

# "A AMBIENTALIZAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA"

**Danton Heleno Gameiro** - [danton@em.ufop.br](mailto:danton@em.ufop.br)

Professor e Diretor do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais/EM/UFOP

***Resumo.** O trabalho apresenta a situação atual, a nível nacional e internacional, das preocupações e procedimentos adotados relativos às questões ambientais. Neste contexto destaca a Educação Ambiental - em termos conceituais, política e legislação pertinentes; a Universidade no século XXI - com a responsabilidade de formação de recursos humanos "ambientalizados" através da aplicação dos conceitos de inter e transdisciplinaridade, exigidos pela área ambiental. Enfim, o trabalho salienta a urgência de se ambientalizar os profissionais, em especial, aqueles das diversas áreas da Engenharia, por ser esta responsável, hoje, por atividades que impactam e/ou degradam o meio ambiente.*

***Palavras-chave:** Meio-ambiente, Sustentabilidade, Educação ambiental*

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo uma antiga definição, proposta pelo Institution of Civil Engineers (Londres, 1828), "a engenharia é a arte de dirigir as grandes fontes de energia da natureza para uso e conveniências do homem". Talvez, a simples substituição de "fontes de energia da natureza" por "recursos naturais" fosse suficiente para uma perfeita atualização do termo. Ainda segundo o dicionário "Aurélio" a "engenharia é a arte de aplicar conhecimentos científicos e certas habilitações específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas".

A partir desses significados está claro que o engenheiro tem por missão controlar e utilizar economicamente as forças e recursos da natureza, apoiado em conhecimentos científicos e orientado por bom senso com o objetivo de promover o progressivo bem-estar humano. Nestas condições, empreendimentos que causem o depauperamento da qualidade de vida aos moradores de uma determinada região devem ser considerados incompatíveis com o conceito de engenharia.

Desta forma, é imprescindível que a *variável ambiental* venha a fazer parte quando do planejamento de um determinado empreendimento ou obra de engenharia. A introdução do fator ambiental implica que o planejamento e projeto de uma obra de engenharia deverão ser considerados incompletos e inaceitáveis, se se restringirem à análise das tradicionais grandezas da matemática, da física e da química aplicadas com a análise das grandezas econômico-financeira, a nova metodologia de planejamento e projeto de uma obra ou empreendimento deve atender aos condicionantes de oportunidade e viabilidade ambiental (Filho, J.F.P, 1995).

A dinâmica e complexidade da problemática ambiental vem exigindo articulações cada vez mais desafiadoras, conforme demonstram as exaustivas discussões conceituais e operacionais, nos fóruns locais, regionais, nacionais e internacionais. De fato, a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (Estocolmo, 1972), pôs em evidência o reconhecimento de preocupações de âmbito global e o conceito de

responsabilidade coletiva, surgindo a partir daí a questão de como reparti-la. Já na segunda Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNICED-1992) a tônica foi a ratificação do conceito de desenvolvimento sustentável. Subjacente a esse conceito está o reconhecimento de que é fundamental a identificação de políticas, instrumentos e mecanismos mais eficazes para conjugar progresso tecnológico, crescimento econômico, sustentabilidade dos ecossistemas e equidade social. Esses fatos, põem em xeque conceitos tradicionais, como por exemplo de soberania, pois a natureza sistêmico-global dos problemas associados impõem limites a livre utilização de recursos por um dado país. Cresce a consciência de que as conseqüências das ações humanas sobre o meio ambiente transcendem fronteiras e põem em risco toda a humanidade. Daí, problemática ambiental estar a exigir conjugação de esforços pelo volume de recursos necessários para fazer frente ao desafio global, fato profusamente reconhecido na AGENDA 21.

Neste contexto, os estudos sobre Impactos no Meio Ambiente (EIA-Environmental Impact Assesment) começaram a ganhar maior importância, passando, inclusive, a serem contemplados nas legislações de vários países. Esses estudos, dentro da sistemática de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) têm origem, como atividade sistematizada, com o National Environmental Policy Act - NEPA, promulgado em 1969 nos EUA. Essa lei determinou os objetivos e os princípios da política ambiental americana e ordenou que todas as propostas de legislação, ações e projetos de responsabilidade do governo federal, que afetassem significativamente a qualidade do meio ambiente humano, incluíssem uma declaração detalhada, contendo: o impacto ambiental da ação proposta, os efeitos ambientais adversos que não poderiam ser evitados, as alternativas de ação, a relação entre os usos do meio ambiente a curto prazo e a manutenção e melhoria da sua produtividade a longo prazo, etc. A partir daí, a sistemática de AIA é adotada em vários países (Canadá-1970; Alemanha-1975; França-1976; etc).

No Brasil, o EIA, não nasceu com a moldura que hoje tem. Surgiu, em pleno regime ditatorial, quase às escondidas, como se os responsáveis por sua introdução no ordenamento jurídico desejassem ocultá-la dos grupos de pressão e dos próprios militares. Inspirado no direito americano (NEPA-1969), o estudo de Impacto Ambiental foi introduzido em nosso direito, de forma tímida, pela Lei nº 6803, de 2 de julho de 1980, que "dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição". De acordo com esse diploma legal, o EIA só é exigido na aprovação de limites e autorização de implantação de zonas de uso estritamente industrial destinadas à localização de pólos petroquímicos, cloroquímicos, carboquímicos, bem como de instalações nucleares.

A partir da mobilização social a que se assistiu no Brasil na década de 80, principalmente com o surgimento do movimento ambientalista e no apagar das luzes do regime autoritário, ganha o EIA nova função e amplitude com a Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, que cuida da "Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação". Com efeito, nesse texto legal - considerado importante marco do ambientalismo brasileiro - o EIA é erigido à categoria de instrumento da política nacional do meio ambiente sem qualquer limitação ou condicionante, já que é exigível tanto nos projetos públicos quanto nos particulares, industriais ou não-industriais, urbanos ou rurais, em áreas de poluição consideradas críticas ou não. Não obstante, como no sistema anterior, sobre não estabelecer o conteúdo mínimo do EIA e o momento de sua preparação, a lei também olvidou-se de garantir os meios para que a sociedade pudesse aferir e influenciar os caminhos da política ambiental.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), com base no artigo 48 do Decreto n.88351/83, expediu a Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986, dando tratamento mais orgânico ao EIA, já que estabeleceu as "definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente".

A Constituição da República Federativa do Brasil promulgada em 5 de outubro de 1988, reconhecendo o direito à qualidade do meio ambiente como manifestação do direito à vida, produziu um texto inédito em constituições em todo o mundo, capaz de orientar uma política ambiental no país e de induzir uma mentalidade preservacionista. Com efeito, considerando o meio ambiente "bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida", impôs ao poder público, para assegurar a efetividade desse direito, a incumbência de "exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade". Com isso, ficou consolidado o papel do EIA como instrumento da política nacional do meio ambiente. A obrigatoriedade de realização do EIA objetiva principalmente compatibilizar o desenvolvimento de atividades econômicas com a proteção do meio ambiente e a qualidade de vida. Essa compatibilização entre desenvolvimento e preservação ambiental objetiva um modelo integrado cuja perspectiva é estabelecer relações balanceadas entre o meio ambiente e o desenvolvimento - o ecodesenvolvimento.

Assim pode-se dizer que, as alterações político-econômicas ocorridas em nível mundial a partir do início da década de 70, envolvendo o colapso das economias planificadas, o acirramento da concorrência global com a formação de grandes blocos ou mercados integrados (NAFTA, EU, MERCOSUL e Extremo Oriente), a internacionalização do capital, a recessão dos países industrializados e a reestruturação econômica dos países em desenvolvimento desenharam um novo cenário mundial, onde as preocupações relativas ao meio ambiente ganharam excepcional destaque.

Nesse novo cenário, a defesa do meio ambiente deixou de ser apenas assunto de ecologistas e cientistas, e passou a ter relevância nas estratégias empresariais. A constante pressão dos organismos internacionais, dos meios de comunicação, das ONGs e da própria sociedade fizeram com que as empresas se vissem compelidas a implantar novas estratégias de negócios, destinadas não só a atender as exigências da legislação, como também as novas regras do mercado internacional, melhorando assim a sua imagem diante dos consumidores e, ao mesmo tempo, aumentando as oportunidades de negócios e lucros.

Neste contexto, o presente trabalho salienta a necessidade urgente de se buscar uma formação profissional "ambientalizada", especialmente na área da Engenharia. Caberá a nós, formadores dos profissionais que atuam nessa área, a responsabilidade de propormos e ministrarmos cursos que sejam capazes de prepará-los para enfrentarem o que a presente geração não conseguiu resolver, como por exemplo - reduzir a emissão de gases que ameaçam a mudança de clima; proteger a diversidade biológica presentemente declinando de 100 a 200 espécies por dia; conservar os solos, que estão sendo erodidos na razão de 65 milhões de toneladas por dia. Além disso, esses profissionais devem ser educados para - usar eficientemente a energia e materiais; desenvolver a civilização em uma base energética solar; reformular a economia de maneira a eliminar resíduos e poluição e iniciar um grande esforço para reparar, tanto quanto possível, as avarias sofridas pela Terra nestes últimos duzentos anos de industrialização.

Diante desse quadro, a questão que hoje se coloca é como inserir a "Engenharia" no novo conceito de desenvolvimento sustentável e, assim, evitar que ela seja repudiada pela sociedade, inclusive por aquela parcela que se serve de seus produtos.

*“ Ah, o mundo que estamos preparando para vocês! Como não ter vergonha deste presente que desfaz o futuro? Por séculos e séculos, é verdade, o homem atacou a natureza e o meio em que vivia. Geralmente em função da própria sobrevivência. Mesmos os excessos eram corrigidos pela força da natureza. Era uma depredação controlada, diminuta, gradual, deixando ao meio possibilidades de recuperação. Mas o homem descobriu a máquina, veio a revolução industrial, a tecnologia desenfreada e mal utilizada, cresceu a ambição da vida “confortável” , fácil, automatizada, a necessidade do lucro imediato. Os meios de destruição se multiplicaram, tornaram-se fortes, poderosos. Ninguém mais pode contra os tratores, moto-serras, correntões, buldôzeres, desfolhantes. Cavou-se a terra em busca de minérios, petróleo, as reservas esgotam-se. E com a vida moderna derrubamos as matas, poluímos as águas, envenenamos o ar, arruinamos a atmosfera, intoxicamos a produção de alimentos estamos tornando a vida impossível. Mas ainda há retorno. Desde que seja imediato”. (Brandão,I.L., 1985)*

## **2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Consideramos que a educação ambiental para uma sustentabilidade equitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida. Tal educação afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação ecológica. Ela estimula a formação de sociedades socialmente justas e ecologicamente equilibradas, que conservam entre si relação de interdependência e diversidade. Isto requer responsabilidade individual e coletiva a nível local, nacional e planetário. Consideramos que a preparação para as mudanças necessárias depende da compreensão coletiva da natureza sistêmica das crises que ameaçam o futuro do planeta. As causas primárias de problemas como o aumento da pobreza, da degradação humana e ambiental e da violência podem ser identificadas no modelo de civilização dominante, que se baseia em superprodução e superconsumo para uns e subconsumo e falta de condições para produzir por parte da grande maioria. Consideramos que são inerentes à crise a erosão dos valores básicos e a alienação e a não participação da quase totalidade dos indivíduos na construção de seu futuro. É fundamental que as comunidades planejem e implementem suas próprias alternativas às políticas vigentes. Dentre estas alternativas está a necessidade de abolição dos programas de desenvolvimento, ajustes e reformas econômicas que mantêm o atual modelo de crescimento com seus terríveis efeitos sobre o ambiente e a diversidade de espécies, incluindo a humana. Consideramos que a educação ambiental deve gerar com urgência mudanças na qualidade de vida e maior consciência de conduta pessoal, assim como harmonia entre os seres humanos e destes com outras formas de vida.

## 2.1 Política Nacional de Educação Ambiental

Com relação a Lei nº 9795, de 28 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências, destacamos:

- Art.1º - "Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade".
- Art.4º - Princípios básicos:
  - I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
  - II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural sob o enfoque da sustentabilidade;
  - III - o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva de inter, multi e transdisciplinaridade.
- Art.5º - Objetivos fundamentais:
  - IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
  - VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia.
- Art.8º - § 2º - Capacitação de recursos humanos:
  - I - a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos educadores de todos os níveis e modalidades de ensino;
  - II - a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos profissionais de todas as áreas.
- Art.10 - Da Educação Ambiental no Ensino Formal:
  - § 1º - A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino.
  - § 2º - Nos cursos de pós-graduação, extensão e nas áreas voltadas ao aspecto metodológico da educação ambiental, quando se fizer necessário, é facultada a criação de disciplina específica.
  - § 3º - Nos cursos de formação e especialização técnico-profissional, em todos os níveis, deve ser incorporado conteúdo que trate da ética ambiental das atividades profissionais a serem desenvolvidas.
- Art.11 - § Único - Dimensão ambiental:

Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental.
- Art.19 - Da execução da Política Nacional de Educação Ambiental:

Os programas de assistência técnica e financeira relativos a meio ambiente e educação em níveis federal, estadual e municipal, devem alocar recursos às ações de educação ambiental.

Portanto, para atendermos à legislação vigente devemos entender que a educação ambiental deverá ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e

permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal, assim como a dimensão ambiental deverá constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas. Caberá aos órgãos federais, estaduais e municipais a alocação de recursos para a viabilização de ações relativas à educação ambiental.

### **3. UNIVERSIDADE NO SÉCULO XXI**

O século XXI reserva desafios de complexidade e dimensões, que somente poderão ser superadas se houver uma mudança de procedimento das pessoas e dos governos, para explorarem os recursos naturais sem esgotá-los. O foco se deslocou. O lucro financeiro a ser obtido das atividades de produção - indispensável para estimular o trabalho, o capital e a poupança - tem de coexistir com os cuidados dispensados à natureza, perenizando seus recursos e mantendo suas funções vitais, ar puro, água limpa e solo fértil (Filho,OR,1998).

O modelo educacional que permitiu a sociedade humana a industrialização da Terra não está capacitado para resolver, a curto prazo, as avarias e danos ambientais infringidos pela industrialização. Paul Kennedy (historiador da Universidade de Yale) está correto ao acreditar que "a nossa capacidade de responder efetivamente às grandes crises do século XXI exigirá uma educação fundamentalmente diferente, capaz de preparar a nossa juventude a viver harmoniosamente em um planeta com biosfera".

Os jovens, que estão sendo agora educados, terão que enfrentar o que a presente geração não foi capaz de resolver, como por exemplo: reduzir a emissão de gases responsáveis pelo "efeito estufa" que ameaça a mudança de clima - talvez desastrosamente; proteger a diversidade biológica, presentemente declinando de 100 a 200 espécies por dia; conservar os solos, que estão sendo erodidos na razão de 65 milhões de toneladas por dia (Orr, D.W.,1996).

Além disso, os jovens que estão sendo agora educados devem aprender como: usar eficientemente a energia e materiais; desenvolver a civilização em uma base energética solar; reformular a economia de maneira a eliminar resíduos e poluição; conservar recursos; iniciar um grande esforço para reparar, tanto quanto possível, as avarias sofridas pela Terra nos últimos duzentos anos de industrialização.

E, todas estas atividades descritas anteriormente devem ser executadas levando-se em consideração, concomitantemente, a redução da pobreza e as iniquidades sociais. Nenhuma geração anterior jamais enfrentou um desafio tão atemorizante.

Diante de tudo isso há ainda um severo questionamento na área da educação universitária relacionado com a proposição: "a Universidade, como hoje a conhecemos, está capacitada para enfrentar uma crise global que não é somente ecológica e tecnológica, mas também uma crise de educação e moral?"

Segundo Paul Kennedy e Yaroslav Pelikan (Universidade de Yale) "a educação formal não é suficiente para enfrentar os rigores do século XXI. É necessário reeducar a humanidade nas seguintes grandes áreas do conhecimento: competição nos mercados globalizados e declínio da habitabilidade da Terra."

Dos diversos seminários nacionais, realizados no Brasil, sobre a Universidade e o Meio Ambiente compilamos alguns parágrafos que expressam bem o posicionamento da maioria dos participantes.

- ◆ A curto prazo (5 anos), possivelmente, as Universidades brasileiras não alcançarão um nível estrutural e educacional compatíveis com as demandas da sociedade para solução dos problemas ambientais mais prementes.
- ◆ Apesar da Universidade exercer o papel de consciência crítica da sociedade e ser a melhor instituição para se iniciar os trabalhos interdisciplinares visando a incorporação da temática ambiental, esta instituição é ainda muito desagregada, dividida em disciplinas, Departamentos e Faculdades setoriais, cobrindo, em geral um único campo do saber. Isto nos mostra que incorporar a questão ambiental é quase tão complexo quanto reformular toda estrutura e funcionamento das Universidades. Entretanto, não podemos esquecer que a humanidade "exige" que a tecnologia avance cada vez mais rapidamente e que este avanço sempre implicará numa agressão à natureza (Rocha, A.J.A,1990).
- ◆ Dentro da atual estrutura e organização universitária, estabelecida de fora para dentro das instituições, existe pouco espaço para a interdisciplinaridade e conseqüentemente as questões relativas ao meio ambiente, as quais pela sua própria natureza requerem tratamento interdisciplinar, acabam por ter uma existência ocasional e tópica, via de regra graças a persistência de um peculiar indivíduo ou um particular grupo. A atual fragmentação da aprendizagem e do estudo, do meu ponto de vista, é a principal responsável pela assim chamada "queda da qualidade do ensino" (Paoli, N.J.,1990).

Com relação ao status dos profissionais diplomados, segundo (Yassuda,E.R., 1995), é importante destacar as seguintes observações:

- ◆ Há um certo consenso de que o velho especialista, com visão fragmentada, familiarizado apenas com as dimensões físicas dos serviços, obras e produtos estará condenado a uma posição subalterna, embora continuando a lhe caber execução de tarefas ou componentes importantes.
- ◆ Em especial, na área de Engenharia, os técnicos deverão ter visão global de sua entidade e do sistema ambiental em que a mesma se inserir e desenvolver. Isto implica a necessidade de conhecimentos básicos não somente sobre os fenômenos físicos, como também sobre as dimensões antrópicas (sociais, econômicas e culturais) e bióticas (faunísticas e florísticas) que condicionam a factibilidade e êxito dos serviços, obras e produtos em geral.

### **3.1 Demanda por recursos humanos "ambientalizados"**

O caráter paradigmático das transformações sócio-conjunturais e civilizatórias (dimensões ecológica, social, econômica, tecnológica e os aspectos éticos, morais e culturais), desafia os currículos tradicionais e vem exigindo perfis profissionais profundamente distintos dos contemporâneos.

O equacionamento das problemáticas ambientais requer o aprofundamento de bases conceituais, científicas, gerenciais e políticas, no contexto de globalização da economia. O Brasil reconhece o seu atraso nessa agenda, embora se saiba que com os demais países a situação não é muito diferente, conforme recente reunião da ONU para avaliação dos

progressos realizados, passados oito anos da Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente no Rio de Janeiro em 1992.

A necessidade de profissionais com conhecimento sobre Gestão e Políticas Ambientais é notória. Ela ocorre principalmente pela carência de uma formação fundamentada em um conteúdo estrategicamente construído para a singularidade da área ambiental. Essa singularidade advém do fato de que as soluções para as problemáticas ambientais são, sobretudo, de natureza política. Em decorrência, as propostas de cursos que vêm surgindo para atender as necessidades da área ambiental, preocupam-se em atender a todo um conjunto de políticas, normas, legislação, programas, projetos e acordos bi e multilaterais, etc., que surgem em gigantesca profusão, particularmente no cenário internacional. O desafio está em transcender o sistema universitário contemporâneo. E, entende-se que seguir esta tendência é estar em sintonia com as estratégias dos organismos de fomento e de aperfeiçoamento de nível superior e de pesquisa, como CAPES e CNPq, que têm incentivado transformações dos atuais programas de pós-graduação. Dessa forma, criam-se oportunidades para suprir a demanda das organizações dos setores governamentais, não-governamentais e iniciativa privada, pela articulação com as universidades credenciadas. Articulação essa que permitirá uma união ímpar entre diferentes povos e regiões na busca do bem comum.

### **3.2 Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade**

As questões ambientais, embora possam ser tratadas no âmbito de cada disciplina em particular, são reconhecidas por exigirem, dada a sua natureza sistêmica, a articulação de conceitos originalmente formulados nessas e para essas diferentes áreas do conhecimento. Isso significa que elas têm que ser tratadas em uma base transdisciplinar. Esse argumento encontra sua justificativa em face do perfil inovador desejado para o futuro profissional, como também, pela necessária quebra de barreiras para que professores de diferentes áreas do conhecimento possam articular essa formação, conjuntamente. Caso contrário, há risco de que não seja desenvolvida aquela visão sistêmica tão desejada ou, até mesmo, gere-se distorções conceituais que venham a comprometer resultados.

É fato inegável que, em todo mundo, a capacitação de pessoal para lidar com as questões ambientais tem sido o primeiro grande desafio a ser vencido. Assim sendo e acompanhando a tendência mundial, também as universidades no Brasil têm-se preocupado em adaptar seus cursos, de modo a suprir essa necessidade. Porém, essa adaptação acontece, provavelmente por razões relacionadas ao processo tradicional de geração e transferência do conhecimento científico, de modo multidisciplinar ou, quando muito, almejam a interdisciplinaridade. Isso significa, que os conceitos são absorvidos das disciplinas de origem como tais ou, de uma maneira geral, são simplesmente adaptados para outra disciplina. Nesse processo, gera-se dificuldade de linguagem para as tentativas comuns, entre disciplinas e/ou provoca-se distorções da natureza do conceito (vez que o mesmo é uma construção teórica sobre o objeto específico do contexto disciplinar de origem e portanto não pode simplesmente ser adaptado). Naturalmente, isso é fundamental para que se desenvolva de forma aprofundada as bases conceituais científicas, gerenciais e técnicas, necessárias ao trato da problemática ambiental. Essas constatações são básicas para que se compreenda porque os atuais cursos, ao tentar adaptar os seus currículos para o tratamento de questões globais - buscando uma visão sistêmica - encontram dificuldades.

Assim, uma visão transdisciplinar de ciência, torna possível a tentativa de problemáticas complexas comuns às diferentes áreas do conhecimento, cuja natureza (das problemáticas) exige reconceitualizações de noções originalmente monodisciplinares, sem perda de especificidades disciplinares, caso concreto da questão ambiental.

A experiência acadêmica tem mostrado que tratar o Ambiente como campo de pesquisa científica implica em conflitos para colocá-lo como objeto dessa mesma pesquisa. Vê-se que cada disciplina isolada se especializa de acordo com um pólo de interesse específico. Daí, o conceito de ambiente (p. ex.), possuir conotações diferentes para cada pesquisador. Observa-se que um biólogo de populações pode tomar, por exemplo, como objeto central de estudo a população e o ambiente é entendido como o que a circunscreve. Do mesmo modo, um estudioso em fisiologia pode colocar como objeto central o organismo vivo e tomar o ambiente como aquilo que circunda o organismo. Já para um sociólogo, o ambiente pode ser o meio familiar, o grupo social, o ambiente do trabalho, etc. Por essas colocações fica mais evidente a necessidade da transdisciplinaridade na medida em que promove justamente a harmonização de conceitos. Contudo, as dificuldades para a sua implementação são atuais e desafiadoras. Nesse sentido é necessário considerar:

- Complexidade para organizar e coordenar um coletivo de pesquisadores pertencendo, na maioria dos casos, a equipes e a estruturas institucionais diferentes;
- Complexidade da comunicação entre pesquisadores de diferentes disciplinas relacionadas com conotações de concorrência em certos campos (financiamento, imagem e reputação, liderança conceitual, "know how" técnico, etc.) e desconhecimento entre si em outros campos (objetos, conceitos, métodos, escalas);
- Complexidade para superar a justaposição disciplinar e de se elaborar recursos científicos originais (conceitos, instrumentos), distintos dos recursos disciplinares usuais.

Em resumo, as condições de êxito da cooperação transdisciplinar entre pesquisadores vão além de simples procedimentos e meios. Ela exige algumas condições aglutinantes, tais como:

- Propósitos comuns;
- Compartilhamento ideológico;
- Projetos de pesquisa similares, a partir de um projeto único, com um referencial descritivo comum;
- Envolvimento pessoal e conjunto em todas as fases do projeto.

Assim sendo, entende-se que a adoção da perspectiva de análise das relações transdisciplinares significa a estratégia por excelência, uma vez que abre um imenso campo de estudo relacionado ao intercâmbio teórico, metodológico, conceitual e terminológico, entre diferentes áreas do conhecimento, desafiadas ao estudo e a pesquisa no campo ambiental.

#### **4. CONCLUSÕES**

- A atual geração humana está testemunhando e, também, participando de um dos mais importantes eventos relacionados com o bem-estar da sociedade e da sua sobrevivência: a substituição do "paradigma da industrialização" vigente nos

últimos duzentos anos, pelo "paradigma da sustentabilidade sócio econômica-ambiental".

- É premente a necessidade de se "ambientalizar" os Cursos de Engenharia, tendo em vista ser essa responsável por atividades que, hoje, impactam e/ou degradam o meio ambiente. Entendemos que essa "ambientalização" deverá ocorrer através da incorporação dos conceitos de inter e transdisciplinaridade aos currículos dos cursos de Engenharia.
- Acreditamos que a formação "ambientalizada" dos profissionais dos diversos ramos da Engenharia seja mais eficaz, no contexto ambiental, do que a formação de "especialistas" em Meio Ambiente, o que de fato não é possível dada a abrangência da área ambiental.

### *Agradecimentos*

Agradeço aos amigos Octávio Reis Filho e Aluisyo Sá Freire, engenheiros e diretores do Instituto Internacional de Pesquisa Ambiental (IIPA), pelo meu envolvimento com a área ambiental e pelo incentivo e colaboração para a elaboração deste trabalho.

## **5. REFERÊNCIAS**

- BRANDÃO, I.L – “ Manifesto Verde” – Círculo do Livro, Rio de Janeiro/RJ, 1985.
- FILHO, J.F.P – “Fundamentos de Ciências do Ambiente para Engenheiros” – Editora da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG, 1995.
- FILHO, O .R. – “Novo Paradigma: Sustentabilidade Sócio-Econômica Ambiental” – Instituto Internacional de Pesquisa Ambiental (IIPA), Ouro Preto/MG, 1998.
- ORR, W.D – “Reinventing Higher Education” – Jonathan Collet & Stephen Karakashian Ed., Island Press, 1996.
- PAOLI, N.J. – “ Política de Desenvolvimento Tecnológico e a Pesquisa Ambiental nas Universidades Brasileiras” – UNICAMP, Campinas/SP,1990.
- ROCHA, A .J.A – “ Incorporação da dimensão ambiental nas Ciências Naturais” – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 1990.
- YASSUDA, E.R. – “Renovação necessária da Engenharia para o século 21” – Engenharia, nº 510, USP, São Paulo/SP, 1995.