decisões.

Para Berman (1976), o fenômeno do processo decisório é mais estudado por economistas, administradores, estatísticos e psicólogos do que por educadores. A maioria dos currículos em, praticamente, qualquer nível indica que pouca ou nenhuma atenção é dada ao ensino do processo de tomada de decisões ou de qualquer dos seus componentes.

Seu estudo por parte da educação se justifica, pois a aprendizagem de tomada de decisões tem consequências importantes para o aluno e a sua futura atuação profissional.

No entanto, muitas tomadas de decisões são altamente complexas, havendo necessidade de conhecer os seus processos. A tomada de decisões deve ser estudada e ensinada para permitir que as pessoas possam ver a relação entre problemas, metas, ação e decisão e também para que possam aprender a avaliar a qualidade de uma decisão (Berman, 1976).

A formação de profissionais, em particular de engenheiros civis, aptos a lidarem com os problemas do ambiente construído que afetam a maioria da população, deve ocupar-se mais com o ensino para a tomada de decisões públicas do que privadas.

Portanto, é necessário ensinar os alunos de engenharia civil a lidarem com o processo de tomada de decisões, para que, enquanto cidadãos possam viver mais plenamente a sua vida e, enquanto profissionais possam contribuir para superar o graves problemas coletivos.

A escolha de um determinado componente ou de uma determinada técnica construtiva para as instalações elétricas envolve múltiplas e complexas variáveis. Ao invés da imagem de uma pirâmide de condicionantes ou parâmetros de projeto em cujo ápice está localizada determinada variável, a imagem utilizada neste trabalho, é de uma rede alternativa e dinâmica de influências mútuas entre as variáveis, a qual deve ser considerada pelo projetista ao decidir.

A palavra "rede" envolve um elenco de atitudes e múltiplas possibilidades de ações concretas combinando aspectos tecnológicos, sociais, políticos e econômicos e não somente uma solução muito específica para um problema (Turner, in Garcia, 1987). O adjetivo "alternativa" assinala uma opção por algo diferente do que vigorou, ou seja uma ruptura com o estabelecido (Bonsiepe, 1983).

A complexidade atual do ambiente construído e dos processos de sua produção e uso não permitem que se afirme que um profissional sozinho tome uma decisão, levando em conta múltiplos aspectos da realidade. A elaboração de projetos envolve diferentes profissionais. O projetista deve ver-se como membro de uma equipe e privilegiar os interesses dos usuários. Isto implica numa postura não individualista e não corporativista por parte do profissional.

As particularidades do processo de elaboração de um projeto variam com o tamanho e complexidade do empreendimento; a familiaridade do projetista com o problema; a estratégia de gerenciamento, as intenções do cliente e a participação dos usuários. A complexidade do projeto aponta que há diferentes caminhos e procedimentos para a escolha de componentes e técnicas construtivas para as instalações elétricas.

Há muitas maneiras para se conceituar decisão, compreender

o processo de tomada de decisões e escolher um método para implementá-las. No âmbito do presente trabalho, julgou-se importante também saber ensiná-las a estudantes de engenharia.

Os conflitos e as contradições da realidade, na atuação do engenheiro civil, nas situações de ensino e em especial nas disciplinas de eletricidade, apontam para a necessidade de definir diretrizes, variáveis e critérios a serem considerados para a escolha de uma alternativa entre as diversas existentes ou a proposição de uma nova.

Para as disciplinas de eletricidade, as variáveis a serem enfatizadas estão relacionadas à segurança dos usuários e a racionalização do processo de produção do ambiente construído.

O processo decisório pode-se iniciar, a partir: (1) dos indicadores (sociais e econômicos dentre outros); (2) dos problemas que mais afetam a maioria da população; (3) das metas a serem atingidas; (4) dos produtos a serem obtidos. Para cada ponto de partida são possíveis diferentes abordagens e métodos para a tomada de decisões. Em função dos objetivos de ensino e das características das duas disciplinas, foi elaborado um método de ensino de tomada de decisões, baseado na seleção, análise, hierarquização de variáveis e caracterização de alternativas.

1. A SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS NA TOMADA DE DECISÃO

A escolha de uma alternativa, chamada de "síntese" por diversos autores, deve levar em conta os aspectos tecnológicos, científicos, econômicos, culturais, políticos, sociais e ambientais; os diferentes interesses envolvidos e a correlação

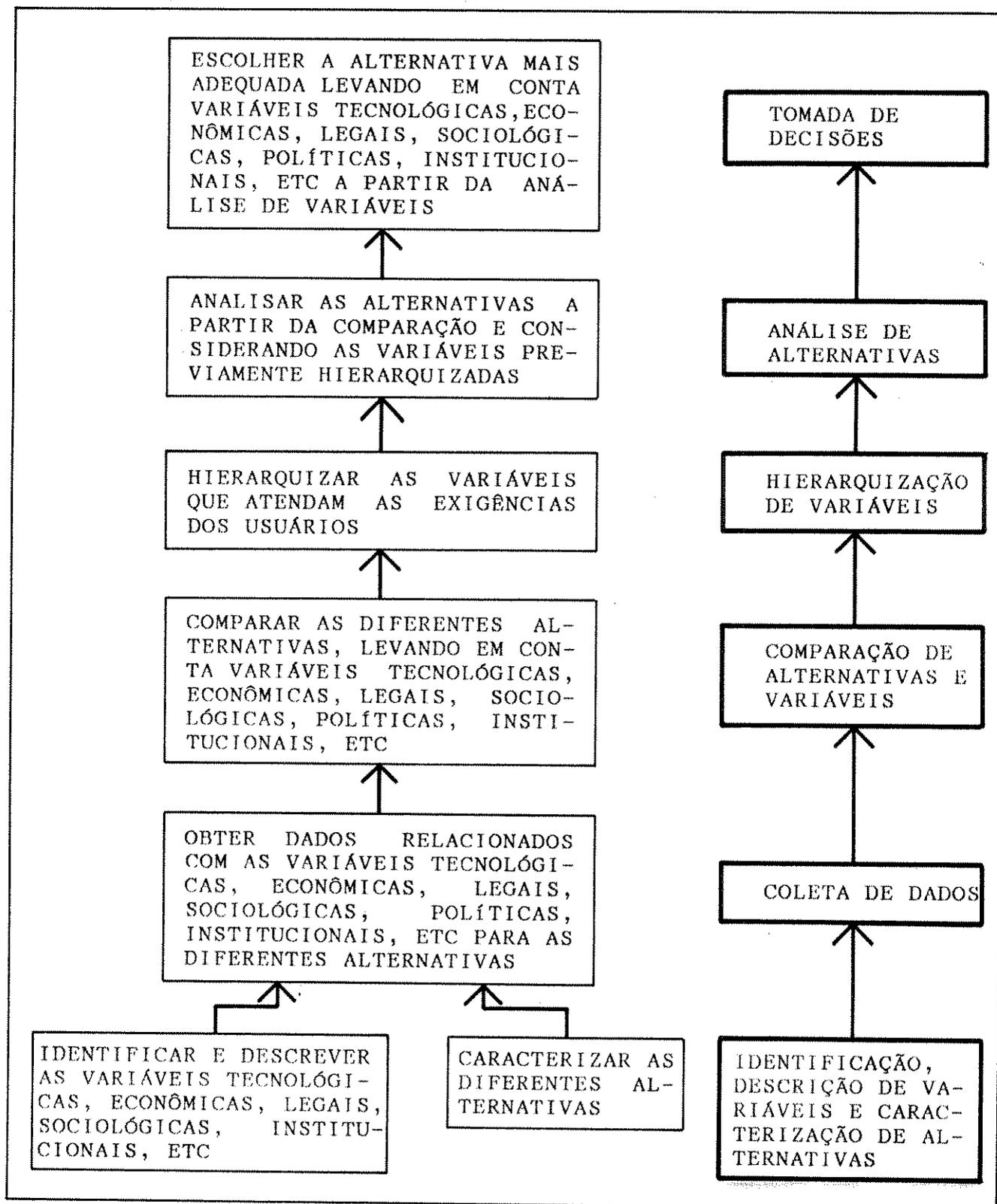
de forças entre os diversos agentes do processo de produção e uso do ambiente construído. Espera-se que os alunos de Engenharia Civil saibam escolher uma alternativa e analisar suas implicações, principalmente do ponto de vista dos usuários do ambiente construído, considerando o maior número de aspectos da realidade.

As habilidades necessárias para a tomada de decisões são complexas e requerem a aprendizagem prévia de habilidades mais simples, que necessitam serem combinadas numa determinada sequência. Este processo permite determinar o que Gagné (1980) denomina de hierarquia de aprendizagem, que nada mais é do que um mapa de habilidades subordinadas e relacionadas a alguma habilidade complexa, que deve ser aprendida.

A proposta para a tomada de decisões, a seguir apresentada, deve ser entendida como um processo que permite vários caminhos para a escolha de uma determinada alternativa, que pode afetar um grande número de pessoas.

O Quadro 33 apresenta uma proposta de hierarquia de aprendizagem referente a classe de resposta terminal "escolher a alternativa mais adequada, levando em conta as múltiplas variáveis da realidade, do ponto de vista dos usuários".

Como se pode notar no Quadro 33, o processo tem início com a identificação, conceituação e sistematização das variáveis a serem consideradas. Para cada variável identificada é necessário obter dados que permitam examinar as possíveis relações entre as variáveis.



QUADRO 33 - Proposição de classes gerais de respostas, envolvidas na classe: "Escolher a alternativa mais adequada, levando em conta as múltiplas variáveis.

O desenvolvimento e a caracterização de mais de uma alternativa permitem a ruptura com o convencional e a descoberta de novas idéias. Nesta etapa, é necessário ter conhecimentos sobre as várias alternativas de componentes e técnicas construtivas existentes e acessíveis, o que exige contínua atualização quanto aos avanços científicos e tecnológicos.

Para facilitar a comparação das alternativas, levando em conta as variáveis quantificadas e qualificadas propõe-se a elaboração de uma matriz de comparação (ver item 2 deste capítulo).

Definir as variáveis e as relações a serem priorizadas, do ponto de vista dos usuários, é a etapa seguinte proposta.

A análise das alternativas, uma das etapas da escolha, implica em desenvolver habilidades intelectuais tais como decompor o objeto em seus aspectos qualitativos e quantitativos, e estabelecer relações que permitam a escolha da alternativa mais adequada.

2. UM INSTRUMENTO VISANDO A FACILITAR A SELEÇÃO DA ALTERNATIVA NA TOMADA DE DECISÃO: MATRIZ DE COMPARAÇÃO ENTRE ALTERNATIVAS E VARIÁVEIS

É raro os alunos de Engenharia Civil possuírem o conceito de variável e saberem por exemplo listar as variáveis que interferem no seu cotidiano, enquanto estudantes e cidadãos. Mais raros ainda, são os alunos aptos a identificarem as múltiplas variáveis que devem ser consideradas pelo engenheiro civil. Desenvolver habilidades para que o aluno possa compreender o significado da palavra variável e identificar as variáveis visíveis e ocultas que devem ser consideradas nas situações de ensino e nas situações reais do profissional, é a

primeira etapa da proposta em pauta (ver Quadro 33).

Determinadas categorias de variáveis devem ser comuns e outras específicas a diferentes tipos de profissionais. Seria desejável que o desenvolvimento de habilidades para identificar variáveis a serem consideradas em uma decisão, fizessem parte dos objetivos da maioria das disciplinas do curso, que poderiam usar recursos diversificados de ensino (como por exemplo: observação direta, leituras, entrevistas e avaliação pós-ocupação) para implementá-los.

Para cada escolha a ser feita, pelos alunos, durante a elaboração do projeto das instalações elétricas para habitações de interesse social, nas duas disciplinas que foram objeto deste trabalho, foram identificadas e descritas as variáveis que deveriam ser consideradas nas decisões.

Os Quadros 34 e 35 são exemplos de descrições de variáveis que devem ser consideradas na escolha do tipo e na localização de lâmpadas para ambientes residenciais. É necessário que os alunos saibam conceituar e descrever as variáveis, para que possam coletar dados de modo a realizar uma escolha adequada do tipo e da localização dos componentes, bem como das técnicas construtivas.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
TIPO DE FORMATOS	São disponíveis vários tipos de formatos de lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> - incandescentes: standart, soft, mini-spot, vela etc - fluorescentes: convencional, compacta
POTENCIA DAS LAMPADAS	São fabricadas lâmpadas de diversas potências. Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> - incandescentes comuns: 25-40-60-100-150-200-300-500 w - incandescentes poup luz: 22-36-54-67-90 w - fluorescentes convencionais: 15-20-30-40-65 w - fluorescentes compactas: 9-13 w
FLUXO LUMINOSO	É a parte do fluxo energético que a vista humana é capaz de perceber (unidade: lúmens). Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> - incandescentes standart, 150 w, 120 V: 2520 lúmens - fluorescentes convencional, luz do dia, 40 w: 2550 lúmens
RENDIMENTO (EFICIENCIA LUMINOSA)	É a relação entre o fluxo luminoso e a potência. Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> - incandescentes: 15 a 20 lúmens/w - fluorescentes convencionais: 32 a 80 lúmens/w - fluorescentes compactas: 80 lúmens/w
REPRODUÇÃO DE CORES	A cor do objeto depende da composição cromática da luz que torna estes objetos visíveis. As lâmpadas podem distorcer as cores naturais dos objetos. Existem lâmpadas fluorescentes com 9 diferentes capacidades de reprodução de cores.
EFEITO ESTROBOSCOPICO	É a impressão de um estado de repouso ou de movimento (diferente do estado real) que um objeto em movimento dá, quando iluminado por uma luz de intensidade variável com um período próprio.
CUSTO DA INSTALAÇÃO	Composição de preços dos componentes (lâmpadas e acessórios, luminárias, condutores etc.) e a mão de obra para a instalação.
CUSTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	Refere-se ao preço do consumo de energia elétrica por mês (kwh/mês), mais tarifa
VIDA MEDIA	Tempo (horas) de vida das lâmpadas. Exemplos: <ul style="list-style-type: none"> - incandescentes comuns: 1000 horas - fluorescente convencional: 5000-7500 horas - fluorescente compacta: 8000 horas
CUSTO DA MANUTENÇÃO	Refere-se ao preço da substituição das lâmpadas e ao esforço e tempo para troca
DISPONIBILIDADE NO MERCADO CONSUMIDOR	Determinados tipos de lâmpadas são mais facilmente encontradas no mercado consumidor.
NECESSIDADES DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO A ILUMINAÇÃO	A iluminação deve atender as necessidades dos usuários em relação a: 1. iluminação geral para orientação, 2. iluminação para atividades de leitura, trabalhos manuais etc., 3. iluminação decorativa para acentuar detalhes

Quadro 34. Descrição das variáveis que devem ser consideradas na "escolha do tipo de lâmpadas e acessórios" para ambientes residenciais

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
EXIGÊNCIAS DAS NORMAS	A NR3/1990 coloca que deve ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto para ambientes residenciais.
NECESSIDADES DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO A ILUMINAÇÃO	A iluminação deve atender as necessidades dos usuários em relação a: 1. iluminação geral para orientação, 2. iluminação para atividades de leitura, trabalhos manuais etc., 3. iluminação decorativa para acentuar detalhes
QUANTIDADE DE LUZ	Luz em demasia pode tornar desagradável o ambiente, pouca luz é prejudicial aos olhos e pode causar fadiga.
OFUSCAMENTO	Falta de adaptação dos olhos provocada por contrastes excessivos, provocando distúrbios e/ou redução da capacidade de distinguir detalhes dos objetos.
EFEITO DE SOMBRAS	Nos locais de trabalhos as sombras não permitem boa visibilidade dos objetos. Em determinados ambientes é necessário equilibrar luz e sombras para valorizar formas e contornos.
ACESSIBILIDADE PARA TROCA DE LÂMPADAS E LIMPEZA DAS LUMINÁRIAS	A localização da luminária pode facilitar ou dificultar a troca de lâmpadas e limpeza de luminárias.
PRESENÇA DE UMIDADE E ÁGUA	A umidade ou a água não deve ser acumulada nas partes elétricas da luminária.

Quadro 35. Descrição das variáveis que devem ser consideradas na "localização das lâmpadas" em ambientes residenciais

Após a identificação e conceituação das variáveis a serem consideradas na escolha, é necessário oferecer condições de ensino, próximas das situações reais, para que os alunos possam caracterizar o maior número de alternativas disponíveis.

A habilidade para organizar as alternativas existentes, desenvolver e propor novas alternativas é tão importante quanto a escolha de uma delas. A atualização contínua em relação aos novos componentes, ferramentas e equipamentos, as novas concepções e práticas profissionais, a crítica às alternativas existentes e o desenvolvimento de pesquisa, são requisitos para que se possa ter mais certeza quanto ao exame das alternativas.

Depois da identificação e conceituação das variáveis e da organização e caracterização das alternativas a serem analisadas, propõe-se a etapa de coleta de dados relacionados a cada variável listada. Para tanto, é necessário que o aluno saiba responder às seguintes questões: (01) quais as diferenças

entre variáveis quantificáveis e não quantificáveis? (02) como quantificar ou qualificar as variáveis? (03) quais as fontes de consulta para a coleta de dados? (04) quais os procedimentos para a coleta de dados, de acordo com o tipo de fonte de consulta? (05) qual a confiabilidade dos dados obtidos? (06) como atualizar os dados continuamente? (07) como planejar para obter dados não acessíveis? (08) como planejar para preencher as lacunas de conhecimento sobre determinadas variáveis?

A maioria das perguntas acima listadas, é característica da etapa de coleta de dados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica e tecnológica. Desenvolver habilidades para que os alunos possam lidar com os métodos de coleta de dados é um requisito necessário para a comparação das alternativas e para despertar no aluno o seu potencial de auto-aprendizagem. Mas, a estrutura curricular atual do curso de Engenharia Civil não considera a aprendizagem das diferentes técnicas de coleta de dados, adequadas a cada tipo de problema ou situação. Esta lacuna pode ser parcialmente superada, pelas informações fornecidas pelo professor ou através de textos, catálogos e manuais de fabricantes.

Um outro tipo de problema que surge nesta etapa, está relacionado à ausência de dados sobre determinadas variáveis, ainda não sistematizadas e inacessíveis aos estudantes. Para essa situação, recomenda-se desenvolver pesquisas quantitativas e qualitativas.

As variáveis não quantificáveis, como por exemplo: os aspectos estéticos e culturais, envolvidos na escolha de um tipo ou na localização de um componente, são consideradas mais do ponto de vista das preferências individuais dos alunos do que de um ponto de vista mais amplo. A ausência de conhecimento sistematizado para lidar com variáveis não quantificáveis é um

problema que merece ser estudado para garantir produtos de interesse dos usuários.

Para sistematizar as alternativas desenvolvidas pelos alunos e as variáveis a serem consideradas na escolha, propõe-se a elaboração de uma matriz de comparação para cada escolha a ser feita pelos alunos. Ela poderá, também servir como um material de consulta a ser utilizado nas situações reais do profissional.

Para melhor compreensão da proposta, apresentamos a seguir dois exemplos de matrizes de comparação preenchidos (Quadros 36 e 37).

O Quadro 36 é a primeira matriz de comparação, apresentada aos alunos, para a escolha de um componente das instalações elétricas. Como se pode notar, partindo-se de valores aproximados do fluxo luminoso dos dois tipos de lâmpadas mais utilizados nas residências, determinadas variáveis podem ser quantificadas e atualizadas periodicamente, enquanto que outras não são passíveis de quantificação. A coluna que caracteriza as lâmpadas fluorescentes compactas, recentemente lançadas no mercado, não foram preenchidas, para mostrar aos alunos que, na medida em que novos componentes vão surgindo, os mesmos devem ser inseridos na matriz de comparação, para permitir a atualização e a análise de mais uma alternativa.

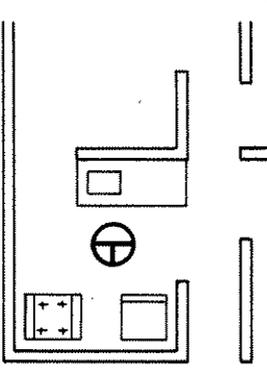
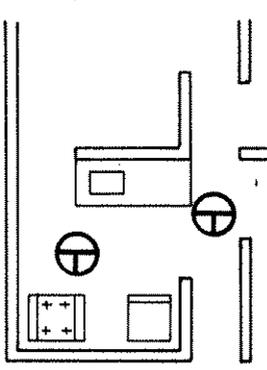
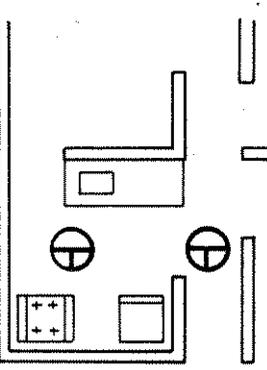
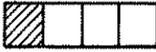
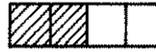
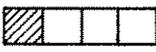
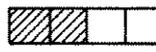
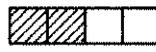
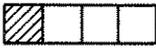
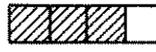
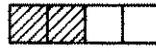
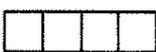
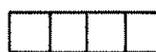
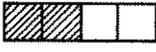
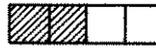
O Quadro 37 mostra um exemplo de matriz para a localização de pontos de luz para a cozinha de um apartamento-tipo de um edifício habitacional de interesse social. Para a localização de pontos de luz, recomenda-se que os mobiliários e aparelhos elétricos já estejam localizados na planta, para facilitar a análise de determinadas variáveis.

Como se pode notar no Quadro 37, as variáveis podem ser quantificadas (o custo da instalação, como exemplo) ou qualificadas (efeito das sombras, por exemplo) de acordo com os

conceitos: ruim/regular/bom/ótimo/excelente ou maior/menor. A atribuição de pesos às variáveis pode direcionar os alunos a preencherem a matriz de maneira ritualística e mecânica. Por esse motivo foi evitada.

ALTERNATIVA VARIÁVEL	INCANDESCENTE		FLUORESCENTE			
			CONVENCIONAL		COMPACTA	
FLUXO LUMINOSO (lumens)	Ver catálogos de fabricantes Exemplos: 150 W 2520 lumens		Ver catálogos de fabricantes 40 w - 2550 lu- mens		Ver catálo- gos de fa- bricantes	
CUSTO DA INS- TALAÇÃO	Exemplo componente	Cr\$	Exemplo componente	Cr\$	Exemplo	
	1 lâmpada 150 1 soquete mão de obra		1 lâmpada 40 W 1 reator partida rá- pida 40 W - 127 V 2 soquetes mão de obra			
CUSTO DO CON- SUMO DE ENER- GIA ELÉTRICA MENSAL (supondo: - 4 horas/dia - 120 horas/mês)	Exemplo: consumo mensal: $150 \times 120 = 18000 \text{Wh}$ preço da tarifa: Cr\$ 8,40/KWh - jul 90 conta de energia elétrica mensal: Cr\$ 8,40 x 18 KWh = 151,20		Exemplo: consumo mensal: $40 \times 150 = 6000 \text{Wh}$ preço da tarifa: conta de energia elétrica mensal: Cr\$ 8,40 x 6 KWh = 50,40			
VIDA MÉDIA/NÚ- MERO DE TROCAS (supondo: - 4 horas/dia - 120 horas/mês)	Vida média: 1000h . a cada 9 meses uma substitui- ção		Vida média: 5000h . a cada 3 anos e 6 meses uma substituição			
VERIFICAÇÃO DO NÃO ACENDIMEN- TO DA LÂMPADA	Mais fácil, atra- vés do filamento		Difícil, para maioria dos u- suários			
DISPONIBILIDA- DE NO MERCADO CONSUMIDOR	Maior número de estabelecimentos comerciais		Lojas de mate- riais elétricos ou de construção			

QUADRO 36 - Exemplo de matriz de comparação para escolha de lâmpadas para ambientes residenciais, levando em conta diferentes variáveis.

ALTERNATIVA			
VARIÁVEL			
NÍVEL DE ILUMINAÇÃO			
ILUMINAÇÃO GERAL PARA ORIENTAÇÃO			
EFEITO DAS SOMBRAS			
ILUMINAÇÃO PARA ATIVIDADES DE TRABALHO			
CUSTO DA INSTALAÇÃO			
CUSTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA			
ACESSIBILIDADE PARA TROCA DE LÂMPADAS			
PRESENÇA DE ÁGUA E UMIDADE			
DISPONIBILIDADE DE RECURSOS DOS USUÁRIOS			
ANÁLISE EFETUADA, A PARTIR DE DE VARIÁVEIS PREVIAMENTE HIERARQUIZADA		ALTERNATIVA ESCOLHIDA	CONSEQUÊNCIAS DA DECISÃO:

QUADRO 37 - Exemplo de matriz de comparação para a localização de pontos de luz para a cozinha de um apartamento residencial, utilizado na disciplina: Instalações Prediais 1.

A escolha do tipo, da localização de componentes e das técnicas de execução das instalações elétricas envolve uma série de variáveis, mas a interferência de todos os fatores se dá em diferentes graus para cada tipo de produto a ser obtido. Definir quais variáveis e relações que devem ser priorizadas para a escolha da alternativa mais adequada (do ponto de vista dos usuários), é uma habilidade a ser desenvolvida pelos estudantes e profissionais.

Por exemplo, escolher o tipo de lâmpada mais adequado, significa obter o fluxo luminoso adequado, com menor consumo de energia e menor número de troca de lâmpadas. Partindo deste pressuposto a variável "composição final do custo da instalação, do consumo de energia e da manutenção" deve ter prioridade em relação a variável "preço da lâmpada".

Para determinados ambientes e finalidades da iluminação, a variável "reprodução de cores" deve ser priorizada, porque algumas lâmpadas, como os primeiros modelos das fluorescentes, distorcem as cores. As tradicionais lâmpadas incandescentes têm efeito bem melhor na reprodução dos tons, mas aquecem o ambiente, consomem muita energia elétrica e duram bem menos. As lâmpadas fluorescentes compactas custam mais, entretanto acumulam vantagens: fidelidade de cores e tamanho semelhante às incandescentes, com consumo de energia sete vezes menor e o triplo da vida útil.

Para a escolha de uma determinada alternativa, pode-se dar mais ênfase a certas variáveis do que a outras. O estabelecimento de prioridades, a partir de princípios e critérios previamente definidos, facilita a análise para a tomada de decisão, tendo em vista os usuários dos produtos.

O conceito de "hierarquização de variáveis" foi introduzido nas disciplinas de eletricidade para facilitar a compreensão,

pelo aluno, do processo de escolha proposto e a revisão de sua decisão. Em conjunto com o professor, isto é feito na direção de descobrir variáveis, relativamente ocultas para os profissionais, em particular em situações de instalações elétricas (por exemplo, a segurança dos usuários e a racionalização do processo de produção das instalações).

O conceito de hierarquização de variáveis refere-se à idéia de que um ambiente construído, em especial as habitações, deve atender às necessidades e exigências dos diversos agentes em conflito, dentro de um contexto que privilegie os usuários do ambiente construído. Constrói-se e produz-se para o usuário e suas complexas necessidades, submetidas a uma dinâmica política, econômica e cultural. Ele é a figura central das preocupações dos profissionais e do ensino.

Uma análise para tomada de decisão não pode limitar-se à identificação de ganhos dos setores privilegiados, mas deve considerar também as contradições, conflitos e interesses dos diferentes agentes, bem como visar a qualidade global dos produtos e serviços.

A maioria dos cursos de Engenharia Civil inicia com a descrição e quantificação de fenômenos abstratos, distantes da vida cotidiana dos alunos e da realidade. Os estudantes devem ser encorajados a analisar as relações mais próximas do seu cotidiano para aprender a identificar novas variáveis e a analisar novas relações. Nesta direção, é necessário realizar diversas experiências de aprendizagem, que abranjam os diferentes métodos de análise para a tomada de decisões.

O capítulo que se segue diz respeito à uma experiência de ensino de tomada de decisões em projetos, a partir do método proposto e da matriz construída para facilitar as comparações entre variáveis e alternativas.

CAPITULO IV

PLANEJAMENTO, CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE ENSINO DE TOMADA DE DECISÕES AO PROJETER INSTALAÇÕES ELETRICAS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

A partir da proposição de comportamentos gerais socialmente relevantes, para a formação de engenheiros civis, no horizonte da politecnia (ver capítulos II); da descrição dos comportamentos-objetivos terminais para as disciplinas de eletricidade (ver capítulo II); do método proposto para tomada de decisões para o ensino de projetos de instalações elétricas para habitações unifamiliares (ver capítulo III), foram planejados, construídos, aplicados e avaliados programas de ensino. Para tanto procedeu-se da seguinte maneira:

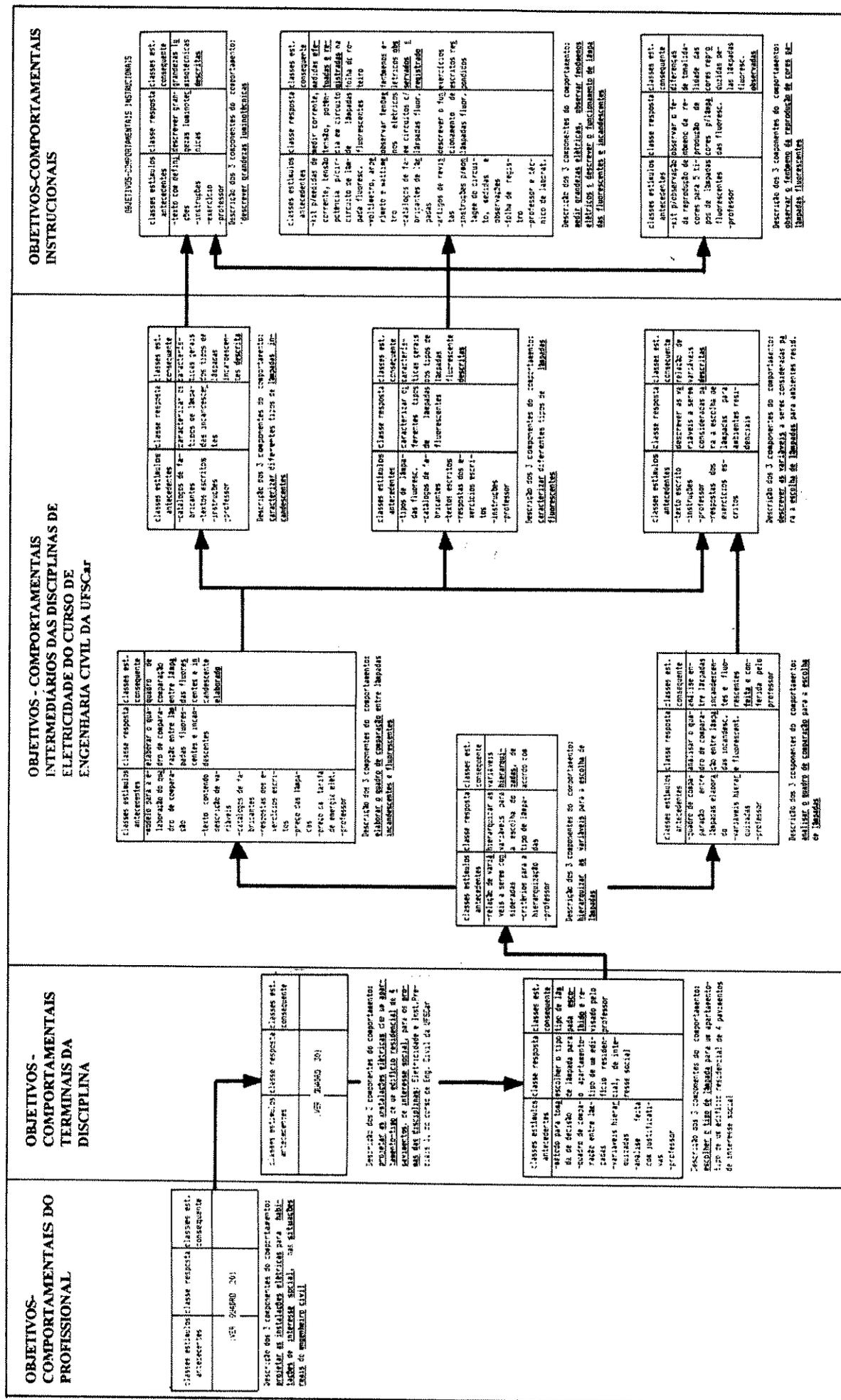
1. Decomposição dos comportamentos-objetivos terminais em objetivos intermediários e instrucionais, relacionados ao projeto das instalações elétricas para habitações de interesse social, de acordo com o método proposto para a tomada de decisões.
2. Organização dos objetivos intermediários resultantes da decomposição dos comportamentos-objetivos terminais, em uma sequência de aprendizagem para as disciplinas: Eletricidade para Engenharia Civil e Instalações Prediais 1 (parte elétrica).
3. Levantamento dos recursos existentes na universidade e na comunidade.
4. Elaboração dos planos de ensino e planos de unidades para as duas disciplinas.
5. Aplicação dos planos de unidades nas duas disciplinas.
6. Avaliação do ensino de tomada de decisões nas duas disciplinas.

7. Replanejamento do ensino das duas disciplinas de eletricidade.

1. DECOMPOSIÇÃO DOS COMPORTAMENTOS-OBJETIVOS TERMINAIS, DE ACORDO COM O METODO PROPOSTO PARA TOMADA DE DECISÕES

O Quadro 38 apresenta um exemplo de decomposição do objetivo-comportamental relacionado à classe de resposta: "projetar as instalações elétricas..." em objetivos terminais, intermediários e instrucionais, descritos comportamentalmente, relacionados à classe de resposta: "escolher o tipo de lâmpada para ambientes residenciais", para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 do curso de Engenharia Civil da UFSCar..

Como se pode observar, para ensinar a escolher, localizar e dimensionar cada componente ou técnica construtiva referente a instalações elétricas, é necessário definir uma cadeia de aprendizagens, envolvendo: fenômenos, conceitos e princípios; caracterização, comparação e análise de alternativas e finalmente escolha, localização e dimensionamento dos componentes.



Quadro 38. Exemplo de decomposição do objetivo-comportamental do profissional relacionado a classe de resposta "projetar instalações elétricas para habitações de interesse social" em objetivos terminais, intermediários e instrucionais, descritos comportamentalmente, relacionado a classe de resposta "escolher o tipo de lâmpada para ambientes residenciais".

2. SEQUENCIA DE UNIDADES PARA O ENSINO DAS DISCIPLINAS: ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES PREDIAIS 1 (PARTE ELETRICA)

A partir da decomposição dos objetivos-comportamentais terminais em objetivos-comportamentais intermediários e do levantamento dos repertórios dos alunos, é necessário organizá-los sequencialmente, em unidades de ensino que irão compor as disciplinas.

Para a organização da sequência dos objetivos e das unidades de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica) foram utilizados os seguintes critérios:

- A sequência de ensino deve estar de acordo com a sequência das classes de respostas terminais propostas no Quadro 32.
- A sequência de ensino deve partir dos objetivos mais simples para os mais complexos.
- A sequência deve proporcionar a verificação da aprendizagem cumulativa do aluno, em relação a conhecimentos, habilidades e atitudes.
- A sequência deve facilitar a compreensão do processo de aprendizagem como um todo.
- A sequência de aprendizagem deve, preferencialmente, partir do real para o abstrato.
- A sequência de ensino deve estar mais próxima da sequência das etapas necessárias para a elaboração do projeto.
- Para garantir ao aluno a visibilidade de todas as etapas para a tomada de decisão, de acordo com a proposta apresentada no Quadro 33, os objetivos de ensino relacionados com os conceitos e a caracterização dos componentes não devem estar separados dos objetivos de ensino visando à análise e à escolha.
- A sequência deve garantir continuidade e integração entre os diferentes objetivos da disciplina e os das diversas disciplinas do currículo.

Os Quadros 39 e 40 apresentam a sequência das unidades de ensino propostas para as disciplinas: Eletricidade para Engenharia Civil e Instalações Prediais 1 (parte elétrica), respectivamente, de acordo com os critérios acima listados e de acordo com as dificuldades encontradas pelos alunos das

diferentes turmas, após a avaliação dos programas de ensino.

1. PROBLEMAS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, CAMPO DE ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL E AS SITUAÇÕES DE ELETRICIDADE
2. CARACTERIZAÇÃO DE FENÔMENOS ELÉTRICOS E MEDIDAS DE GRANDEZAS ELÉTRICAS
3. DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA EM BAIXA-TENSÃO
4. PROBLEMAS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS
5. INTRODUÇÃO AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS
6. INTRODUÇÃO AO MÉTODO PARA TOMADA DE DECISÕES
7. ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO DE MOBILIÁRIO NA PLANTA ARQUITETURA
8. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL: CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA
9. DISPOSITIVOS DE COMANDO PARA ILUMINAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA
10. TOMADAS ELÉTRICAS; CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA

Quadro 39. Sequência das unidades de ensino proposta para a disciplina: **Eletricidade para Engenharia Civil** do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.

1. REVISÃO DO PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
2. DIVISÃO DE CIRCUITOS E ESTIMATIVA DE POTÊNCIA
3. ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS: CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA
4. CONDUTORES ELÉTRICOS: CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA
5. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES: CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA
6. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO: CARACTERIZAÇÃO, COMPARAÇÃO, ESCOLHA E LOCALIZAÇÃO NA PLANTA
7. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES, ELETRODUTOS, DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE E CONTRA CONTATOS INDIRETOS
8. DESENHOS DE PLANTAS, PRUMADAS E DETALHES EXECUTIVOS
9. DIAGRAMAS UNIFILIARES E DE LIGAÇÕES
10. ESPECIFICAÇÃO E LISTA DE COMPONENTES
11. MEMORIAL DESCRITIVO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
12. MANUAL DE ORIENTAÇÃO AOS USUÁRIOS DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Quadro 40. Sequência das unidades de ensino proposta para a disciplina: **Instalações Prediais 1 (parte elétrica)** do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar

Como se pode notar nos Quadros 39 e 40, a sequência dos objetivos de ensino para escolher um determinado componente das instalações elétricas, está de acordo com a sequência apresentada no Quadro 33: identificação de variáveis, caracterização de alternativas, comparação de alternativas e variáveis, análise e escolha.

3. LEVANTAMENTO DOS RECURSOS EXISTENTES NA UNIVERSIDADE E NA COMUNIDADE

Para que os planos de ensino e das unidades sejam efetivos instrumentos para a ação docente na sala de aula, é necessário considerar as limitações da realidade a que vai ser aplicada, no sentido de identificar e otimizar condições materiais e humanas que permitam sua implementação (Libâneo, 1991).

A identificação das limitações deve considerar o contexto histórico atual, os valores, exigências, estruturas e organização das universidades e os conhecimentos e habilidades necessárias para uma efetiva ação pedagógica em sala de aula.

O levantamento dos recursos existentes na universidade é necessário para racionalizar e organizar os planos de ensino e das unidades. Deve considerar:

- As dimensões, mobiliários, equipamentos e instalações das salas de aulas, dos laboratórios e outros espaços propícios para atividades de ensino.

- Os livros, normas, catálogos, revistas e jornais disponíveis.

- Os equipamentos para fotografias, vídeos e impressão gráfica.

- Os aparelhos e componentes para medidas, ensaios e observação de fenômenos disponíveis na universidade.

- Os recursos humanos técnicos e administrativos disponíveis na universidade.

- Os recursos materiais, laboratoriais e humanos disponíveis na comunidade.

4. PLANEJAMENTO DE CONDIÇÕES DE ENSINO DAS DISCIPLINAS: ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES PREDIAIS, A PARTIR DO MÉTODO PROPOSTO PARA ENSINO DE TOMADA DE DECISÃO

Uma grande parcela dos professores dos cursos de engenharia não considera importante o planejamento das estratégias, métodos, materiais e procedimentos de ensino. Para a maioria, o que importa é que o professor saiba os conteúdos de sua área de especialização; o restante vem naturalmente. Para outros, generaliza-se a idéia de que a renovação de técnicas - recursos audiovisuais e mais recentemente a informática - é sinônimo de renovação educacional. Raros são os professores que escolhem as condições de ensino de acordo com os objetivos de ensino. A escolha e organização das condições de ensino devem corresponder à necessária integração: objetivos-métodos-condições concretas das situações de ensino.

Para Libâneo (1991) os métodos de ensino referem-se aos meios para alcançar objetivos gerais e específicos do ensino, ou seja, ao "como" do processo de ensino, englobando as ações a serem realizadas pelo professor e pelos alunos para atingir os objetivos. Para o autor, as características dos métodos de ensino, devem estar orientadas para os objetivos; devem implicar uma sucessão planejada e sistematizada de ações, tanto do professor quanto dos alunos e requerem a utilização de diferentes meios de ensino.

Para a escolha das estratégias, métodos e condições de ensino para permitir que os alunos possam adquirir conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para a

elaboração de projeto das instalações elétricas para habitações de interesse social e para tomar decisões levando em conta diferentes aspectos da realidade, no horizonte da politecnia; foram privilegiados os seguintes princípios:

- As situações de ensino devem estar mais próximas da realidade em que o futuro profissional irá atuar, para permitir que o aluno possa escolher criticamente a alternativa mais adequada, analisando as variáveis das situações reais, levantando hipóteses e avaliando as consequências de cada decisão tomada.

- As situações de ensino devem enfatizar as situações de conflito, a partir do ponto de vista do aluno e do professor, como também de outras pessoas envolvidas, visando melhorar a compreensão do aluno quanto a diversidade de interpretações sobre um mesmo assunto.

- As estratégias de ensino devem estar adequadas aos objetivos de ensino relacionados à aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes.

- As estratégias de ensino devem ser adequadas ao grau de dificuldade e de complexidade das atividades, de modo que expressem desafios, questões estimulantes e também viáveis.

- As estratégias de ensino devem ser direcionadas para que os alunos dominem conscientemente os conhecimentos e métodos da sua aplicação e desenvolvam a iniciativa, a independência de pensamento e a criatividade.

- As estratégias de ensino devem provocar a explicitação da contradição entre idéias, experiências e atitudes que os alunos possuem sobre um fato ou objeto de estudo e o conhecimento científico sobre esse fato ou objeto de estudo.

- As estratégias de ensino devem apontar para o desenvolvimento da capacidade de identificar, refletir e investigar os problemas da maioria da população.

- Devem ser criadas situações de ensino que ativem as potencialidades dos alunos, de modo que dominem métodos de pensamento e saibam aplicar os conteúdos aprendidos em situações novas ou a problemas do meio social.

- As condições de ensino devem estar adequadas ao número de alunos da turma, ao tempo disponível em sala de aula e para atividades extra-classe.

- Devem ser explicados aos alunos, com clareza, os objetivos de ensino, as atividades propostas, as expectativas em relação aos resultados esperados e as atividades em que os alunos estarão envolvidos.

- As condições de ensino devem levar em conta as potencialidades e o ritmo próprio de cada aluno e da turma em termos de leitura, registro escrito, exercício, desenhos, mas devem ser desenvolvidas em um ritmo de trabalho de acordo com o nível máximo de exigências que se podem fazer para aquele grupo de

alunos.

- O aluno é o sujeito da aprendizagem, isto é, o aluno é quem faz, necessitando de oportunidades para se expressar, para criticar, recordar, sintetizar e propor dentre outras atividades.

- As estratégias de ensino devem proporcionar um clima de co-responsabilidade de trabalho em que o aluno assuma a sua aprendizagem de uma forma significativamente ativa.

- As estratégias de ensino devem garantir a assimilação de conhecimentos, habilidades e atitudes, verificando-se se os resultados obtidos pelos alunos são estáveis por um período mais ou menos longo, (por exemplo, através de revisões periódicas, exercícios de fixação e de conclusão, atividades individualizadas a alunos que apresentem dificuldades).

- Deve se proporcionar um *feedback* imediato às ações do aluno, o que significa que ele deve ter oportunidade de verificar sua aprendizagem imediata e continuamente.

- O professor deve ter sempre uma atitude positiva frente às ações e resultados obtidos pelos alunos; as respostas incorretas devem ser transformadas em ponto de partida para revisões ou novas explicações, pois permitem ao professor conhecer melhor as dificuldades dos alunos.

- A avaliação da aprendizagem deve ser entendida como um processo para obter informações para melhoria da eficiência e da eficácia do ensino e da aprendizagem, tendo funções de orientação, de apoio e de assessoria e não de punição ou simples decisão final para promoção ou reprovação do aluno.

O planejamento de estratégias, métodos e condições de ensino deve envolver previsões cuidadosas por parte do professor e deve resultar em documento escrito (plano de ensino) que servirá para orientar as ações do professor, para orientar as ações dos alunos e para possibilitar constantes revisões e aprimoramentos.

Um plano de ensino pode envolver diversos níveis de especificidade. Abreu e Masetto (1987) e Libâneo (1991) propõem três níveis: o plano da universidade ou de uma unidade da universidade ou de um curso; o plano da disciplina e o plano de unidade ou de aula.

Para os propósitos do presente trabalho, basta apresentar os planos de unidades, em particular para as disciplinas de eletricidade visando à formação de engenheiros civis. Para a

elaboração dos planos de cada unidade das disciplinas focalizadas, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

1. Organização e seleção dos materiais (artigos, livros, normas, catálogos, manuais etc.) existentes para leitura.

2. Elaboração de textos adequados aos objetivos de ensino, relacionados com fenômenos, conceitos e problemas da construção civil e das instalações elétricas.

3. Montagem de bancadas para medidas de grandezas elétricas.

4. Montagem de bancadas para demonstrações de fenômenos, componentes e técnicas de execução.

5. Montagem de "kits" para a caracterização e comparação dos diferentes tipos de componentes para as instalações elétricas.

6. Elaboração de textos contendo as descrições das variáveis a serem consideradas para a escolha de cada decisão a ser tomada pelo aluno.

7. Elaboração de matriz de comparação dos diferentes tipos de componentes para servirem de roteiro de seminários ou gabaritos de revisão.

8. Elaboração de manuais para o dimensionamento dos componentes das instalações elétricas.

9. Elaboração de exercícios escritos para a apresentação da unidade ou para roteiro de estudos ou para verificação da aprendizagem ou para a conclusão da unidade.

10. Seleção dos materiais e procedimentos de ensino que deverão compor o plano de ensino.

11. Elaboração do material para o registro do desempenho dos alunos.

12. Elaboração de textos para a apresentação de cada unidade e de instruções para as atividades propostas aos alunos e ao professor.

13. Elaboração dos planos de cada unidade das disciplinas, contendo: (1) identificação da disciplina, da unidade didática e da subunidade; (2) objetivos específicos relacionados com conhecimentos, habilidades e atitudes; (3) materiais de ensino; (4) atividades dos alunos; (5) atividades do professor; (6) formas de verificação da aprendizagem.

Os Quadros 41 a 43 apresentam exemplos de planos das subunidades da unidade didática: Iluminação Artificial da disciplina: Eletricidade para Engenharia Civil, elaborados a partir das etapas gerais apresentadas anteriormente.

Curso: Engenharia Civil		Disciplina: Eletricidade		Período: 5 ^o		Professor:	
UNIDADE DIDÁTICA: Iluminação Artificial para Ambientes Residenciais							
SUB-UNIDADE: Caracterização de Lâmpadas e Descrição de Variáveis							
OBJETIVOS ESPECÍFICOS				CONDIÇÕES DE ENSINO			
Conhecimento	Habilidade	Atitude	Materiais	Atividades dos alunos	Atividades do professor	Verificação da aprendizagem	
- Descrever as grandezas lumínotécnicas necessárias para a escolha de lâmpadas para ambientes residenciais	- Ler textos escritos - Responder por escrito, os exercícios	- Hábito de leitura	- Texto escrito - Instruções gerais - Exercício escrito	1. Ler o texto 2. Responder o exercício escrito 3. Verificar as respostas em grupo	1. O professor apresenta as instruções 2. O professor esclarece dúvidas 3. O professor verifica as respostas e anota desempenho	- Exercícios respondidos e revisados no prazo proposto	
- Descrever os instrumentos e procedimentos de medidas elétricas - Calcular o fator de potência - Descrever o funcionamento das lâmpadas fluorescentes e acessórios	- Medir corrente, tensão, potência - Observar fenômenos elétricos - Analisar as medidas obtidas, os fenômenos observados e o funcionamento de lâmpadas	- Prevenção a acidentes durante as medidas - Treinamento inter-pares - Organização da montagem - Precisão dos dados	- Kits contendo: lâmpadas fluorescentes, reatores, starter, cabos de ligação - Voltímetro, amperímetro, multímetro - Texto contendo instruções para montagem, medidas e observações - Folha de registro de medidas e observações - Exercícios escritos	1. Ver as ilustrações 2. Montar os circuitos em grupo de 3 alunos 3. Medir corrente, tensão, potência 4. Anotar na folha de registro 5. Responder o exercício escrito individualmente 6. Verificar as respostas em grupo	1. O professor apresenta instruções 2. Conferir os circuitos 3. O professor esclarece as dúvidas 4. O professor verifica as respostas e anota o desempenho	- Medidas obtidas - Exercícios respondidos e revisados no prazo combinado	
- Descrever o fenômeno de reprodução de cores das lâmpadas fluorescentes	- Observar o fenômeno de reprodução de cores das lâmpadas fluorescente - Responder oralmente as respostas		- Instruções gerais - Kit para observação da reprodução de cores para 5 tipos de lâmpadas fluorescentes	1. Olhar para as 5 lâmpadas fluorescentes e observar as diferenças de tonalidade das cores branca, vermelha, azul, verde, amarela e preta	1. Ligar as 5 lâmpadas fluorescentes e solicitar aos alunos que respondam as perguntas, oralmente	- (Durante a escolha do tipo de lâmpada)	
- Descrever as variáveis relacionadas com o custo da iluminação artificial, segurança dos usuários, etc.	- Ler o texto escrito pelo professor - Analisar criticamente o texto - Identificar variáveis	- Hábito de leitura - Autonomia de aprendizagem - Independência intelectual	- Texto escrito sobre a descrição das variáveis	1. Ler o texto escrito, apresentando dúvidas, argumentos prós e contras	1. O professor esclarece as dúvidas	- (Durante a escolha do tipo de lâmpada)	

Quadro 41. Exemplo de um plano da unidade didática: ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (sub-unidade: caracterização de alternativas e descrição de variáveis) para a disciplina Eletricidade do curso de Eng. Civil da UFSCar.

Curso: Engenharia Civil		Disciplina: Eletricidade		Período: 5 ^o .		Professor:	
UNIDADE DIDÁTICA: Iluminação Artificial para Ambientes Residenciais							
SUB-UNIDADE: Comparação, Análise e Escolha do Tipo de Lâmpada							
OBJETIVOS ESPECÍFICOS				CONDIÇÕES DE ENSINO			
Conhecimento	Habilidade	Atitude	Materiais	Atividades dos alunos	Atividades do professor	Verificação da aprendizagem	
<ul style="list-style-type: none"> - Compreender as técnicas para coleta de dados nas situações reais - Descrever as características das lâmpadas - Descrever o método proposto para tomada de decisão 	<ul style="list-style-type: none"> - Obter dados das variáveis através das leituras de catálogos, textos e consulta a fornecedores - Comparar lâmpadas fluorescentes e incandescentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Precisão das variáveis e dados - Iniciativa - Originalidade - Cumprimento de prazo - Método científico de resolver problemas - Sistematização do conhecimento - Necessidade de se manter informações sobre aspectos técnicos, econômicos, sociais 	<ul style="list-style-type: none"> - Texto escrito s/ a descrição das variáveis - Catálogos de lâmpadas dos fabricantes: GE, Philips, Osram - Exercícios escritos respondidos - Modelo de um quadro de comparação 	<ul style="list-style-type: none"> - Retomar os textos e exercícios respondidos - Ler os catálogos - Coletar os dados não disponíveis na sala de aula - Observar a realidade - Preencher o quadro de comparação entre as lâmpadas fluorescentes e incandescentes - Revisar o quadro com o professor 	<ul style="list-style-type: none"> - O professor apresenta as instruções e as técnicas para coleta de dados - O professor acompanha os alunos e esclarece as dúvidas - O professor faz a revisão 	<ul style="list-style-type: none"> - O quadro de comparação deverá ser examinada levando em conta: o número de variáveis, a precisão das variáveis e dos dados, o número de alternativas consideradas, o prazo combinado e a aparência final 	
<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o significado de analisar, levando em conta diferentes aspectos da realidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar o quadro de comparação, examinar as variáveis, previamente hierarquizadas 		<ul style="list-style-type: none"> - Quadro de comparação para lâmpadas fluorescente e incandescente 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar as alternativas - Relacionando as variáveis: custo da iluminação com disponibilidade de recursos dos usuários, facilidade de aquisição e manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> - O professor apresenta um seminário como exemplos de análise, relacionando duas variáveis, três variáveis, etc. 		
<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o significado da decisão e suas consequências aos usuários 	<ul style="list-style-type: none"> - Escolher o tipo de lâmpada para cada ambiente e um apartamento - tipo, a partir da análise de variáveis 	<ul style="list-style-type: none"> - Independência intelectual - Confiança na decisão - Compreensão crítica da realidade - Respeito aos usuários - Hábito de rever a decisão 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro de comparação entre lâmpadas fluorescente e incandescente 	<ul style="list-style-type: none"> - Escolher o tipo de lâmpada para cada ambiente, justificando por escrito a decisão tomada - Revisar com o professor a escolha efetuada 	<ul style="list-style-type: none"> - O professor faz a revisão da decisão e solicita aos alunos que examinem as consequências da decisão 	<ul style="list-style-type: none"> - A escolha de alternativa será examinada de acordo com a análise e síntese efetuada 	

Quadro 42. Exemplo de um plano da unidade didática: ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (sub-unidade: comparação, análise e escolha do tipo de lâmpada) para a disciplina Eletricidade do curso de Eng. Civil da UFSCar.

Curso: Engenharia Civil		Disciplina: Eletricidade		Período: 5 ^o .		Professor:	
UNIDADE DIDÁTICA: Iluminação Artificial para Ambientes Residenciais							
SUB-UNIDADE: (Comparação, Análise e Localização de Pontos de Luz na Planta)							
OBJETIVOS ESPECÍFICOS				CONDIÇÕES DE ENSINO			
Conhecimento	Habilidade	Atitude	Materiais	Atividades dos alunos	Atividades do professor	Verificação da aprendizagem	
- Descrever as finalidades da iluminação	- Identificar e descrever variáveis, a partir de leitura de textos - Ler artigos escritos por diferentes autores	- Hábito de leitura	- Artigos sobre finalidades e tipos de iluminação - Texto contendo a descrição das variáveis	- A partir da leitura dos textos, cada aluno identifica e descreve as variáveis a serem consideradas na localização dos pontos de luz - Conferir a descrição das variáveis com o gabarito fornecido pelo professor	- O professor apresenta as ilustrações e solicita aos alunos quais as variáveis a serem consideradas para a localização dos pontos de luz, a partir de suas experiências enquanto usuários - O professor esclarece dúvidas e orienta os trabalhos	- A escolha da localização dos pontos de luz será examinada levando em conta: o número de alternativas e variáveis consideradas, a precisão dos dados, o prazo combinado, a simbologia adotada, a definição dos traços, a caligrafia técnica	
- Compreender o significado de analisar, levando em conta diferentes aspectos da realidade	- Coletar dados sobre as variáveis - Propor alternativas - Comparar as alternativas - Analisar as alternativas	- Independência intelectual - Precisão das variáveis e dos dados - Capacidade em propor alternativas	- Planta de um apartamento - tipo de um edifício habitacional de interesse social, sistema construtivo tradicional ou em alvenaria - Simbologia dos componentes - Norma de instalações elétricas da ABNT	- Elaborar quadro de comparação para a localização do ponto de luz de cada ambiente - Analisar o quadro de comparação, examinando as variáveis previamente hierarquizadas	- O professor faz a revisão dos quadros de comparação		
- Compreender o significado da decisão e suas consequências aos usuários	- Localizar na planta de um apartamento - tipo, os pontos de luz para cada ambiente, de acordo com a simbologia fornecida, levando em conta as finalidades de iluminação, o ofuscamento, o efeito de sombras, acessibilidade ao ponto de luz	- Compreensão crítica da realidade - Respeito aos usuários - Qualidade na apresentação dos produtos - Hábito de examinar as consequências da decisão		- Localizar na planta os pontos de luz para cada ambiente, explicando, por escrito, a decisão tomada - Revisar com o professor as escolhas efetuadas	- O professor faz a revisão da decisão - O professor coordena uma discussão com a classe sobre as dificuldades encontradas, as lacunas de aprendizagem, as metas atingidas		

Quadro 43. Exemplo de um plano da unidade didática: ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (sub-unidade: comparação, análise e localização dos pontos de luz) para a disciplina Eletricidade do curso de Eng. Civil da UFSCar.

Não é objetivo deste trabalho analisar os elementos e os aspectos considerados em cada plano de unidade proposto para as disciplinas de eletricidade. Mas, é importante esclarecer que a elaboração dos planos das unidades deve ser compreendida como um roteiro organizado das unidades didáticas e devem ser aplicados, levando em conta os princípios de ensino, a disponibilidade de tempo e de recursos e, principalmente, as características de cada aluno ou de cada turma de alunos.

Uma das principais tarefas do professor consiste em adequar os planos das unidades à realidade de turma de alunos. A disponibilidade de tempo para as atividades fora da sala de aula e o número de aulas do calendário escolar são aspectos da realidade, que também devem ser considerados.

5. REALIZAÇÃO DO ENSINO DE TOMADA DE DECISÕES NAS DISCIPLINAS ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES PREDIAIS 1

Os planos das unidades das disciplinas de eletricidade, elaborados de acordo com o item anterior, foram aplicados a diferentes turmas de alunos das disciplinas: Eletricidade (5º período) e Instalações Prediais 1 (6º período) do curso de graduação em Engenharia Civil, desde o 1º semestre de 1988.

Para facilitar a aprendizagem dos alunos em relação as etapas para a "escolha de uma determinada alternativa", foram propostas atividades aos alunos, basicamente, relacionadas a:

- Leitura de textos ou seminário pelo professor sobre a descrição das variáveis a serem consideradas e a caracterização de alternativas.

- Leitura de textos, catálogos e normas para a coleta de dados sobre as variáveis.

- Elaboração de matrizes de comparação para a análise e escolha do tipo e localização de cada componente das instalações elétricas.

- Escolha da alternativa mais adequada, com a apresentação de justificativas.

6. AVALIAÇÃO DO ENSINO DE TOMADA DE DECISÕES NAS DISCIPLINAS DE ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES PREDIAIS 1

A avaliação do ensino referiu-se aos objetivos: "tomar decisões, levando em conta diferentes aspectos da realidade" e "projetar as instalações elétricas de habitações de interesse social". Para tanto foram utilizadas as seguintes informações:

- registro das anotações feitas na sala de aula;
- trabalhos (quadros de comparação, plantas, perspectivas, memoriais, manuais, dissertações e exercícios escritos) desenvolvidos pelos alunos;
- registro das revisões dos trabalhos feitos em conjunto com o aluno;
- depoimentos escritos dos alunos, após o término das disciplinas.

Em função das características deste trabalho, somente serão feitas considerações sobre os depoimentos dos alunos.

Após o término de cada disciplina, solicitou-se aos alunos comentários e sugestões por escrito sobre o objetivo de ensino: "escolher uma alternativa, levando em conta diferentes aspectos da realidade", em relação a: aversão ou não ao método; dificuldades em assimilar; generalização da aprendizagem ("passou a utilizar em outras situações e em outras disciplinas"); envolvimento e interesse; aumento ou não da possibilidade de perceber os fatores envolvidos; facilidade ou não na escolha de alternativas; segurança nas decisões e outros comentários que julgassem pertinentes.

Foram coletados 102 depoimentos dos alunos, sendo 62 na disciplina Eletricidade e 40 na disciplina Instalações. A tabela 1 apresenta a relação do número dos alunos matriculados,

aprovados e que entregaram os depoimentos por escrito, e os respectivos semestres de oferta das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1.

	ELETRICIDADE				INSTALAÇÕES PREDIAIS 1				TOTAL
	2o./88	2o./89	1o./90	1o./91	1o./88	1o./89	1o./90	2o./90	
Número de alunos matriculados	13	13	25	27	15	11	13	23	140
Número de alunos aprovados	11	11	23	26	12	09	08	23	123
Número de alunos que entregaram os depoimentos	08	11	19	24	07	05	05	23	102

Tabela 1. Número de alunos matriculados, aprovados e que entregaram os depoimentos escritos das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1

Os depoimentos dos alunos foram agrupados em relação a: 1) aspectos gerais do método proposto para tomada de decisão; 2) dificuldades e problemas sobre o método proposto; 3) sugestões para aperfeiçoar o método proposto e 4) utilização do método proposto em outras situações e em outras disciplinas.

O Quadro 44 apresenta depoimentos dos alunos sobre diferentes aspectos do método proposto para a tomada de decisão, em relação a:

- identificação de variáveis (afirmações 7 e 9);
- importância do estudo de variáveis (afirmações 6 e 18);
- variáveis relacionadas à segurança e necessidades dos usuários (afirmações 3, 12, 15 e 20);
- ampliação da possibilidade de perceber os fatores envolvidos (afirmações 1, 10, 13 e 16);
- importância da sistematização e organização das informações (afirmações 5 e 8);
- importância dos quadros de comparação (afirmação 19);
- visão crítica (afirmações 4 e 11);
- capacidade de abranger um problema na sua totalidade (afirmação 5);
- diminuição de erros de projetos (afirmação 14);
- aversão ao método (afirmação 10);
- processo de decisão como um todo (afirmações 17 e 18).

Os depoimentos dos alunos relacionados a dificuldades e problemas sobre o método proposto para tomada de decisão, apresentado no Quadro 45, referem-se aos seguintes aspectos:

- identificação de variáveis (afirmações 16, 18 e 19);
- obtenção de dados (afirmações 4 e 10);
- aprendizagem de outros conteúdos (afirmações 7, 12 e 14);
- situações do profissional (afirmação 15);
- tempo gasto (afirmações 1, 8, 9, 11 e 13);
- tempo dispendido nas atividades fora da sala de aula (afirmações 2, 6 e 11);
- falta de materiais de ensino (afirmação 3);
- cansaço (afirmações 17 e 20);
- acúmulo de informações e trabalho (afirmação 5).

01. "A proposta do curso nos fez pensar de maneira sensata, ou seja, cria na cabeça do aluno uma abertura, que permite a aceitação de várias informações, a partir das quais ele tem condições de decisão".
02. "... é um método que faz com que o aluno procure outras soluções para o mesmo problema..."
03. "O objetivo: escolher levando em conta as variáveis da realidade nos deu um parâmetro para a escolha, ou seja, saímos da escolha subjetiva de cada um, para uma escolha integrada às necessidades reais dos usuários".
04. "Após o conhecimento desse tipo de análise passei a ver tudo mais criticamente e analisando o porquê das coisas terem sido feitas da maneira que são e as variáveis necessárias para a realização de qualquer evento".
05. "O método é bastante positivo, pois desperta a capacidade de abranger um problema na sua totalidade, além de contribuir sensivelmente para aumentar o grau de organização e observação do aluno".
06. "Entendo que todos os cursos profissionalizantes ou não, deveriam trabalhar com situações bem próximas da realidade, para que depois de formado o aluno não tenha um 'choque' quando estiver trabalhando e, para que isso ocorra é fundamental o estudo sobre as variáveis, aspectos da realidade".
07. "Na minha opinião é mais válido o processo da gente mesmo pensar e descobrir quais são as variáveis que interferem na tomada de decisão, apesar de que no início eu tive dificuldade em montar a matriz, mas com o decorrer do tempo foi ficando mais fácil, pois você acaba 'moldando' dentro da própria mente, o jeito, o modo de pensar".
08. "A tomada de decisões é uma situação constante de qualquer profissional. No caso do engenheiro civil essas decisões são ligadas a aspectos técnicos que passei a visualizar de maneira mais sistematizada e concisa".
09. "Como não tinha conhecimento de tal metodologia, possuía uma visão fechada ao grande número de variáveis existentes".
10. "É um bom método para decidir ou escolher na hora de projetar, mas confesso que senti alguma aversão ('honestamente preguiça') por ser trabalhoso, mas sem dúvida houve aumento de visibilidade, facilidade na escolha, segurança nas decisões".
11. "Tal metodologia faz com que o aluno possa ter uma visão mais crítica e analítica dos materiais e, consequentemente levando a uma seleção de produtos de qualidade e que obedeçam as exigências de segurança".
12. "Na planta do mobiliário, por exemplo, fazendo a análise das variáveis optei pela segurança no caso da cozinha, sendo que antes não havia chegado a essa conclusão, porque não tinha feito uma matriz e análise das variáveis".
13. "A tomada de decisão através da análise de variáveis, possibilitou-me o aumento do campo de visão, enxergando sempre novas variáveis".
14. "Qualquer projeto a ser feito deveria conter uma análise de decisões, com certeza os erros seriam minimizados ou previstos. Isto não é feito, pois na maioria das vezes, a variável custo dos materiais fala mais alto, ou a falta de conhecimentos da própria análise de decisões".
15. "Mudei radicalmente meu conceito sobre a segurança dos usuários em relação ao uso da eletricidade".
16. "Acho que inconscientemente essa análise já era feita. Agora a sua aplicação é consciente e de maior amplitude".
17. "Depois de tantas comparações nas decisões, através da análise de diversas variáveis, aprendi a fazer uma escolha baseada em diversos fatores, levando em conta diversas situações, conflitos, hipóteses, normas, etc, tornando a decisão algo mais complexo, seguro, racional e adequado".
18. "Esse método abriu meu pensamento às diversas formas de decisão e escolha. Mostrou como é difícil e importante ter conhecimento sobre a realidade para poder formular variáveis e atingir uma escolha de grau satisfatório. Há necessidade de pesquisa para qualquer decisão e de um estudo profundo sobre a realidade e seus aspectos. Quanto maior o conhecimento de variáveis e da realidade mais fácil tomar a decisão adequada".
19. "Realmente a coisa mais importante que eu aprendi foi a elaboração de matrizes de análise para tomar decisões em casos onde as variáveis são muitas".
20. "Na escolha de variáveis visando a segurança, aprendi a ver várias variáveis, que facilmente podem propiciar um incêndio e que geralmente são esquecidas".

01. "A maior queixa é quanto ao tempo".
02. "... houve muito pouco tempo para as atividades em sala de aula, sobrando muita coisa para fazer em casa".
03. "... falta de base e dados, de bibliografia, de catálogos..."
04. "Sei do objetivo do professor em nos incentivar a pesquisar e ser autodidata. Mas, devido ao tempo, acabamos em não fazer quase nenhuma pesquisa".
05. "Houve um acúmulo de informações, variáveis e trabalho muito grande".
06. "A disciplina possui condições de ensino relativamente boas. Há disponibilidade de materiais, mas o grande problema está na carga horária para casa".
07. "O estudo de mobiliário com as listas de variáveis ocupou muito tempo, ficando um curto espaço destinado ao dimensionamento e outros".
08. "... o tempo gasto é significativo para uma disciplina de 4 créditos".
09. "Um aspecto negativo desta análise é que por ser minuciosa nos toma muito tempo".
10. "Este processo, inicialmente, teve uma dificuldade para se aplicar, mas como os dados foram, na maioria das vezes fornecidos pelo professor, tornou-se menos traumática sua aplicação, porém para sua utilização fora da matéria, o maior problema ainda é a obtenção de dados e a priorização e hierarquização destes".
11. "O único problema enfrentado, foi o intervalo entre a aprendizagem e trabalho extra-classe no projeto, que a meu ver foi muito pouco, pois tínhamos aula o dia inteiro e quando chegávamos em casa, não havia tempo suficiente para que o projeto fosse feito até aquela etapa, ficando assim defasado".
12. "Como a carga horária da disciplina é pequena e existe uma enorme quantidade de informações, deixamos de ver outros métodos para dimensionamento, detalhes executivos, outros tipos de instalações (gás, telefone, etc)".
13. "Há muito pouco tempo para uma infinidade de informações a serem dadas pelo professor".
14. "Muita ênfase no processo, deixando o outro aspecto do objetivo (projeto) um pouco em segundo plano".
15. "Como princípio de aprendizagem foi necessário praticar a proposta detalhadamente, porém, muitas vezes na vida profissional temos que tomar decisões, que não nos permitem fazer uma análise com tanta minúcia de detalhes, o que não significa que variáveis não estejam sendo levadas em conta".
16. "Logicamente existe ainda dificuldades em relação à identificação das variáveis principais, dependendo da complexidade do assunto".
17. "Quanto ao método de análise foi excelente, apesar de fastidioso. Houve um cansaço, devido a monotonia das grandes quantidades de matrizes comparativas".
18. "... os tipos de variáveis a serem discutidas eram um pouco difíceis de serem compreendidas e o tempo que gastamos foi grande e o disponível muito pouco".
19. "As outras disciplinas não nos deram oportunidade de realizar este tipo de trabalho. A princípio tive dificuldade, pois é difícil detectar as variáveis ocultas que agem de maneira indireta em um ambiente".
20. "No começo tive muita dificuldade em assimilar o que eram variáveis, mas acabei entendendo, não peguei aversão, mas acho que foi um pouco cansativo".

Quadro 45. Depoimentos de alunos sobre as *queixas e dificuldades sobre o método proposto para tomada de decisão* para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais I (parte elétrica).

Quanto as sugestões para o método proposto para a tomada de decisão, os depoimentos dos alunos, apresentados no Quadro 46, referem-se a:

- utilização do método em outras disciplinas (afirmações 17, 18 e 21);
- transferência do método aos projetistas (afirmação 20);
- exemplos de casos concretos (afirmação 22);
- reestruturação de disciplinas (afirmações 9 e 17);
- reestruturação da carga horária (afirmações 1, 7, 10 e 13);
- utilização de "software" (afirmações 3 e 19);
- acesso a quadros de comparação já elaborados (afirmações 4, 6, 8, 11 e 16);
- redução do número de quadros (afirmações 5 e 12);
- maior número de exemplos de quadros de comparação, (afirmação 14);
- fornecimento de modelo para o quadro de comparação (afirmação 15)

Os depoimentos dos alunos sobre a utilização do método proposto para tomada de decisão em outras situações e em outras disciplinas, apresentados no Quadro 47, indicam que alguns alunos passaram a utilizar o método proposto: em outras disciplinas do curso de Engenharia Civil (afirmações 2, 5, 6 e 7); para a escolha da ênfase do curso (afirmações 1 e 5) e nas situações reais, enquanto estagiário (afirmações 3 e 4).

01. "Como sugestão fica a idéia de uma reestruturação da carga horária"
02. "Poderíamos fazer uma visita a algumas obras e analisarmos na prática as nossas decisões".
03. "... utilizar técnicas de computação e tentar montar um software".
04. "Acho que deveríamos ter acesso às matrizes das turmas anteriores e assim poderíamos tentar melhorá-las e usá-las".
05. "Talvez se pudesse reduzir as matrizes de análise, para um maior tempo no dimensionamento".
06. "As matrizes poderiam ser oferecidas, sendo a hierarquia de variáveis feita pelo aluno".
07. "Mais 2 créditos para a disciplina".
08. "A entrega de mais matrizes de análise já prontas, facilitava o trabalho".
09. "Deveria separar a disciplina instalações em um semestre para cada parte (elétrica e hidráulica) para não ficar esse sufoco que é o final do semestre".
10. "A disciplina de IPI deveria ser dada em dois semestres".
11. "Devido ao pouco tempo da disciplina, creio que se fosse possível a entrega das matrizes prontas seria mais válido, assim economizaria tempo e o aluno deveria analisar a matriz e escolher".
12. "As matrizes deveriam ser em menor número, porém mais elaboradas".
13. "Poderia ser modificado o currículo, aumentando o número de créditos, para aumentar o tempo para fazer as atividades:.
14. "Para a montagem inicial das matrizes é sempre difícil para o aluno, devido a alienação com relação as variáveis a escolher. Para facilitar seria necessário maior número de matrizes como exemplos".
15. "Proponho que a folha de matrizes de análise deveria ter um tipo padrão e fornecidas cópias aos alunos".
16. "No início do curso as matrizes poderiam ser fornecidas, pois há muita dificuldade, principalmente em listar as variáveis, tendo em vista que é a primeira vez que este método é proposto".
17. "A sugestão seria de se levar a preocupação com a organização de dados e informações para tomada de decisões às disciplinas como Introdução a Engenharia Civil, Desenho Técnico 1 e 2 e MIP. Assim os alunos viriam com este tipo de informação sendo desenvolvido ao longo do curso e não de uma vez, em um dado momento do curso".
18. "Este tipo de trabalho pode e deve ser adaptado e transferido para outras disciplinas, pois além de aumentar a visibilidade, facilita e racionaliza a escolha e tomada de decisões".
19. "Durante a disciplina observei que detalhar, analisar variáveis toda vez que tiver que tomar uma decisão, é um processo muito trabalhoso e demorado pelos métodos tradicionais (caneta, papel, etc). Logo pensei em uma maneira de sistematizar o conhecimento e 'bolar' um programa de computador, que pelo menos facilitasse a análise, eliminando algumas etapas que seriam feitas pelo processo tradicional".
20. "É um método que deveria ser usado por projetistas que cometem erros incorrigíveis em uma edificação".
21. "Esta análise poderia ser feita para as disciplinas que compõem o currículo de Engenharia Civil".
22. "Seria interessante e muito auxiliar se tivéssemos exemplos de alguns casos concretos, como uma planta mobiliada e de instalações elétricas para perceber como os usuários resolvem seus problemas, analisam suas variáveis e como o construtor interpreta o costume e hábitos dos usuários. Se pudéssemos fazer uma visita a um prédio habitado com a planta na mão, seria um objeto de extremo valor para a análise de decisões".

01. "Utilizei a análise de variáveis para verificar a escolha da ênfase, que já tinha decidido a seguir; esta análise me serviu mais para reafirmar a minha opção, pois me deu mais um motivo concreto para me apoiar em tal decisão".
02. "Na disciplina de Projeto de Edificações, quando fui projetar o alojamento, analisei várias variáveis para escolher o sistema construtivo mais adequado".
03. "No escritório de engenharia de meu irmão, onde trabalho as vezes, passei para ele esse método e ele gostou. Disse que vai passar a fazer ou tentar adaptar em sua metodologia de projeto".
04. "Na prática (situação real), este procedimento me auxiliou nas atividades de estágio, na medida em que, ao acompanhar a obra foi necessário o desenvolvimento de um método de observação e análise dos serviços executados. Esta observação e análise foi feita com a ajuda de mapas de acompanhamento por atividade que levaram em conta as principais variáveis que deveriam ser controladas e fiscalizadas".
05. "Apliquei a metodologia em algumas disciplinas (TCC2, Projeto de Edificações, Conforto Ambiental) e obtive bons resultados. Na definição da ênfase apliquei a metodologia e creio que ela me conduziu a escolha mais adequada".
06. "Se possível, tentarei usar essa matriz em TCC2: matriz de análise para escolha de esquadrias de portas e janelas".
07. "Usei a matriz de análise na disciplina TCC1 para a escolha do tipo de vedação de uma edificação".

Quadro 47. Depoimentos de alunos sobre a *utilização do método proposto para tomada de decisão em outras situações e em outras disciplinas*, após terem concluído as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica).

Os depoimentos dos alunos, quanto ao método proposto para tomada de decisão, apontam para:

- necessidade de análise mais sofisticada dos depoimentos dos alunos para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem envolvido com a tomada de decisão e com o objetivo específico das duas disciplinas;

- necessidade de uma melhor adequação dos objetivos de ensino para projetar instalações elétricas e para tomada de decisão;

- a reprogramação das condições de ensino das disciplinas, levando em conta o tempo disponível dos alunos;
- necessidade da elaboração de quadros de comparação para a escolha dos diferentes tipos de componentes das instalações elétricas para serem utilizadas como materiais de ensino e para as situações profissionais, na perspectiva de montagem de um banco de dados informatizado;
- a transferência do método proposto para tomada de decisão para outras disciplinas do curso de graduação em Engenharia Civil;
- necessidade de reestruturação do curso de graduação em Engenharia Civil, visando garantir aprendizagens das várias habilidades e atitudes para tomar decisão, levando em conta as necessidades e interesses dos usuários, em um número maior de disciplinas;
- necessidade de criar múltiplas alternativas e condições para que os alunos possam utilizar o método proposto nas situações reais, como forma de avaliação de sua eficácia.

7. REPLANEJAMENTO DO ENSINO DAS DISCIPLINAS DE ELETRICIDADE E INSTALAÇÕES PREDIAIS 1

Os planos das unidades das disciplinas, contendo a proposta do método para a tomada de decisão, foram aplicados pela primeira vez, na disciplina Instalações Prediais 1, no 1º semestre de 1988, para uma turma de 13 alunos. As estratégias utilizadas, para o ensino do método para tomada de decisão, foram:

- apresentação de seminários pelo professor sobre: as variáveis que o engenheiro civil deve considerar em uma decisão; a descrição das variáveis a serem consideradas ao projetar as instalações elétricas; os diferentes tipos de agentes que intervêm no processo de produção das instalações elétricas das habitações de interesse social e as variáveis que devem ser priorizadas nas duas disciplinas;
- para cada escolha, a ser feita pelo aluno, de um determinado componente, foram fornecidos: uma lista de variáveis a serem consideradas, catálogos de componentes, artigos de revistas técnicas, normas e indicação de literatura complementar;
- apresentação de seminários pelo professor para esclarecer e fornecer dados sobre determinadas variáveis e características dos componentes.

Durante e após o término desta primeira aplicação, foram identificados os seguintes problemas: 1) a etapa de caracterização dos componentes feita na disciplina Eletricidade, dificultou a análise das alternativas, em função da ausência de uma sistematização para a consulta, na disciplina Instalações; 2) dificuldades nas revisões das escolhas feitas pelos alunos, devido a não obrigatoriedade da elaboração dos quadros de comparação; 3) tempo excessivo para a localização de mobiliário nas plantas e 4) pouca disponibilidade de tempo para as atividades fora de sala de aula, segundo depoimentos dos alunos.

Levando em conta os problemas acima listados, na segunda aplicação dos planos das unidades, foram introduzidas as seguintes mudanças nas estratégias das duas disciplinas:

- os objetivos de ensino para a escolha de uma determinada alternativa foram agrupados em uma mesma unidade, de acordo com a sequência apresentada no Quadro 33, isto é, as etapas para descrever variáveis, caracterizar alternativas, elaborar quadros de comparação, análise e escolha da alternativa mais adequada, fizeram parte de uma mesma unidade, de acordo com o tipo de componente;

- a proposta do método para a tomada de decisão foi inserida na disciplina Eletricidade;

- para a primeira decisão a ser tomada pelos alunos, na elaboração do projeto das instalações elétricas, o professor apresentou um exemplo completo de procedimentos para elaborar o quadro de comparação, explicando cada variável e propostas para a coleta de dados;

- na primeira aula da disciplina Instalações, o professor apresentou um seminário de revisão do método proposto, ratificando as variáveis a serem priorizadas;

- para determinados componentes foram elaborados, em conjunto com os alunos, quadros de comparação;

- para diminuir as atividades no final do semestre letivo e proporcionar um maior tempo para desenvolver o projeto, em comum com todos os alunos, os planos das unidades foram aplicados em 11 aulas, ao invés das 8 disponíveis, sendo que as 8 primeiras aulas foram desenvolvidas na semana anterior ao início do calendário letivo oficial.

Na terceira aplicação dos planos das unidades foram introduzidas as seguintes mudanças:

- na disciplina Instalações, o professor elaborou, em conjunto com os alunos, um número maior de quadros de comparação;

- na disciplina Instalações, os planos das unidades foram aplicados em 10 aulas (ao invés de 8), sendo duas no período da noite.

Para a turma de Instalações do 2º semestre de 1990 (quarta aplicação dos planos das unidades), foram entregues aos alunos: textos contendo a descrição sistematizada de variáveis para a escolha e localização de determinados componentes e gabaritos de quadros de comparação de alguns componentes, elaborados por alunos das turmas anteriores.

Na quinta aplicação dos planos das unidades, foram introduzidas as seguintes mudanças:

- fornecimento de um texto aos alunos, explicitando as etapas gerais para a tomada de decisão e de um modelo para elaborar os quadros de comparação;

- passou-se a utilizar a NBR 5410 de 1990, em substituição a de 1980, para atualização da fonte de consulta e para mostrar como alguns dados de determinadas variáveis podem ser alterados;

- os quadros de comparação desenvolvidos pelos alunos, passaram a ter pontos específicos como medida de desempenho;

- para a verificação dos produtos desenvolvidos pelos alunos, passou-se a examinar o número de variáveis consideradas, a análise efetuada, a qualidade dos trabalhos etc.

- acrescentou-se o seguinte objetivo: elaborar um manual para os usuários das instalações elétricas.

As mudanças efetuadas nos planos das unidades aplicados para cinco turmas de alunos, em diferentes semestres letivos, indicam que as estratégias de ensino devem ser aperfeiçoadas continuamente, visando aumentar a compreensão dos alunos para os diferentes tipos de problemas da realidade e para aumentar a capacidade dos alunos em relação a tomada de decisão.

Dependendo da disponibilidade de tempo e das características da turma de alunos, poderão ser introduzidos novos objetivos de ensino, novas práticas pedagógicas e novas exigências para aperfeiçoar os trabalhos desenvolvidos pelos

alunos.

8. O ENSINO DE TOMADA DE DECISÃO NA FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

O método proposto para tomada de decisão partiu do pressuposto de que a solução mais próxima do ideal para um determinado problema ou a escolha da alternativa mais adequada, depende da quantidade e da qualidade dos dados considerados e das alternativas examinadas.

Tal como em outras situações, decidir em situações de projeto das instalações elétricas para habitações de interesse social implica diferentes tipos de análise dos diversos agentes dos processos de produção e uso das instalações elétricas. Um estudo mais detalhado sobre os conflitos e as contradições entre os diversos agentes dos processos de produção e uso das instalações elétricas, permitirá uma melhor atuação dos futuros profissionais, na perspectiva dos interesses dos usuários.

As estratégias de ensino utilizadas nas duas disciplinas de eletricidade, para examinar as relações contraditórias e de conflito entre os diversos agentes foram sendo introduzidas e enfatizadas, a medida em que as variáveis foram surgindo nas discussões com os alunos.

Para a coleta de dados relacionados às diferentes variáveis que devem ser consideradas na escolha de uma determinada alternativa é necessário que o aluno saiba responder às seguintes questões: (1) quais as diferenças entre variáveis quantificáveis e não quantificáveis? (2) como quantificar ou qualificar as variáveis? (3) quais as fontes de consulta para a coleta de dados? (4) quais os procedimentos para a coleta de

dados, de acordo com o tipo de fonte de consulta? (5) qual a confiabilidade dos dados obtidos? (6) como atualizar os dados continuamente? (7) como planejar para obter dados não acessíveis? (8) como planejar para preencher as lacunas de conhecimento sobre determinadas variáveis?

A maioria das perguntas acima listada é característica da etapa de coleta de dados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica e tecnológica. Desenvolver habilidades para que os alunos possam lidar com os métodos para a coleta de dados é um requisito necessário para a comparação das alternativas e para despertar no aluno o seu potencial de auto-aprendizagem. Mas, a estrutura curricular atual do curso de Engenharia Civil não considera a aprendizagem das diferentes técnicas de coleta de dados adequadas a cada tipo de problema ou situação. Esta lacuna de aprendizagem deve ser superada, ao menos parcialmente, com as informações fornecidas pelo professor e através de textos, catálogos e manuais de fabricantes.

Um outro tipo de problema surgido nesta etapa está relacionado à ausência de dados sobre determinadas variáveis, ainda não sistematizadas e acessíveis aos estudantes. Para essa situação, aponta-se para a necessidade de desenvolver a pesquisa quantitativa e qualitativa.

As variáveis não quantificáveis, como por exemplo os aspectos estéticos e culturais, envolvidas na escolha de um tipo de componente ou sua localização, foram consideradas do ponto de vista das preferências de cada aluno. A escassez de conhecimento sistematizado, sobre como lidar com variáveis não quantificáveis e sua relação com os interesses dos usuários é um problema que merece ser melhor estudado.

A aplicação do método proposto para o ensino de tomada de decisão permite sugerir que:

- os objetivos de ensino para o método proposto para tomada de decisão, deve ser apresentado em uma sequência de aprendizagem, que permita ao aluno a compreensão do método como um todo, bem como a aprendizagem de cada etapa necessária;

- para cada escolha feita pelo aluno é necessário a verificação de todas as etapas propostas: conceituação de variáveis, análise dos quadros de comparação e a escolha das alternativas com as justificativas;

- os alunos devem ser inventivados à elaboração de matrizes de comparação em situações reais, isto é, as alternativas e os dados sobre as variáveis devem ser sistematizados, utilizando fontes de consulta da realidade (literatura, fabricantes, projetistas, profissionais de canteiro de obras etc.).

Espera-se que ao escolher uma alternativa, a partir da análise de variáveis, do levantamento de hipótese, da coleta de dados e do exame das consequências da escolha, o aluno possa atuar melhor em sua futura vida profissional.

O capítulo a seguir apresenta um relato de experiência desenvolvida com um grupo de alunos, que cursaram as duas disciplinas de eletricidade, com respeito à generalização da aprendizagem.

CAPITULO V

A METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÕES EM AÇÃO:
RELATO DE EXPERIÊNCIA EM SITUAÇÃO REAL

Na maioria das disciplinas, a aprendizagem dos alunos é verificada mediante provas escritas. Raramente se avalia a generalização da aprendizagem para o contexto real em que o aluno vive e para a realidade que irá enfrentar como profissional. No entanto, a avaliação realizada fora da sala de aula, parece mais adequada à necessidade do professor de se obter informações sobre a aquisição, a manutenção e a generalização da aprendizagem. De posse desses dados ele poderá planejar melhor seu ensino, no sentido de propiciar oportunidades para generalização.

Por outro lado, a formação politécnica dos alunos de graduação, deve ser alcançada mediante um equilíbrio entre as atividades na sala de aula e as de caráter extra-escolar, visando oferecer aos estudantes não somente a possibilidade de ampliar o seu horizonte cultural e científico-técnico, como também de desenvolver atitudes relativas à atuação profissional, na perspectiva da transformação da realidade.

Este capítulo pretende analisar os desempenhos adquiridos e generalizados por um grupo de alunos, a partir de disciplinas que utilizaram o método proposto para ensino de tomada de decisões. A situação em que foram avaliados foi a de desenvolvimento do projeto das instalações elétricas em um programa para a construção de moradias para trabalhadores de

baixa-renda, promovido pela Empresa Municipal de Habitação Popular de uma cidade da Grande São Paulo.

As razões que determinaram a escolha dessa situação profissional foram:

- A necessidade da avaliação da eficácia do ensino (e não somente de sua eficiência) durante a formação dos estudantes, em programas de caráter social, visando atender, prioritariamente, a população que não tem acesso aos conhecimentos e profissionais formados pela universidade.

- A necessidade de compreender as experiências que contaram com a participação ativa de estudantes de graduação em Engenharia Civil, norteadas através dos seguintes princípios: (a) democratização das decisões; (b) otimização da aplicação dos recursos públicos; (c) inovação tecnológica; (d) qualidade das moradias; (e) racionalização da execução; (f) barateamento dos custos da moradia, na perspectiva do crescimento da organização popular e da consciência crítica e política dos movimentos sociais.

- A oportunidade de oferecer múltiplas alternativas para que os alunos de graduação implementem as soluções propostas no contexto real.

- A possibilidade de analisar a verificação da aprendizagem sobre o método proposto para a tomada de decisão, através da análise de variáveis priorizadas nos planos de ensino das disciplinas de eletricidade e de outras variáveis da realidade.

- A possibilidade de analisar a generalização da aprendizagem sobre os objetivos de ensino relacionados ao projeto de instalações elétricas para habitações de interesse social.

- A possibilidade de analisar um programa de habitação para a construção de moradias de interesse social, que envolveu: (a) uma Empresa Municipal de Habitação Popular, como agente de promoção, financiamento, planejamento, projeto e execução; (b) um sistema construtivo inovador para habitação; (c) uma organização do processo de trabalho, levando em conta as características dos mutirantes e a participação dos mesmos nas decisões.

- A necessidade de envolver os estudantes de graduação, quanto as possibilidades da atuação social e política do engenheiro civil, as possibilidades de alternativas concretas para o ensino politécnico do engenheiro civil e a necessidade de produção de tecnologias alternativas para habitação, desenho urbano e infra-estruturas urbanas, na perspectiva de atender as enormes carências da maioria da população.

- A possibilidade de orientar alunos de graduação, no sentido de desmistificar na prática a concepção histórica da atuação do engenheiro, como intelectual orgânico da burguesia, de um lado, e, de outro, estar em condição objetiva e com potencialidades para atuar na perspectiva dos interesses das classes subalternas, como aponta Kawamura (1979).

- A possibilidade de estabelecer princípios e valores para

a atuação em uma experiência singular, dentro de um contexto específico.

- A necessidade de analisar os produtos obtidos por um grupo de estudantes nas situações reais, como indicadores mais relevantes para a avaliação do ensino.

As observações foram realizadas durante o período de maio de 1991 a fevereiro de 1992, em várias reuniões com o grupo de estudantes e com os técnicos da empresa, assim como uma visita ao canteiro de obras.

A análise dos dados foi feita paralelamente à de observação, selecionando os aspectos e os resultados que mereceriam ser melhor examinados para permitir a sistematização em categorias de análise, que indiquem as aprendizagens mais significativas adquiridas pelo grupo de alunos em relação a tomada de decisões.

Para compreender a qualidade das ações e os resultados obtidos pelo grupo de alunos foi necessário debater com o grupo as metas a serem alcançadas, as variáveis a serem consideradas para a tomada de decisão, os princípios de trabalho a serem considerados nas diferentes relações com as pessoas envolvidas, os prazos a serem cumpridos, as condições a serem oferecidas, as aprendizagens a serem adquiridas, a formação política e as perspectivas futuras.

1. OS ESTUDANTES

Participou desta avaliação um grupo de quatro estudantes do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar, que voluntariamente trabalharam na elaboração de projetos de instalações elétricas e hidráulicas para moradias de interesse social e que haviam sido alunos das disciplinas já descritas.

Dois deles já haviam participado de outros programas de construção de habitações de interesse social.

Dentre os quatro, dois alunos foram responsáveis pelo projeto de instalações elétricas e os outros dois pelo projeto de instalações de água fria e de esgotos. Todos eram hábeis na elaboração de plantas e desenhos e haviam atingido os critérios de desempenho nas disciplinas.

Nesta situação foi lhes solicitado que verificassem as possibilidades de utilização do método proposto para tomada de decisão nas diversas etapas do programa.

2. O CONTEXTO REAL

Para melhor compreensão dos resultados, descrever-se-á, a seguir as características da empresa promotora do conjunto habitacional, do conjunto habitacional, do sistema construtivo adotado e do canteiro de obras.

A EMHAP-Empresa Municipal de Habitação Popular de Santo André-SP, difere de outras empresas promotoras de habitação, de caráter municipal, por ser uma sociedade anônima de economia mista, na qual a Prefeitura Municipal de S. André detem a maior parte das ações, sendo a parte menor pertencente aos movimentos populares organizados para a aquisição de moradias. Trata-se de uma empresa executora da política habitacional do município, com a finalidade básica de implementar programas para diminuir o deficit habitacional, em particular da faixa populacional de baixa-renda.

Dada a heterogeneidade do público-alvo, a empresa vem implementando uma diversidade de ações através de programas de lotes urbanizados, financiamento de materiais, produção de

habitações pela iniciativa privada ou através de ação direta da empresa, intervenções por mutirão, dentre outras.

Dos vários programas de produção de novas moradias, definiu-se para a atuação do grupo de estudantes: o Conjunto Habitacional do Oratório, no Jardim Ana Maria, em S. Andre. As moradias deste Conjunto foram construídas em regime de mutirão e com tecnologia construtiva inovadora.

O Conjunto Habitacional Oratório foi implantado numa área plana, em terreno cedido pela Prefeitura à EMHAP, com dois tipos de lotes e, portanto, dois tipos de plantas básicas, ambas com a mesma área construída. Um grupo de residências está localizado de frente para ruas e outro de frente para áreas destinadas à praça, creche e centro comunitário.

As moradias - sobrados com 42 metros quadrados de área construída - foram erguidas sobre fundações, tipo "radier" com 10 cm de espessura, executadas em concreto armado com tela soldada; antes da concretagem foram instalados os "kits" de hidráulicas montados no próprio canteiro.

A estrutura de cada casa, em madeira da espécie pinus, foi levantada em 14 horas de trabalho, a partir de painéis de estruturas produzidos na fábrica de pré-moldados da Prefeitura.

Pronta a estrutura, montou-se o telhado da habitação, com telhas cerâmicas, para permitir o trabalho abrigado do sol e da chuva. Sobre a estrutura de madeira foram fixadas mantas poliméricas e duas camadas de telas metálicas leves, que funcionam como suporte para a argamassa de vedação e revestimento.

As lajes do pavimento superior foram executadas em argamassa armada sobre tela soldada e apoiadas diretamente sobre as vigas de pinus da estrutura. O acesso ao segundo piso é feito por uma escada em estrutura de madeira.

O banheiro das casas foi executado em alvenaria tradicional de blocos de concreto para permitir a geminação dos sobrados; as paredes de alvenaria, nesse caso, funcionam como paredes corta-fogo para evitar a propagação de incêndios, cuidado necessário num conjunto de casa estruturadas em madeira. Além disso, a presença de umidade nos banheiros poderia afetar a estrutura da casa.

No canteiro de obras com elementos pré-fabricados do Conjunto Habitacional Oratório, em que foi possível a contribuição do grupo de estudantes, o planejamento do processo de execução no canteiro de obras considerou: as características da mão de obra (dos mutirantes), a diminuição de desperdícios de materiais e do esforço físico dispendido pelos mutirantes e a qualidade dos componentes e da execução.

Neste tipo de intervenção, o engenheiro civil (e em particular os estudantes) deve motivar os mutirantes para participarem das reuniões de planejamento e avaliação do processo como um todo. A divisão de trabalho no canteiro de obras, em regime de mutirão, deve ser decidido em conjunto com os mutirantes, levando em conta a participação das mulheres, da mão obra especializada e de deficientes físicos.

Além disso, cabe ao engenheiro civil, em conjunto com a equipe técnica, desenvolver programas de treinamento para os mutirantes, em especial para aqueles que desejam aprender determinadas técnicas construtivas; sendo assim, o profissional deve saber planejar, programar e aplicar planos de ensino adequados às condições e repertório dos mutirantes (maioria de semi-alfabetizados).

O regime de mutirão envolve um outro aspecto importante, que deve ser considerado pelos profissionais: a organização da população e a construção da cidadania, visando a ruptura das

formas de produção tradicionais.

Para manter uma divisão de trabalho mais adequada, a qualidade da execução e o prazo programado para o término das construções, a equipe técnica definiu, em conjunto com os mutirantes, o regulamento para funcionamento do canteiro de obras.

Cada família, participante do programa, deve contribuir com 30 horas semanais de trabalho, sendo que a metade, obrigatoriamente deve ser do chefe da família. O tempo mínimo por jornada de trabalho é de três horas, em três turnos, inclusive no período noturno, de quarta a domingo.

A maioria das mulheres, presença significativa no mutirão, que não tem emprego, utilizam os dias úteis da semana para as atividades no canteiro, preferencialmente para a fixação das mantas poliméricas e das telas, atividades que não exigem grande esforço físico, mas que requerem habilidades para garantir a qualidade dos serviços.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE DESEMPENHOS ADQUIRIDOS E GENERALIZADOS PELOS ESTUDANTES, DURANTE O TRABALHO NO CONTEXTO REAL

As diferentes situações reais vivenciadas pelo grupo de estudantes no processo de produção das moradias do Conjunto Habitacional Oratório, em regime de mutirão, indicam as múltiplas habilidades e atitudes desenvolvidas e aperfeiçoadas pelos alunos.

Para permitir que a realidade experimentada pelo grupo de alunos possa ser vista sob diferentes perspectivas, é necessário a apresentação de uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, em situações variadas e com uma diversidade de tipos

de informantes e fonte de dados. Mas, em função das delimitações feitas no presente trabalho, a seguir serão apresentadas considerações gerais sobre as seguintes questões: Quais as aprendizagens sobre o método proposto para tomada de decisão, adquiridas e transferidas pelos alunos que participaram de uma das etapas do processo de produção de moradias do Conjunto Habitacional Oratório? Quais as habilidades e atitudes desenvolvidas pelos alunos, no horizonte da politecnia?

Para responder estas perguntas, foram analisados os produtos obtidos pelos alunos (matrizes de comparação para a escolha de componentes e técnicas construtivas e plantas) e as interações entre os diferentes agentes envolvidos no processo, através da observação direta, das conversas informais com os estudantes e dos registros das reuniões efetuadas para a revisão dos projetos e das reuniões com a equipe da empresa.

Em relação a manutenção e instalação de novas aprendizagens sobre tomada de decisão, os alunos tiveram várias oportunidades para verificar e experimentar as etapas e procedimentos propostos nas disciplinas de eletricidade para a escolha de componentes e técnicas para as instalações elétricas e hidráulicas, em uma realidade de conflitos e contradições.

A medida que os alunos foram tomando contato com o objeto de estudo e de trabalho começaram a desenvolver suas capacidades para identificar variáveis, coletar dados, analisar e propor alternativas para discussão conjunta com a equipe técnica da EMHAP.

Na primeira reunião com o grupo de estudantes foram apresentados: (a) os dados gerais do programa (desenho urbano, cronograma previsto, sistema construtivo das moradias, composição da equipe técnica, funcionamento do mutirão, relação entre a empresa e prefeitura, características dos mutirantes

etc.); (b) as possibilidades de atuação conjunta entre a UFSCar e a EMHAP e (c) as condições a serem oferecidas aos estudantes (remuneração, transporte e estadia).

Nesta reunião foram debatidas as metas a serem cumpridas em relação a: (1) análise dos projetos das instalações elétricas e hidráulicas elaborados pela empresa; (2) diagnóstico das instalações elétricas e hidráulicas executadas em algumas moradias; (3) variáveis a serem consideradas, visando diminuir o desperdício de materiais e melhorar a qualidade das instalações; (4) acompanhamento no canteiro de obras da execução da alternativa escolhida; (5) treinamento da equipe de mutirantes, de eletricitistas e encanadores que irão executar as instalações e (6) identificação de problemas gerais.

Na primeira visita ao canteiro de obras, o grupo de estudantes teve a oportunidade de observar e coletar dados para a compreensão global do processo de produção das moradias, em particular para as instalações elétricas e hidráulicas. Nesta visita, um dos estudantes registrou através de fotos, técnicas inadequadas para as instalações de água fria que poderiam comprometer a qualidade do produto final, despertando uma preocupação no coordenador geral do programa quanto à necessidade de um melhor acompanhamento na execução de determinados detalhes construtivos.

Nas várias reuniões com o grupo de estudantes foram debatidos os estudos a serem feitos para a escolha do componente ou da técnica mais adequada para as instalações. Cada aluno (ou o grupo) foi responsável pelas etapas propostas para a tomada de decisão (identificar variáveis, coletar dados, elaborar matrizes de comparação das alternativas) para facilitar a discussão com a equipe técnica da empresa.

Uma das análises feitas por um dos alunos, envolveu a

discussão de alternativas não comuns para a localização de medidores de energia elétrica. A instalação mais frequente do quadro de medição de energia elétrica é feita externamente às residências. Uma outra alternativa, a instalação do quadro de medição em uma das paredes da residência, foi proposta pelo aluno em função da diferença de um terço dos custos envolvidos entre a alternativa proposta e alternativa mais comum. Isto significava diminuir os custos finais, que seriam repassados a cada morador, o que se tornava relevante para o conjunto das cem unidades a serem construídas.

Apesar das várias tentativas da EMHAP em convencer a concessionária local sobre as vantagens da alternativa proposta, levando em conta a dimensão social do programa, a alternativa não foi escolhida. Nas negociações efetuadas entre as duas empresas públicas, chegou-se à conclusão de que a concessionária de energia iria fornecer, gratuitamente, os componentes necessários para a instalação dos medidores externamente às residências.

Do ponto de vista da aprendizagem dos alunos nas situações reais, o estudo feito pelo estudante mostrou a importância de examinar um maior número de alternativas para evidenciar os interesses e contradições de todos os agentes envolvidos no processo de produção das moradias, visando garantir resultados de interesse dos usuários finais da habitação.

Outras análises efetuadas pelos alunos para a escolha de uma determinada alternativa para as instalações elétricas, apontaram a preocupação de examinar, sempre que possível, alternativas não consideradas nas situações do profissional, principalmente do ponto de vista dos interesses dos usuários das habitações de interesse social. Entre elas, pode-se citar: a escolha do número e a tensão elétrica dos circuitos terminais; a

escolha de componentes e técnicas para a fixação de eletrodutos e caixas de passagem; a escolha da técnica mais adequada para a execução de curvas em eletrodutos rígidos etc.

Em relação às instalações hidráulicas pode-se notar, também, alguns indicadores da aprendizagem sobre o método proposto para a tomada de decisão. O exemplo a seguir apresentado, ilustra uma análise feita por um dos grupos para a escolha da tipologia das tubulações para as instalação de água fria.

A análise feita pelo grupo de alunos, responsável pelo projeto das instalações hidráulicas, sugeriu que as instalações de água fria seriam aparentes, ao invés de embutidas, conforme indicava o projeto original desenvolvido pelos técnicos da empresa. As variáveis priorizadas pelos alunos estavam relacionadas à diminuição da quantidade de materiais e, principalmente, a facilidade de execução. Durante a reunião com a equipe da empresa, os alunos argumentaram a favor da alternativa proposta, apresentando desenhos de traçados das tubulações e detalhes executivos que indicavam pela escolha das instalações aparentes para a água fria. Mas, um dos membros da equipe da empresa, com experiências em outros programas habitacionais de interesse social, argumentou que a alternativa proposta pelos estudantes não obteve êxito em alguns casos. Levantou a hipótese de que os moradores poderiam ser convencidos das vantagens das tubulações aparentes. Porém, após a entrega das moradias vários moradores poderiam embutir a tubulações, de acordo com suas habilidades, correndo o risco de executarem técnicas inadequadas que poderiam comprometer a durabilidade da estrutura de madeira, caso ocorresse vazamento d'água internamente as paredes.

Do ponto de vista da aprendizagem dos estudantes, o exemplo

acima, evidenciou que variáveis ocultas e não consideradas na escolha podem acarretar sérios prejuízos aos futuros moradores, mostrando que a análise deve ser feita levando em conta múltiplos aspectos da realidade presente e futura.

4. ATUAÇÃO DOS ALUNOS EM PROGRAMAS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Um dos aspectos mais importantes da prática pedagógica desenvolvida, nas situações reais, com um grupo de estudantes de engenharia civil, foi as interações entre os alunos, o professor e outros profissionais na escolha de uma determinada alternativa, a partir da análise das diferentes variáveis que interferem no processo de produção de moradias de interesse social, promovido por uma Empresa Municipal de Habitação Popular, apesar das limitações de tempo para a realização dos trabalhos e da crise recessiva por que passa o país.

Os resultados obtidos pelos alunos, através da transferência da aprendizagem do método proposto para tomada de decisões nas situações reais do profissional, apesar de não ser possível a sua generalização para os demais alunos do curso de engenharia civil, mostram um dos caminhos possíveis para a formação politécnica dos estudantes.

Obviamente, que se um maior número de pessoas na universidade se interessarem pela formação politécnica dos estudantes de graduação, na perspectiva da transformação da realidade, aumentam-se as chances de se obterem resultados mais significativos e socialmente relevantes. Mas, enquanto não se tem um número de pessoas interessadas, as novas concepções, métodos e práticas educativas devem ser introduzidas e

experimentadas para um conjunto menor de estudantes e programas. É claro que as possibilidades de generalização para todos os estudantes diminuem.

Uma consequência importante da experiência desenvolvida com o grupo de estudantes é ampliar a visibilidade do professor para outras práticas pedagógicas, fora da estrutura curricular, nas perspectivas de inserção dos futuros engenheiros civis em programas sociais, de acordo com as concepções de tecnologia alternativa de Bonsiepe (1983) e da participação ativa dos usuários no processo de produção e uso do ambiente construído.

CAPITULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

As possibilidades de articular os diferentes aspectos para a compreensão da educação e as propostas para o processo de ensino-aprendizagem para a formação de profissionais de nível superior é um desafio a ser superado, na tentativa de colocar na prática cotidiana da sala de aula as complexas interações entre o fenômeno educacional, profissional e a realidade do país.

Compreender as mudanças da realidade política, econômica, social, cultural e educacional facilita a interpretação das transformações ocorridas nas práticas profissionais em relação ao ambiente construído e, através desta, a compreensão das concepções e práticas do ensino de engenharia civil. É preciso, ainda, propor mudanças radicais nas concepções e atividades de ensino de graduação nas universidades e partir para uma releitura da relação entre mundo acadêmico e contexto político, científico, tecnológico, econômico e social, deixando de lado os esquemas e procedimentos com os quais estamos acostumados.

Os pressupostos e implicações, os limites, pontos de contraste e convergência das diversas concepções educacionais e da realidade, devem possibilitar ao professor a análise de sua prática pedagógica, no sentido de problematizá-la e contextualizá-la.

Se, por um lado, a opção da análise realizada neste trabalho, não explicita e não aprofunda as diferentes concepções

e práticas educativas e do profissional, por outro lado, constitui uma tentativa de apontar aspectos e questões que poderão ser preenchidas por investigações futuras, para possibilitar novas práticas na universidade, visando integrar a produção e transferência do conhecimento e a formação de estudantes, no horizonte da politecnia.

A opção por uma determinada concepção ou prática pedagógica não deve ser vista como única e nem verdadeira em sua totalidade, tampouco definitiva. Cada momento em um determinado contexto histórico e de acordo com os conhecimentos, habilidades e atitudes do professor e condições existentes, deve ser refletido, questionado, reelaborado, aprendido e vivenciado.

As propostas metodológicas apresentadas, no presente trabalho, para as diversas etapas e procedimentos necessários para o planejamento, programação, realização e avaliação do ensino, deve ser entendida dentro de um projeto educacional e pedagógico unificado, comprometido com os interesses da maioria da população.

É necessário esclarecer alguns aspectos metodológicos gerais que nortearam o presente trabalho, no que se refere ao exame da relação entre tecnologias alternativas para o processo de produção e uso do ambiente construído e para a formação politécnica de estudantes de graduação, em particular para duas disciplinas do curso de graduação em engenharia civil.

Destaca-se primeiramente, o fato de que as contradições e conflitos inerentes ao processo de produção e uso do ambiente construído não são objetos de estudo na maioria dos cursos de engenharia civil, ocultando os diferentes interesses envolvidos na manutenção dos privilégios de uma minoria. A tecnologia alternativa, no sentido da ruptura do *status quo* dominante examinada por Bonsiepe (1983), do ponto de vista dos seus

pressupostos teóricos parece ser uma das possibilidades para superar o subdesenvolvimento do país, em todos os níveis e locais.

Um segundo aspecto considerado referiu-se a compreensão da politecnia em sentido mais amplo no ensino de engenharia civil, como uma alternativa e uma direção para a formação de estudantes aptos a tomarem decisões, que considerem as necessidades sociais, em uma realidade complexa e contraditória.

O terceiro aspecto considerado do ponto de vista metodológico, foi a definição de critérios para as delimitações necessárias no sentido de politecnizar duas disciplinas de uma determinada área para a formação de um profissional capaz de tomar decisões, a partir da análise de determinadas variáveis da realidade. A tentativa é mostrar que o processo de produção e uso do ambiente construído implica numa complexa rede de relações entre os diferentes agentes e que necessita de conhecimentos científicos, tecnológicos e humanos construídos historicamente.

Um quarto aspecto considerado foi a necessidade de implementar práticas pedagógicas no cotidiano da universidade, para não ficar simplesmente em análises, importantes para a atuação pedagógica, mas não suficientes para superar as relações teoria-prática, concreto-abstrato e realidade-ensino.

Um aspecto significativo que deve ser considerado no planejamento e realização do ensino, é o compromisso do professor com o ponto de partida do ensino, centrado na situação concreta do aluno, no contexto universitário e na compreensão da realidade social mais ampla, a fim de fundamentar a formação teórico-prática dos futuros engenheiros.

É necessário, portanto, o desenvolvimento da pesquisa com objetivos bastante diversificados: podendo servir tanto para

descrever, quanto para avaliar situações de ensino; podendo ainda produzir idéias que antecipem o real ou que delineiem um ideal a ser buscado, apresentando propostas concretas de ações, para construção de programas de ensino a serem testados.

O conhecimento sistematizado e a prática pedagógica desenvolvida na sala de aula, apresentados neste trabalho, através do planejamento, realização e avaliação de ensino, considerou os horizontes da politecnicidade em uma realidade contraditória, a partir de concepções e diretrizes previamente estabelecidas.

É importante destacar que em cada etapa da sequência proposta para o planejamento, realização e avaliação do ensino, procurou-se produzir conhecimentos, adquirir experiências, contribuir para a discussão ou fazer avançar o debate acerca das múltiplas questões levantadas.

Cada etapa desenvolvida permitiu, ainda, a identificação das possibilidades em relação a continuidade deste trabalho: novos problemas de pesquisa, novos focos de estudo, novas formas para a prática pedagógica, frente a quantidade e diversidade de aspectos a serem considerados, tanto no processo de produção e uso do ambiente construído como para o processo de ensino-aprendizagem.

As propostas apresentadas para as diversas etapas para planejar, realizar e avaliar o ensino de um curso ou de disciplinas específicas, devem ser melhor examinadas, criticadas, adaptadas e reformuladas, conforme as necessidades da instituição de ensino e do próprio professor.

As derivações feitas para a definição de comportamentos-objetivos terminais para as disciplinas de eletricidade, a partir dos comportamentos-objetivos, socialmente relevantes, a serem instalados nos futuros engenheiros civis, devem ser vista

como uma das possibilidades para a formação politécnica do profissional, apesar de bastante limitada no presente trabalho, por se tratar de duas disciplinas e não do curso como um todo.

Descobrir os comportamentos que têm significado e valor para melhorar a qualidade de trabalho e de vida da maioria da população, é um dos desafios dos educadores comprometidos com a transformação da realidade brasileira. E preciso que estudos sejam desenvolvidos para explicitar as múltiplas relações envolvidas no processo de produção e uso do ambiente construído e no processo educacional, necessários para a derivação mais detalhada dos comportamentos-objetivos relevantes para a formação de engenheiros civis.

A análise comportamental é uma das alternativas possíveis para a proposição de objetivos de ensino, socialmente relevantes, e capaz de dar conta de algumas das dificuldades apresentadas, além da contribuição para compreensão das possibilidades e dos limites do ensino de engenharia civil, na perspectiva da transformação social. As idéias e análises propostas no presente trabalho não defendem a exclusividade da análise comportamental para a formação de profissionais (até porque esse radicalismo inviabilizaria a utilização da mesma), e sim procurar descobrir uma prática educacional e pedagógica comprometida com a maioria da população.

O método para a proposição de comportamentos-objetivos apresentado neste trabalho contribui para esclarecer as contradições, os conflitos e os diferentes aspectos da realidade dentro e fora da universidade, na perspectiva de ampliar a visibilidade de professores e estudantes sobre as potencialidades de trabalho e atuação profissional, em um país com enormes desigualdades sociais. As várias delimitações feitas neste trabalho não permitiram uma análise mais detalhada dos

múltiplos aspectos, para que se possa identificar e analisar como os conflitos se manifestam no processo de produção e uso do ambiente construído.

É necessário compreender as determinações estruturais que impõem limites à atividade pedagógica inovadora. Há, também, uma necessidade de ações para planejar, realizar e avaliar o ensino, mesmo que a luta cotidiana dificulte a introdução de novas concepções, novos métodos e práticas educacionais e pedagógicas.

É necessário, ainda, compreender que a relação entre objetivos educacionais (gerais) e disciplinas de um determinado curso não deve ser secundária no planejamento didático e na condução de inovações curriculares, mesmo para disciplinas com objetivos específicos.

Como garantir em disciplinas específicas de eletricidade na formação de engenheiros civis, os aspectos tecnológicos e técnicos, simultaneamente, aos aspectos científicos, políticos, sociais e econômicos, em um currículo desproblematizado, descontextualizado e compartimentalizado e com limitações de tempo, visando a plena formação dos estudantes? é o desafio maior colocado neste trabalho.

É importante salientar as ressalvas quanto à complexidade dos objetivos a alcançar e a capacidade dos recursos humanos e materiais para resolvê-los, quanto às concepções utópicas, segundo as quais só se conseguirá o desejado se todos os obstáculos forem superados e quanto a procura ilusória de um modelo mágico e universal que englobe tudo e para sempre. Mais importante que uma solução global e definitiva é o processo de revisão e questionamento contínuo, que se altera a medida que a correlação real de forças permitia, em cada momento e em cada conjuntura.

Para facilitar a aprendizagem dos alunos do curso de

graduação em engenharia civil, é necessário vincular cada disciplina no contexto da realidade e da atuação profissional - para a compreensão da parte em relação ao todo - e, a partir daí qualificar cada fenômeno inerente à disciplina e gradativamente quantificar os aspectos do meio ambiente, das técnicas de construção, das exigências dos usuários e demais agentes do processo de produção.

A medida que se transfira o destino curricular do curso de graduação, obtido pela somatória de conteúdos específicos de cada disciplina, para a decisão coletiva, discutida democraticamente e traduzida na filosofia do curso, por sua vez, inserido numa política de ensino da universidade e no contexto da região e do país, forçosamente se superará a influência acidental e particular de cada contribuição particular.

A implementação de ações diversificadas para integrar pesquisa e ensino de graduação, aponta caminhos para a formação de estudantes aptos a lidarem com problemas da maioria da população, inclusive na produção de conhecimentos sobre esses problemas.

Nesta direção, os professores devem procurar novas concepções e práticas de ensino, além das disciplinas de sua responsabilidade. Em particular, os docentes universitários devem descobrir, propor, planejar e implementar múltiplas atividades extra-curriculares adequadas às necessidades e potencialidades dos alunos e às necessidades e aos problemas da maioria da população.

Ferreira et al. (1991) apresentam considerações sobre a participação de estudantes de graduação de engenharia civil, em programas conjuntos entre universidades e administrações municipais, nas áreas de habitação popular, gerência de riscos de acidentes nos municípios e plano diretor, visando a formação

politécnica dos estudantes, na perspectiva de transformação da realidade brasileira.

Os estudantes de graduação devem ser conscientizados de suas responsabilidades sociais e profissionais. É necessário, além do oferecimento de disciplinas do currículo, inserir os alunos no contexto científico, tecnológico, social e político, através de novas concepções e novas práticas educativas.

Para caminharmos na direção da politecnicidade no ensino de graduação, na perspectiva de integrar a produção e transferência do conhecimento à maioria da população, através da participação dos estudantes, a seguir são apresentadas algumas sugestões:

1. Revisão da estrutura e organização curricular, buscando a integração entre o conhecimento de diferentes áreas, eliminando o esquema clássico que separa o ciclo básico do profissional, introduzindo simultaneamente a aprendizagem do abstrato e do geral e sua aplicação no concreto e particular.

2. Revisão do modelo didático que separa o ensino do trabalho, permitindo ao aluno envolver-se na realidade do profissional, participando ativamente dos programas e assumindo responsabilidades de forma gradativa.

3. Estabelecimento de critérios para a divisão das unidades curriculares que não implique separar os aspectos técnicos dos tecnológicos, dos sociais, dos políticos, dos culturais etc.

4. Implementação de múltiplas ações entre a universidade e as diversas empresas e instituições responsáveis pela produção e uso do ambiente construído, possibilitando ao aluno lidar com as diferentes carências urbanas da maioria da população; desenvolver o seu aprendizado nas diferentes etapas, nos diversos locais de trabalho e lidar com diferentes objetos e com diferentes tipos de pessoas.

REFERENCIAS

- ABREU, M. C., MASETTO, M. T. *O professor universitário em aula*. S.Paulo: MG Editores, 1987.
- ARROYO, M. G. Revendo os vículos entre trabalho e educação: elementos materiais da formação humana. In: SILVA T. T. *Trabalho, educação e prática social: por uma teoria da formação humana*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991, p.163-216.
- BECK, F. B., KLAMT, E. Organização do conteúdo do ensino e sua relação com a sociedade. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v.15, n.1, p. 69-80, jan/jun.1990.
- BERMAN, L. M. *Novas prioridades para o currículo*. Porto Alegre: Editora Globo, 1976.
- BONSIEPE, G. *A "tecnologia" da tecnologia*. S.Paulo: Editora Edgard Blucher, 1983.
- BOTOME, S. P. *Objetivos de ensino, necessidades sociais e tecnologia educacional*. Rio de Janeiro: MEC-FUNTEVE, 1987. No prelo (a).
- BOTOME, S. P. O ensino de graduação tem que ter poder acadêmico na universidade. *Informativo Universidade Federal de S.Carlos*, S.Carlos, n.17, p. 8-10, 1987 (b).
- DANIEL, C. As administrações municipais em questão. *Revista Espaço e Debates*, S. auli, v.30, p. 11-27, 1990.
- DEL RIO, V. Por um enfoque humanista nas teorias e projetos de arquitetura e urbanismo. *Revista Projeto*, S.Paulo, n.150, p. 73-75, março 1992.
- ENGUITA, M. F. A face oculta da escola: educação e trabalho no capitalismo. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.
- FERREIRA, M. et al. Novas concepções e práticas sobre o processo de produção do ambiente construído e a formação de alunos e ex-alunos de Engenharia Civil: relato de experiências desenvolvidas. *Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia*, J.Pessoa/PB, vol.2, nov.1991, p.915-930.
- FRIGOTTO, G. Trabalho, educação e tecnologia: treinamento polivalente ou formação politécnica? *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v.14, n.1, p. 17-28, jan./jun. 1989.
- GAGNE, R. M. *Princípios da aprendizagem para o ensino*. Porto Alegre: Editora Globo, 1980.
- GARCIA, H. B. *Tecnologias para procesos de vivienda y promoción*, 1987. (mimeo.)

- GOHN, M. G. *Movimentos sociais e luta pela moradia*. S.Paulo: Edições Loyola, 1991.
- KAWAMURA, L. K. *Engenheiro: trabalho e ideologia*. S.Paulo: Editora Atica, 1979.
- KAMAMURA, L. K. *Tecnologia e política na sociedade - engenheiros, reivindicações e poder*. S.Paulo: Editora Brasiliense, 1986.
- LIBANEO, J. C. *Didática*. S.Paulo: Cortez Editora, 1991.
- LUCKESI, C. C. Elementos para uma didática no contexto de uma pedagogia para transformação. *Anais III Conferência Brasileira de Educação*, Niteroi, 1984, p.202-217.
- MACHADO, L. R. S. *Educação e divisão do trabalho*. S.Paulo: Cortez Editora, 1989.
- MACHADO, L. R. S. Politecnia no ensino de segundo grau. *Cadernos SENEb*, Brasília, n.5, p.51-64, 1991.
- MAGNAVITA, P. R. Reflexões sobre ideologia, pós-modernidade e desenho urbano. *Revista Projeto*, S.Paulo, n.148, p.69-72, dez. 1991.
- MALVEZZI, S. A avaliação no processo decisório. *Revista Educação e Avaliação*. S.Paulo, ano I, p. 131-139, jan. 1981.
- MUÇOUÇAH, P. S., ALMEIDA, M. A. Mutirão e autogestão em S.Paulo: uma experiência de construção de casas populares. *Revista Polis*, S.Paulo, n.4, p. 3-39, 1991.
- NOSELLA, P. O trabalho como princípio educativo em Gramsci. In: SILVA T. T. *Trabalho, educação e prática social: por uma teoria de formação humana*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991, p. 135-159.
- PONTECORVO, C. Teoria do currículo e sistema italiano de ensino. In: *Teoria da didática*. S.Paulo: Cortez Editora, p. 37-71, 1986.
- RATTNER, H. Educação e informática. *Anais IV Conferência Brasileira de Educação*, tomo 2, Goiânia, set. 1986, p. 1087-1097.
- SALINAS, F. A arquitetura revolucionária praticada no Terceiro Mundo. *Revista Projeto*, n.107, p. 148-152, nov.1987.
- SALINAS, F. Se fôssemos capazes de nos unir mais na solidariedade! *Revista Projeto*, n.110, p. 115-118, maio 1988.
- SAVIANI, D. *Sobre a concepção de politecnia*. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, 1987.
- THIOLLENT, M. J. M. Ciência-tecnologia-sociedade e formação metodológica do engenheiro. *Revista Ensino de Engenharia*, v.3, n.2, p. 133-136, 2º sem.1984.
- TURRA, C. M. G. et al. *Planejamento de ensino e avaliação*. Porto Alegre: PUC-RS, Editora Emma, 1975.

INDICE DE QUADROS

	pág.
Quadro 01. Descrição dos três componentes de comportamentos geral, socialmente relevantes, a serem instalados nos futuros engenheiros civis, visando atender as necessidades da maioria da população nos ambientes construídos.....	17
Quadro 02. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às carências e problemas dos ambientes construídos com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	19
Quadro 03. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às necessidades comunitárias dos cidadãos em sua vida social cotidiana com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar....	19
Quadro 04. Classes de estímulos antecedentes relacionadas ao tipos de ambientes construídos com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar	19
Quadro 05. Classes de estímulos antecedentes relacionadas ao conhecimento existente e disponível com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	19
Quadro 06. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos tipos de agentes do processo de produção e de uso do ambiente construído com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	19
Quadro 07. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às características e exigências dos usuários com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	19
Quadro 08. Classes de estímulos antecedentes relacionadas às características das empresas e instituições com as quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	20
Quadro 09. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos do meio físico com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	20
Quadro 10. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos paisagísticos e urbanísticos com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	20
Quadro 11. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos políticos e econômicos com os quais o engenheiro civil deve estar a pto a lidar.....	20
Quadro 12. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos tecnológicos com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	20
Quadro 13. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos aspectos legais e normativos com os quais o engenheiro civil deve estar apto a lidar.....	20
Quadro 14. Classes de estímulos antecedentes relacionadas aos tipos e características dos trabalhadores e profissionais com os quais o engenheiro civil deve estar apto a	20
Quadro 15. Situações gerais em que o engenheiro civil deve estar apto a lidar, relacionadas as diferentes etapas ou atividades envolvidas no processo de produção e uso ambiente construído	24
Quadro 16. Relação dos projetos específicos que devem compor o projeto completo de edifícios residenciais.....	30
Quadro 17. Componentes elétricos pertencentes a distribuição de energia elétrica e iluminação de edifícios residenciais.....	30
Quadro 18. Descrição dos três componentes do comportamento: "projetar as instalações elétricas para habitações de interesse social, levando em conta diferentes aspectos da realidade, para garantir produtos seguros, acessíveis, duráveis, econômicos, confiáveis e confortáveis", nas situações reais do engenheiro	33

Quadro 19. Classes gerais de respostas envolvidas em projetar instalações elétricas para habitações interesse social, em situações reais do engenheiro civil.....	35
Quadro 20. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "escolher o tipo de componente e aparelho" relacionada à classe geral de respostas: projetar instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil.....	37
Quadro 21. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "localizar componentes e aparelhos elétricos nas plantas, perspectivas, cortes e diagramas" relacionada à classe geral de respostas: projetar as instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil	38
Quadro 22. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "dimensionar as características nominais dos componentes e aparelhos elétricos" relacionada à classe geral de respostas: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil.....	39
Quadro 23. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "desenhar plantas, perspectivas, cortes e diagramas" relacionada à classe geral de respostas: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil.....	39
Quadro 24. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "ligar os componentes e aparelhos" relacionada à classe geral de respostas: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil.....	40
Quadro 25. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "elaborar o memorial descritivo para a execução das instalações elétricas" relacionada à classe geral de respostas: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil.....	41
Quadro 26. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "localizar os pontos de luz nas plantas" relacionada à classe de resposta intermediária: localizar os componentes e à classe de resposta: projetar as instalações elétricas das habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro	42
Quadro 27. Descrição dos três componentes do comportamento da classe de resposta intermediária: "escolher o tipo de lâmpada" relacionada à classe de resposta intermediária: escolher o tipo de componente e aparelho à classe de resposta: projetar as instalações elétricas para habitações de interesse social, nas situações reais do engenheiro civil.....	44
Quadro 28. Descrição dos três componentes do comportamento: "projetar instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício habitacional de 4 pavimento, de interesse social", para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.....	50
Quadro 29. Classes gerais de respostas envolvidas em projetar instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício habitacional de 4 pavimento, de interesse social", para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.....	52
Quadro 30. Descrição dos três componentes do comportamento "escolher o tipo de lâmpada" relacionado à classe de resposta intermediária: escolher o tipo de componente e aparelho e à classe de resposta: "projetar as instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimento, de interesse social", para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.....	53

Quadro 31. Descrição dos três componentes do comportamento: "localizar os pontos de luz" relacionado à classe de resposta intermediária: escolher o tipo de componente e aparelho e a classe de resposta: "projetar as instalações elétricas de um apartamento-tipo de um edifício residencial de 4 pavimento, de interesse social", para os programas de ensino das disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar	53
Quadro 32. Classes de respostas terminais para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1, do curso de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.....	54
Quadro 33. Proposição de classes gerais de respostas, envolvidas na classe: "Escolher a alternativa mais adequada, levando em conta as múltiplas variáveis.....	62
Quadro 34. Descrição das variáveis que devem ser consideradas na escolha de lâmpadas e acessórios para ambientes residenciais.....	65
Quadro 35. Descrição das variáveis que devem ser consideradas na localização lâmpadas para ambientes residenciais.....	66
Quadro 36. Exemplo de uma matriz de comparação para a escolha de lâmpadas para ambientes residenciais levando em conta diferentes variáveis.....	69
Quadro 37. Exemplo de uma matriz de comparação para a localização de pontos de luz para a cozinha de um apartamento residencial, utilizado na disciplina: Instalações Prediais 1.....	70
Quadro 38. Exemplo de decomposição do objetivo-comportamental terminal relacionado à classe de resposta: "projetar as instalações elétricas..." em objetivos intermediários e instrucionais, escritos comportamentalmente, relacionado à classe de respostas: "escolher o tipo de lâmpada para ambientes residenciais".....	75
Quadro 39. Relação das unidades de ensino propostas na disciplina: Eletricidade para Engenharia Civil (5o período) do currículo de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.....	77
Quadro 40. Relação das unidades de ensino propostas na disciplina: Instalações Prediais 1: parte elétrica (6o período) do currículo de graduação em Engenharia Civil da UFSCar.....	77
Quadro 41. Exemplo de um plano da unidade didática: Iluminação artificial (sub-unidade: caracterização de alternativas e descrição de variáveis) para a disciplina Eletricidade do curso de Eng. Civil da UFSCar.....	83
Quadro 42. Exemplo de um plano da unidade didática: Iluminação artificial (sub-unidade: comparação, análise e escolha do tipo de lâmpada) para a disciplina Eletricidade do curso de Eng. Civil da UFSCar.....	84
Quadro 43. Exemplo de um plano da unidade didática: Iluminação artificial (sub-unidade: comparação, análise e localização dos pontos de luz) para a disciplina Eletricidade do curso de Eng. Civil da UFSCar.....	85
Quadro 44. Depoimentos dos alunos sobre o método proposto para a tomada de decisão (ver Quadro 35) para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica).....	90
Quadro 45. Depoimentos dos alunos sobre as queixas e dificuldades sobre o método proposto para tomada de decisão para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica), 91	91
Quadro 46. Depoimentos dos alunos sobre as sugestões para o método proposto para tomada de decisão para as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica).....	93
Quadro 47. Depoimentos dos alunos sobre a utilização do método proposto para tomada de decisão em outras situações e em outras disciplinas, após terem concluído as disciplinas: Eletricidade e Instalações Prediais 1 (parte elétrica).....	94