



DA COMPLEXIDADE NO TRABALHO DO ENGENHEIRO, O REPENSAR DE SUA FORMAÇÃO*

Ciliana Regina Colombo¹, Walter Antônio Bazzo²

Universidade Federal de Santa Catarina¹
Departamento de Engenharia de Produção
Ciliana@eps.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina²
Departamento de Engenharia Mecânica
Wbazzo@emc.ufsc.br

Resumo. *A reflexão desenvolvida neste texto volta-se para a complexa rede de interferências que o trabalho do engenheiro civil provoca na vida e na organização das diferentes sociedades. Este fato nos leva a refletir o quanto a formação destes engenheiros pode reforçar os aspectos negativos ou positivos dessas intervenções. Desse modo, a proposta deste artigo é buscar apontar alternativas para um ensino de engenharia que vá além da questão eminentemente técnica voltando-se também para as repercussões mais abrangentes envolvidas nas obras que eles desenvolvem. Neste direcionamento, inicialmente procura-se, como que usando uma lupa focada em uma obra de engenharia, visualizar uma parte do complexo emaranhado de repercussões do trabalho do engenheiro civil, considerando, a partir disso, a necessidade de se repensar sua formação. Com essa perspectiva trabalha-se propostas de diversos autores para a educação tecnológica e/ou de engenharia, buscando possibilidades de produzir, a partir de algumas mudanças estruturais nos currículos e na formação dos corpos docentes, um ensino de engenharia que tenha como objetivo maior formar profissionais técnicos, porém conscientes da pertinência de seu trabalho na complexidade da sociedade.*

Palavras-chave: *Complexidade, Interdisciplinaridade, Formação do engenheiro.*

* As reflexões trazidas neste artigo são parte da tese de Ciliana R. Colombo, em fase de desenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

Algumas situações do momento atual tais como a comunicação em rede, o perigo da destruição e a globalização da economia têm levado a humanidade a um movimento de transformação da sua consciência. Como um movimento histórico que não tem um único ponto de partida observam-se questionamentos nos âmbitos econômico, social, educacional e muitos outros a cerca do paradigma que vem orientando a maneira como estamos conduzindo a vida no planeta. É também, cada vez mais evidente a emergência de uma percepção das interações e inter-relações existentes entre todos os aspectos da vida humana.

Fazendo parte desse movimento de repensar, e já nos inserindo no novo paradigma ou novos paradigmas¹ da complexidade, holístico, sistêmico, ecológico..., que segundo Patrício [2], procura dar conta da amplitude e complexidade que é o processo de viver. No qual assume-se uma nova consciência que leva à percepção da integralidade e totalidade de cada ser, na relação consigo mesmo e em interações com outros seres e outras naturezas; e nas relações do ser humano com a vida do planeta e do universo. É neste novo contexto que nos encontramos enquanto seres humanos, enquanto trabalhadores.

Como seres humanos trabalhadores de áreas da engenharia e também como docentes universitários, cada vez mais borbulha em nós a preocupação com o profissional engenheiro que estamos formando. Formando para esse mercado de trabalho globalizado, complexo e mais que isso, para exercer uma profissão que, segundo Fourez [3] e [4], é interdisciplinar. É nessa perspectiva, então, que nos propomos a pensar o ensino de engenharia. Por vias mais holísticas, sistêmicas, complexas e contextualizadas.

2. A COMPLEXIDADE NO TRABALHO DO ENGENHEIRO

“Pode-se dizer que há complexidade onde quer que se produza um emaranhado de ações, de interações, de retroações”. Também há complexidade proveniente de fenômenos aleatórios. (Morin, [5])

A complexidade surge, simultaneamente, de dificuldades empíricas e lógicas. As dificuldades lógicas aparecem quando a lógica dedutiva se mostra insuficiente para dar uma prova num sistema de pensamento e surgem contradições que se tornam insuperáveis. As dificuldades empíricas podem ser esclarecidas pelo exemplo do “efeito borboleta”² e pelo que disse Pascal há três séculos: ‘Todas as coisas são ajustadas e ajustantes, todas as coisas são mediatas e imediatas, e todas estão ligadas entre si por um laço que conecta umas às outras, inclusive as mais distanciadas’ (Ref. [5]).

É nesse sentido de ações, interações e retroações que percebemos algumas ou até quem sabe, todas as obras de engenharia civil. O exemplo a seguir nos ajuda a corroborar tais aspectos e serve de agente direcionador de nossas reflexões neste ensaio:

A construção de uma estrada tem início com um estudo de tráfego no qual se busca conhecer o comportamento médio deste, na seqüência vem um estudo do terreno para escolher o “melhor traçado” levando-se em consideração uma complexidade de dados, como as condições do terreno, as características técnicas da estrada, os custos, a interferência no ambiente, a distância das fontes de materiais e muitos outros aspectos.

Para o nosso exercício de reflexão, tentemos esmiuçar alguns destes aspectos envolvidos, cientes porém, de que não conseguiremos abranger o todo de cada situação.

Quanto às condições do terreno consideram-se as características topográficas que irão determinar a necessidade de cortes e aterros. Estas condições estão ligadas à interferência no ambiente (movimento de terras – retirada e depósito); aos custos que resultarão destes serviços; às características técnicas da estrada (p. ex.: tipo de curva a ser traçada), estas últimas nos remetem ao usuário, pois será mais fácil ou difícil dirigir um carro em função do tipo de curvas da estrada, dos declives e aclives; e também ao consumo de combustível, e parece que a partir daqui basta lembrarmos do “efeito borboleta” para desencadear em nossa mente muitos aspectos inter-relacionados.

Quanto às características técnicas da estrada, além daquelas determinadas pelas condições do terreno enquanto aspectos topográficos, há as características do terreno quanto à resistência do mesmo, estas também vão influenciar na definição do traçado, e ainda na determinação dos materiais e dimensões das camadas que comporão o pavimento. Estas características por sua vez, estão inter-relacionadas a muitos outros aspectos, tais como custos; interferências no ambiente quando da captação de materiais, por exemplo; serviços envolvidos na construção, etc.

Quanto aos custos, já vimos, estão envolvidos com todos os aspectos trabalhados acima, além de muitos outros, e são eles, na maioria das vezes, os mais considerados nas tomadas de decisões a cerca do projeto e da execução do mesmo.

Quanto à interferência no ambiente, além do que vimos, em fase de projeto, podemos atentar para a fase de execução, quando além do que se perde na área da obra em si, se monta um canteiro com uma área muito maior, destruindo, em grande parte das vezes, o ambiente natural e construído dos arredores. Mas indo mais além,

¹ Sobre esta questão ver Patrício [1] na p. 22.

² Efeito borboleta é a denominação dada para a cadeia de efeitos similares ao efeito meteorológico provocado por uma borboleta que ao bater as asas na Austrália, pode, por uma série de causas e efeitos postos em movimento, provocar um furacão em Buenos Aires. (Ref. [5]).

podemos pensar essa interferência atentando para o fato de que os núcleos urbanos, em geral, se desenvolvem próximo a estradas, o que nos possibilita considerar que a construção de uma estrada envolve também a reorganização urbana, a realocação populacional, o que provoca alterações sócio-ambientais.

Essa transformação na mobilização populacional envolve mais do que um núcleo urbano, pois, após a conclusão da estrada, há toda uma alteração nos rumos tomados pelas pessoas em movimento, ou seja, altera-se o tráfego de diversas estradas da rede de trânsito. Algumas estradas perderão e outras ganharão volume de tráfego quando da utilização da nova estrada.

Ligados a cada condição considerada anteriormente estão aspectos sociais, que não destacamos em função da complexidade que se apresenta. Complexidade tanto no sentido de dificuldade como de muitos aspectos interrelacionados. Mas só para darmos uma pequena pincelada no que tange a estes aspectos, podemos lembrar que além da alteração na organização urbana que já destacamos como interferência sócio-ambiental, há muitas outras como por exemplo: pessoas ou comunidades inteiras que são deslocadas de seu ambiente porque o traçado da estrada ocupará exatamente o seu lugar; pessoas como os trabalhadores da construção que tem uma vida nômade, pois sua “casa” acompanha o desenvolvimento da estrada, ou seria melhor dizer que moram “na estrada”... e mais uma série de outros exemplos que podemos desencadear nessa reflexão.

No entanto, ainda que não abrangemos o todo da rede de interferências do caso em questão, o que temos já nos permite atingir o objetivo de refletir sobre as escolhas feitas quando do projeto e também da execução de uma obra, pois elas levarão a uma rede de conseqüências, que podem ser completamente diferentes se a opção for outra.

Como afirma Fourez [4] não dá para considerar todos os aspectos envolvidos, pela complexidade das situações, então, da mesma forma que fizemos neste texto, sempre temos que fazer escolhas, como se estivéssemos numa encruzilhada, e nestas escolhas corremos riscos. Daí entendemos, que ao elaborar um projeto estamos fazendo escolhas que criarão situações futuras, que podemos prever, mas com risco, ou seja, com incertezas.

Para Capra [6] a vida é como uma teia e é nela que se distribuem as conseqüências das opções feitas de cada ato realizado. Portanto um profissional de engenharia tem que ter consciência da complexidade, da dimensão das escolhas feitas quando está elaborando ou executando um projeto pois o resultado envolve conseqüências materiais, econômicas, sociais, ambientais e uma enormidade de outras variáveis.

3. REPENSANDO A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

A partir desse emaranhado de aspectos envolvidos no trabalho do engenheiro, que buscamos demonstrar com o exemplo utilizado, emerge a consciência da necessidade de repensar o ensino de engenharia, de tal modo que se possa formar engenheiros com consciência dessa complexidade e da interdisciplinaridade necessária para poder considerá-la com melhores perspectivas no desenvolvimento de seu trabalho. Deste modo o engenheiro não pode deixar de ser um técnico, porém precisa ver muito além desta técnica. Ou seja, não é uma questão de prescindir da competência de cada disciplina, mas sim de articular as competências de umas com as outras, que ligadas em cadeia, formariam um “anel completo e dinâmico”. Morin [7]

É preciso ensinar os engenheiros a usarem o pensamento complexo, de modo a unir as disciplinas, como numa tapeçaria, operando as diferenças entre elas. Como diz Morin [8], é preciso juntar (fazer dialogar) os princípios de separação e de não-separação, da certeza e da incerteza, etc. Para isso, o autor propõe o que entende como uma trindade de teorias: teoria da informação, cibernética e teoria dos sistemas, que repercutem uma na outra de maneira inseparável, e assim as vê como uma via de inteligibilidade para este mundo “complexo”. O autor acrescenta ainda a eco-auto-organização.

Da teoria da informação o que se destaca é que apesar do ruído que se deve à redundância (estrutura de conhecimentos já adquiridos/transmitidos) podemos extrair uma informação daquilo que nos chega. Segundo Morin [8] a informação nasce do nosso diálogo com o mundo, e nele sempre surge algo não previsto pela teoria. Isto reafirma o que já apontamos, de que é preciso sempre lidar com a incerteza. Abstraímos então, que se promovermos um diálogo das disciplinas, poderemos produzir conhecimentos.

Entendemos que se usarmos a espiral – segundo Morin [8] trazida da cibernética – poderemos passar a ter pensamento em espiral quanto às disciplinas percebendo a retroação entre elas e o todo de conhecimentos do curso que se pretende desenvolver com os alunos, levando-os a ver que não há certeza absoluta, que há sim uma rede complexa de escolhas sempre permeada pela incerteza. Se faz necessário que os estudantes percebam, como aponta Morin [8], que quando a simplicidade não funciona mais, é preciso passar ao elo, à espiral, a outros princípios do pensamento, ou seja, quando as disciplinas isoladamente não dão conta, é preciso recorrer ao diálogo entre elas, à interdisciplinaridade, de onde emergem conhecimentos mais amplos.

O pensamento complexo é importante para contextualizar a situação (projeto) em questão. Contextualizar para a engenharia civil é muito importante, pois não se constrói nada fora de um contexto. Segundo Morin [8] “contextualizar foi o que faltou a todos esses mega-projetos técnicos que hoje em dia já desabaram ou nada conseguiram”, referindo-se à barragem de Assouan. Então, se faz necessário, ensinar o engenheiro a “pensar complexo”, a “contextualizar”.

Ainda que concordemos com Morin [8], que a mudança de pensamento deve começar na escola primária, entendemos que no momento é preciso começar por todas as etapas da educação, e é nessa perspectiva que acreditamos se deva trabalhar o pensamento complexo através da interdisciplinaridade no nível universitário.

3.1. Propostas para a educação tecnológica e/ou ensino de engenharia

É crescente a preocupação dos rumos que segue o ensino de engenharia, e do ensino universitário em geral, muitos são os docentes e profissionais de engenharia que tem refletido em torno deste assunto. Sintetizamos, a seguir, mesmo que em algumas situações não concordando no todo de suas idéias, as considerações de alguns deles na expectativa de elaborar, baseando-nos nestas e nas reflexões feitas anteriormente, uma trilha que possa levar a um ensino de engenharia mais pertinente às exigências de nosso mundo complexo.

Maria José G. Salum [9] formar um engenheiro com perfil adequado aos novos tempos significa dar-lhes condições de perceber as mudanças e a partir disso estruturar-se para o novo. Isso requer a capacidade para o aprendizado contínuo, o que não ocorre através de conteúdos específicos, em disciplinas. “Incorporar essa capacidade na formação do aluno dependerá, intensamente, da mudança da relação didático-pedagógica de ensino centrado no professor para ensino centrado no aluno” onde o professor passa de detentor de conhecimentos para orientador da busca de conhecimento, por parte do aluno, fora da sala de aula. Além disso se faz necessário modernizações curriculares, hoje centrados nos conteúdos devendo passar a centrar-se na forma de articulação dos mesmos, pois “é a formatação dos currículos que mais identifica a relação ensino-aprendizagem” e que define se o ensino é centrado no aluno ou no professor.

Maria Candida Moraes [10] destaca a necessidade de um modelo educacional que aproxime a educação da vida, focalizando o indivíduo, mas como um sujeito contextualizado, dotado de inteligências múltiplas, que constrói conhecimento em função da sua bagagem genética, cultural e social. Pois, segundo pesquisa realizada sobre o perfil profissional ideal do novo engenheiro para o século XXI, as características esperadas estão mais relacionadas às qualidades de Ser do que de Saber. Aspectos, estes, que requerem à busca por “um paradigma voltado para o desenvolvimento humano que facilite a ocorrência de processos reflexivos, que conceba o conhecimento como um processo de vir-a-ser”, de onde destaca-se a pedagogia reflexiva que envolve o desenvolvimento do pensamento mais complexo, que respeita a multidimensionalidade do real, que abarca os aspectos culturais, sócio-históricos, ecológicos, além de cerebrais, capaz de considerar tanto as influências internas como as externas.

Pedro Demo [11] e [12] afirma que no modelo de educação que pretende formar o profissional do futuro, entra em cena a interdisciplinaridade³, como “arte do aprofundamento com sentido de abrangência, para dar conta, ao mesmo tempo, da particularidade e da complexidade do real”. Tendo como vias de entrada a horizontalização do conhecimento, incluindo a necessidade do consórcio da ciência com outros saberes, outros olhares essenciais para dar conta da realidade e sobretudo da vida, em suas complicações e complexidades; e a via da compartimentalização do conhecimento nas instituições universitárias e a complexidade da realidade, demonstrada pela multiplicação de disciplinas e de cursos acadêmicos. Além da interdisciplinaridade o autor recomenda a revisão curricular, trocando o currículo “extensivo” pelo “intensivo” que é marcado pela “pesquisa como ambiente de aprendizagem, esperando do professor a habilidade de orientar e avaliar, apostando na autonomia do aluno.” (Ref. [12])

Ari P. Jantsch e Lucídio Bianchetti [13] defendem a pesquisa e a interdisciplinaridade - “com posição de diferença” - como algo que urge na atuação universitária. Isso exige, segundo eles, uma mudança da vida acadêmica-universitária, dado que é preciso tornar a universidade um amplo laboratório de conhecimento-pensamento.

José Carlos M. Bermudez [14] defende a necessidade de uma política para o ensino de engenharia ou ensino tecnológico que deve incluir: *a população leiga*, pois ela não tem consciência da associação entre a formação básica em ciências e os produtos da evolução tecnológica que usa nos seus afazeres diários; *o sistema educacional fundamental*, porque o sucesso das universidades no ensino tecnológico está diretamente associado à preparação para a formação tecnológica ainda no ensino fundamental; *a universidade*, porque, em nível de graduação e especialização, deve formar engenheiros capazes de usar a tecnologia existente, mas capazes também de questionar sua qualidade do ponto de vista conceitual e de decidir sobre a possibilidade de melhorá-la. Em nível de mestrado e doutorado deve formar profissionais para atuação na área científica, profissionais capazes de gerar avanços tecnológicos. A formação profissional não se encerra na universidade, assim a universidade deve desenvolver no profissional a capacidade de auto-aprendizado, expondo-o ao processo criativo, através do conhecimento do processo de desenvolvimentos tecnológicos, a partir de conceitos básicos; *o setor empresarial*, que participando da formação do engenheiro pode colaborar na definição de projetos a serem realizados em disciplinas de projeto, usufruindo de seus resultados, e também pelo financiamento de pesquisas, de médio e longo prazos, em assuntos de interesse da empresa, o que além dos próprios resultados das pesquisas também permitiria o aproveitamento automático dos profissionais que se tornarão os envolvidos nas pesquisas.

³ Interdisciplinaridade, segundo o autor, combate a disciplinaridade, mas não a especialização, pois todo conhecimento aprofundado é especializado.

Walter A. Bazzo [15] e [16] defende que as abordagens CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) podem trazer transformações profundas para as compreensões ampliadas dos conteúdos técnicos. Para tanto propõe uma educação ampla com forte embasamento técnico, mas associada a questões éticas, políticas, ambientais, econômicas, históricas dentre outras. Nessa perspectiva apresenta duas propostas: uma que é a mesclagem das clássicas abordagens técnicas com considerações CTS (ciência tecnologia e sociedade), podendo ter como processo inicial a inclusão de disciplinas CTS, nos cursos e a segunda que vem do intuito de alcançar isto, que seria um esforço para implantar um processo contínuo de formação docente com tal objetivo.

Gérard Fourez [17], [3] e [4] afirma que a educação tecnológica deverá encontrar um equilíbrio entre um ensino centrado no técnico-científico tradicional e um ensino centrado nas significações sociais das tecnologias, ou seja um ensino que comporte uma dimensão teórica importante, mas enraizada no cotidiano com a intenção de alcançar uma visão mais ampla. O autor argumenta que os modelos e conceitos científicos ou técnicos não devem ser ensinados por si mesmos, que há que se mostrar que eles são uma resposta apropriada a certas questões contextuais. Para isso a formação dos alunos deve centrar-se sobre a realização ativa de projetos interdisciplinares que lhes confirmem uma capacidade de decidir frente a seu contexto natural e social. Como proposta para viabilizar tal meta, propõe o ensino por projetos, levando em conta a globalidade da tecnologia, incluindo: técnicas materiais, representações teóricas, organização social, condicionamento sócio-ético, econômico, político, etc. Este “modelo” pedagógico, seria colocado em prática através das “ilhas de racionalidade” em torno de um problema/projeto⁴, a serem introduzidas lentamente no currículo; possibilitando movimentos pedagógicos interdisciplinares precisos e eficazes.

3.2 Possibilidades para um novo ensino de engenharia: a interdisciplinaridade pelas vias da pesquisa e do desenvolvimentos de projetos

“A universidade precisa assumir uma nova postura, um paradigma novo, onde se valoriza a capacidade do aluno, sua autonomia, centrando o ensino no processo interativo entre professor e aluno”. Ainda que apresentada com linguagens diferentes, essa é a mudança cultural preconizada pelos diversos autores aqui apresentados dentre muitos outros. No que tange ao ensino de engenharia, destaca-se a necessidade de se trabalhar os conteúdos disciplinares, não unicamente os técnicos, e não como fins em si mesmo, mas de forma integrada para que o aluno perceba a importância e utilize a ciência como mediação de projetos humanos. Somado a isso se faz necessário que o ensino seja um estímulo ao aprendizado constante do aluno, enquanto estudante e enquanto profissional.

As empresas já estão se tornando “universidades corporativas” por perceberem a necessidade da aprendizagem continuada de seus trabalhadores. Se elas já assim o fazem há que se questionar como esquecer essa perspectiva na universidade? Precisamos montar o processo para levar o aluno cada vez a buscar mais, percebendo as inter-relações entre o que estuda e a vida da sociedade em que se insere.

A adoção de uma metodologia que propicie esse novo modelo de formação exige uma postura diferente da instituição e de seus docentes. Requer a inserção nos novos paradigmas que consideram a complexidade, que trabalham a integração do todo e as partes. Nesta perspectiva Crema [18] propõe a abordagem holística pela integração, pela sinergia dos métodos analítico e sintético. Ou melhor ainda, como propõe Karl Jaspers *apud* Ref. [18], pela utilização de vários métodos simultaneamente, na prática do conhecimento, enfatizando: a apreensão dos fatos particulares que implica na separação; a investigação das relações, que vem a ser explicar e compreender; e a percepção das totalidades para não se esquecer o todo.

Segundo Crema [18] a abordagem holística representa uma superação das necessárias vias analítica e sintética, um salto qualitativo de apreensão da realidade, um caminho para a visão inclusiva que vivifica e articula a dinâmica *todo-e-as-partes*, facultando o exercício da transdisciplinaridade.

A pertinência dessa abordagem está na necessidade de o profissional de engenharia ser um especialista, porém com competências generalistas. O engenheiro precisa ser capaz de perceber a complexidade envolvida no problema real, as infinitas partes e conexões destas no projeto em questão, sendo porém capaz de perceber quais partes devem ser trabalhadas e quais não. Ou, como diz Fourez [4], fazer um bom uso de “caixas pretas”⁵. Precisa perceber a integralidade das especialidades envolvidas no projeto ou problema real.

Entendemos que essa nova perspectiva traz consigo a necessidade de uma política para a educação tecnológica, uma necessária reformulação curricular, não mais centrada em disciplinas, mas que inclua a possibilidade de atuação na pesquisa e no desenvolvimento de projetos reais ligados a sociedade tendo a interdisciplinaridade como princípio.

Assim entendemos a formação docente como sendo o passo inicial do necessário processo de mudança do ensino de engenharia. Conforme proposto por Bazzo [16], além da introdução da abordagem em CTS, nos cursos de formação de professores (mestrado e doutorado), se faz necessária a busca de uma formação pedagógica do “professor engenheiro” para que ele se torne um “engenheiro professor” inserido no novo paradigma. Essa formação pedagógica e

⁴ Situações como o isolamento térmico de uma casa, a construção de uma ponte, o uso de forno de microondas, etc.

⁵ Caixas pretas em física e em epistemologia é um objeto, uma situação ou uma noção teórica que se utiliza sem saber necessariamente como funciona, e que serão abertas (buscar entender seu funcionamento) ou não segundo a necessidade. (Fourez; Englebert-Lecompte; Mathy [20])

introdução da abordagem CTS precisam, também, ser trabalhados em reuniões para aperfeiçoamento dos professores, dado que nem todos estão sendo formados em cursos de mestrado e doutorado.

Como segundo passo propomos a reelaboração dos currículos com a introdução do ensino por projetos⁶, abrindo espaço, na grade curricular, para construções de ilhas de racionalidade (Ref. [3]), e para pesquisa (Ref. [11] e [12]; Ref. [13]), além de uma ampliação do número de disciplinas optativas. Esta mudança curricular poderia permitir uma maior autonomia de escolha do estudante quanto aos caminhos de sua formação.

Por entender a elaboração de projeto como uma atividade complexa que requer que se considere os muitos aspectos envolvidos, as inter-relações entre eles e deles, como vimos no exemplo da elaboração do projeto de uma estrada, envolvendo as diferentes etapas do mesmo - projeto, execução e utilização de seu resultado. Isso requer o conhecimento de especialistas de várias disciplinas da área técnica, de outras áreas e os conhecimentos do senso comum. Acreditamos, como Fourez [4], que a elaboração de projetos, constitui-se num caminho à introdução da interdisciplinaridade como um princípio para o ensino de engenharia.

Fourez [4] diz que o trabalho de engenharia é interdisciplinar, por isso sua proposta é de construção de “ilhas de racionalidade” para realização de um projeto como possibilidade de movimentos pedagógicos interdisciplinares precisos e eficazes. Já Etges [19] afirma que “um currículo escolar ou um programa de ‘pesquisa interdisciplinar’ apenas aparentemente deixa de lado as estruturas fechadas da cada disciplina ou constructo” fazendo professores e alunos trabalharem em função de um produto final ou projeto, aprendendo, somente a cooperar, mas não a pensar em termos interdisciplinares.

Cabe destacar aqui, que a interdisciplinaridade enquanto compreensão acadêmica, refere-se a integração de disciplinas (áreas de conhecimento). Ela faz com que haja a colaboração das disciplinas plurais no estudo de um objeto, campo ou objetivo (Alain D’Tribanne citado em Patrício [21]). Porém, interdisciplinar não se refere apenas ao contexto de disciplinas acadêmicas, mas a todo e qualquer processo de interação que envolve o diálogo entre diferentes pessoas. A interdisciplinaridade segundo Etges [19], é um elemento mediador de comunicação do cientista consigo mesmo, e também das disciplinas ou constructos entre si, bem como entre estes e a linguagem do cotidiano, do senso comum.

Com Patrício [21] compreendemos um momento interdisciplinar como um encontro, uma busca de alternativas para conhecer mais e melhor, de transformação da insegurança para àquela que impele à reciprocidade, à troca e ao diálogo, num exercício de pensar em reconstrução participativa (Ref. [21]). Assim sendo, entendemos que, a interdisciplinaridade, no desenvolvimento de um projeto ou construção de uma “Ilha de Racionalidade” se dá no encontro de especialistas e estudantes para que pelo diálogo, pelo enfrentamento de seus conhecimentos, conjuntamente possam elaborar uma construção nova, um novo conhecimento a cerca do projeto/problema em questão. Sem esse diálogo pode ocorrer de apenas haver um somatório de conhecimentos que cabem no problema, sem que se trabalhe suas inter-relações, a complexidade, o que vem a ser, do nosso ponto de vista, a interdisciplinaridade.

No modelo de construção de ilhas de racionalidade, Fourez [3] coloca que os especialistas consultados podem ser especialistas externos, ou os professores das disciplinas do próprio curso. Entendemos, pois, que a opção por professores do curso, nesta etapa, torna-se uma oportunidade de os conteúdos trabalhados, no desenvolvimento de projetos serem excluídos do programa da disciplina em si, reduzindo a carga horária das mesmas, tempo a ser utilizado com a atividade interdisciplinar.

É importante destacar que nesta proposta de ensino interdisciplinar, não se excluem as disciplinas, pois, o que se propõe não é prescindir da competência de cada uma delas, mas sim de articular as competências de umas com as outras, que ligadas em cadeia, formariam um “anel completo e dinâmico” Morin [7]. Assim sendo, os conteúdos não abordados nos trabalhos interdisciplinares, continuam sendo integrantes de “disciplinas”, sendo que se espera uma nova atitude do professor ao abordá-los, evitando a deposição de conhecimento por parte do professor e estimulando a investigação por parte do aluno. Nessa nova atitude do professor destaca-se a importância de que ao desenvolver esses conteúdos, os alunos sejam orientados para perceber as conexões destes com outros conteúdos da própria disciplina, de outras disciplinas e principalmente com a realidade.

É preciso ensinar os engenheiros, por meio do uso do pensamento complexo, fazer dialogar os princípios de separação e de não-separação, da certeza e da incerteza, etc. e assim tecer a tapeçaria que as disciplinas podem compor, operando as diferenças entre elas.

Tratando-se ainda das “ilhas de racionalidade”, percebemos a escolha dos problemas/projetos a serem resolvidos/desenvolvidos, como sendo uma possibilidade de interação universidade-empresa, como propõe Bermudez [14], de modo que a empresa propõe problemas/projetos que está trabalhando, ou que precisa trabalhar para que os estudantes desenvolvam como “ilhas de racionalidade”. Outro caminho de captação de problemas/projetos de estudos interdisciplinares é a pesquisa realizada pelos alunos e que precisa tornar-se a atividade principal do ensino.

Se o objetivo é um curso em que o aluno desenvolva sua capacidade de perceber a realidade complexa, as inter-relações entre o que estuda, e a relação disso tudo com a vida da sociedade em que se insere, cremos que a pesquisa é a melhor maneira de atingi-lo. Se como afirma Morin [8] a informação nasce do nosso diálogo com o mundo, e nele sempre surge algo não previsto pela teoria, é no colocar a prova os conteúdos teóricos, junto à situações reais, que o aluno será capaz de desenvolver seu conhecimento, não ficando na mesmice da reprodução do que já foi dito e/ou feito. Ou como afirma Saviani [22], ao propor a pedagogia revolucionária, a educação precisa iniciar e terminar como prática social, só assim possibilita a passagem da compreensão do aluno, do nível sincrético ao sintético.

⁶ Entenda-se projeto como um objetivo, finalidade, intencionalidade do ato a ser realizado, mas que também pode ser um projeto de engenharia.

Nesta linha, cabe o que afirma Demo [12] de que a pesquisa deve ser o ambiente de aprendizagem, ambiente que realmente faz o aluno aprender, ou como salientam Jantsch e Bianchetti [13] de que a universidade deve tornar-se um grande laboratório de conhecimento/pensamento.

Entendemos as propostas anteriores de o conhecimento do conteúdo disciplinar ser construído pelo aluno por meio de investigação e o desenvolvimento de projetos ou construção de “ilhas de racionalidade”, como pertencentes a proposta de universidade como ambiente de pesquisa. No entanto ainda acreditamos importante que se desenvolvam pesquisas de campo, que busquem conhecer a realidade do trabalho de engenharia, ou seja, pesquisas que trazem consigo as intenções dos estudos em CTS, seja o de investigar os produtos desenvolvidos pela engenharia, nos seus resultados nos diversos âmbitos da sociedade. Procedimento que permitirá ao aluno, perceber a complexidade da sua futura profissão, pensando agora muito mais na rede de interferências causadas por um produto de engenharia, ou no “efeito borboleta” que causam estes produtos, pois há que se ter consciência de que todas as coisas estão entrelaçadas entre si, conectadas umas às outras, inclusive as mais distantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao repensar o ensino de engenharia, o que se destaca é a necessidade, que enquanto docentes de engenharia passemos a usar o pensamento complexo, ou ainda melhor, em espiral (Ref. [8]) quanto às disciplinas percebendo a retroação entre elas e o todo de conhecimentos do curso que se pretende desenvolver com os alunos.

E ainda a necessidade de que, por meio da interdisciplinaridade, levemos o aluno a utilizar de cada disciplina o que precisa para o “projeto” que tem no momento. Se conseguirmos levá-lo a pensar dessa maneira, o conteúdo aprendido será maior. Se ele puder ver a ligação entre as disciplinas, ele perceberá que o todo é maior que a soma das partes, que a engenharia é mais que a soma de física, cálculo, resistência de materiais..., pois da interdisciplinaridade emergem conhecimentos mais amplos. Estes conhecimentos lhe permitirão ser um profissional que além de aceito pelo mercado de trabalho, é também capaz de oferecer trabalho que o mercado ainda não precisa ou espera, e de criar seu próprio trabalho (Ref. [12]), ou seja, que este profissional seja verdadeiramente engenheiro, com “potencial inventivo”, “talento criativo”, inovador, além de ser um profissional consciente de que o produto de seu trabalho desencadeia um efeito (borboleta) que pode ser positivo ou negativo para a humanidade.

Morin [8], coloca que a reforma do pensamento só pode ser realizada por meio de uma reforma na educação, e afirma ainda, não adianta reformar as instituições se não reformarmos os espíritos, mas que para isso precisa reformar as instituições - círculo vicioso. Destaca então que o paradoxo desta questão está em quem educará os educadores, concluindo que somos nós mesmos.

Então... é hora de começar! E pensando em espiral, como afirma Morin [8], começaremos um processo e o círculo vicioso se tornará virtuoso.

É certo que isso, muitas vezes nos parece uma utopia, mas nos perguntamos se só o fato de sonharmos, e de “popularizarmos” esses sonhos não estamos, ainda que lentamente, nos aproximando deles, ou em outras palavras, começando sua construção?

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Z.M. Patrício. Qualidade de vida do ser humano na perspectiva de novos paradigmas. In: Z.M. Patrício; J.L. Casagrande e M.F. Araújo [Orgs.]. Qualidade de vida do trabalhador: uma abordagem qualitativa do ser humano através de novos paradigmas, Florianópolis: Ed. do autor, 1999.
- [2] Z.M. Patrício. A dimensão felicidade-prazer no processo de viver saudável individual e coletivo: uma questão bioética numa abordagem holístico-ecológica. Florianópolis, 1995. Tese - (Doutorado em Filosofia da Enfermagem) - Centro de Ciências da Saúde - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [3] G. Fourez. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue: Buenos Aires, Argentina, 1997.
- [4] G. Fourez. Epistemologia Sócio-Construtivista de Ciências. 1999. Notas de aula na Universidade Federal de Santa Catarina.
- [5] E. Morin. Epistemologia da complexidade. In: D.F. Schintman (Org.). Novos paradigmas, cultura e subjetividade. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 274-286.
- [6] F. Capra. A teia da vida: uma nova concepção científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1997.
- [7] E. Morin. Problemas de uma epistemologia complexa. In: E. Morin. O problema epistemológico da complexidade. Rio de Janeiro: Europa-América, 1981.
- [8] E. Morin. Por uma reforma do pensamento. In: A. Pena-Veja e E.P. do Nascimento (Org.). O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade. Rio de Janeiro: Gramma, 1999. p. 21-34.
- [9] M.J.G. Salum. Os currículos de engenharia no Brasil - estágio atual e tendências. In: I.V. Linsingen et al. [Orgs.]. Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 107-118.
- [10] M.C. Moraes. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: I.V. Linsingen et al. [Orgs.]. Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 53-66.
- [11] P. Demo. Conhecimento Moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento. 3ª. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

- [12] P. Demo. Profissional do futuro. In: I.V. Linsingen et al. [Orgs.].Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.
- [13] A.P. Jantsch. e L. Bianchetti. Universidade e interdisciplinaridade In: A.P. Jantsch. e L. Bianchetti [Orgs.]. Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. 3ª. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999. p. 195-204.
- [14] J.C.M. Bermudez. A educação tecnológica precisa de uma política. In: I.V. Linsingen et al. [Orgs.].Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 67-76
- [15] W.A. Bazzo. Ciência tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 1998.
- [16] W.A. Bazzo. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. In: I.V. Linsingen et al. [Orgs.].Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da educação tecnológica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 89-104.
- [17] G. Fourez. A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- [18] R. Crema. Abordagem holística: integração do método analítico e sintético. In: D.M.S. Brandão; R. Crema [Orgs.].O novo paradigma holístico: ciência, filosofia, arte e mística. São Paulo: Summus, 1991. p 83-99.
- [19] N.J. Etges. Ciência, interdisciplinaridade e educação. In: A.P. Jantsch. e L. Bianchetti [Orgs.]. Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. 3ª. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999. p. 51-84.
- [20] G. Fourez; V. Englebert-Lecompte; P. Mathy. Saber sobre nuestros saberes: un léxico epistemológico para la enseñanza. Ediciones Colihue: Buenos Aires, Argentina, 1997b.
- [21] Z.M. Patrício. Administrar é trabalhar com gente... A inter/transdisciplinaridade no processo de cuidar indireto através da educação. Texto e Contexto - Enfermagem. Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 55-77, jul./dez. 1996.
- [22] D. Saviani. Escola e democracia. 31ª. ed. Campinas: Autores Associados, 1997.