Atividades Práticas e Sustentabilidade na Formação do Engenheiro de Produção: o Caso das Disciplinas da Área de Sustentabilidade da UFRN/BR

Ciliana Regina Colombo[*+], Joyce Elanne Mateus Celestino[*], Cristina de Souza Bispo[*+]

[*]Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Central, 59078-9000, Natal, Brasil.
[+] Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Central, 59078-9000, Natal, Brasil.

Email: cilianacolombo@gmail.com, joyceelanne@gmail.com, cristinasouzabispo@yahoo.com.br

Abstract

The sustainable engineering is a production engineering area which is constantly growing in demand, therefore, it is a new required skill for these professionals. The management and process improvement to minimize environmental impacts are part of their duties. This fact highlights the importance of integrating sustainability in the formation of engineers, however, that integration should take place, for practical student-centered approaches. Thus, this paper discusses the inclusion of disciplines in the area of sustainability in UFRN production engineering course, as well as teaching techniques to form professionals with holistic and ecological view of processes. For this purpose, analyzes were carried out with students who are taking courses in the area and in the curricular structures. Students of the disciplines analyzed perceived relevance of environmental issues in their formation and it is evident the importance given by them to practice activities that approach the context of their performance in the market.

Keywords: Production Engineering; Teaching and Learning; Practical Activities. Sustainability.

1. Introdução

Para Bazzo, Pereira e Linsingen (2000, p.143), "apesar da constatação inquestionável das benesses dos maravilhosos aparatos tecnológicos existentes, durante muito tempo, pouco se refletiu sobre suas repercussões – principalmente as negativas. No entanto, talvez até por uma questão de sobrevivência, nunca foi tão premente a realização de discussões acerca desse assunto." A incerteza da sustentabilidade dos sistemas econômicos e naturais em virtude da escassez de recursos da natureza e dos impactos ambientais, resultantes do modelo de produção e consumo adotado nos últimos séculos, tem levado a várias reflexões por parte de praticamente todas as camadas sociais, que culminaram em inúmeros eventos relacionados à temática a partir da década de 70. Alguns autores, como Fernandes (2000), reconhecem este fenômeno como um "processo de ecologização da sociedade".

Com a crescente demanda de novos produtos por parte da sociedade, na maioria das vezes, demanda essa criada pelo próprio sistema de desenvolvimento que tem como foco central a lucratividade a qualquer preço; Lowi *apud* Arruda e Quelhas, (2010) aponta que a sociedade vem estabelecendo uma relação cada vez mais predatória com a natureza e, por isso, a humanidade estaria caminhando em direção um colapso socioambiental.

De acordo com diversos autores (Newman; Breeden, 1992; Donaire, 1999; Vasconcelos, 2003), a importância dada ao meio ambiente pelas empresas têm sido potencializada ao longo do tempo, como o desenvolvimento de ações sustentáveis, devido, principalmente, a forte pressão que estas organizações têm sofrido do poder público e da sociedade civil, movimento que se iniciou na década de 1960, no qual se questiona e critica a neutralidade da ciência e da tecnologia, e ainda, de ideias lineares de progresso (Invernizzi; Fraga, 2007).

Nesse cenário, o profissional da engenharia é de fundamental importância, pois trabalha diretamente com as pequenas, médias e grandes empresas e é capaz de estimular a realização de ações adequadas à qualidade socioambiental das populações. Dessa forma, não se pode mais formar profissionais que na proposição de suas soluções não levem em consideração os fatores sociais que influenciam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e muito menos não se responsabilizem pelas implicações sociais, ambientais e mesmo éticas de suas proposições. Não se concebe mais a formação de engenheiros tecnicistas, fechados em seu mundo e entre os seus e que ignorem todo o ambiente.

Para tanto, se faz necessária uma formação que contribua de maneira efetiva para a sustentabilidade, sendo os conhecimentos desenvolvidos na academia aliados às demandas empresariais, com benefícios tanto para o ambiente

natural, quanto para o empresarial. Nesse sentido, Colombo (2004), afirma que o engenheiro necessita balizar suas ações em um novo paradigma (Holístico-Ecológico, da Sustentabilidade) e agir de forma mais holística, sistêmica, complexa e contextualizada. Defende que para obter essa forma de pensamento é importante o papel da universidade, dos docentes em trabalhar o ensino usando o pensamento complexo ou espiral (Morin; Le Moigne, 2000) nas disciplinas e no conhecimento do curso com os alunos. Apresenta ainda a necessidade de desenvolver processos de ensino-aprendizagem com modelo próximo ao do desenvolvimento das atividades cotidianas (atividades de extensão e pesquisa), proposta também defendida por Dwek (2008). Diante desse cenário, objetiva-se com este trabalho avaliar a percepção dos alunos do curso de engenharia de produção da UFRN, quanto à inserção da temática da Sustentabilidade e Gestão Ambiental e a contribuição das disciplinas da área na sua formação, bem como discutir a importância da inserção de atividades práticas nas referidas disciplinas, a fim de contribuir para a formação de profissionais com uma visão holístico-ecológica dos processos.

2. A realidade dos cursos de Engenharia de Produção no nordeste brasileiro

No âmbito nacional os cursos de Engenharia de Produção encontram-se disponíveis em todas as regiões administrativas do país. De acordo com o resumo técnico e sinopse estatística do último censo da educação superior realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (Brasil, 2011), existem atualmente 447 cursos de engenharia de produção no Brasil (entre públicas e particulares), 61% no sudeste do país, 18% encontram-se no sul, 12% estão localizados na região nordeste, 4% no norte e os outros 4% dos cursos na região centro-oeste.

Em relação à região nordeste do país, um estudo realizado por Colombo, Bispo, Varela e Silva (2012) apresentou uma análise comparativa das grades curriculares e ementas das disciplinas dos cursos de engenharia de produção em 12 (doze) instituições públicas, estaduais e federais, que oferecem essa modalidade de engenharia no Nordeste do país, com objetivo de identificar a existência de disciplinas direcionadas à temática socioambiental. E, a partir dos dados foi possível observar, de acordo com a Tabela 1, que entre todas as instituições de ensino a Universidade Federal do Rio Grande do Norte é uma das poucas com carga horária significativa de disciplinas obrigatórias relacionadas à temática em estudo.

Tabela 1 - Percentual da carga horária das disciplinas obrigatórias relacionadas à temática socioambiental dos cursos de engenharia por carga horária disponibilizada

Cursos	Carga horária mínima	Disciplinas obrigatórias	Carga horária – obrigatórias	%
UNIVASF	3765	2	60	1,6
UFBA	3264	1	68	2,1
UFPE – Caruaru	3765	3	90	2,4
UFPE – Recife	3600	3	90	2,5
UFPB	3750	3	120	3,2
UNEB	3390	3	135	4,0
UFERSA	3540	3	180	5,1
UFCG	3480	3	180	5,2
UFS	3870	3	210	5,4
UESC	4455	8	315	7,1
UFPI	3885	6	345	8,9
UFRN	3915	6	360	9,2

Fonte: adaptado de Colombo, Bispo, Varela e Silva (2012).

Com base nos resultados encontrados no referido estudo, percebe-se que, na maior parte das instituições de ensino, essas temáticas ainda representam um pequeno percentual nos currículos frente às outras disciplinas mais

específicas. Isso configura um fato a ser estudado, visto a já citada demanda de competências e habilidades para a área de sustentabilidade oriundas do mercado de trabalho, e as próprias diretrizes curriculares do MEC, as quais anotam que os profissionais de engenharia devem ter uma preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente. Para tanto, seus currículos deverão "dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental".

3. Metodologia

A pesquisa em questão consiste em um estudo de caso. Este é caracterizado como uma investigação empírica, que averigua um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real (Yin, 2010). Esta pesquisa é de caráter descritivo-exploratório e de natureza aplicada e do ponto de vista da forma de abordagem do problema, é de caráter qualitativo (Turrioni; Melo, 2012).

Como apresentado anteriormente, o curso de Engenharia de Produção da UFRN, apresenta 6 (seis) disciplinas voltadas à temática socioambiental, das quais 3 (três) são obrigatórias: Gestão de resíduos, Gestão Ambiental e Tecnologias Ambientais, ministradas nos 4º, 6º e 7º períodos para o turno vespertino e nos 6º, 8º, 11º períodos do turno noturno. A coleta de dados foi realizada no período 2013.1, por meio de entrevista com 34 alunos que estão iniciando as disciplinas da área de sustentabilidade, ou seja, cursando a disciplina de Gestão Ambiental (6º período, noturno) e com 25 discentes da disciplina de Tecnologias Ambientais (7º período, vespertino), a última das disciplinas obrigatórias da referida área, a fim de detectar suas expectativas na entrada e o resultado alcançado com as disciplinas que procuram desenvolver, através de atividades práticas, conhecimentos para atuação voltada à sustentabilidade.

O instrumento de coleta de dados utilizado, a entrevista semi-estruturada, se deu em função da abordagem do estudo ser qualitativa, e por este ser o instrumento considerado mais adequado para esse tipo de pesquisa (Triviños, 2007; Duarte; Barros, 2010). A aplicação dessa ferramenta buscou perceber a visão dos discentes quanto à relação existente entre a sustentabilidade ambiental e o curso, assim como a importância dessa para a sua formação, a partir de duas questões: 1) você percebe relação entre a sustentabilidade e a engenharia de produção? 2) Qual a sua percepção com relação às disciplinas da área ambiental na sua formação?

A etapa seguinte da metodologia foi a análise das respostas obtidas a partir da realização das entrevistas, com o intuito de identificar, de forma comparativa entre as duas turmas, a visão dos discentes quanto às disciplinas da área de sustentabilidade. Para melhor evidenciar a percepção dos discentes, suas falas foram utilizadas na composição do texto.

No entanto, as discussões aqui elencadas ultrapassam os limites desta pesquisa, tendo em vista apresentar a metodologia de ensino adotada nas disciplinas, com enfoque na discussão da importância das atividades práticas desenvolvidas para uma construção aplicada dos conhecimentos e, por conseguinte, para uma formação mais completa dos futuros engenheiros, condizente com a sustentabilidade em suas múltiplas dimensões.

4. Resultados e discussões

De acordo com Silveira (2005), apesar das discussões atuais em relação ao ensino de engenharia, realizadas em eventos e periódicos, seguidos de alguns avanços observados quanto às Diretrizes Curriculares do MEC, os currículos de engenharia ainda se distanciam e muito das questões sociais e ambientais. Além disso, a ausência de diretrizes curriculares direcionadas especificamente à modalidade engenharia de produção consiste em um fator complicador, e que contribui bastante para a negligência quanto aos temas das disciplinas a serem abordados durante o curso, pois fica a cargo de cada instituição a forma como trabalhá-los.

No caso da UFRN, a formação do Engenheiro de Produção é bastante significativa, comparada às outras instituições do Nordeste, no tocante às discussões acerca da sustentabilidade, apresentando como visto anteriormente 3 (três) disciplinas que discutem a referida temática de forma mais aprofundada, como pode ser observado, a seguir, na análise das entrevistas realizadas com os alunos do curso de Engenharia de Produção. A amostra de alunos concentrou-se naqueles que estão começando a cursar as disciplinas da área ambiental e aqueles que estão concluindo a última disciplina da referida área.

No tocante à percepção da relação entre a sustentabilidade e a Engenharia de Produção, os 34 alunos que estão cursando a disciplina de Gestão Ambiental responderam positivamente e destacaram como fatores para justificar sua percepção: a longevidade das atividades produtivas e a melhoria da qualidade de vida da população; importância do

meio ambiente para a sociedade e a indústria, e promover o equilíbrio entre o desenvolvimento e a minimização dos efeitos nocivos à natureza; a cobrança da sustentabilidade nas empresas; otimizar os sistemas produtivos e as relações homem-máquinas-energia-meio ambiente; as organizações precisam desenvolver métodos de extrair matéria-prima sem que o meio ambiente sofra grandes danos; atender a necessidade da população, através da produção associada a conscientização do meio ambiente.

Todos esses pontos foram indicados por aproximadamente 50% dos discentes, os quais demonstram uma percepção mais apurada e que de fato correlacionam a sustentabilidade à engenharia de produção, contemplando tanto os aspectos dos projetos, operações e melhorias dos sistemas de produção quanto o planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais. Exemplos estão declarados nas seguintes falas:

> *A relação entre os dois baseia-se na visão sistêmica que é exigida do profissional de engenharia de produção. Para tornar o processo mais eficiente e integrado. O engenheiro de produção deve ter o conceito de sustentabilidade muito incorporado em suas decisões, aplicar técnicas ambientais e gerir o processo produtivo preocupando-se com os impactos ambientais que o seu negócio pode gerar, a longo prazo. (aluno 1 GA)*
>
> *O perfil desejado pelos profissionais com uma visão sustentável é ter uma percepção holística dos processos, objetivando minimizar os impactos ambientais, garantir segurança e boas condições de trabalho aos colaboradores e ao mesmo tempo conciliar os lucros financeiros. (aluno 2 GA)*

Apesar disso, verificou-se que o restante da turma afirma existir uma relação entre a sustentabilidade e a engenharia de produção, mas estes discentes apenas mencionam que os engenheiros de produção deveriam propor melhorias, adotando soluções sustentáveis; tratar os resíduos gerados no processo produtivo; e buscar uma gestão eficiente e de maximização do aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. O que pode ser constatado nas falas:

> *Acredito que a sustentabilidade é essencial e tem relação com todas as engenharias, assim como em todas as áreas de estudo. (aluno 3 GA)*
>
> *Sim, pois em uma produção existem resíduos, e estes, se não aproveitados, podem afetar o meio ambiente. (aluno 4 GA)*
>
> *Sim, pois as duas* [sustentabilidade e engenharia de produção] *atuam na melhoria de processos. (aluno 5 GA)*

Ao analisar estes dados percebe-se que eles reconhecem a correlação entre as ciências mencionadas, mas não configuram o real elo existente entre elas, fato que evidencia a necessidade de um aprofundamento, conforme o proposto pelas disciplinas de Gestão Ambiental, Gestão de Resíduos e Tecnologias Ambientais.

No que se refere a mesma questão, todos os alunos da disciplina de Tecnologias Ambientais, ou seja, aqueles que já estão cursando a terceira disciplina obrigatória da área, a resposta foi positiva.

A partir das respostas destes alunos verificou-se que embora com algumas distinções, a maioria observou que a sustentabilidade é e/ou está se tornando uma exigência da atualidade e uma via para melhorar a competitividade das organizações, e que assim sendo, é extremamente importante e fortemente relacionada com a Engenharia de Produção, pela necessidade de incluir a melhoria do desempenho ambiental juntamente com a melhoria do desempenho nos demais aspectos do processo produtivo (qualidade, produtividade, inovação, etc.). Ou seja, é um conhecimento importante para o engenheiro de produção.

> *Sim, pois empresas mais sustentáveis tendem a ser mais produtivas e se destacar no mercado. (aluno 1 TA)*
>
> *Sim, é extremamente importante para a profissão e quase uma exigência do mercado atualmente. (aluno 2 TA)*
>
> *Sim. A engenharia de produção precisa ter profissionais que pensem de forma sustentável, para poder otimizar os resultados de uma organização, referente aos aspectos financeiros, sociais e ambientais. (aluno 3 TA)*
>
> *(...) nas grandes organizações a sustentabilidade está intimamente ligada à engenharia de produção. (aluno 4 TA)*

Esta última fala, mostra uma visão ainda forte na engenharia de produção que é a sua aplicabilidade apenas em grandes empresas, o que não é totalmente verdadeiro. Esta afirmação pode ser considerada de mais fácil aplicação por haver investimento das grandes organizações na melhoria dos seus processos, porém muitas melhorias podem ser obtidas com ferramentas simples da engenharia de produção em pequenas e micro empresas. Um exemplo disso é o desempenho ambiental.

Quanto à questão sobre a percepção dos alunos da turma de Gestão Ambiental em relação às disciplinas da área de sustentabilidade na sua formação, a maioria destacou que o engenheiro de produção deve adquirir conhecimento de forma que o ajude a dirimir os problemas oriundos da poluição das operações e processos produtivos. Alguns alunos expuseram a relevância do engenheiro de produção adquirir conhecimento que o ajude a gerenciar os aspectos ambientais negativos provocados pelas empresas e que este profissional desenvolva uma visão ecológica.

As disciplinas auxiliam ainda, segundo os discentes, a planejar as atividades a serem executadas na empresa de maneira a reduzir os seus impactos ambientais. A existência dessas são importantes para dar uma base de conhecimento a ser aplicado no ambiente profissional, a fim de torná-los mais competitivos no mercado. Outros alunos ressaltaram que as componentes curriculares não são apenas um complemento, mas que constituem parte da formação e que sem a sua inserção no currículo não seria possível uma atuação eficaz no âmbito da sustentabilidade. As falas dos alunos a seguir corroboram essa discussão:

> *As disciplinas da área ambiental são importantes para despertar a visão dos futuros engenheiros de produção quanto à importância da manutenção e preservação do meio ambiente, através de suas responsabilidades e aptidões; e demonstrar as técnicas e abordagens que tornem possíveis a utilização racional e eficiente de energia e matérias-primas e demais insumos limitados. (aluno 6 GA)*

> *Necessárias, principalmente para atuar em processos, projetos e inovação (...) A formação da engenharia ligada ao meio ambiente só trará benefícios a toda sociedade e aos recursos naturais do nosso planeta. (aluno 7 GA)*

Em contrapartida uma minoria de alunos destacou em suas respostas, que o conhecimento transmitido pelas disciplinas é pertinente não só para a formação como engenheiros, mas como cidadãos, apesar de ressaltarem que este saber é complementar, denotando uma visão não muito clara da proposta real das disciplinas. Alguns alunos apenas entendem que as componentes curriculares irão orientar a destinação dos resíduos gerados na indústria, bem como, lucrar a partir deles. Outros expuseram que não têm percepção formada, ou ainda que muitas disciplinas dessa área deveriam ser optativas, ou seja, que o aluno pudesse escolher cursá-las, conforme o seu interesse na formação.

> *À primeira vista, as disciplinas da área de engenharia da sustentabilidade parecem-me necessárias para a formação do engenheiro de produção, mas só é possível perceber seu alcance quando na prática são perceptíveis os resultados alcançados devido à aplicação dos conhecimentos da área. (aluno 5 TA)*

> *As disciplinas irão ajudar quando estivermos em algum estágio ou na própria formação sempre. (aluno 6 TA)*

Alguns alunos relacionam a aprendizagem significativa à necessidade de atividades práticas na área de sustentabilidade e que apenas com a aplicabilidade das tecnologias, através de casos reais é possível de fato assegurar maior garantia de sucesso a partir dos conhecimentos aprendidos. Outros, apesar disso, duvidam desse processo, por não gostarem ou não conseguirem evoluir do teórico ao prático e, muitas vezes, por apenas vislumbrarem o lucro e não observarem que investimentos e a aplicação de conhecimentos ambientais de fato trazem ganhos significativos para o ambiente natural e para a sustentabilidade econômica da empresa e sua manutenção no mercado. Embora todos tenham dito ver relação entre engenharia de produção e sustentabilidade, e também dizer que as disciplinas da área ambiental são interessantes, os discentes da disciplina de Tecnologias Ambientais as veem apenas como "complementares" do conhecimento, mas não como algo que o mercado priorize e não entendem a gestão ambiental como função do engenheiro de produção. A fala a seguir mostra que mesmo o aluno tendo cursado as 3 disciplinas da área, ainda não conseguiu perceber as questões ambientais no âmbito da gestão.

> *É importante se ter uma percepção global da área ambiental, uma vez que nosso trabalho a afeta direta e indiretamente. Porém, acredito que não seja função de Engenheiro de Produção e sim de Biólogos e Ecólogos aprofundarem o assunto. O engenheiro está mais ligado a custos, processos e produtos na área da sustentabilidade. (aluno 7 TA)*

> *Interessantes, complementam o conhecimento, porém, é algo que o mercado aparentemente não priorize. Ou seja, as disciplinas são complementares (porém interessantes) e apresentam a quantidade adequada de horas na grade curricular. (aluno 8 TA)*

No que concerne à questão de quantidade e qualidade das disciplinas, alguns alunos observam bastante valor na inserção das disciplinas da sustentabilidade na sua formação, e a maioria percebe a importância, mas aponta a quantidade de disciplinas como acima do necessário, entendendo que poderiam ser apenas duas, porém sem a supressão dos conteúdos, e sim a integração dos temas de duas disciplinas em uma única, ainda que com maior número de horas-aula.

> *O número de disciplinas é excessivo com relação à aplicabilidade dos conteúdos. As aulas poderiam ser focadas em situações mais reais, estudos de casos (por exemplo de implantação da ISO) e não, apenas a abordagem da teoria que rapidamente é ultrapassada ou é senso comum. (aluno 9 TA)*

> *Acho importante, mas acho que as três [disciplinas], poderiam se transformar em duas. Por exemplo: ter GA* [Gestão Ambiental] *em 60 horas e procurar juntar Gestão de Resíduos e TA* [Tecnologias Ambientais] *em uma só disciplina, podendo ser de 90 horas. Obs.: Sem tirar a ementa ou programa das disciplinas. (aluno 10 TA)*

Como esta última fala demonstra, uma questão levantada pelos alunos quanto às disciplinas foi os conteúdos abordados e a metodologia de ensino. A questão de metodologia apresenta um problema para análise, porque no caso desta turma, cada uma das 3 disciplinas foi ministrada por um professor diferente e ainda, teve mais de um

professor nas disciplinas iniciais (alunos de mestrado em estágio docência). Porém, uma das questões mais evidentes é a da necessidade de atividades mais práticas/aplicadas, ou seja, dos conteúdos serem trabalhados por meio de *cases* ou de trabalhos aplicados em empresas. Vale salientar que nas três disciplinas houve trabalhos aplicados em empresas, os quais foram desenvolvidos com acompanhamento dos docentes em vários momentos de orientação dos grupos, e dois momentos de apresentação dos trabalhos (pontos de controle), além de uma das visitas de cada grupo à empresa estudada ser acompanhada pelos docentes, o que permite uma melhor orientação no desenvolvimento do trabalho.

Na disciplina de Gestão Ambiental, cada grupo após fazer um diagnóstico relativo à gestão ambiental na empresa, faz a identificação dos aspectos e impactos ambientais, posteriormente estuda a significância dos mesmos para, então, partir para a segunda etapa que é a definição de objetivos, metas e planos de ação, ou seja, a atividade desenvolvida refere-se às etapas do planejamento do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Tal proposta, além de incitar os alunos a transporem o conhecimento teórico favorece a busca por conhecimentos ambientais na prática e ainda evidencia as possibilidades dos benefícios em implementar ações de um SGA em uma empresa, na qual os alunos devem retornar com o plano de ação, a fim de entregar um projeto que possa ser implementado com vistas a assegurar ganhos à empresa e, principalmente, aos discentes. Isto será possível, pois os alunos irão discutir com a direção/gerência da empresa, a fim de viabilizar a inserção das medidas ambientais por eles propostas.

Em Gestão de Resíduos, o trabalho desenvolvido é um plano de gerenciamento de resíduos aplicado numa empresa, sendo a primeira fase a identificação do gerador associado ao diagnóstico da gestão de resíduos e, na etapa seguinte, a proposição de um plano de gerenciamento com todos os detalhes requeridos. Com a realização do referido trabalho os discentes colocam em prática o conhecimento discutido em sala de aula, aprendendo a desenvolver todas as etapas de um plano de gerenciamento de resíduos, desde o diagnóstico até o relatório final, além de ter a vivência junto à administração da empresa ao discutir os benefícios advindos da implantação do plano de gerenciamento (desde a coleta até a disposição final dos resíduos e programas de redução na fonte geradora, reutilização e reciclagem, além de educação ambiental) para a empresa, como forma de economia de matéria-prima, marketing ambiental e adequação à Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS; importante também para a aprendizagem dos futuros engenheiros de produção em atuação no mercado de trabalho; assim como, para o poder público, haja vista a diminuição da quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário do município.

A disciplina de Tecnologias Ambientais envolve diversos assuntos mais específicos e, assim, são realizados trabalhos práticos para cada um dos temas, como por exemplo, a criação de um produto baseado nos princípios do ecodesign, ou a aplicação da metodologia de Produção mais Limpa em uma empresa, e ainda a avaliação dos selos e marketing ambiental de um produto disponível no mercado. A realização de atividades práticas na referida disciplina permite que o aluno de engenharia de produção utilize a sua criatividade no sentido do desenvolvimento ou aprimoramento de produtos e/ou metodologias, com o intuito de causarem menores danos ao meio ambiente e, que ao mesmo tempo, proporcionem um retorno financeiro para as empresas, o que vem a estimular a utilização dos conhecimentos próprios da engenharia em prol de benesses da sociedade, indústrias e meio ambiente.

Desde 2009.2 até o momento, a relevância do trabalho aplicado nas empresas para melhoria do aprendizado é sempre destacada pelos alunos nas avaliações das disciplinas, e quando isso não ocorreu os alunos afirmaram que o aprendizado não foi tão significativo.

> *As disciplinas apresentam leis e políticas ambientais e isso faz com que primeiro os alunos tenham conhecimento dos aspectos ambientais e como devem ser tratados, em seguida o estudo de caso em uma empresa para buscar soluções de como corrigir algumas falhas e diminuir a contaminação do meio ambiente. Elas auxiliam o aluno a pensar em como poderá agir para não agredir tanto o meio ambiente e implantar políticas na empresa. (aluno 9 TA)*

A importância da sustentabilidade na formação do engenheiro de produção é destacada não somente quando se questionou a relação entre estas ciências, mas também quando consideraram as disciplinas da área da sustentabilidade na sua formação.

> *Essas disciplinas ambientais colaboram muito e de forma positiva para nossa formação, pois nos dão orientação de como melhorar uma organização. Visando benefícios tanto ambientais quanto econômicos e sociais, já que atualmente o mercado está cada vez mais competitivo e contendo clientes bastante exigentes e preocupados com o futuro do meio ambiente. (aluno 10 TA)*

> *(...) as disciplinas da área ambiental dão ao engenheiro o conhecimento necessário para tornar seus projetos sustentáveis e ecoeficientes, suporte para geração de novas ideias e conhecimentos e aprendizado na área ambiental. (aluno 11 TA)*

> *Amplia a visão sobre a forma como nossas atividades impactam na sociedade em diferentes aspectos, inclusive o ambiental. Além de fornecer informações para adequação ambiental das empresas e atividades à legislação. (aluno 12 TA)*

É mister destacar que as três disciplinas buscam uma forma de inter relação entre os conhecimentos da engenharia de produção e os ambientais para o desenvolvimento de habilidades nos discentes, os quais possam compreender principalmente a possibilidade da integração entre os aspectos econômicos e ambientais, vindo a atuar no mercado de trabalho de forma a contribuir para sustentabilidade.

5. Conclusões

Em virtude das discussões realizadas, deve-se levar em consideração que as disciplinas com a temática em estudo devem permear, de forma interdisciplinar, a estrutura curricular dos cursos de engenharia de produção, levando a formação de futuros profissionais capazes de desenvolver suas atividades com as competências e habilidades já descritas anteriormente, buscando a sustentabilidade não apenas no âmbito ambiental, mas sim na plenitude de suas dimensões (Sachs, 1998).

Para uma transformação econômica, social e ambiental (tríade fundamental da sustentabilidade) no Brasil torna-se indispensável que a universidade, em especial, que o ensino/formação em engenharia se comprometa de fato com as questões socioambientais. A ciência e a engenharia são catalizadoras das grandes transformações na sociedade, entretanto a introdução de tecnologias, ao mesmo tempo que pode trazer soluções para alguns, pode acarretar problemas para outros (normalmente os menos favorecidos) se não forem concebidas de forma equalizada e responsável.

Nesse sentido a formação em engenharia não pode deixar de contemplar a aplicação de atividades práticas que insiram a sustentabilidade nos sistemas produtivos. É imprescindível a adoção de métodos de ensino-aprendizagem que desenvolvam nos estudantes de engenharia a capacidade crítica, criativa e inovadora para que vislumbrem as repercussões socioambientais da sua atividade profissional.

A partir dos resultados encontrados, percebe-se o quanto atividades baseadas em projetos reais que extrapolem do teórico ao prático são indispensáveis para o futuro profissional da área de engenharia, de modo a desenvolver habilidades e competências que incorporam a sustentabilidade em todos os âmbitos analisados em qualquer sistema de produção.

Ao transpor a visão mecanicista para uma tecnologia socioambiental, através de aplicações práticas (estudos de casos, projetos de extensão, etc.), o profissional de engenharia de produção pode desenvolver competências como: capacidade para apropriar-se de novos conhecimentos de forma autônoma e independente; espírito de pesquisa para acompanhar e contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico do país; habilidade para trabalhar em equipe; conhecimento de temas da atualidade; pesquisas, obtenção de resultados, análises e elaboração de conclusões; senso de responsabilidade ética e profissional; compreensão do impacto das soluções de engenharia em um contexto socioambiental global. Logo, os profissionais que contemplam a sustentabilidade em seus processos conseguem transpor o pensamento mecanicista muito comum nas engenharias e evoluir para o pensamento sistêmico contemplando o sistema industrial como um sistema vivo e interdependente.

Referências

Arruda, L & Quelhas, O.L.G. (2010). “Sustentabilidade nas organizações brasileiras: conceitos e abordagens”. Anais do VI Congresso de excelência em gestão Niterói-RJ. 345-370.

Bazzo, W. A.; Pereira, L. T. V.; Linsingen, I. V. (2000). Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia. Florianópolis: Ed. Da UFSC.

Brasil. (2011) Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Nacionais Anísio Teixeira. Censo da educação superior. Brasília: MEC. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 10 mar. 2013.

Colombo, C. R. (2004). Princípios teórico-práticos para formação de engenheiros civis: em perspectiva de uma construção civil voltada à sustentabilidade. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Colombo, C. R.; Bispo, C. S.; Varella, H. C. F.; Silva, V. M. A. (2012). A formação socioambiental do engenheiro de produção nas instituições públicas de ensino do nordeste brasileiro. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Belém, Pará.

Donaire, D. (1999). Gestão Ambiental na Empresa. 2ª edição. São Paulo: Atlas.

Duarte, J.; Barros, A. (2010). Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação. 2. ed. São Paulo: Atlas.

Dwek, M. (2008). Perspectivas para a formação em engenharia: o papel formador e integrador do engenheiro e o engenheiro educador. (Graduação em Engenharia Metalúrgica). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.

Fernandes, M. (2000). *Implicações teóricas e práticas do Desenvolvimento Sustentável: um estudo do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil.* Recife. Tese (Doutorado em Sociologia) Centro de Filosofia e Ciências Humanas – Programa de Pós Graduação em Sociologia, Universidade Federal de Pernambuco.

Invernizzi, N.; Fraga, L. (2007). Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, 1 (Especial). Revista Ciência & Ensino. 150-162.

Morin, Edgar; LE MOIGNE, Jean-Louis. (2000). A inteligência da complexidade. São Paulo: Peirópolis.

Newman, J. C. & Breeden, K. M. (1992). Managin in the Environmental Era: lessons from environmental leaders. *Columbia Journal of World Bussiness,* 27 (3-4).

Sachs, I. (1998). Debates. In: Vieira, P. F. et al. Desenvolvimento e meio ambiente no Brasil: a contribuição de Ignacy Sachs. Porto Alegre: Pallotti; Florianópolis: APED.

Silveira, M. A. (2005). A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional. Rio de Janeiro: PUC-Rio.

Triviños, A. N. S. (2007). Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas.

Turrioni, J. B; Mello, C. H. P. (2012). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá/MG.

Vasconcelos, C. R. Portela de. (2003). Uma análise do estágio do processo de introjecção da variável ambiental em indústrias de médio e grande porte do estado da Paraíba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, João Pessoa.

Yin, R. K. (2010). Estudo de caso: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman.