



CTI & S: UMA NOVA ABORDAGEM NO CONCEITO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Maria José G. Salum – gazzi@prorh.ufmg.br

Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Engenharia de Minas
Rua Espírito Santo, 35/702 – Centro - Belo Horizonte - MG, CEP: 30.160-030

Marco Antônio Fonseca – marco@degeo.ufop.br

Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas - Departamento de Geologia
Campus Universitário S/N – Morro do Cruzeiro – Ouro Preto – MG CEP: 35400-000

Resumo: o Brasil é considerado um país com mau desempenho em relação à produção de inovação tecnológica. A partir dessa constatação, o ano de 2002 passou a representar o período em que o País inseriu ao binômio Ciência e Tecnologia a palavra Inovação, mudando a conhecida sigla C&T para C,T& I. Entretanto, em um país com grandes desigualdades sociais e, portanto, com acessos diferenciados às inovações tecnológicas, é preciso que na educação em engenharia a palavra Sociedade seja incorporada ao trinômio C,T & I. É nesse contexto da C,T, I & S que se insere o presente trabalho. Através de exemplos práticos de projetos que trabalham a tecnologia sob a perspectiva da C, T, I & S é discutido que, para um país em desenvolvimento, a definição de inovação como a produção de bens e/ou serviços para a sociedade pode ter dois enfoques: o que é novo sob o ponto de vista tecnológico e o que é novo, tecnologicamente, para as suas comunidades mais carentes. Considera-se como fundamental, que além contextualizar para o aluno de engenharia a necessidade de inovação tecnológica para o País, que esta seja, também, considerada sob o ponto de vista do seu impacto social.

Palavras-chave: inovação tecnológica, sociedade, desigualdade social, educação tecnológica

1. INTRODUÇÃO

A expressão Inovação Tecnológica tem sido utilizada, na maioria das vezes, sob o enfoque da incorporação de novos conceitos científicos, tecnológicos e gerenciais, na produção de bens e serviços. Embora correto, há um outro enfoque que pode ser atribuído à Inovação Tecnológica que se caracteriza pela incorporação de tecnologias já estabelecidas e conhecidas em processos produtivos que agregam pouca ou quase nenhuma base tecnológica. Nesses casos, mais do que nos primeiros, a inovação tecnológica perpassa a questão de melhoria da qualidade e quantidade da produção de bens e serviços, impactando, intensamente, o ambiente social e cultural da comunidade ligada direta ou indiretamente a essa produção (Bazzo, 1998). Maior ainda pode ser esse impacto se a economia local estiver predominantemente centrada em uma única cadeia produtiva.

Denominados mais modernamente de Arranjos Produtivos Locais, alguns destes arranjos se caracterizam pela necessidade de inserção de tecnologia em todos os segmentos da cadeia produtiva, como é o caso, em particular, do Arranjo Produtivo Local de Gemas e Jóias do norte/nordeste de Minas Gerais. Este Arranjo Produtivo envolve vários municípios

considerados como dos mais pobres do país, estando associado a um baixo nível educacional da população.

Nesse contexto sócio-cultural em que o Arranjo se situa, a inserção de tecnologia em seus setores deve considerar, em primeiro lugar, a mudança no nível educacional da população, em especial daqueles que atuam no setor, de forma a preservar a continuidade de utilização da mão de obra local. Em segundo, a busca por tecnologias simples o suficiente para atender à primeira condição de utilização da mão de obra local.

É nesse cenário de uma população carente, com baixo nível de escolaridade, que o conceito de inovação tecnológica sob o ponto de vista do que é novo tecnologicamente para esta população e não sob do que é novo, tecnologicamente falando, que se desenvolve um projeto de pesquisa, denominado PROGEMAS-MG, com envolvimento de alunos dos Cursos de Graduação em Geologia e Engenharia de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal de Ouro Preto.

A participação dos alunos se dá através de uma disciplina do Curso de Engenharia de Minas da UFMG, Tratamento de Minérios Laboratório II, e através de bolsas de iniciação científica ligadas ao PROGEMAS. Ao todo, o projeto contempla 8 bolsas de IC.

Para melhor contextualização do conceito de inovação tecnológica, proposto neste trabalho, faz-se necessária a discussão dos três pilares que a norteiam: a caracterização do que são arranjos produtivos locais, a caracterização das particularidades do Arranjo Produtivo de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste de Minas Gerais e os cuidados necessários para inserção de tecnologia no Arranjo, no âmbito dos conceitos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Além disso, será descrita, sucintamente, a proposta de inovação tecnológica levada até a região pelo PROGEMAS-MG, e de como se dá a atuação dos alunos no projeto.

2. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivos:

- a) apresentar uma experiência prática de um projeto de pesquisa que em sua concepção insere as questões de ciência, tecnologia e sociedade, CT&S;
- b) apresentar como esse projeto foi absorvido como tema de uma disciplina do Curso de Engenharia de Minas da UFMG e envolveu alunos de iniciação científica do mesmo curso e dos cursos de Geologia da UFMG e UFOP, além de alunos de pós-graduação de ambas as Instituições.

3. CARACTERIZAÇÃO DE ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS

Segundo Mota (2002), um Arranjo Produtivo Local pode ser entendido como um conjunto de aglomerações econômicas em determinado espaço geográfico. Neste espaço é que ocorrem os processos de inovação tecnológica, uma vez que os mesmos não ocorrem numa dada cadeia produtiva como um todo, mas sim em dado espaço geográfico, claramente definido e circunscrito.

Neste ambiente, a empresa, anteriormente isolada, passa a ficar inserida num meio social no qual são incentivados os processos de absorção e adaptação do conhecimento através da difusão, se promove a cooperação (mesmo entre empresas concorrentes), são elaboradas novas competências e se cria um ambiente onde são despertadas outras habilidades, a principal delas sendo a própria habilidade para aprender. Neste ponto, destaca-se uma das mais importantes lógicas dos Arranjos Produtivos: a análise deixa de ser centrada na empresa individualmente, passando a ser nas relações entre as empresas e entre elas e demais instituições neste meio social.

O lócus desta articulação, entre empresas e as demais instituições, configura o que vem a ser um Sistema Local de Inovação. Estes sistemas constituem-se de organizações, privadas e públicas, nas diversas esferas de governo, de ensino, pesquisa e extensão, de fomento, vinculadas ao setor produtivo e ao mercado, e de instituições que interagem de forma articulada, de modo a criar, inovar e difundir tecnologia.

Em suma, um Arranjo Produtivo Local tem a função de contribuir para ampliar as condições de competitividade e sustentabilidade de economias regionais. Desta forma, são buscadas soluções para os problemas sociais, através do aumento das possibilidades de geração de emprego e renda.

4. CARACTERIZAÇÃO DO ARRANJO PRODUTIVO DE GEMAS E JÓIAS DO NORTE/NORDESTE DE MINAS GERAIS

O Arranjo Produtivo Local de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste de Minas Gerais será caracterizado segundo seus aspectos tecnológicos e sócio-culturais.

O Arranjo Produtivo de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste de Minas Gerais, envolve vários municípios, todos eles com elevados índices de pobreza, analfabetismo, desnutrição infantil e criminalidade. A cadeia produtiva é constituída pelos seguintes segmentos: a extração das pedras (garimpo), a lapidação e confecção de jóias, bijouterias e artesanato mineral e a comercialização dos produtos. Dentre esses segmentos o garimpo é o que se encontra mais associado a todos os índices de subdesenvolvimento relacionados anteriormente (Salum et al., 2002).

4.1. Características sócio-culturais

Com baixo nível de escolaridade, os garimpeiros são caracterizados, em geral, por sua desconfiança, por sua crença de que um dia se tornarão ricos, por provocarem ações que impactam, embora pontualmente, o meio ambiente, por seu perfil aventureiro e pouco empreendedor, por não criarem, de forma usual, raízes familiares e no local, entre outros atributos. Todas estas características, aliadas às condições estabelecidas historicamente pelo método garimpeiro de lavra, fazem com que os garimpeiros atuem em regimes de trabalho inaceitáveis atualmente. Com algumas exceções, eles não possuem carteira de trabalho assinada, estão excluídos do regime de Previdência Social, não são sindicalizados, e, em virtude dos contratos financeiros e cessões de direito mineral para a execução da lavra garimpeira, acabam recebendo até 20% da produção de sua força de trabalho.

As condições de trabalho são, em geral, insalubres, estando os mesmos expostos a elevados riscos. Geralmente, dispensam o uso de EPI e realizam sua atividade sem qualquer conhecimento técnico. A prática e a “sorte” são os melhores guias na busca das mineralizações mais interessantes.

Em suas visões, e da própria comunidade, a sorte os tem abandonado progressivamente, dada a drástica diminuição que vem ocorrendo na sua produção. De fato, não compreendem ainda os garimpeiros, que os atributos que lhe eram auferidos para serem bons prospectores e produtores de pedras preciosas, não eram intrínsecos a eles, mas sim, decorrentes de uma natureza prodigiosa que colocara essas riquezas aflorando em meio à rocha, quase que visíveis aos olhos mais atentos. Entretanto, após séculos de exploração, das gemas, os corpos que encerram as mineralizações, não são mais facilmente encontrados, exigindo assim, um mínimo de conhecimento técnico para sua descoberta e posterior exploração.

Como o garimpo e a pequena mineração representam o ponto inicial da cadeia produtiva, tanto a escassez quanto à irregularidade no suprimento de matéria prima (as gemas) podem

levar a transtornos e empecilhos nos demais segmentos situados a juzante, quais sejam: a lapidação, a confecção de jóias, bijouterias e artesanato mineral, além obviamente da comercialização. A importância do impacto social causado em decorrência deste estado de coisas pode ser vislumbrada através dos seguintes dados da Gem Export Association (GEA, 1997): até 1997, época em que a região era a 1ª produtora mundial de pedras coradas, somente a cidade de Teófilo Otoni, principal centro de comercialização da região possuía, aproximadamente, 250 micro e pequenas empresas de lapidação e comercialização de gemas, 2700 lapidações informais, além de 1500 corretores autônomos. Hoje a região passou de 1ª para a 3ª posição no ranking mundial e, embora não se saiba exatamente o número de empresas fechadas, acredita-se que este número seja considerável.

Há, ainda, que se caracterizar, segundo os aspectos sócio-culturais do Arranjo, a grande informalidade que permeia todos os seus setores, principalmente o de lapidação, como mostrado nos números apresentados anteriormente (2700 lapidações informais contra 250 formais). De outro lado, o número de garimpos ilegais é também expressivo e, dada a dimensão física desta atividade, são facilmente detectáveis por órgãos fiscalizadores, e, conseqüentemente, fechados por estes. É comum ter-se o fechamento pelo IBAMA de inúmeros garimpos, às vezes em uma só semana. Esse processo concorre para aumentar a irregularidade no suprimento de matéria prima. Mas, o que se quer salientar aqui é o impacto negativo dessas operações ilegais no comportamento sócio-cultural da população local. A violência e falta de raízes familiares são inevitáveis para uma comunidade que se adaptou a viver sem oportunidades reais.

4.2. Características Tecnológicas

Em relação aos aspectos tecnológicos, como já mencionado, há carências em todos os segmentos da cadeia. E, mais uma vez, está no garimpo a grande necessidade de inserção de tecnologias adequadas de produção, não apenas por ser este o setor mais carente do uso de práticas modernas mas, também, pela sua repercussão em todo o resto da cadeia, conforme apontado anteriormente.

A necessidade de uso de tecnologias de mineração para garantir uma produção regular de gemas decorre não apenas do esgotamento das lavras sub-aflorentes, portanto, mais fáceis de serem extraídas, mas, também, de uma necessidade de aproveitamento racional de recursos naturais não renováveis. Este aproveitamento mais racional significa, de um lado, buscar diminuir os impactos ambientais causado pela atividade, através da busca pela utilização de rejeitos e de outro, de lavras tecnicamente mais elaboradas, que produzem quantidades menores de rejeitos.

No entanto, embora seja tecnicamente possível estabelecer uma mineração sustentável de gemas, há problemas culturais que têm dificultado seu estabelecimento.

Viabilizar a mineração sustentável na região significa mudar o eixo da cultura de produção unicamente de gemas pela cultura de aproveitar todos os minerais que se associam às gemas no minério, o que é, tecnicamente, perfeitamente possível, devido ao valor econômico desses minerais. Os corpos geológicos que encerram as gemas, denominados pegmatitos, são compostos, predominantemente, por quartzo, feldspato e micas, sendo que os dois primeiros são utilizados como matéria-prima para a indústria cerâmica e vidreira e o segundo na indústria eletro-eletrônica, de tintas, e na agricultura, entre outros. As gemas perfazem a minoria, em termos quantitativos, dos bens minerais do corpo, e portanto, suas produções levam inexoravelmente à produção de grandes quantidades dos demais minerais, hoje acumulados junto aos garimpos como rejeitos, impactando significativamente o meio ambiente. Além disso, não existem, até o momento, teorias cientificamente comprovadas

acerca da localização precisa de gemas no interior dos corpos pegmatíticos, pois as mesmas, usualmente, estão erraticamente distribuídas (Salum e Fonseca, 2002). Daí a necessidade de remoção de volumes consideráveis de rejeitos.

O quadro descrito anteriormente leva à conclusão de que o aproveitamento integral dos minerais do pegmatito, além de ser sustentável ambientalmente, também se caracteriza como a única forma possível de viabilizar economicamente a produção de gemas, ou seja: é a produção de algo concreto e mensurável e não de algo com tão alto nível de incerteza. Em certo sentido, deixa-se de um lado uma atividade com alto índice de incertezas para outra que possui um caráter mais empreendedor, na forma que se pode trabalhar com horizontes mais longos em termos de planejamento.

Entretanto, mudar a cultura garimpeira não é tarefa das mais fáceis. A magia pela busca das grandes pedras que tornará o garimpeiro rico, da noite para o dia, a certeza de que ele encontrará nos próximos dias uma gema de raro valor, faz da pessoa um ser não muito diferente dos apostadores de jogos de azar: perdem, mas não conseguem deixar de apostar na sua grande sorte, que não veio hoje mas virá amanhã, com certeza.

No segmento da lapidação a falta de maquinário eficiente se soma à ausência de conhecimentos sobre novos paradigmas do setor, utilizados hoje mundialmente. Um desses paradigmas é de que o importante não é mais preservar o volume intrínseco da gema, mas imprimir a ela, através do uso de tecnologias apropriadas e do conhecimento de suas propriedades cristalográficas e óticas, formas e estilos de lapidação que valorizem o habitus, sua cor, brilho. Para atuar nesse novo conceito seria necessário que o lapidário tivesse noções mínimas sobre as propriedades cristalográficas dos minerais, o que não acontece. Um outro conceito moderno é de que a lapidação se integra perfeitamente ao design das jóias, bijouterias ou mesmo do artesanato mineral. E, também nesse campo, não há nenhuma incorporação das técnicas existentes para a área. A criatividade, apesar da sua importância, é hoje apenas um dos componentes de um bom design desses artigos (Teixeira et al, 2003) .

Essa ausência de conhecimento e uso de tecnologias adequadas tem levado a região a se colocar no mercado, predominantemente, como produtora e como centro de comercialização de gemas brutas. O resultado econômico dessa situação é bastante nefasto, visto que é nos segmentos de lapidação e design, onde mais se agrega valor às gemas, inclusive àquelas que não têm alto valor intrínseco. Hoje, países como a China, Índia e Tailândia, compram gemas brasileiras brutas de menor valor para a fabricação de bijouterias que são vendidas a altíssimos custos no mercado internacional (SECT-MG, 1988). O fato de que na Tailândia não é permitida a entrada de gemas lapidadas, exemplifica a importância econômica do setor de lapidação.

Resumindo, existem tecnologias disponíveis e já testadas que poderiam potencializar o Arranjo Produtivo de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste de Minas Gerais, mas que são uma absoluta novidade para a população local. Assim, a inserção dessas tecnologias em todos os segmentos da cadeia produtiva, constituiria, com certeza, em uma grande inovação tecnológica para o Arranjo. Entretanto, o sucesso de tal empreitada, depende fundamentalmente de se planejar quais as formas de inserção tecnológica no Arranjo que não levem ao desequilíbrio social e à perda de identidade da cultura local, como será abordado a seguir.

5. INSERÇÃO DE TENOLOGIA NO ARRANJO PRODUTIVO DE GEMAS E JÓIAS DO NORTE/NORDESTE DE MINAS GERAIS E OS CONCEITOS DE CTI&S

A inserção de tecnologia nos segmentos da cadeia produtiva de gemas e jóias do Arranjo pode, se não bem planejada, provocar uma desestabilização social na região. Talvez, a mais

grave delas seja o desemprego, devido às dificuldades que a mão de obra local teria para absorver e atuar na nova proposta tecnológica, mesmo que estas não guardem em si nenhum aspecto inovador.

Dessa forma, qualquer proposta de inserção de tecnologia no arranjo deverá vir, necessariamente, acompanhada de:

- a) mobilização da população local para o entendimento da necessidade de mudanças;
- b) um projeto de educação tecnológica;
- c) adequação da proposta tecnológica ao que será exequível para a atuação da população local, mesmo considerando-se o “upgrade” do nível educacional;
- d) adequação da proposta tecnológica ao que será exequível diante das carências de infraestrutura básica da região;
- e) um cronograma de implantação que respeite as dificuldades descritas nos itens b e c;
- f) acompanhamento e monitoramento constante de todo o processo, inicialmente por profissionais externos à comunidade e ao longo do tempo pela própria comunidade;
- g) preservação da cultura local.

Em relação ao último item faz-se importante esclarecer que há formas de se conservar a história e cultura local, mesmo com a modernização dos processos de trabalho. Embora necessária, sob o ponto de vista da preservação histórica, essa cultura pode ser fonte de orgulho e de divisas para a região. É possível, por exemplo, pensar que, paralelamente às atividades de mineração modernas, sejam mantidas espécies de minas-museu, mostrando a forma rudimentar utilizada pelos garimpeiros para extrair as gemas ou, melhor ainda, ao invés de apenas mostrar, permitir aos visitantes que se transformem, por um lapso de tempo, em garimpeiro e que lá descubram pedras preciosas, estrategicamente colocadas de modo a serem facilmente encontradas. Há coisas semelhantes no mundo. Mesmo em países onde a mineração já se exauriu, há sempre uma mina para visitação em roteiros turísticos.

O interesse e a busca do homem pelas riquezas minerais é milenar e foi motivo de descobrimento de novos continentes, de desenvolvimento tecnológico e, infelizmente, o é até hoje, motivo de guerra entre os povos. Não é sem razão que a história da evolução do homem tem sido denominada por suas relações com a mineração: homem das *cavernas*, *pedra lascada*, *pedra polida*, *idade do cobre*, *idade do ouro*, e assim por diante. Mesmo a idade contemporânea tem seus marcos na capacidade do homem de trabalhar as riquezas minerais, como aconteceu com a revolução causada pelo uso do quartzo ótico, ocorrida no chamado *vale do silício*, nos Estados Unidos.

Tudo isso sem falar na magia trazida pelos minerais, cultivada mesmo nas culturas dos povos do Século XXI. Entrar em uma mineração subterrânea traz consigo, usualmente, uma espécie de magia, medo, de sentimento de relação íntima com a natureza, que perpassa todos os atributos tecnológicos envolvidos nesta atividade e isso pode e deve ser usado em prol do desenvolvimento de regiões que trazem consigo a marca da atividade mineral.

6. A PROPOSTA DE INSERÇÃO DE TECNOLOGIA DO PROGEMAS-MG

O PROGEMAS-MG, financiado pelo CT- Mineral, FINEP (Fundo Verde Amarelo) e CNPq, iniciou-se em dezembro de 2002. Participam do projeto: a Universidade Federal de Minas Gerais, a Universidade Federal de Ouro Preto, a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC).

Na realidade, o PROGEMAS, na sua concepção de trabalhar toda a cadeia produtiva do Arranjo de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste de Minas Gerais, incorporou um projeto já existente na região, desde janeiro de 2002, com os mesmos pesquisadores geólogos e engenheiros de minas que hoje participam do PROGEMAS. O projeto, financiado pelo CT-

Mineral, denominado de “Exploração de Corpos Pegmatíticos Portadores de Minerais-Gema: Uma Abordagem Inovadora”, trazia em seu escopo a visão da sustentabilidade da mineração de gemas a partir do aproveitamento integral dos minérios pegmatíticos. Foi a partir deste projeto e da oportunidade surgida com o fomento pelo MCT de projetos no contexto de arranjos produtivos, que veio, então, a ser constituído o PROGEMAS.

O PROGEMAS tem como objetivo geral: potencializar e diversificar o arranjo produtivo do norte/nordeste de Minas Gerais de produção e comercialização de pedras preciosas, inserindo estratégias diferenciais em todos os níveis da cadeia produtiva, que agreguem valor e confirmem identidade aos produtos do setor, contribuindo para o desenvolvimento social e econômico da região.

Os seguintes objetivos específicos integram o projeto:

- aumentar e melhorar a regularidade da produção de gemas no norte e nordeste de Minas Gerais, através do uso de tecnologias adequadas de extração mineral.
- agregar valor às gemas através: do uso de técnicas adequadas de lapidação que possibilitem a criação e o desenvolvimento de novos produtos de joalheria, bijouteria e outros objetos de adorno (artesanato mineral);
- diminuir os impactos ambientais da atividade garimpeira de extração das gemas através do uso de técnicas adequadas de extração e aproveitamento dos rejeitos;
- mudar a cultura garimpeira de: exploração dos pegmatitos para produção de gemas, para: produção de minerais industriais (feldspato, mica, quartzo, etc), tendo as gemas como sub-produto de grande valor econômico.
- Capacitar / Formar Mão de obra especializada através:
 - a) de cursos de curta duração que envolvam desde a extração de gemas até a comercialização das gemas e jóias, com atendimento especial àqueles que já atuam nos segmentos da cadeia produtiva para evitar o desemprego;
 - b) da formação de profissionais técnicos especializados, utilizando as estruturas já existentes do CEP (Teófilo Otoni) e a Escola Técnica de Araçuaí.
- Desenvolver ações associadas à Tecnologia Industrial Básica, através:
 - a) da criação de um sistema de informação sobre gemas e jóias que inclua desde as etapas da sua extração até a comercialização;
 - b) do levantamento e caracterização dos processos de normalização e certificação de gemas.

Além da potencialização da extração de pedras preciosas, que se caracteriza como a principal atividade econômica do arranjo, o projeto prevê a diversificação de atividades na região. Comparando-se o que existe hoje com as possibilidades evocadas pelo projeto tem-se o seguinte:

- da comercialização de gemas brutas para a comercialização de gemas lapidadas, jóias e bijouterias
- da produção de gemas para a produção de gemas e minerais industriais, associados às gemas, tais como: feldspato, mica, quartzo
- da inexistência do setor industrial na região para a possibilidade de atrair para a região a indústria de base mineral, tal como a indústria cerâmica (consumidora de feldspato) indústria vidreira (consumidora de quartzo e feldspato), entre outras.

A maior inovação trazida pelo projeto é a manutenção de dois profissionais, um engenheiro de minas e um geólogo, bolsista do CNPq, na região. Esses profissionais permitirão a manutenção da mobilização da comunidade para atendimento das metas do projeto.

O projeto encontra-se em andamento, com ações técnicas desenvolvidas nas áreas de geologia, lavra e tratamento de minérios. Também o propósito de oferecer educação à

comunidade local tem sido cumprido. Já foram realizados três cursos de curta duração nas áreas de design, gemologia e desmonte de rochas, além de ser de membros do projeto a autoria de um projeto pedagógico para formação de Técnico de Mineração no Centro de Educação Profissional de Teófilo Otoni (Salum e Fonseca, 2002)

7. INSERÇÃO DOS ALUNOS DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO NO PROGEMAS

A inserção de alunos de graduação no projeto se dá através de: bolsas de iniciação científica para alunos dos cursos de Geologia, da UFMG e UFOP, e do Curso de Engenharia de Minas, da UFMG; como tema de pesquisa da disciplina Tratamento de Minérios-Laboratório II, do Curso de Engenharia de Minas da UFMG.

Quanto aos alunos de pós-graduação, existem hoje, após um ano de implementação do projeto um aluno de mestrado e um aluno de doutorado cujos temas de dissertação e tese, respectivamente, estão contextualizados no projeto.

Faz-se interessante relatar aqui a experiência da inserção de um projeto de pesquisa com foco em CTI&S em uma disciplina de um curso de graduação.

7.1. A inserção do projeto em uma disciplina de graduação do Curso de Engenharia de Minas da UFMG

A disciplina Tratamento de Minérios - Laboratório II, do Curso de Engenharia de Minas da UFMG, tem como finalidade inserir os alunos no contexto de pesquisas tecnológicas voltadas para a solução de problemas reais da indústria mineral. A disciplina inclui em sua metodologia: a elaboração de uma proposta de pesquisa, com base em uma revisão da literatura, a execução da proposta no Laboratório de Tratamento de Minérios da UFMG e a apresentação de um relatório final. Todo o trabalho é executado pelos próprios alunos, com supervisão de um professor orientador, e traz as seguintes contribuições pedagógicas relevantes:

- a) uma visão integrada dos conceitos adquiridos em disciplinas anteriores, tanto de tratamento de minérios quanto de outras áreas da engenharia de minas;
- b) aprender a solucionar problemas, com visão holística;
- c) aprender a trabalhar em grupo;
- d) aprender a elaborar relatórios técnicos.

Soma-se a essas contribuições o aprendizado sobre a responsabilidade do repasse correto e claro de informações sobre os resultados do projeto, não apenas sobre o que deu certo mas, também, sobre o que deu errado, desde que na grande maioria das vezes os temas abordados têm continuidade no semestre subsequente e, portanto, por outra turma. Assim, os relatórios elaborados por uma turma se incorporam à revisão da literatura da turma subsequente.

Na maioria das vezes, devido às próprias características da mineração na região de inserção do Curso, os estudos de caso recaem sobre temas relacionados a minérios explorados por grandes empresas de mineração, que trabalham com um bom “background” em tecnologia mineral. Assim, trazer o tema tratamento de minérios pegmatíticos para a disciplina foi um grande desafio, tendo em vista as peculiaridades sociais, econômicas e tecnológicas relatadas anteriormente, quais sejam::

- a) a inexistência de uma experiência acumulada no País e no mundo sobre o assunto;
- b) por tratar-se de minérios explorados por pequenas empresas e/ou garimpeiros, sem uso de tecnologias adequadas;

c) a realidade econômico-social de uma região extremamente carente, que tem na atividade mineral seu principal foco de geração de empregos e renda.

A inexistência de uma experiência acumulada no país e no mundo sobre o tratamento de minérios pegmatíticos fez com que houvesse uma construção conjunta de conhecimentos: alunos/professores, fazendo com que as experiências vividas em sala de aula e laboratório fossem extremamente ricas.

Mais relevante e ao mesmo tempo desafiadora foi levar aos alunos o entendimento de que viabilizar uma mineração sustentável sob os pontos de vista econômico, ambiental e, principalmente, social, não passaria necessariamente pela proposição de soluções tecnológicas avançadas para resolver os problemas existentes.

A consolidação, na prática, de um dos pressupostos do PROGEMAS, de que os processos de beneficiamento de minérios que viessem a solucionar os problemas da região deveriam ser o mais simples possível, para que fossem passíveis de execução pela mão de obra-local, foi plenamente compreendido e atendido pelos alunos. Através de processos simples e de baixo custo, o trabalho realizado em dois semestres subseqüentes por três grupos de alunos, sob orientação dos pesquisadores do projeto, redundou na obtenção de um concentrado de areia feldspática com características apropriadas para o consumo pela indústria cerâmica, a partir dos rejeitos que se acumulam nos garimpos.

A visão da importância da CTI&S para os alunos dessa disciplina foi ainda mais consolidada a partir de uma visita técnica à área de onde provinham os minérios estudados. A realidade da carência de tecnologia nos garimpos e a convivência com os garimpeiros locais e com os professores, fora do ambiente da instituição, foi, segundo os alunos, uma das mais ricas experiências de aprendizado vivenciadas por eles.

As Figuras 1 e 2 mostram fotos, tiradas pelos alunos, de dois dos garimpos visitados e estudados por eles no âmbito do PROGEMAS.

Quanto à inserção da pós-graduação no PROGEMAS, existe atualmente um aluno de mestrado do Curso de Geologia da UFMG trabalhando no tema e um candidato a doutorado em Minas e Metalurgia também interessado em direcionar sua tese para o assunto, o que é um saldo extremamente positivo para um projeto recém elaborado.

Hoje, há uma procura voluntária de alunos que querem participar do projeto, mesmo sem a disponibilidade de bolsas, o que mostra o nível de motivação dos alunos para atuar em projetos que, além do aspecto técnico envolvido, trazem em sua concepção a relação do homem e seu meio social com a tecnologia.



Figura 1- Lavra Cigana (Galiléia-MG)



Figura 2- Lavra do Eduardo (Galiléia-MG)

6. CONCLUSÃO

O termo inovação tecnológica definido, no mais recente conceito de CTI&S, como a apropriação de conceitos científicos e tecnológicos que levam a melhoria da produção de bens e serviços, em prol do desenvolvimento do homem, do seu bem estar material e moral, pode, perfeitamente, ser aplicado às duas condições, ou seja: a inovação trazida pelo uso de novos ou pelo uso de antigos conceitos científicos e tecnológicos. A situação inovadora será sempre, nos dois casos, a mudança da qualidade de vida do homem.

A possibilidade de aplicação do conceito proposto, de que a inovação deve estar centrada no desenvolvimento humano, mesmo que utilize para tal, tecnologias já conhecidas, é exemplificada através de ações concretas desenvolvidas no âmbito do Arranjo Produtivo de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste do Estado de Minas Gerais, com o projeto PROGEMAS, no qual foram incorporados alunos de graduação e pós-graduação dos Cursos de Geologia e Engenharia de Minas da UFMG e UFOP.

A experiência de ter alunos envolvidos em projeto desta natureza mostrou-se extremamente eficaz sob o ponto de vista pedagógico da relação ensino/aprendizagem, professor aluno e sob o ponto de vista do nível de motivação dos alunos para trabalharem no contexto da CTI&S.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEA – Gems Export Association (1997) Relatório Técnico

Bazzo, W.A. (1998) Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica. Editora da UFSC, Florianópolis, 319p.



Mota, T.L. (2002). Entendendo a lógica dos Arranjos Produtivos Locais. Ministério da Ciência e Tecnologia.

SALUM, M. J.G.; FONSECA, M.A, PEDROSA, A.C.S (2003) Relatório Parcial de Atividades para o CNPq – projeto Exploração de Corpos Pegmatíticos Portadores de Minerais-Gema: Uma Abordagem Inovadora

SALUM, M.J.G; FONSECA, M.A (2002) Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Mineração do Centro de Formação profissional – CEP, de Teófilo Otoni

Salum, M.J.G. et al. (2002) – Rede de Ações Integradas em Prol do Desenvolvimento Sustentável do Arranjo produtivo de Gemas e Jóias do Norte/Nordeste de Minas Gerais – PROGEMAS-MG, Projeto apresentado ao MCT /FINEP/CNPq. Palestra proferida na Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, 2002.

SECT-MG: Secretaria de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (1998) Plataforma Mineral de Gemas e Jóias, Belo Horizonte.

Teixeira, M.B.S. (2003) Curso de Design oferecido no CEP de Teófilo Otoni, maio, Teófilo Otoni – MG