

## **Transcendendo os conhecimentos tradicionais na formação de engenheiros: as experiências e estratégias na UFOP**

### Eixo 3 – Formação do Engenheiro e Educação Popular

Sandra Rufino<sup>1</sup>, Wagner Ragi Curi Filho<sup>1</sup>, Fernanda Cristina dos Santos<sup>1</sup>, Paulo Vitor Gomes<sup>1</sup>,  
Fernanda Santos Araujo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Incubadora de Empreendimentos Sociais e Solidários – INCOP, Ouro Preto e João Monlevade - MG – [ssrufino@yahoo.com.br](mailto:ssrufino@yahoo.com.br), [wagner@deenp.ufop.br](mailto:wagner@deenp.ufop.br), [fernandac.santoss@gmail.com](mailto:fernandac.santoss@gmail.com), [paulogomes133@hotmail.com](mailto:paulogomes133@hotmail.com)

<sup>2</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Nova Iguaçu – RJ – [fernanda.s.araujo@gmail.com](mailto:fernanda.s.araujo@gmail.com)

### **Resumo**

A engenharia é uma ciência aplicada no uso dos conhecimentos científicos, técnicos e empíricos para a criação, aperfeiçoamento e implementação de soluções para a sociedade considerando a economia, a técnica e a natureza. Ao longo dos anos, veio se modelando e remodelando na história, tornando-se mais compromissada com o poder financeiro, assumindo grande participação no desenvolvimento ou expansão tecnológica, e apresentando-se mais voltada para os interesses das empresas e menos para com a população em geral. Nesse cenário, a formação dos engenheiros tem papel de suma importância. A maioria das universidades brasileiras ainda está limitada ao paradigma cartesiano-newtoniano, cujo método de ensino centra-se unicamente na transmissão de conhecimentos do professor para o aluno. Sendo assim, tem-se o objetivo de apresentar as estratégias de alguns professores da Universidade Federal de Ouro Preto a fim de contribuir para a reversão desse quadro, na busca de uma formação mais integral e crítica dos graduandos em engenharia. Foram relatadas atividades em cada um dos três pilares da universidade, ensino-pesquisa-extensão, planejadas como estratégias para uma formação de engenheiros com paradigma sustentável, assim como propõe as diretrizes do MEC e da UNESCO com o documento a Década das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável 2005-2014; valorizando a extensão, fomentada pelo fórum mencionado, FORPROEX, e passando pela abordagem sociotécnica, sendo aqui tratadas segundo as visões de Paulo Freire e Bartholo. Faz-se necessário que a educação do engenheiro trabalhe a conscientização de que o mesmo deve atuar efetivamente para o desenvolvimento social.

**Palavras-chave:** Novo Paradigma, Formação do Engenheiro, Educação, Extensão, Desenvolvimento Social.

### **1 Introdução: uma reflexão crítica sobre a formação do engenheiro**

A engenharia uma ciência aplicada no uso dos conhecimentos científicos (matemáticos-físicos-químicos), técnicos e empíricos para a criação, aperfeiçoamento e implementação de soluções (ferramentas, artefatos utilitários e metodologias) para a sociedade levando em conta a economia, a técnica e a natureza. Sua evolução na história desde a criação da alavanca ou roda foi se

consolidando em várias especialidades (militar e civil na antiguidade, mecânica e elétrica e naval no renascimento e todas as demais na era moderna: química, produção, computação, alimentos, agrônômica, aeronáutica etc).

Seu papel para o desenvolvimento dos países sempre foi notório, desde a construção de grandes obras ao posicionamento e diretrizes políticas para definição de modelos como foi o Proálcool. A engenharia veio se modelando e remodelando na história. Aos poucos foi perdendo seus motivos humanísticos e tornando-se mais compromissada com o poder financeiro, assumindo grande participação no desenvolvimento ou expansão tecnológica, voltadas mais para os interesses das empresas e menos com a população em geral. Essas mudanças determinaram um grande impulso na profissão, gerando uma diversidade de especialidades, competências exigidas pelo mercado de trabalho e novas funções exercidas.

Não é difícil encontrar universidades que foram criadas para que pudessem fornecer mão de obra para as empresas locais, ou então laboratórios (públicos) dedicados à pesquisa da empresa A ou B. E as demais demandas da sociedade no território são colocadas em segundo plano, quando são colocadas.

A necessidade de colocar rapidamente os profissionais no mercado de trabalho pressionou diversos cursos de engenharia a adequar os conteúdos para o mercado empresarial e reduzir a carga horária didática (em alguns casos redução de 1.000 horas). Os colegiados dos cursos tiveram a tarefa de definir o perfil do novo engenheiro nessa (re)adequação dos cursos para atender ao mercado. Assistimos então à exclusão de disciplinas fundamentais para a formação crítica dos estudantes de engenharia, tais como: sociologia, filosofia, ciência tecnologia e sociedade (CTS), psicologia, entre outras.

Estudos sobre a formação do “engenheiro civil” (COLOMBO, 2004), do “engenheiro de alimentos” (FRAGA, 2007), do “engenheiro de materiais” (DWEK, 2008) e do “engenheiro de produção” (FRANKEL, 2009), fazendo uma leitura da grade curricular dos cursos de engenharia mostrando que predomina uma visão ainda tecnicista fechada e, ainda, com clara separação entre teoria e prática e com ações e exemplos focados num segmento: indústrias e setor privado. Fazendo alusão a expressão que Frederick Taylor usou para denominar os operários na indústria metalúrgica, Frankel (2009) diz que nos cursos de engenharia estamos formando “gerentes bovinos”. Passamos a formar “apertadores de parafuso”, formamos profissionais preocupados e dedicados a técnica e a ferramenta e não mais com a sociedade e natureza.

Entretanto a sociedade com as várias crises (econômica, social e ambiental) coloca em xeque novamente o papel do engenheiro na sociedade e o “força/impõe” a dar respostas e soluções que sejam responsáveis e sustentáveis (em uma amplitude completa desse conceito considerando as dimensões territorial, social, ambiental, política, técnica, econômica, energética, etc.), diante desse cenário é preciso discutir e repensar a formação deste profissional.

Desde a década de 60 uma nova forma de compreensão da ciência e da tecnologia e suas inter-relações com a sociedade vêm sendo construída dentro do campo de

estudo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que questiona e critica a neutralidade da ciência e da tecnologia, e ainda, de ideias lineares de progresso (INVERNIZZI; FRAGA, 2007).

Não podemos 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 podemos mais formar engenheiros tecnicistas, fechados em seu mundo e entre os seus e que ignorem todo o ambiente.

Colombo (2004) corrobora essa visão afirmando 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). A autora, anota, ainda, que é necessário reforçar a interdisciplinariedade para que os alunos vejam as disciplinas como ações de um projeto maior, compreendendo seus elos. A multidisciplinariedade também é importante e precisa ser estimulada, permitir a interação das engenharias com as outras áreas do saber e descobrir onde há elos comuns e onde se complementam (SILVA; LARICCHIA, RUFINO, 2011).

A maioria de nossas universidades ainda está presa ao paradigma cartesiano-newtoniano, modelo fragmentado, desconectado da realidade e do contexto cultural, cujo método de ensino está centrado no professor que deposita conhecimentos na cabeça dos estudantes, em vez de orientar o estudante a aprender a pensar, a aprender a aprender integrando as diferentes especialidades disciplinares.

As diretrizes do MEC apontam para uma formação extracurricular do engenheiro (e que talvez lhe permitisse complementar sua formação) que prezem pela responsabilidade socioambiental, entretanto o que se observa é que o plano de desenvolvimento institucional (PDI), projeto pedagógico institucional (PPI) e projetos pedagógicos de curso (PPC), tem suas proposições apenas no papel e pouco tem sido oferecido de atividades alternativas, e quando são na maioria, são também focadas na técnica, e as disciplinas optativas/eletivas em geral seguem na mesma linha.

Esse artigo tem por objetivo apresentar as estratégias e ações de alguns professores da Universidade Federal de Ouro Preto que buscam reverter esse quadro nas atividades do tripé ensino-pesquisa-extensão, na busca de uma formação mais integral e crítica aos alunos de engenharia.

## **2 A importância da educação**

Tendo como pressuposto que os problemas relacionados à engenharia estão cada vez mais complexos indo além da técnica, exigem-se dos profissionais novas habilidades para solução dos problemas. Não é mais possível ter apenas as questões técnicas e tecnológicas como preocupação. Faz-se necessária atenção aos impactos na sociedade gerados pela tecnologia e vice-versa.

É fundamental uma formação humana e social nos cursos de engenharia, com o objetivo de apresentar ao estudante diferentes sistemas sociais, humanos e políticos. Vale também ressaltar a importância de uma visão crítica acerca de questões globais, históricas e geopolíticas que estão diretamente ligadas ao trabalho do engenheiro como propulsor de tecnologias.

Considerando, portanto, a influência do papel do engenheiro na sociedade, tem-se necessidade de uma discussão acerca da formação do engenheiro. Neste sentido, pode-se destacar o papel da extensão universitária. Os projetos de extensão têm como objetivo compartilhar e produzir conhecimentos para serem utilizados pelas comunidades na qual a Universidade se encontra, podendo até ultrapassar limites territoriais. Os estudantes e docentes, neste caso, deparam-se com problemas reais que envolvem todas as variáveis de uma realidade social. De maneira dialógica, experiências e aprendizagem são acumuladas para todos os atores envolvidos.

### **2.1 Educação e solidariedade técnica**

A solidariedade técnica consiste nas inovações tecnológicas que abrangem todos os atores sociais convergindo para o desenvolvimento solidário e social.

No atual sistema vigente, existe uma parcela minoritária da população mundial que consegue usufruir de tudo aquilo que as indústrias e empresas dinâmicas produzem. Dentro desse sistema, o modelo de consumo e produção é nocivo e excludente. Ainda existem segmentos de setores que tentam uma lógica reversa daquilo que é pregada, criando um viés para o desenvolvimento tecnológico cujo objetivo é ter outra visão diferente da tradicional.

Para que a inovação tecnológica abranja todos os setores igualmente, a participação de todos é essencial, pois cada contribuição é de suma importância para a redução das desigualdades locais e regionais.

Um dos objetivos da Universidade, segundo Cristóvam Buarque é “ampliar o horizonte da liberdade dos homens e usar esta liberdade para o enriquecimento da humanidade, especialmente para o enriquecimento cultural, espiritual e emocional de cada indivíduo” (BUARQUE, 1994, p.124). Ela deve buscar um “avanço técnico” que esteja “comprometido com resultados distribuídos de forma justa.” (p.125). Infelizmente, ela está seguindo um viés bem diferente daquilo que seria o ideal.

Com o distanciamento da universidade da sociedade, ela fica cada vez menos comprometida com o desenvolvimento social do país. Um dos deveres que ela tem seria de contribuir com o desenvolvimento do Brasil e conduzi-lo de forma justa, sem privilégios a qualquer classe ou raça.

Inserido nesta questão, o engenheiro precisa ter cada vez mais responsabilidade

social. Logo, cresce cada vez mais a demanda de ter uma visão de sociedade em seu trabalho, uma abordagem sociotécnica. O Brasil ainda não tem a cultura de formar profissionais e pesquisadores que ajudam no desenvolvimento nacional de forma social e não econômica.

Como o mercado está mudando e este exige cada vez mais dos profissionais, o engenheiro precisa mostrar um diferencial que o destaca. Sendo assim, as inovações tecnológicas devem ser direcionadas de acordo com as necessidades encontradas na sociedade local. Devem ser buscadas as chamadas “tecnologias da sustentabilidade” (BARTHOLO, 1999).

## **2.2 O engenheiro e a formação universitária**

De acordo com Paulo Freire (1994), o Engenheiro tem consciência ingênua, (precisa ser levado à transitividade-crítica que só é alcançada com uma educação diagonal e ativa, voltada à responsabilidade social e política, que o leve a sua inserção como construtor e construído pela realidade), ele age não com reflexão e sim, instintivamente, dado que sua reflexão tem como base teórica o que é quantificável. Ele não sabe ter o homem como objeto de sua reflexão. Então, ele faz coisas concretas por si mesmas e não para os homens. Ele não sabe se relacionar com o meio, não sabe construir para o meio, suas respostas são matemáticas. Ele constrói, matematicamente, e não para seres humanos. Ele constrói espaços físicos, concretos e não espaços de vida, de convívio.

Ao longo do tempo os engenheiros recém-formados têm uma característica clara de serem muitos tecnicistas, o que não tem contribuído tanto para a sociedade. Em uma reflexão mais profunda dos pensamentos ideológicos de Paulo Freire (1994) e Bartholo (1999), eles revelam que o engenheiro precisa passar por um processo de humanização, quebrando o paradigma que ele é uma ferramenta do capitalismo. A abordagem sociotécnica no seu campo de trabalho seria uma das maneiras de romper com essa tradição que permanece durante algum tempo.

A resolução CNE/CES 11/2002, diz em seu Art. 3º que

o curso de graduação em engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Segundo o mesmo documento, Art. 4º, deve estar entre as habilidades e competências dos profissionais em engenharia formados, além de questões matemáticas, técnicas, dentre outras, a capacidade de compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais e de avaliar o impacto das atividades relacionadas à engenharia em um contexto social e ambiental.

Nota-se que é importante que os profissionais em questão trabalhem durante sua formação uma visão sistêmica e holística, sendo capazes de desenvolver projetos

técnicos de engenharia considerando o meio ambiente e todos os aspectos que envolvem a sociedade.

Nesse sentido, a extensão tem grande importância, sendo ponte permanente para comunicação e troca de conhecimentos entre a universidade e os demais setores da sociedade.

O Fórum de Pró-Reitores de extensão das instituições de educação superior públicas brasileiras (FORPROEX) apresenta como conceito de extensão universitária o seguinte:

A Extensão Universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre Universidade e outros setores da sociedade.

O ensino de qualidade assim como atividades de pesquisa também tem um papel de fundamental no processo de formação do engenheiro.

Na análise de Lázaro (1999 apud RODRIGUES, 2002, p. 2) sobre ensino afirma que a Unesco:

reconhece que em todos os países a educação superior deve enfrentar grandes desafios e dificuldades relacionadas ao seu financiamento, à igualdade de condições - tanto na seleção dos alunos, quanto no desenvolvimento do programa de estudos -, à capacitação do corpo funcional, ao treinamento para desenvolvimento de habilidades específicas, à preservação e melhoria da qualidade do ensino e pesquisa, à inserção dos formandos no mercado de trabalho, dentre outros obstáculos. Ao mesmo tempo, a educação superior está sendo desafiada por novas oportunidades criadas pelas tecnologias que têm tornado mais eficientes as formas através das quais o conhecimento pode ser produzido, obtido, administrado, disseminado e, por fim, controlado.

Segundo a UNESCO (2005, p. 43-44) em seu documento "Década das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável 2005-2014" como papéis-chaves da educação tem-se que a mesma deve: inspirar a crença de que cada indivíduo tem o poder e a responsabilidade de proporcionar boas mudanças em escala global; ser o principal agente de transformação para o desenvolvimento sustentável, potencializando a capacidade que as pessoas têm de transformar suas visões de sociedade em realidade; incentivar tendo em vista um futuro mais sustentável os valores, comportamento e estilos de vida para isso indispensáveis; para o desenvolvimento sustentável, representar um processo em que se aprende a tomar decisões visando igualmente, no longo prazo, economia e ecologia de todas as comunidades; e fortalecer a capacidade de reflexão voltada para o futuro.

De fato a formação do estudante em engenharia é determinante para a postura profissional que o mesmo assumirá.

### **3 Estratégias e Ações na Universidade Federal de Ouro Preto para a formação do engenheiro**

A participação de estudantes de graduação em projetos de pesquisa e extensão constitui-se em importantes formas de complementação das categorias tradicionais de ensino, permitindo que o estudante aplique, e assim se aproprie, dos conhecimentos trocados nas salas de aula. De fato, quando se trata da indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão tem-se um essencial mecanismo de formação.

Há praticamente um consenso que a forma tradicional de ensino na qual se tem aulas expositivas ministradas a um aluno passivo no processo de aprendizagem é defasado e ineficaz diante dos desafios atuais de quaisquer profissionais. Soma-se a esta questão o fato de se entender que o papel do engenheiro na sociedade não passa apenas por reproduzir técnicas voltadas para o engrandecimento ainda mais das grandes corporações produtivas. Corroborando com esta perspectiva e buscando alternativas ao método tradicional de ensino, algumas experiências estão acontecendo em diversos locais e momentos. Nas subseções a seguir algumas delas, ocorridas na UFOP, são descritas.

#### **3.1 Ensino: A experiência de duas disciplinas ministradas simultaneamente**

Uma das principais críticas que se faz ao ensino de maneira geral e à própria construção da ciência que se tem hoje é o fato de tanto um quanto o outro reproduzirem um modelo fragmentado que em raras oportunidades se conectam de alguma forma (MORIN, 1996). É como se os fatos reais pudessem ser destrinchados em infinitesimais partes que não são interligadas. Os cursos de graduação, por exemplo, constituem um espelho desta realidade. As matrizes curriculares são um emaranhado de disciplinas de diversas áreas que, teoricamente, somadas, atingiriam o objetivo de fornecer uma formação sólida aos estudantes que, diplomados, passam a ser proprietários de uma verdade acerca daquela ciência. Soma-se aqui outro problema oriundo de um “suposto saber” dos diplomados, a saber: o absolutismo da verdade que se dá aos experts diplomados. Estes foram formados porque estudaram uma série de disciplinas sem uma prévia interconexão que compõem o resultado dos conhecimentos fragmentados dos professores que, por serem experts em suas restritas áreas, determinaram as disciplinas que comporão a grade curricular de determinado curso.

Raramente encontra-se nos projetos pedagógicos dos cursos trabalhos multidisciplinares. Nas engenharias isso não é diferente. Desta situação vários problemas acabam por ocorrerem. Além da já mencionada dificuldade de visualização da interconexão entre as disciplinas há também sobreposição de conteúdos em outras disciplinas. No caso da experiência da engenharia de produção do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto (ICEA), uma conversa informal entre os professores responsáveis pelas disciplinas Teoria das Organizações (TO) e Organização do Trabalho (OT) chegou a conclusão que era preciso chegar a um acordo quanto ao que seria considerado como parte do programa de TO e o que seria abordado no programa de OT. A necessidade de estabelecer esse limite foi reforçada pelo fato das duas disciplinas

serem ministradas para a mesma turma – o quinto período do curso.

Logo numa primeira conversa surgiu a ideia de tratar de alguns temas dos conteúdos teóricos em aulas conjuntas, o que de fato ocorreu, mas apenas no primeiro semestre de experiência. Ademais, nos dois semestres de trabalho conjunto, as aulas partilhadas foram utilizadas para realizar atividades menos focadas nos conteúdos das disciplinas e com caráter mais lúdico para provocar debates onde pudessem ser abordadas questões comuns às duas áreas. Essas atividades poderiam ser exibição de filmes, leitura e debate de artigos não acadêmicos dentre outras.

A operacionalização da ideia de aulas conjuntas se deu da seguinte forma: cada disciplina possui quatro tempos de aula semanais; desse total de oito tempos estabeleceu-se que as turmas teriam dois tempos exclusivos de TO, outros dois exclusivos para OT, e os outros quatro tempos seriam dedicados às aulas conjuntas. É importante observar que, sempre que possível, os dois professores estavam presentes nos oito tempos de aula semanais, o que contribuiu para uma melhor compreensão acerca das diferenças e proximidades entre as disciplinas. A presença dos dois professores em sala de aula expondo dois pontos de vistas diferentes rompeu com a perspectiva que o processo de ensino-aprendizagem se dá a partir de um “suposto saber” absoluto do professor.

Nos tempos exclusivos para cada uma das disciplinas, as aulas tiveram um caráter mais conteudista. Ou seja, nessas aulas se garantia que todo conteúdo previsto na ementa de cada disciplina (além de conteúdos complementares selecionados a critério dos professores) seria abordado a partir de textos didáticos de leitura obrigatória. As aulas ditas conteudistas seguiam uma dinâmica de apresentação dialogada dos textos de referência. A metodologia de ensino-aprendizado não se difere do que normalmente se utiliza nesse tipo de disciplina. Partindo-se do pressuposto de que todos os estudantes chegavam para as aulas tendo realizado a leitura prévia dos textos, buscava-se lembrar os principais assuntos tratados pela bibliografia, a partir dos quais se sistematizava um resumo da matéria em tópicos no quadro negro, e ao longo desse processo iam se esclarecendo eventuais dúvidas, além de se problematizarem questões trazidas pelos autores de referência.

Já as aulas conjuntas, seguiam uma dinâmica diferente. As atividades planejadas e realizadas em conjunto foram exibição de filmes e debates, leitura e debates de artigos não acadêmicos, palestra e debate com convidado externo, seminários apresentados pelos estudantes divididos em grupos e uma pesquisa de campo em uma organização escolhida por cada grupo de estudantes que apresentaram e debateram com a turma os resultados dos trabalhos nas aulas conjuntas.

A partir de experiência de naturezas interdisciplinares como a apresentada acima se acredita que podemos diminuir a dificuldade dos estudantes em perceber a conexão entre as disciplinas e por consequência contribuir para uma formação mais holística acerca dos problemas do cotidiano da engenharia. Nas avaliações realizadas ao final dos semestres os estudantes relataram que puderam perceber com clareza a correlação dos conteúdos das duas disciplinas e reconheceram que estudá-las separadamente provavelmente não traria o mesmo aprendizado.

Acredita-se que esse aprendizado a mais é fruto não somente do somatório dos conhecimentos dos dois docentes e da interação entre eles, mas também da dinamicidade que as suas participações simultâneas conferem aos debates em sala de aula. O confronto entre os pontos de vista estimula a participação discente, como se eles fossem provocados a se posicionar crítica e consistentemente de um lado ou de outro. Assim, levando a um processo de construção do conhecimento onde o estudante tem papel ativo.

### **3.2 Pesquisa: as questões sociais também dizem respeito à engenharia**

A pesquisa tem um papel fundamental na contribuição científica, desenvolvimento teórico e de tecnologias para a sociedade e para o país. Na engenharia como já apresentado anteriormente o processo de formação tecnicista e direcionado para as empresas tem reflexos também nas áreas e temáticas pesquisadas pela universidade.

Dentro das instâncias de pesquisa o CNPq, Capes, FAPEMIG, FAPERJ, FAPESP, entre outras observa-se poucas pesquisas da engenharia dedicadas às questões sociais. Das propostas quando são submetidas em geral são negadas por terem as questões sociais fora do escopo de atuação das engenharias. Válido também para as áreas tecnológicas como um todo.

Refletindo sobre essa questão sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e atendendo a uma demanda do movimento social, um grupo de pesquisadores de 10 universidades criou o Grupo de Pesquisa em Empresas Recuperadas por Trabalhadores (GPERT) e realizou em 2010-2013 a pesquisa “Levantamento das Fábricas e Empresas Recuperadas pelos Trabalhadores no Brasil” inédita para a temática no Brasil. Das universidades participantes cinco são compostas por pesquisadores da engenharia. Os professores da UFOP integrantes desta pesquisa estruturaram projetos de iniciação científica (IC) vinculados ao projeto nacional que envolveu sete alunos.

A pesquisa teve o intuito de conhecer a totalidade dos casos de Empresas Recuperadas por Trabalhadores (ERTs) no Brasil. Teve como objetivo caracterizar e analisar os processos produtivos das ERTs brasileiras gerando conhecimentos sobre relações com a sociedade e movimento de economia solidária, marco legal, relações de trabalho, produção e tecnologia. Buscou informações atualizadas sobre a realidade das ERTs brasileiras, suas fragilidades e inovações empreendidas para a compreensão desse fenômeno, permitindo uma visão sobre a sua abrangência e diversidade no território brasileiro.

Para que os alunos participantes da iniciação científica compreendessem o escopo da pesquisa precisaram conhecer conceitos como autogestão (produzir elementos de autonomia para o conjunto dos trabalhadores nas relações de trabalho e na gestão dos empreendimentos), empresas recuperadas por trabalhadores (casos em que máquinas e/ou instalações foram adquiridos ou tem o seu controle pelos trabalhadores frutos de um acordo ou processo de luta com os antigos patrões), inovações e tecnologias sociais (produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social) para refletir sobre as empresas pesquisadas, em sua

maioria dos setores metalúrgico e têxtil.

Essa pesquisa permitiu aos alunos perceberem que as empresas não são estruturadas sempre da mesma forma (como aprendido nos livros) e que há outras estruturas de organização mais democráticas e participativas.

O horizonte de possibilidades foi ampliado o que permitiu para eles a darem continuidade de seus estudos com trabalhos de conclusão de curso relacionados a temática de economia solidária, inovação e tecnologias sociais, ou profissionalmente estão atuando neste segmento.

### **3.3 Extensão: experiências de (re)pensar o papel do engenheiro na sociedade**

A extensão universitária, segundo Rufino et al. (2013, p. 4) define-se como sendo:

o processo educativo, cultural e científico que articula o Ensino e a Pesquisa de forma indissociável, possibilitando uma relação transformadora entre universidade e sociedade. Permite, através do diálogo e interação com a sociedade, oportunidades de elaboração da práxis de um conhecimento acadêmico, e no retorno à Universidade, docentes e discentes trazem um aprendizado que, submetido à reflexão teórica, reconstruirá conhecimentos acadêmicos anteriores.

Tendo como base ideológica a acreditação que a extensão universitária contribui sobremaneira para a formação de um engenheiro que perceba o seu papel no desenvolvimento social a partir das escolhas, por exemplo, das tecnologias utilizadas. E que os cursos superiores não devem ser voltados apenas para dar suporte à evolução das grandes empresas, um grupo de professores da Universidade Federal de Ouro Preto criaram a INCOP: Incubadora de Empreendimentos Sociais e Solidários da UFOP. Neste mesmo sentido este grupo de professores se dispuseram a coordenar a organização de dois eventos no ano de 2011 que pudessem discutir a importância da extensão universitária, a saber: a primeira edição do Encontro Regional de Engenharia e Desenvolvimento Social do Sudeste (EREDS-SE), ocorrido em maio de 2011 na cidade de João Monlevade e a oitava edição do Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS), em setembro do mesmo ano, na cidade de Ouro Preto.

#### **3.3.1 O Programa INCOP**

No contexto da prática extensionista, a INCOP visa promover a possibilidade de um novo olhar para a instituição enquanto instrumento de transformação da sociedade a partir de uma relação dialética entre universidade e comunidade sob a ótica da construção social do conhecimento, com bases na educação popular, tecnologias sociais e economia solidária. No âmbito acadêmico, o aprofundamento de discussões na temática da gestão de empreendimentos sociais e solidários, que considera a premissa de uma gestão coletiva e participativa, gera a perspectiva das ações desta proposição de projeto servirem de base para geração de publicações, implementação de novas discussões no processo de ensino, novas pesquisas e intervenções em seu universo de abrangência também expressam a importância da INCOP na formação dos estudantes em especial os de engenharia que passam a

lidar com o desenvolvimento de inovações e tecnologias sociais.

O trabalho da INCOP permite aquisição de novos saberes teórico-práticos, a ampliação dos conhecimentos da realidade social local por intermédio dos empreendimentos econômicos solidários e empreendimentos sociais, público alvo desta ação de extensão. Há uma perspectiva que se propicia aos discentes envolvidos o desenvolvimento das habilidades e competências profissionais, complementares ao ensino da universidade, a partir das experiências cotidianas junto às comunidades ligadas aos empreendimentos selecionados, bem como o aprimoramento das relações interpessoais entre os participantes do programa e a comunidade alvo de intervenções. O relacionamento dos estudantes com realidades concretas contribuem também para a percepção da visão sistêmica que se acredita ser necessária à formação dos engenheiros.

A INCOP utiliza-se de uma metodologia multidisciplinar para a Incubação de Empreendimentos Econômicos Solidários (EES) que perpassa pelo planejamento estratégico participativo, que permite desenvolver e implementar através de uma parceria entre a incubadora e o EES um conjunto de estratégias, decisões e ações fundamentais cruciais para a eficácia e efetividade das soluções dos problemas encontrados na atividade da organização. Esse planejamento ocorre em etapas distintas, a saber: há uma sensibilização dos principais grupos que deverão ser envolvidos no projeto e sobre a importância da participação deles; contextualiza-se a questão da crise do trabalho, exclusão e marginalização do trabalhador e como é possível se fortalecer com trabalho coletivo; resgata-se a história do empreendimento, buscando esclarecer como ele é definido, quais são seus regulamentos e qual o caminho que está percorrendo; o EES começa a construir sua missão e valores, através da análise de suas principais estimas e a identificação de quem são seus clientes, fornecedores, trabalhadores, dentre outros; há análise do ambiente externo da organização, buscando identificar as ameaças e oportunidades com as quais o EES lida ou lidará; após análise do ambiente externo, pretende-se determinar os pontos fracos e fortes do próprio empreendimento; reflete-se sobre o processo de articulação política e em rede do EES com a economia solidária; e finalmente, com base em todos os levantamentos de dados, definem-se as estratégias voltadas para o EES.

Nesse diapasão, haverá ações de integração, socialização e planejamento da equipe para definição de estratégias de atuação e consolidação da metodologia destaca novamente a multidisciplinaridade bem como o olhar do engenheiro para o desenvolvimento social a partir de construções de tecnologias sociais diferente daquelas voltadas para os benefícios das grandes empresas.

### **3.3.2 Os eventos EREDS-SE e ENEDS**

O Encontro Regional de Engenharia e Desenvolvimento Social do Sudeste, ocorrido em maio de 2011 na cidade de João Monlevade e a oitava edição do Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social, em setembro do mesmo ano, na cidade de Ouro Preto foram eventos de caráter extensionista que tinham como objetivo geral o intuito de oferecer aos participantes subsídios para que pudessem identificar, de forma crítica e reflexiva, questões sociais em pontos que estão

associados a uma alternativa ao modelo dominante seja ele o modo de produção, as ações e inclusive os projetos pedagógicos acadêmicos, de forma que, com o tempo, venham a ter melhores condições de redirecionar sua conduta de maneira construtiva para o desenvolvimento social. Este objetivo geral pode ser desmembrado nos seguintes objetivos específicos:

- i) Intensificar o desenvolvimento social, mostrando-o como uma alternativa prática, enfatizando os aspectos referentes à inovação e tecnologia social, ampliando o intercâmbio de informações e ideias entre estudantes, docentes, pesquisadores, profissionais, poder público e comunidade.
- ii) Mostrar uma nova perspectiva, para que a responsabilidade de um papel social a desempenhar na comunidade venha à tona.
- iii) Facilitar e melhorar a articulação do ensino e da pesquisa com as necessidades da comunidade social.
- iv) Aumentar a probabilidade de que as pessoas e as instituições utilizem, da melhor maneira possível, o conhecimento existente na realização de suas atividades.
- v) Fomentar o diálogo entre a comunidade e a Universidade, de maneira multidisciplinar, promovendo a interação.

Cabe ressaltar que além dos eventos em si, a organização deles se constituiu como um potencial processo de aprendizagem para os membros, docentes e discentes, da comissão organizadora.

Tanto para o EREDS quanto para o ENEDS a comissão organizadora (que envolveu 3 docentes diretamente e 30 alunos) para a reflexão das temáticas propostas, organização das mesas ou mesmo das áreas a serem debatidas pela chamada de artigos, que se debruçou em questões que não são usualmente debatidas nos cursos da engenharia tais como: gênero, impactos da tecnologia e grandes obras, formação do engenheiro, reflexão sobre o modelo de desenvolvimento praticado, exclusão social, economia solidária entre outros.

Para que a comissão pudesse propor algo diferenciado, foi a necessidade de estudo prévio sobre as temáticas para que a equipe ao analisar as demandas locais pudesse propor algo que contribuísse no debate do território para além da reflexão, o que propiciou o aprendizado dos membros.

#### **4 Considerações finais**

As experiências apresentadas e os processos avaliativos de cada uma delas, realizados por docentes e discentes, permitem concordar com aqueles que defendem experiências de extensão, pesquisa e ensino com didática e metodologias alternativas em sala de aula.

A experiência das aulas em conjunto estimulou a participação discente, como se eles fossem provocados a se posicionar crítica e consistentemente de um lado ou de outro, levando assim, a um processo de construção do conhecimento onde o estudante tem papel ativo diferentemente dos métodos tradicionais nos quais o estudante costuma ser passivo. A relação dialógica entre discentes e docentes possibilitou uma aprendizagem de ambas as partes. Nesse mesmo sentido a

participação de discentes em atividades de extensão como no caso da INCOP e na organização do EREDS-SE e ENEDS levaram os estudantes a diversas reflexões que a sala de aula não dá suporte necessário. O mesmo acontece com os alunos de IC.

Essas experiências tem permitido aos alunos levarem estas reflexões e questionamentos para outras disciplinas em sala de aula, ampliando o debate para outros alunos e professores. Houve um caso em uma disciplina na área de gestão em que o aluno recusou-se a escrever na prova “por que das empresas terem que ser obrigatoriamente hierárquicas”, e ao debater com o professor da disciplina sobre estas questões, conseguiu mostrá-lo que as organizações são muito mais amplas e complexas. Esse fato já é o resultado dos impactos que essas ações (ainda pequenas) têm proporcionado aos alunos.

Percebemos que na grande maioria os alunos estão atentos às questões sociais e quando lhe são mostradas oportunidades de atuação com essas temáticas, eles se engajam e participam. Então por que ao final do curso saem da universidade “gerentes bovinos” ou “apertadores de parafuso”? Acreditamos que a FORMAÇÃO do alunado tem sido comprometida com a formação tecnicista feita pela universidade, onde infelizmente muitos docentes (se não a maioria) precisam, assim como os alunos, terem essa formação crítica e social, para que possam transmitir em sala de aula (independentemente da disciplina) e pesquisa os valores humanos para a engenharia, e passem a promover a extensão (pouco praticada nesta área).

Como discutido desde a problematização deste artigo a apresentação das diversas propostas e experiências de métodos de ensino-aprendizagem que desenvolvam nos estudantes de engenharia a capacidade crítica e criativa da sua atividade profissional, tem propiciado habilidades e competências que são indispensáveis para o futuro profissional da área de engenharia, e que a práxis que se alcança por meio de atividades de extensão, pesquisa ou outras metodologias ativas permite um avanço nessas habilidades.

O uso instrumental de ferramentas “inovadoras” em projetos de extensão-ensino-pesquisa poderá resultar numa educação em engenharia que questione o modelo vigente. É possível, mas não é fácil, abrir espaços para a tomada de sensibilização dos estudantes de engenharia de que uma das tarefas do engenheiro seria dar continuidade à construção do Brasil, produtor de tecnologias, justo e gerador de trabalho e renda para todos.

## 5 Referencias Bibliográficas

BARTHOLLO, Roberto dos Santos. **Uma Agenda para o Desenvolvimento Sustentável**. Parcerias Estratégicas (Brasília), Brasília, v. 1, p. 1-40, 1999.

BUARQUE, Cristóvam. **A aventura da universidade**. Co-edição e Terra e UNESP, 1994. São Paulo: Editora da UNESP; Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994, 239p

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

DWEK, Mauricio. **Perspectivas para a formação em engenharia: o papel formador e integrador do engenheiro e o engenheiro educador.** 2009. (Graduação em Engenharia Metalúrgica). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2009.

FORPROEX, Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Indissociabilidade Ensino–Pesquisa–Extensão e a Flexibilização Curricular: uma visão da extensão.** Porto Alegre: UFRGS; Brasília: MEC/SESU, 2006. (Coleção Extensão Universitária; v.4)

FORPROEX. **Política Nacional de Extensão Universitária.** Disponível em: <<http://www.proec.ufpr.br/downloads/extensao/2012/legislacao/Politica%20Nacional%20de%20Extensao%20Universitaria%20maio2012.pdf>> Acesso 26 jun 2013

FRAGA, L. S. **O curso de graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP: uma análise a partir da educação em ciência, tecnologia e sociedade.** 2007. 86p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire.** Trad. K. de Mello e Silva. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980.

INVERNIZZI, Noela; FRAGA, Lais. **Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.** Vol.1, Número Especial. Revista Ciência & Ensino, 2007.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência.** São Paulo: Bertrand, 1996.

MORIN, Edgar; LE MOIGNE, Jean-Louis. **A inteligência da complexidade.** Trad. N. M. Falci. São Paulo: Peirópolis, 2000.

**RESOLUÇÃO CNE/CES 11,** De 11 de março de 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>> Acesso: 25 jun 2013.

RODRIGUES, M. E. F. **Relação ensino-pesquisa: em discussão a formação do profissional da informação.** Datagramazero (Rio de Janeiro), Rio de Janeiro, RJ, v. 3, n. 5, p. 1-12, 2002.

RUFINO, Sandra et al. **Extensão universitária na engenharia de produção: potencialidades e ações.** In: Tópicos Emergentes e Desafios Metodológicos em Engenharia de Produção: Casos, Experiências e Proposições ed. Rio de Janeiro: ABEPRO, v.6, 2013.

SILVA, Bruno L. C.; LARICCHIA, Camila R.; RUFINO, Sandra. **Aportes da Engenharia de Produção para o Desenvolvimento da Economia Solidária.** In: I SIMPÓSIO TRABALHADORES E A PRODUÇÃO SOCIAL, Sumaré. SP, 2011.

UNESCO. **Década das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável 2005-2014.** Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>> Acesso 28 jun 2013.