

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E A QUESTÃO DOS LIMITES: DESAFIOS PARA A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

TECHNOLOGICAL INOVATIONS AND THE QUESTION OF LIMITS: CHALLENGES FOR THE TECHNOLOGICAL EDUCATION

Rosemari Monteiro Castilho Foggatto Silveira¹; Walter Antonio Bazzo²

¹ Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT)/ Av. Monteiro Lobato s/nº - km 04 - 84016-210 - Ponta Grossa - PR - castilho@utfpr.edu.br

² Professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica e Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) / Campus Universitário - Trindade - 88040-900 - Florianópolis - SC - wbazzo@emc.ufsc.br

Resumo

O problema da responsabilidade social dos cientistas e técnicos é, atualmente, uma das questões cruciais de nossa cultura. Este artigo tem por objetivo expor como os empreendedores de incubadoras de empresas de base tecnológica do Paraná percebem essa problemática. A abordagem metodológica foi a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa, tendo como técnica de coleta de dados a entrevista individual semiestruturada. A amostra constou de vinte e nove (29) participantes. Os principais resultados mostram que a maioria dos empreendedores fica muito atrelada aos aspectos positivos da inovação tecnológica. Também evidenciou a necessidade da educação tecnológica promover reflexões efetivas sobre as relações ciência tecnologia e sociedade.

Palavras-chave: Educação Tecnológica, CTS, Empreendedorismo, Incubadora de Empresa de Base Tecnológica, limites.

Abstract

The scientists and technicians social responsibility problem nowadays is one of the crucial questions of our culture. This paper has the goal to show how the entrepreneurs of Incubator of company of Technological Base from Paraná (IEBT-PR) notice this problem. The methodological approach used was the interpretative qualitative research. The data collection was the individual semi-structured interview. The sample had twenty nine (29) participants. The main results show the most of the entrepreneurs are still very linked to the positive aspects of technological innovation. It also evidenced the need of the technological education promotes effective reflexions about the relationship among the science, technology and society.

Key words: Technological Education, STS, Entrepreneurship, Incubadora de Empresa de base tecnológica, limits.

INTRODUÇÃO

Após a II Guerra Mundial, a imagem social da ciência e da tecnologia passou a sofrer modificações. Inicialmente, a inovação tecnológica foi valorizada positivamente por ser considerada a alavanca do progresso e bem-estar social. López e Cerezo (2004) afirmam que, nesse período, as políticas públicas eram basicamente políticas de promoção. No modelo linear de inovação, não havia lugar para as consequências negativas da mudança tecnológica.

Durante os anos 70 do século XX, devido aos efeitos negativos do desenvolvimento tecnológico que se tornaram conhecidos pela ação de alguns grupos sociais, emergiu a preocupação pública em relação aos impactos negativos da tecnologia. Começava-se a questionar o modelo linear de inovação tecnológica, a reconhecer que a mudança tecnológica podia ter aspectos negativos e que os mecanismos do mercado não eram suficientes para evitá-los. Como resposta às preocupações pela proteção da saúde e do meio ambiente, a administração pública começou uma intensa campanha de regulação das aplicações tecnológicas e consolidou a ciência reguladora, responsável pela análise de impactos e riscos tecnológicos. Nessa época, a regulação da tecnologia aumentou consideravelmente e, assim sendo, surgiu a necessidade de se orientar a investigação básica em direção ao desenvolvimento industrial e ao conhecimento econômico. Porém, questiona-se: será que as pessoas envolvidas com a geração de tecnologia estão preocupadas com os riscos que tal desenvolvimento pode causar? O que elas pensam sobre a questão de se colocar limites no desenvolvimento científico e tecnológico?

Assim, este artigo tem por objetivo expor o que pensam os empreendedores sobre a questão de se colocar limites no desenvolvimento de inovações tecnológicas. Os dados apresentados são resultantes da pesquisa para a tese de doutorado que foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e defendida em dezembro de 2007, cujo tema é: “Inovação tecnológica na visão dos gestores e empreendedores de IEBTs do Paraná: desafios e perspectivas para a educação tecnológica”.

DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO X PRUDÊNCIA

O mundo parece depender cada vez mais do conhecimento científico e tecnológico. A concepção clássica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade muitas vezes presente nos diversos âmbitos do mundo acadêmico e nos meios de divulgação, é uma concepção essencialista e triunfalista, na qual se presume que, mais ciência produz mais tecnologia, que gera mais riqueza e, conseqüentemente, mais bem-estar social. Autores como Echeverría (1995) e Garcia et al. (1996) complementam que ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heróica de conquista da natureza.

Cerezo (2002) argumenta que a expressão política dessa autonomia, cuja gestão de mudança científico-tecnológica deve ser deixada nas mãos dos próprios especialistas, teve início depois da segunda guerra mundial, época em que havia intenso otimismo sobre as possibilidades da ciência/tecnologia e apoio incondicional à sua expansão. A elaboração doutrinária desse manifesto de autonomia em relação à sociedade deve sua origem a Vannevar Bush, um cientista norte-americano envolvido no *Projeto Manhattan* para a construção da primeira bomba atômica. Nesse mesmo período, o cientista também entregou ao então presidente Truman o relatório *Science – The Endless Frontier* (“Ciência: a fronteira infinita”). Nesse relatório, são definidas as linhas mestras da futura política científico-tecnológica norte-americana, destacando o modelo linear de desenvolvimento, ou seja, que o bem-estar nacional depende do financiamento da ciência básica e o desenvolvimento sem interferências da tecnologia, defendendo que, para o modelo funcionar, é necessário manter a autonomia da ciência. Dessa forma, o desenvolvimento tecnológico e o progresso social viriam naturalmente.

O projeto *Manhattan* e sua aplicação em Hiroshima, além de outros casos de desenvolvimentos tecnológicos vinculados à guerra e utilização militar, na opinião de Garcia et al. (1996), representaram o primeiro ponto de inflexão da concepção otimista do caráter benfeitor da ciência-tecnologia, junto com as preocupações dos problemas ambientais.

Publicações como **Silent Spring** (1962) de Rachael Carson¹, que levantava os riscos associados aos inseticidas DDT, e **Estrutura das Revoluções Científicas** (1962) de Thomas Kuhn², que introduzia conceitos sociais para explicar a dinâmica e o desenvolvimento da ciência, exerceram influências na reação acadêmica, começando-se a falar sobre os efeitos negativos das tecnologias, assim como colocava em questão sua neutralidade política, social e econômica que, até o momento, eram tidas como benfeitoras.

Assim, a partir da década de 1960, a credibilidade nas benesses e neutralidade da ciência e da tecnologia começava a ser questionada, o que é materializado pela reação social e acadêmica. A lista de problemas atribuídos à ciência e à tecnologia parece crescer mais que seus inegáveis benefícios, ocorrendo um crescente descrédito social no conhecimento dos especialistas que antes detinham autoridade inquestionável em suas áreas. Garcia et al. (1996) argumentam que, apesar disso, ainda hoje continua sendo mantida a concepção tradicional da ciência-tecnologia como atividades autônomas, neutras e benfeitoras da humanidade, com suas raízes firmemente fincadas no século passado, sendo utilizadas pelos próprios cientistas e tecnólogos, para legitimar formas tecnocráticas de governo e orientando o projeto curricular em todos os níveis de ensino.

Numa sociedade em que o desenvolvimento científico e tecnológico tornou-se hegemônico, é fundamental refletir sobre a tecnologia numa outra perspectiva. Bechmann (2004) afirma que, na última década do séc. XX, a preocupação social com o risco relacionado com o desenvolvimento científico e tecnológico mais avançado como os projetos de energia nuclear, da indústria química, da engenharia genética, entre outros, está no centro do debate público sobre o risco.

Por esses motivos, podemos dizer que o risco pode ser resultado de uma decisão e que muitos danos poderiam não ter acontecido se tivesse sido tomada outra decisão. Assim, as decisões devem ser mais conscientes e mais debatidas pelos diversos setores da sociedade que é exposta aos riscos do desenvolvimento tecnológico. No entanto, o pouco conhecimento sobre o risco não dá condições de argumentação para se debater sobre as consequências positivas ou negativas das decisões relativas à tecnologia e mudanças tecnológicas. Por isso a necessidade de uma educação tecnológica que se preocupe em formar profissionais mais conscientes e responsáveis com as questões sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

3.4. EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

A educação tecnológica nunca sofreu tantos questionamentos e críticas sobre sua participação quase insignificante na busca de soluções para os problemas sociais, sendo convocada a mediar a discussão dos pontos principais entre esta educação (o quê, para quê e como formar?) e as tecnologias. Num cenário em que a microeletrônica, a microbiologia e a energia nuclear exibem novos caminhos de desenvolvimento dos seres humanos, com todos os seus progressos e perigos, Grinspun (1999, p. 62) afirma que “temos que nos educar para aprender e usar novas tecnologias, desenvolver e refletir sobre as necessidades dessas tecnologias e fazê-las aliadas e cúmplices do próprio bem-estar do homem e da sociedade”.

Tendo em vista a reflexão da educação tecnológica, parte-se do questionamento: que educação tecnológica deve-se dar aos alunos, em especial aos engenheiros e tecnólogos, para compreenderem a tecnologia na sua essência e no seu processo de interação com a formação do cidadão? Geralmente, a tecnologia na educação é vista como uma série de recursos e procedimentos que auxiliam a ação pedagógica. Entretanto, o que se pretende é discutir a relação da ciência-tecnologia com a sociedade. Existem diferentes maneiras de educar e diversos procedimentos para alcançar tais objetivos, todavia não podemos desconhecer a

¹ CARSON, R. **Silent Spring**. Houghton Mifflin, Nueva York, 1962.

² KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**. 2ª ed., University of Chicago Press, Chicago, 1962.

tecnologia, nem subestimá-la ou superestimá-la em termos educacionais. Refletir as relações ciência, tecnologia e sociedade, mais do que um desafio, impõe-se como necessidade de compreensão e ação do educador da modernidade.

Assim, a educação tecnológica, em oposição à vertente racionalista e positivista, que predominou na sociedade, deve promover tanto o desenvolvimento pessoal como o social do indivíduo, de maneira que ele tenha condições de se posicionar ou mesmo questionar o desenvolvimento científico-tecnológico, procurando dar a essa modalidade de ensino uma proposta mais voltada para os aspectos humanísticos.

Todavia, usando as palavras de Grinspun (1999, p. 21):

- Como preparar os profissionais responsáveis pela geração de novas tecnologias?
- Como formar o indivíduo para viver esse novo tempo de forma a ter uma consciência crítica da tecnologia como conhecimento, e não como uma dimensão de dominação em termos político-sociais-econômicos?
- Como o homem deve ser educado para unir o conhecimento tecnológico com a sensibilidade necessária para não ser uma *nova máquina* de seu tempo?
- Como a escola deve trabalhar essa educação tecnológica?

Dessa forma, surge a preocupação com a educação em todo o seu processo. A educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é uma das alternativas possíveis para uma compreensão maior sobre a sociedade demandada pelas inovações científicas e tecnológicas.

Hoje, o tema ligado à ciência, à tecnologia e à sociedade (CTS) define um campo de trabalho bem consolidado na grande maioria dos países desenvolvidos para além da investigação puramente acadêmica. Segundo Bazzo (1998), isso acontece porque abrange um ambicioso movimento de renovação educativa, de transformação política e, em grande parte, do relacionamento profissional nos mais diversos setores. As políticas científico-tecnológicas e a educação em ciência e tecnologia, pelo menos nos países desenvolvidos, estão constantemente sofrendo profundas transformações. As primeiras têm procurado colocar sob o controle da sociedade os efeitos negativos das aplicações desenfreadas da ciência e da tecnologia. A segunda visa formar cidadãos responsáveis e socialmente conscientes, o que implica uma formação bastante diferente da que hoje ocorre, em que há preocupação excessiva em formar hiperespecialistas nas áreas tecnológicas.

Esse movimento vem ocorrendo nos países “desenvolvidos”, pois espera-se que os profissionais, além de talentos técnicos, tenham também competência social. Segundo Ziman (1985), hoje se espera que engenheiros, enfermeiras, dentistas, geofísicos, exploradores de petróleo, operadores de plantas químicas, farmacêuticos, arquitetos, agrônomos e muitos outros peritos científicos tenham responsabilidades sociais, tanto como talentos técnicos. No entanto, o que tem prevalecido nos bancos escolares brasileiros é a concepção tradicional da ciência e da tecnologia.

Echeverría (1995) resume as contribuições dos estudos CTS nos seguintes pontos:

- A decisão e escolha dos cientistas se fixam, sobretudo, em suas práticas efetivas, e não somente nos aspectos “racionais”.
- Vigiam a função que cumprem as instituições científicas na promoção e recepção de novas teorias e descobrimentos.
- Expõem o funcionamento real da investigação nos laboratórios e os processos como são construídos os consensos entre os investigadores.
- Cada vez que destacam o papel dos aparatos experimentais e de medição, e a elaboração de representações científicas para o desenvolvimento e consolidação dos conceitos e teorias científicas, estudam e colocam em manifesto os modos em que as comunidades científicas recebem novos feitos e teorias.
- Ao abandonar a visão de que as tecnologias são somente aplicações da ciência, ocorre uma redefinição das relações entre ciência e tecnologia.

Para Gordillo e Galbarte (2002) os estudos CTS também têm se ocupado da nova consciência social das tecnologias, cuja motivação se dá, muitas vezes, pela percepção dos riscos causados pelo desenvolvimento tecnológico. Esses riscos podem ocasionar danos que afetam boa parte dos seres humanos, danos que podem estar associados à universalização da tecnologia, como, por exemplo: catástrofes nucleares, a chuva ácida, o naufrágio de navios petroleiros que derramam produtos contaminantes. Por outro lado, diariamente, devemos tomar decisões sobre questões nas quais as certezas morais ou as seguridades que apontavam os saberes tradicionais têm desaparecido: a compra no supermercado (organismos geneticamente modificados, vacas loucas, colesterol, gorduras trans, etc), a condução de automóveis, o uso de telefonia celular, entre outros, são ações correntes que nos são problemáticas. Assim, a partir de alguns acidentes, esta nova percepção tem propiciado e fundamentado a participação pública na tomada de decisões tecnocientíficas em busca de se colocar limites.

Portanto, procurando evidenciar como as pessoas envolvidas com o processo de geração de inovações tecnológicas percebem a questão de se colocar limites no desenvolvimento de inovações tecnológicas, realizamos uma pesquisa empírica que passamos a descrever.

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA E DESENVOLVIMENTO

A pesquisa teve uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa. Para a coleta de dados utilizamos a técnica de entrevista individual semiestruturada. As entrevistas duraram em média 60 minutos, foram gravadas e transcritas literalmente. A amostra foi selecionada intencionalmente, sendo escolhidos gestores e empreendedores com empresas incubadas³ e graduadas⁴ em IEBT do Paraná, totalizando vinte e cinco participantes, os quais possuem graduação nas seguintes áreas: artes gráficas, arquitetura e urbanismo, ciências econômicas, designer, desenho industrial, engenharia de computação, engenharia eletrônica, engenharia elétrica, física, engenharia mecânica, química ambiental, tecnologia em eletrotécnica, tecnologia em informática e tecnologia em química.

Para não identificarmos os participantes da pesquisa e, conseqüentemente, garantir o anonimato dos mesmos utilizamos nomes fictícios acrescidos das letras G (gestores), EG (empreendedores graduados) e EI (empreendedores incubados).

A análise dos dados foi feita após a leitura de todas as entrevistas, cuja preocupação foi a de perceber como os participantes encaram as questões abordadas. Os dados foram agrupados e separados por unidades de significados, primeiro numa perspectiva global – levando-se em conta as convergências das informações, depois numa perspectiva diferenciada, destacando-se os dados divergentes, que foram apresentados de maneira descritiva. Desse processo de análise emergiram os resultados que serão apresentados na seqüência.

LIMITES: A AUSÊNCIA DE UMA ESTRATÉGIA

Assistimos nas últimas décadas a uma crescente sensibilização e agitação em relação aos problemas relacionados com as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico. Atualmente a percepção popular da ciência e da tecnologia é ambivalente, pois ao mesmo tempo em que produz tecnologia com efeitos positivos, também produz com efeitos negativos sendo que, os mecanismos de mercado não são suficientes para evitá-los. Assim, visando

³ São empresas que estão instaladas dentro das incubadoras. Estas empresas podem permanecer por, no máximo, 3 anos dentro da incubadora.

⁴ Empresas graduadas são as empresas que já saíram da incubadora. As empresas podem se graduar antes de 2 anos.

proteger a saúde dos seres humanos e o meio ambiente, faz-se necessário regular as aplicações tecnológicas de forma a analisar os impactos e riscos tecnológicos.

O problema da responsabilidade social dos cientistas e técnicos é, atualmente, uma das questões cruciais de nossa cultura. Neste contexto, buscando conhecer como os gestores e empreendedores oriundos de IEBT- PR percebem essa problemática, indagamos: em sua opinião é necessário controlar, colocar limites, estabelecer critérios em relação ao desenvolvimento de inovações tecnológicas?

Dos vinte e nove (29) participantes obtiveram-se três grupos de respostas. GRUPO A (30,2%) – responderam não, GRUPO B (12,7%) – depende da área e GRUPO C (57,1 %) – responderam sim.

Para o GRUPO A (30,2%) o desenvolvimento de inovações tecnológicas deve ser livre, sem limites, sem controle, pois consideram que isso inibiria a criatividade e desestimularia a produção de conhecimento, como podemos observar no relato abaixo:

Não, acho que o desenvolvimento tecnológico fica prejudicado se você limitar, imagine como vai ser no ano dez mil sem a tecnologia (...), se vem um projeto que o empresário diz que é um projeto que vai diminuir o problema do lixo, dos aterros vai ter uma contribuição de longo tempo para a questão ambiental. Isso é um critério válido? Tivemos um caso que na seleção do projeto o participante da banca (pessoal do IAP, da secretaria do meio ambiente) diz esse critério é válido, não tem hoje, vocês precisam fazer. Agora essas mesmas pessoas dizem “só que é um processo difícil, que infelizmente não está inserida na questão dos contratos”. Então, será que daqui a dois anos o empreendedor vai conseguir vender? Isso é um produto de engenharia ou é um produto de novo conceito? Ainda que essa questão social seja mais relevante, para efeito de empresa ele é difícil. Veja que a distância de você fazer o politicamente e socialmente aceitável, mas até chegar ao mercado tem critérios econômicos de decisão. Isso que é difícil, ainda que tenha a porta de entrada na IEBT, a gente empurra, mas para a empresa se crescer ela precisa ser puxada. (THOMAS - G)

Na narrativa é possível evidenciar que a prioridade é econômica, pois o entrevistado alega que, se o produto não tiver um critério válido (valor no mercado), o produto/empresa não é incubado. A argumentação também aborda sobre o problema de não haver incentivos para projetos de inovações tecnológicas voltadas para questões sociais, como por exemplo, na área ambiental. É um assunto a ser debatido, pois isso prejudica o desenvolvimento de projetos nessa área, especialmente em IEBTs/HTs que têm por propósito que o empreendedor crie uma empresa viável economicamente em um período de 2 a 3 anos.

Pudemos também apreender das falas que a maioria dos entrevistados fica muito atrelada aos aspectos positivos da inovação tecnológica, mostrando, inclusive, ingenuidade em relação a esse tipo de desenvolvimento. Isso se confirma quando, provocados com a pergunta: “como você vê essa questão de inovação tecnológica em relação às armas químicas, transgênicos, modificações genéticas, bomba atômica, etc.?” os empreendedores desse grupo mostraram que não tinham pensado sobre esses aspectos, inclusive alguns (13,9%) chegaram a mudar suas respostas em virtude da provocação, fato que se observa na afirmação de Lauro (EG):

É aquele ciclo, você desenvolve uma coisa e a tecnologia acompanha. A bomba atômica saiu da medicina, na verdade a ciência arranjou uma forma de extrair energia com custo muito mais baixo numa quantidade muito maior. Acontece que quando a tecnologia acompanhou descobriu-se que poderia ser feito uma arma. Não tem jeito, é paralelo, tem que ver qual o caminho que se vai tomar, a consciência é que diz. Mas, se for pensar bem, tem que limitar.

Embora alguns participantes da pesquisa tenham mudado de postura, outros (16,3%) permaneceram com o posicionamento inicial de que não devem ser colocados limites no desenvolvimento de inovações tecnológicas. Esse tipo de postura é próprio do modelo linear de inovação, para o qual não havia lugar para as consequências negativas da mudança tecnológica. No entanto, os efeitos negativos do desenvolvimento tecnológico tornaram-se

públicos e devido à ação de alguns grupos sociais emergiu a preocupação pública pelos impactos negativos da tecnologia.

Apesar de todos os benefícios que a ciência moderna e a tecnologia têm nos proporcionado, cresce o discurso crítico sobre o risco que elas podem nos causar. Todavia, ainda hoje, a ênfase é para a concentração de riquezas e a militarização. (GARCIA et al., 1996)

Percebe-se, assim, a gênese de uma reflexão necessária para o desenvolvimento e os riscos tecnológicos, cujas questões devem ser melhores esclarecidas e debatidas pela sociedade e, principalmente, pelos formadores de opinião. Como a conscientização e a mudança de atitude são pontos que passam pela educação, é imprescindível fornecer uma educação tecnológica para dar a todos os cidadãos condições de participar das discussões que incluam questões científicas ou tecnológicas.

Para o GRUPO B (12,7%) dependendo da área, deveria ser colocado algum limite para as inovações da tecnologia. Vejamos:

Acho que é uma questão que não é só da inovação, mas das empresas de uma maneira geral. Se ela está inovando para fabricar armas, ou não está inovando, o problema é que ela fabrica armas. Essa é a questão de base, talvez, em algumas áreas, que não é nossa, possam existir questões mais éticas com relação a experimentos da inovação. (NELSON - EI)

Dizer que dependendo da área deve-se limitar o desenvolvimento de inovações tecnológicas é uma visão simplificada do problema. Os riscos sociais, quase sempre, estão presentes (na cultura, no ambiente, na política, na qualidade de vida, etc) e, por isso, necessita-se de clareza para refletir sobre eles, levando em consideração as diferenças locais, regionais, ou seja, a realidade local para, em cima disso, tomar as decisões visando o bem-estar de toda a humanidade e, não apenas para beneficiar a poucos.

O GRUPO C (58,2%) afirma a necessidade de se colocar limite no desenvolvimento de inovações tecnológicas. Tais afirmações estão representadas relato de ROMEU – (EG)

Acredito que alguns pontos da tecnologia ficam em uma análise um pouco mais econômica, numa visão de longo prazo, uma visão de tecnologia que possa afetar o meio ambiente. Essa visão também é uma visão recente e as empresas estão começando a adquirir isso dos últimos anos para cá. Com certeza, muitas tecnologias que estão sendo utilizadas devem ser muito estudadas, antes de ser aplicadas não somente trazendo benefício econômico, mas analisar o seu impacto ambiental, social.

As declarações anteriores abordam a necessidade de se colocar limites no desenvolvimento de inovações tecnológicas, tanto por parte dos cientistas e dos técnicos como também por parte da sociedade. Como Waks (1996b) destacou, ao se introduzir uma inovação tecnológica na sociedade, é possível que se ganhe em alguns aspectos, contudo, também é possível que esta inovação traga prejuízos sociais.

Esforços têm sido despendidos em busca de um desenvolvimento científico e tecnológico mais humano, porém o que ainda se percebe é esse tipo de investigação voltada para a concentração e militarização, especialmente em países ricos, como os EUA, com controle do monopólio sobre a indústria que busca o lucro máximo sem a preocupação dos efeitos que se impõem à maioria da população. Por isso, é preciso haver mais consciência social no desenvolvimento das inovações tecnológicas a fim de minimizar seus efeitos negativos.

Aos 83,7% entrevistados que, de alguma forma se posicionaram a favor de se limitar o desenvolvimento de inovações tecnológicas, foi perguntado: quais critérios levar em consideração, para estabelecer os limites? Para alguns, o critério deve ser o bom senso e a ética, Elce (EI) assim se posiciona: “Talvez, o limite seja o do bom senso, da ética, de se colocar no lugar do outro”.

Para outros, os critérios deveriam ser os riscos, os benefícios e malefícios como expresso nas palavras de Romeu (EG) “Acho que os critérios devem ser os riscos envolvidos,

os retornos que a tecnologia trará para a sociedade e o impacto em relação ao meio ambiente que irá trazer, basicamente é isso”.

Elvira (EI) ressaltou que deveriam ser consideradas as leis e o lucro do empreendedor: “Levar em consideração as leis que existem. Acho que tem que envolver a questão do lucro que a empresa vai ter, porque é isso que o empreendedor quer, tem que medir também o número de empregos etc”.

Durval (EI) considerou que os critérios deveriam ser técnicos:

É bem complicado você querer colocar um freio nisto, pois você terá pessoas que querem que a pesquisa seja desenvolvida, para ganhar dinheiro, ou para produzir, ou como estratégia do país e, de outro lado, pessoas que não querem isso, é bem complicado, acho que deveriam ser utilizados critérios mais técnicos, quem sabe assim você poderia avançar bem mais, se os critérios não forem técnicos, você sempre terá várias opiniões, principalmente religiosas. (...) É complicado porque você vai ter várias opiniões.

Ramon (EI) entende que, para se estabelecerem os critérios, devem ser analisadas as condições locais e regionais.

... nós teríamos que pensar em mecanismos menos globais, talvez, não deixando de entender o mundo, mas pensar regionalmente, localmente (...). Deve ser analisado caso a caso, não se pode estabelecer os mesmos critérios para todas as regiões, sem respeitar a cultura de cada região, cada uma requer um tipo de desenvolvimento, mas esse deve ser pautado no princípio da sustentabilidade, ou seja, pautado em estudos locais que permite conhecer a realidade local, saber quais os seus riscos e quais os seus benefícios para a população dessa região.

Os entrevistados tiveram diferentes pontos de vista em relação aos critérios que devem ser levados em consideração para limitar a tecnologia. Foi abordada a questão da ética, dos riscos, benefícios e malefícios da tecnologia, utilização das leis, o lucro do empreendedor, critérios técnicos e análise das condições locais e regionais. Os critérios enfocados pelos participantes da pesquisa parecem ser todos válidos, embora um não exclua o outro. O importante é que as decisões a respeito das inovações científicas e tecnológicas devem ser mais conscientes e mais debatidas. Todavia, quem deve participar do controle das inovações tecnológicas? Buscando levantar a opinião dos empreendedores e gestores sobre o assunto, perguntamos: em sua opinião, quem deve participar desse debate, ou das decisões para limitar as inovações tecnológicas?

Para uma minoria (6%) dos entrevistados o limite deve ser deixado por conta da demanda/consumo, pois eles consideram que se não houver consumo não há porque produzir inovações. Thomas (G) argumentou: “Eu acho que quem determina isso é o próprio mundo da demanda (...), o que determina na verdade o caráter de validação social não é o empresário e sim a própria demanda, o próprio mercado é que vai acabar ditando como fazer isso.

A possibilidade de o limite ser determinado pela demanda do mercado, talvez fosse possível se a população tivesse uma formação crítica em relação à tecnologia e recebesse todas as informações necessárias para poderem tomar decisões conscientes na hora de consumir um produto. Todavia, num país em que a maioria das pessoas não é alfabetizada tecnologicamente, esperar que seja capaz de deixar de consumir um determinado produto, porque este produz algum tipo de implicação social no sentido negativo, pode ser considerada uma utopia, embora seja almejada.

Para uma parcela dos entrevistados, esse tipo de decisão deve ficar sob a responsabilidade do governo, Mauro (EG) afirma, “Eu acredito que tem que ser através do governo. O governo tem que criar algum órgão, se já não existe, para que a empresa que tiver lá na sua razão social, analisar o que a empresa está desenvolvendo”.

O que se percebe é que a ciência e a tecnologia têm atendido às necessidades das classes dominantes e dos governos que representam empresas poderosas, de modo que somente uma pequena parcela da população pode usufruir de seus serviços e inovações, acentuando a desigualdade, ao mesmo tempo em que garante o lucro de um seleto grupo de empresas. Então, se a mudança é pretendida, não se pode deixar tais decisões nas mãos só dos

governantes, pois esses têm demonstrado ter uma visão unilateral da tecnologia privilegiando a poucos e não garantindo o bem-estar da sociedade.

Outros participantes alegam que esse tipo de decisão deve ser realizado por especialistas, como se observa o relato de (NELSON - EI)

Eu acho que uma comissão de especialistas, porque só ele pode julgar, eu como leigo não tenho argumentos para avaliar. Eu acho que o leigo pode até dar opiniões, mas só quem pode julgar é alguém com grande conhecimento sobre o assunto. No final das contas quem acaba decidindo são os políticos com leis, funções ou determinando comissões e pode opinar a sociedade como um todo. O político também não é especialista nesta área, ele só pode julgar baseado nos laudos que vêm de especialistas. A sociedade como um todo também não pode saber, ela vai julgar baseada em opiniões que ela mesma ouve, eu tenho muito receio de ter opiniões populares para questões desse tipo. Eu acho isso, eu acho aquilo. A questão nuclear: se deve ou não deve ter usinas nucleares no Brasil? Quem pode responder sobre isso, quem conhece os efeitos que tem a exploração, o problema do vazamento de questões nucleares, só os especialistas da área nuclear e ambiental.

Analisando os comentários anteriores, os especialistas são considerados em melhor condição de participar das tomadas de decisões em relação ao desenvolvimento de inovações tecnológicas, porque detêm o conhecimento. Entretanto, parece-nos que deixar as decisões científicas e tecnológicas somente nas mãos dos especialistas que, muitas vezes, estão envolvidos no processo, não é a decisão acertada, porque na ânsia de lançar uma nova tecnologia no mercado, muitas vezes os efeitos negativos não são levados muito a sério. Exemplo disso foi o que aconteceu com o medicamento talidomida, o qual foi disponibilizado para utilização de gestantes trazendo consequências drásticas por conta dessa utilização.

Nesse sentido, Sanz e Cerezo (1996, p.288) argumentam que não está claro o papel político de tais profissionais. Para alguns, trata-se de simples tecnocracia, de uma nova fonte de poder não democrática com influência sobre os políticos e sobre o público em geral. Para outros, os especialistas são mantidos pelo poder político e desfrutam de pouco ou nenhum poder, pois são utilizados como uma cortina de fumaça para legitimar decisões tomadas por outros motivos.

O desenvolvimento científico e tecnológico deve ser encorajado a florescer e a progredir, mas de forma que se leve em consideração o bem-estar da população e não somente o econômico como vem acontecendo atualmente. Autores como Bernal (1969), Waks (1996), López e Cerezo (1996), Sanz e Cerezo (1996) argumentam que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia deve ser uma preocupação de toda a população, pois devido à utilização que vem sendo dada à ciência pelo capitalismo desregrado da Revolução Industrial e agora pelo capitalismo monopolista, a situação dos seres humanos tem se tornado extremamente insegura, o que parece um ponto de impedimento em deixar as decisões do desenvolvimento científico e tecnológico apenas aos cuidados de alguns. Talvez o melhor a ser feito é disponibilizar esse conhecimento para toda a população de forma que, fundamentada, ela possa também contribuir e decidir o que julgar ser melhor para a sociedade.

Outros entendem que os diversos setores da sociedade exposta aos riscos do desenvolvimento tecnológico devem participar da discussão, ou seja, governo, especialistas, representantes da sociedade (sindicatos, associações, políticos, etc), conforme se constata no relato de RUI (EI) “Governos, órgãos de classe, cientistas, se necessário criar ou formar uma entidade para fazer isso”.

Os posicionamentos relatados reforçam a necessidade de se colocarem limites nas inovações tecnológicas e que essa deve ser direcionada para a promoção humana. Para isso, as decisões acerca do assunto não podem ser concentradas nas mãos de apenas alguns poucos interessados, mas sim elas devem ser conscientizadas e mais discutidas pelos diversos setores da sociedade que é exposta aos riscos do desenvolvimento científico e tecnológico. O risco pode ser resultado de uma decisão e muitos danos poderiam ser evitados se tivesse sido

tomada uma decisão diferente.. Assim é necessário assumirmos a responsabilidade coletiva e consciente no desenvolvimento de tecnologias.

Para Sanz e Cerezo (1996), as possibilidades de participação podem se dar através dos cidadãos ou através de organizações. Na primeira possibilidade, podemos citar exemplos de cidadãos que podem participar das decisões: pessoas diretamente afetadas pela inovação científica e tecnológica ou pela intervenção ambiental, que não podem evitar o risco ou o impacto direto (econômico, ambiental, etc.), o público envolvido (consumidores dos produtos científico-tecnológicos), o público interessado e, a comunidade científica e engenheril. Na segunda possibilidade os tipos de organizações citadas pelos autores são: grupos de cidadãos, associações não governamentais de caráter regional, nacional ou internacional e associações de cientistas.

A complexidade dos problemas atuais acerca do desenvolvimento científico e tecnológico e a presença de valores e interesses “externos” no conhecimento especializado fazem a pluralidade de perspectivas e a participação social um bem valioso tanto do ponto de vista político como de uma consideração estritamente prática.

Apesar de a maioria achar que a população deve opinar sobre o desenvolvimento de inovações tecnológicas, alguns participantes questionaram se a população possui conhecimento suficiente para isso. Vejamos o que diz Sueli (EG):

A sociedade, acho que é mal informada, ela não tem como saber tanto sobre aquilo e ela acaba sendo manipulada. Então, às vezes, é legal a sociedade participar, mas na verdade ela já foi manipulada para responder sim ou não. Esse é o meu modo de ver, ela não tem informações nem vai conseguir assimilar aquilo, então fica uma revista contra e uma revista a favor, programa contra e programa a favor e ela está fora daquele mundo e eu não vejo se ela tem condição de dizer sim ou não, porque tem um mundo maior ali, a gente não sabe.

A ausência de conhecimentos científicos e tecnológicos por parte da população, induz à falta de responsabilidade. Por isso, é necessário que, além de uma educação científica e tecnológica, a população também tenha acesso às informações, isto é, para que a população possa refletir as diferentes problemáticas é necessário que todos tenham acesso à cultura científica que lhes permita desenvolver-se em um mundo absorvido pelos avanços científicos e tecnológicos, que os levem a atuar, responsabilmente, tomando decisões fundamentais e resolvendo os problemas cotidianos. Essa cultura científica e tecnológica deve ser assegurada a todos os cidadãos, especialmente, àqueles que serão os futuros responsáveis pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Sanz e Cerezo (1996) reforçam essa idéia, afirmando que a participação sociopolítica vem ganhando um novo contorno, pois cada vez mais tem havido interesse do cidadão em participar das decisões. Segundo os autores, a administração pública começa a sensibilizar-se das desvantagens de uma orientação tecnocrática na tomada de decisões em política científico-tecnológica criando-se uma nova imagem do ser humano como membro do meio biossocial. A imagem de um mundo único vem sendo reforçada continuamente pela tendência político-econômica de resolver problemas atuais mediante a coordenação de projetos em escala mundial, como por exemplo, as CFCs e a camada de ozônio, recursos pesqueiros, selva tropical entre outros. Também a contínua difusão dos meios de comunicação da imagem planetária da Terra começa a formar uma imagem de que o mundo é um jardim ou horta que tem de ser trabalhada e desfrutada segundo um planejamento premeditado.

Assim, os grandes projetos que emergem nos grandes centros de decisão devem levar em conta o particular e buscar adequar-se, quando não se submeter a ele. A diversidade dos ambientes e os seres vivos que neles habitam não podem ser sacrificados sem mais nem menos, como desejam os centros de poder. Então, é possível dizer que as relações entre ciência e sociedade se encontram hoje em um processo de renegociação política. No entanto, não se trata de simplesmente se imporem restrições sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, mas sim de renegociar quem deve decidir os objetivos políticos sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e quem deve supervisionar seu cumprimento.

Desse modo, se queremos uma nova imagem do ser humano como membro de um meio biossocial, devemos proporcionar aos estudantes uma nova visão de mundo. Diante disso, o ponto em questão é: que educação tecnológica deve-se dar aos alunos, em especial aos engenheiros e tecnólogos, para compreenderem a tecnologia na sua essência, no seu processo de interação com a formação do cidadão?

Existem diferentes maneiras de educar e diversos procedimentos para alcançar tais objetivos, porém o educador não pode desconhecer a tecnologia, nem subestimá-la ou superestimá-la, para que saiba promover reflexões efetivas sobre as relações ciência, tecnologia e sociedade. Grinspun (1999) argumenta que os seres humanos precisam de uma educação que ultrapasse o casuísmo, o fatalismo, para melhor conhecer a complexidade da tecnologia como produto, como processo, como conhecimento, como sentimento, como realidade, como identidade e inclusive as repercussões sociais oriundas desta tecnologia.

A educação tecnológica, em oposição à vertente racionalista e positivista predominante na sociedade, deve promover tanto o desenvolvimento pessoal como social do indivíduo de maneira que ele tenha condições de se posicionar ou mesmo questionar o desenvolvimento científico e tecnológico, por meio de uma proposta voltada mais para os aspectos humanísticos. E nesse sentido, acreditamos que a abordagem CTS é uma das vias pela qual se pode proporcionar uma formação que leve os alunos a exercerem uma participação mais ativa nas tomadas de decisões acerca do desenvolvimento científico e tecnológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo nos mostra que as decisões de cunho científico e tecnológico se tornaram demasiadamente importantes para serem monopólio dos especialistas, por isso é que defendemos, como Bernal (1969), López e Cerezo (1996), Sanz e Cerezo (1996), Waks (1996a e b) entre outros, que o desenvolvimento de inovações tecnológicas deve ser uma preocupação de todos os envolvidos.

Embora entendamos que é preciso quebrar o contrato social do modelo linear/tradicional de progresso/desenvolvimento que se tem sobre a ciência e a tecnologia, que a sociedade tem que participar das tomadas de decisão sobre a atividade científica e tecnológica em pé de igualdade com os especialistas e as autoridades governamentais, que as tomadas de decisão devem ser menos tecnocráticas e mais democráticas, questionamos: será que a população está preparada para participar desse tipo de decisão?

Pelo que pudemos constatar na pesquisa, embora os entrevistados possuam um nível de formação bastante elevado, fazendo parte dos 5% da elite intelectual do Brasil, eles apresentam uma visão que se restringe aos aspectos técnicos e econômicos do desenvolvimento científico e tecnológico, não considerando as suas relações sociais. Tal percepção parece ser fruto da sua formação acadêmica que, como foi evidenciado na pesquisa empírica de uma maneira geral, não proporcionou uma formação mais humanista, sendo alegado pela maioria (79,1%) dos participantes que os aspectos sociais da ciência e da tecnologia não eram abordados nos seus cursos acadêmicos e que, quando isso ocorreu, foi de forma bastante superficial e aleatória sem correlação com as demais disciplinas.

Também foi possível constatar que as disciplinas, que têm como proposta exercitar a reflexão crítica, a análise e a discussão, são deixadas de lado e consideradas como “perfumaria” pela maioria dos entrevistados, confirmando as argumentações de Bazzo et al. (2000) de que a vertente filosófica que predomina na área técnica, a estrutura e a lógica, relegam ao plano secundário as questões sociais e políticas, além das características pessoais dos envolvidos, privilegiando apenas os lados “frios” e “neutros” das técnicas, o que tem promovido a fragmentação forçada e artificial das unidades de ensino.

Pode-se, portanto, concluir que, apesar de haver algumas iniciativas com o propósito de promover uma educação científica e tecnológica mais ampla, elas ainda são bastante

pontuais e desvinculadas da realidade do aluno, não surtindo um efeito significativo na consciência do futuro profissional.

Face às considerações expostas, a educação tecnológica é convidada a refletir sobre seu destino histórico, não para abandonar o caminho já percorrido, mas, sobretudo, para revê-las levando em conta o novo mundo que se vislumbra. A educação CTS se apresenta como uma nova postura que pode ser assumida pelos professores, para muito além do academicismo e cientificismo, pois se preocupa com as questões sociais da mudança científico-tecnológica, favorecendo a edificação de atitudes, valores e normas, de maneira que os estudantes possam participar ativa e responsabilmente do debate político e público sobre questões relacionadas com o desenvolvimento de inovações científico-tecnológicas.

Não se trata só de introduzir novas disciplinas, é necessário que suas ementas estejam voltadas aos cursos a que se destinam. Por exemplo, uma disciplina de filosofia da ciência, tecnologia e sociedade devem estar relacionadas com a realidade do curso em que estão inseridas, ou seja, os alunos devem perceber a sua interação com os conteúdos científicos e tecnológicos que recebem no decorrer do curso. Mais do que conteúdos que abordem a questão social da ciência, da tecnologia e da inovação tecnológica são necessários métodos de ensino-aprendizagem que possibilitem à educação tecnológica formar profissionais criativos e comprometidos com a sociedade.

REFERÊNCIAS

- BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade:** e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BECHMANN, Gotthard. Riesgo y sociedad post-moderna. In: LUJÁN, José L. y ECHEVERRÍA, Javier. **Gobernar los Riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo.** Madrid: Biblioteca Nueva – OEI, 2004.
- BERNAL, J. D. **Ciência na História.** v. VII. Lisboa: Livros Horizonte, 1969.
- CEREZO J. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, Lucy W. Dos; ICHIKAWA, Elisa Y.; SENDIN Paulo V.; CARGANO, Doralice de F (orgs). **Ciência, Tecnologia e Sociedade:** o desafio da interação. Londrina: IAPAR, 2002, pp. 03-39.
- ECHEVERRÍA, Javier. **Filosofía de la ciencia.** Madrid: Akal, 1995.
- GARCIA, Marta I. González; CEREZO, José A López y LOPEZ, José L. **Ciencia, Tecnología y Sociedad:** una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos, 1996.
- GORDILLO, Mariano M. e GALBARTE, Juan C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. In: **Revista Iberoamericana de Educación.** Madrid: OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2002, p.17-59.
- GRINSPUN, Mírian P. S. Z. Educação Tecnológica. In: GRINSPUN, Mírian P. S. Z. (org.). **Educação Tecnológica:** desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999.
- LÓPEZ, José L. L. e CEREZO, José A. L. De la promoción a la regulación. El conocimiento científico en las políticas públicas de Ciencia e Tecnología. . In: LÓPEZ, José A. L. L y ECHEVERRÍA, Javier. **Gobernar los Riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo.** Madrid : Biblioteca Nueva – OEI, 2004.
- SANZ, José A. M. e CEREZO, José A. L. Participación pública en política científica y tecnológica. In: ALONSO, Andoni; AYESTARÁN, Ignacio y URSÚA, Nicanor (coord.). **Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Spain: Editorial Verbo Divino, 1996, pp. 287-296.
- WAKS, Leonard J. Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. In: ALONSO, Andoni; AYESTARÁN, Ignacio e URSÚA, Nicanor (coord.). **Para Comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Espanha: Editorial Verbo Divino, 1996a, pp. 19-33.
- WAKS, Leonard J. Las relaciones escuela-comunidad y su influencia en la educación en valores en CTS. In: In: ALONSO, Andoni; AYESTARÁN, Ignacio e URSÚA, Nicanor (coord.). **Para Comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Espanha: Editorial Verbo Divino, 1996b, pp. 35-47.