



## TECNOLOGIA, CIÊNCIA E DEMOCRACIA (Revista da ESG Ano XIV, nº 37)

**Prof. Júlio Dolce**\*

### INTRODUÇÃO

Tecnologia, ciência e democracia parecem ser instituições humanas aparentemente dissociadas uma das outras, embora de uma maneira geral nossa percepção indique que elas separadamente tem exercido forte influência em nossas vidas ao longo das civilizações e de maneira especial neste século que estamos terminando. Com a chegada do novo milênio muitas pessoas ficam perplexas com o fato de que idéias surgidas há mais de 2500 anos ainda permaneçam atuais enquanto outras, até mais recentes, em tão pouco tempo se mostraram inviáveis para produzir, aquilo que se convencionou chamar de o bem comum. Na verdade, a ciência, a tecnologia e a democracia tem muito a ver uma com as outras e provavelmente no próximo século viveremos uma época de maiores e profundas transformações propiciadas pelas duas primeiras que influenciarão de maneira radical o exercício da democracia.

### TECNOLOGIA

Desde o início da história do homem sobre a Terra aparecem evidências de que, para aumentar sua possibilidade de sobrevivência, o homem primitivo utilizou a intuição e a experimentação, empregando os meios à disposição na Natureza, para inventar instrumentos que aumentassem sua capacidade de ação e o ajudassem na árdua luta pela vida num meio inóspito e altamente competitivo. Por isso mesmo podemos considerar, desde aqueles instrumentos primitivos até nossos dias, que os artefatos tecnológicos são na verdade uma extensão dos nossos sentidos, ampliando nossa capacidade de ação para melhor nos posicionarmos como espécie privilegiada da Criação. O carro, o barco e o avião servem como uma extensão do corpo para o transporte; os óculos, microscópios e telescópios servem de ampliação do sentido da visão; o telefone, o rádio a televisão de extensão à audição e assim por diante.

Outros pensadores analisando o significado teleológico da tecnologia consideram que os artefatos tecnológicos além de serem extensões do corpo do homem teriam uma função concreta: seriam instrumentos de luta. Neste caso, seriam os meios que o homem inventaria para lutar pela sua sobrevivência, dominando os mais fracos ou se defendendo dos mais fortes. Fraco ou forte passou a ser daí em diante aquele que dispusesse de um instrumento menos ou mais avançado para sua defesa ou ataque. Neste sentido a tecnologia é vista como a função da vida no processo permanente de adaptação do homem ao meio ambiente, na luta constante contra seus inimigos fossem eles outros homens ou outros animais, superando os desafios e ameaças que surgiram ao longo da sua curta existência sobre a Terra.

Tecnologia pode também ser considerada como manifestação individual do espírito livre e criativo do homem, ou manifestação cultural que permitiu ao homem criar novas formas de sociedade, tais como as grandes civilizações da Antiguidade e a sociedade tecnológica que hoje, de forma mais ou menos desenvolvida, se encontra espalhada por todo o Planeta.

Entendo que a principal interpretação do significado da tecnologia consiste na compreensão de que esta seja uma criação cultural, isto é, uma criação do homem no seu processo dialético de interação com a natureza e com seus semelhantes. Desse modo o homem, com sua inata capacidade criadora, produz sempre novas formas de enfrentar os desafios que se lhe apresentam. A tecnologia seria então a criação feita pelo homem que através dela busca a libertação do trabalho físico e a superação dos limites humanos. Em última instância a tecnologia expressa a realização criadora do homem na permanente busca da superação de seus limites físicos.

Gostaria de falar sobre um outro tipo de tecnologia que não as intuitivas e experimentais como aquelas que surgiram com o homem primitivo e que até hoje continuam a ser importantes neste final de milênio onde começamos a entrar numa nova era denominada Sociedade do Conhecimento. Refiro-me àquelas tecnologias de base científica que só são possíveis de serem desenvolvidas a partir de um conhecimento científico anterior.

Foi só com o desenvolvimento das ciências e do método científico que a Humanidade passou a contar com um processo que empregava os conhecimentos adquiridos pela ciência imediatamente em proveito do próprio homem. Esse fato é muito recente na história da Humanidade. Há pouco mais de cem anos pela primeira vez o Homem utilizou um conhecimento científico anterior para produzir um artefato tecnológico. Como vimos a tecnologia antecede a ciência mas é a tecnologia de base científica, obtida a partir desses conhecimentos científicos, que vem revolucionando o mundo moderno.

A tecnologia de base científica é pois a intermediária entre o conhecimento científico e a produção de bens, processos e serviços para o homem e para a sociedade. Entretanto, ela se torna mais e mais importante na medida que o avanço científico exige tecnologias cada vez mais sofisticadas para suportar seu próprio progresso.



**Figura 1 - Geração do conhecimento científico e tecnológico**

Na figura acima podemos ver como o homem é o gerador e o receptor de todo conhecimento científico e tecnológico por ele desenvolvido. Em meio a um universo desconhecido, o homem observa, analisa e procura estabelecer as leis que regem, não apenas o universo físico e material, mas também o universo das relações humanas relativas ao seu espírito e das relações sociais do indivíduo com seus semelhantes e com meio em que vive. Inicialmente, usando apenas a intuição e a experimentação para criar tecnologias que redundem em bens, processos e serviços para melhoria do seu bem estar. E assim tem sido ao longo desses quinhentos mil anos de história da Humanidade.

Entretanto, a partir da Civilização Grega a Humanidade começa a analisar os fenômenos naturais procurando extrair de suas observações leis que acreditavam deveriam existir para governar a Natureza do mesmo modo que as leis criadas pelo homem para organizar o regime político, a Democracia.

A ciência surge assim como um meio de explicar os fenômenos naturais a partir da filosofia desenvolvida pelos gregos que para melhor explicar seu propósito a chamavam de filosofia natural. Não existia nenhuma preocupação com a aplicação desses conhecimentos, fruto do espírito criativo e investigativo desses primeiros cientistas. Por dois milênios esses conhecimentos científicos ficariam dissociados de qualquer aplicação não gerando qualquer tecnologia para o bem da Humanidade.

Com o Renascimento, surgem as antigas idéias dos gregos de tentar entender as leis que governavam a Natureza e com elas explicar o funcionamento das máquinas, instrumentos e construções realizadas com sucesso até aquela época. Com a Revolução Científica do século XVII o homem se maravilha com sua capacidade de entender o universo que o cerca e a partir daí surgem as primeiras leis da Física, da Química, da Mecânica e da Astronomia. Mas, foi apenas no século passado que a ciência passou a induzir a criação de novas tecnologias as quais certamente não poderiam ter sido criadas apenas pela intuição e pela experimentação. Surge assim um novo tipo de tecnologia que se baseia num conhecimento científico anterior e por isso mesmo chamada de tecnologia de base científica.

Modernamente, persistem esses dois tipos de tecnologia: aquelas criadas pelo gênio intuitivo e pela experimentação que respondem pela maioria das tecnologias existentes e aquelas tecnologias criadas a partir de conhecimentos científicos anteriores. Desse modo um produto tecnológico de base científica, altamente sofisticado, sofre modificações com base na intuição e experimentação de pesquisadores introduzindo aperfeiçoamentos que aprimoram o emprego e criando sucessivas gerações de uma mesmo produto. Até que uma nova criação, fruto da investigação científica, produza um novo e revolucionário produto tecnológico que aniquila todas aquelas gerações anteriores. Como exemplo podemos citar o rádio que evoluiu de um simples circuito oscilador para sofisticados sistemas usando complicadas válvulas que acabaram sem aplicação com o advento do transistor obtido a partir dos conhecimentos desenvolvidos pela física do estado sólido. Neste exemplo vemos como uma invenção pode sofrer sucessivas evoluções criando novas gerações de um mesmo produto usando apenas a intuição e a experimentação. E, como um novo conhecimento científico, obtido pela criação e investigação científica produz uma inovação tecnológica capaz de mudar radicalmente o produto original.

Entretanto, apesar de todo avanço da ciência nos dias atuais, a intuição e a experimentação ainda prevalecem como importantes manifestações da genialidade e do espírito inventivo do homem. Assim é que uma das maiores inovações no setor de transporte marítimo nada teve a ver de com a ciência. Refiro-me a utilização dos *containers* que embarcados colocam os produtos diretamente do portão da fábrica na porta do comprador, facilitando o manuseio de cargas e agilizando o tempo de entrega. Essa revolução no transporte marítimo nada teve de científico. Foi apenas uma grande idéia que se transformou numa ótima inovação.

Entretanto, são as tecnologias de base científica que modificam o vida do homem moderno de tal modo que no curto espaço de apenas uma geração ele se vê obrigado a se adaptar pelo menos quatro vezes antes de se considerar velho o suficiente para não mais se preocupar com elas. Isso pode ser explicado pelo tempo decorrente entre o surgimento de uma invenção de cunho meramente teórico explicativo e a sua execução prática na forma de uma inovação, seja um novo produto, processo ou serviço colocado à disposição da sociedade. Enquanto no século XVIII esse tempo se contava em

décadas, atualmente esse período se situa na média em alguns poucos anos. Além disso, a velocidade da informação nos coloca instantaneamente diante de um mundo em constante e perceptível mudança

Finalmente, pode-se ainda denominar as tecnologias de base científica de acordo com a ciência em que se baseiam. Assim, além da tecnologia industrial pode-se ainda falar em outros tipos de tecnologia conforme sejam os produtos, processos e serviços desenvolvidos a partir das ciências humanas ou sociais. Essas seriam as tecnologias humanas e as tecnologias sociais assim denominadas conforme a ciência que as originou.

Para concluir podemos dizer que tecnologia é o conjunto organizado de todos os conhecimentos científicos, empíricos e intuitivos empregados na produção e comercialização de bens e serviços e no processo de sua aplicação. Desta forma a tecnologia não é estática, muito pelo contrário, ela é altamente dinâmica. A tecnologia se sujeita às leis do mercado e desse modo possui um ciclo de vida: surge a partir da intuição, da experimentação ou de um conhecimento científico novo, evolui a partir do acréscimo de outras tecnologias, se desenvolve, é comercializada e finalmente cede lugar a outra mais moderna.

Não confundi-la com técnica que por não possuir base científica pode ser definida como o conjunto de instruções ou de habilidades necessárias a produção de bens e serviços. Já a maneira de como aplicar uma dada tecnologia é por sua vez também uma outra tecnologia o que faz da gestão tecnológica um campo de amplo desenvolvimento no mundo moderno.

Nos países emergentes onde o desenvolvimento se processa principalmente por transferência de tecnologia dos países mais avançados é de real importância que a pesquisa tecnológica se concentre mais em entender as razões pelas quais aquele produto ou processo dá resultados e na maneira de como gerenciar uma dada tecnologia. Isso não deve ser confundido com o método da engenharia reversa. Enquanto a engenharia reversa usa um produto tecnológico pronto e investiga como fabricá-lo ("how-to-make") sem auxílio dos planos de fabricação original, a pesquisa tecnológica investiga as razões empíricas, intuitivas ou de base científica, que determinaram a fabricação daquele produto ("know-how") e o seu processo de aplicação.

As nações emergentes que ainda dependem de grande aporte tecnológico para seu desenvolvimento devem preparar seus quadros especializados não somente para absorver essa tecnologia mas sobretudo para entendê-la, reproduzi-la e desenvolvê-la até se tornarem auto-suficiente naquelas tecnologias consideradas estratégicas para seu progresso.

Desse modo a pesquisa tecnológica se torna imperiosa para qualquer país que queira diminuir seu atraso em relação aos países mais desenvolvidos. Isso deve ser feito, logicamente sem descuidar da pesquisa científica e da pesquisa aplicada ao desenvolvimento do produto. Esse é sem dúvida nenhuma o grande desafio educacional que se apresenta para países que queiram se inserir de modo competitivo no mundo globalizado que se avizinha neste início do terceiro milênio

#### **O ENSINO TECNOLÓGICO**

O uso intensivo de tecnologia no mundo atual e sua rápida evolução justificariam a existência de um sistema educacional especializado que seguindo uma nova metodologia atingiria todos os níveis de ensino preparando o homem moderno para utilização plena dos instrumentos tecnológicos colocados ao seu dispor. Não se trata entretanto de formar apenas especialistas mas também de educar o homem para a compreensão da nova sociedade do conhecimento em que vivemos. Ainda que não precise necessariamente compreender as leis e os princípios científicos que presidem a natureza, o homem deve estar preparado para entender e usar a tecnologia sem perder sua própria humanidade.

A escola tecnológica deveria ter como centro o homem e a sociedade, educando não apenas para o setor produtivo como simples mão-de-obra especializada, mas antes como pessoa perfeitamente integrada com as demais atividades dentro da sociedade. Essa escola deveria reproduzir dentro do "campus" as três atividades básicas existentes numa sociedade de base tecnológica. Essas atividades são as mesmas que contribuem para o sucesso da empresa moderna e se constituem nos setores de produção, de gestão e de pesquisa.

O setor de produção de uma empresa deve estar preparado para executar de modo especializado as tarefas inerentes à manufatura do produto ou à prestação do serviço tecnológico. Os profissionais deste setor devem ter nível de escolaridade compatível com as atividades executadas e ter uma formação especializada ao lado de uma formação básica.

O setor de gestão deve ser composto por profissionais com nível escolar superior, preparados dentro de suas especialidades também para o gerenciamento e a administração do processo produtivo tendo em vista sobretudo a qualidade total. Nesse patamar a formação humanística se torna imprescindível.

O setor de pesquisa deve ser constituído por profissionais a nível de pós-graduação que estarão preocupados com o desenvolvimento de novos produtos ou serviços e com a melhoria dos já existentes.

Sem esses três setores perfeitamente integrados a empresa moderna está fadada ao fracasso pois não terá um corpo produtivo especializado integrado ao setor de gestão tecnológico. Mas, sobretudo se não tiver um setor de pesquisa tecnológica seguramente estará fora do mercado em pouco tempo.

Reproduzir esses três setores dentro de uma instituição de ensino é o desafio que se apresenta para uma nação que quiser assumir um papel relevante na nova sociedade do conhecimento. A instituição tecnológica de ensino e pesquisa deverá contemplar num mesmo "campus" três níveis de ensino semelhantes aos três setores que devem existir na empresa moderna: um segundo grau tecnológico com as diferentes especialidades da região micro-econômica onde se situe, uma formação universitária a nível de graduação que no caso da tecnologia industrial seria uma escola de engenharia de produção e finalmente uma pós-graduação em tecnologia. A formação conjunta dos alunos nos três níveis de ensino permitiria, já a partir da escola, uma maior integração daquelas atividades básicas e um maior entrosamento de suas tarefas quando fossem empregados no setor produtivo.

Hoje em dia, começa a se fazer ouvir cada vez com maior intensidade os clamores e os receios com relação a educação formal que não estaria atingindo os objetivos de preparar o homem para o seu tempo. Critica-se, principalmente, a mentalidade forjada desde a Renascença, característica de toda a Época Moderna, que enfatiza a racionalidade científica em detrimento da preocupação com os demais aspectos da realidade humana. Diz-se que a racionalidade científica, havendo desenvolvido metodologia própria para a pesquisa científica, subordinou os fins humanos que deveriam ser os seus aos fins inerentes ao desenvolvimento da própria ciência e atrelando o homem inapelavelmente à tecnologia transformando-o num *Homo Technologicus*.

Procurando responder a essas críticas, o novo enfoque da educação tecnológica deve vincular a tecnologia à sua finalidade última que é a de servir ao homem. Para isso as instituições de ensino e pesquisa deveriam formar profissionais capazes de dominar todo o processo tecnológico da sua concepção ao produto final além de promover uma reflexão crítica

acerca da própria tecnologia e do seu papel na sociedade moderna. Esta educação tecnológica também propiciaria a adequada transformação de conhecimentos em produtos, processos e serviços em harmonia com o meio ambiente e em conformidade com a concepção de desenvolvimento sustentado.

### **CIÊNCIA**

A ciência nasceu na Grécia antiga 500 anos antes de Cristo, portanto há 2500 anos e se baseava apenas no conhecimento intuitivo dos primeiros pensadores. A ciência nesses primeiros tempos era designada por filosofia natural e aos primeiros investigadores do Universo de filósofos da natureza. E não tinha outra finalidade que não a de satisfazer o desejo de maior conhecimento sobre o Universo sem nenhum sentido prático ou de utilização.

Durante o Império Romano a ciência continuou a fazer parte da filosofia embora as tecnologias intuitivas ou de base empírica continuassem a se desenvolver principalmente aplicadas às edificações, construção de estradas, vestuário, transporte, alimentação e sobretudo na fabricação de instrumentos bélicos. Depois da queda do Império Romano, a ciência ficou como que esquecida e por vários séculos, durante grande parte da Idade Média, não se falou em ciência. A Humanidade ficou como que adormecida. Aí, então, despertou com o Renascimento.

Nesse período ocorre o renascer do pensamento grego e com ele os conhecimentos dos antigos filósofos da natureza. A ciência grega que ficara adormecida por quase mil anos é resgatada e um papel importante em todo esse processo de ressurgimento dos conhecimentos da Antiguidade foi desempenhado pelos povos árabes, seguidores de Maomé, que após o ano 622 D.C. se expandiram, a partir de Meca e Medina, na Península Arábica, para tomar conta do Norte da África, Ásia Menor e na Europa particularmente Espanha e França. Pela situação geográfica privilegiada, eles observaram também a ciência na China e na Índia de onde trouxeram os algarismos chamados árabes, a vela, a pólvora e tantas outras inovações daqueles povos. Desse modo, através da cultura árabe houve uma mescla dos conhecimentos da Grécia, China, Índia e a ciência se universalizou espalhando-se pelo mundo conhecido àquela época. Foi assim, no Renascimento, com o concurso dos povos árabes, que começou o desenvolvimento da ciência que chegou até os nossos dias.

Como sempre o homem, esse ser investigativo, na incessante busca do conhecimento sobre o Universo em que vive, passa a descobrir as relações fundamentais que regem os fenômenos naturais, ambientais e comportamentais que observa. Esses conhecimentos sobre o Universo foram se ampliando sempre tendo como centro o homem e a sociedade em que vive. Inicialmente de modo intuitivo e empírico, mas a partir de um determinado momento a esses conhecimentos foi juntado um método de pesquisa que permitiu ao homem ter uma visão sistemática e consistente do mundo em que vive. É esse conhecimento organizado e o processo de sua geração que se convencionou chamar de Ciência que possui características próprias e só tem compromisso com a verdade.

Entretanto, nem tudo transcorreu de modo tão simples. Na verdade foi preciso a ousadia e a morte de muitos investigadores para que o conhecimento herdado da Antiguidade pudesse avançar. Havia impedimentos e dificuldades para que a ciência progredisse pois quando a ciência ressurgiu no Renascimento ela vinha impregnada de muito de magia e misticismo herdados da Idade Média.

Os livros de Aristóteles até então traduzidos para o árabe e depois para o latim foram adotados pela Igreja, o que tornou a ciência grega intocável. Desse modo, a primeira dificuldade foi superar esta mitificação, ou seja, admitir que a ciência grega continha equívocos que deviam ser reparados. Inicialmente, com grande dificuldade pela falta de uma metodologia, até que se chegou ao método científico que foi a pedra de toque para que a ciência vencesse todas essas dificuldades e pudesse chegar até nossos dias.

Assim, a ciência não é apenas um conjunto estático de conhecimentos sobre o universo e seus fenômenos. A ciência inclui também o processo de geração pois ela não está nos livros mas sim nas mentes dos homens que a fazem. Podemos então dizer que ciência é o conjunto organizado dos conhecimentos relativos aos fenômenos naturais, ambientais e comportamentais do universo e o processo de geração de desses mesmos conhecimentos produzidos individual ou coletivamente. E, é o homem que deve estar no centro de todas as atividades e para ele e seu bem estar devem convergir todos os esforços. Assim, enquanto as ciências avançam para o desconhecido, os conhecimentos já adquiridos vão sendo empregados para a criação de novos produtos, processos e serviços para o bem do homem e da sociedade.

### **AS GRANDES REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS**

O desenvolvimento da Humanidade se fez através das grandes revoluções tecnológicas cuja primeira foi a revolução agrícola, ocorrida há 8.000 anos antes de Cristo; depois a revolução urbana, a seguir a revolução industrial que aconteceu em meados do século XVIII na Inglaterra, e finalmente a revolução que estamos vivendo atualmente, que é chamada revolução da informação.

Chegou-se a isto, iniciando há 500.000 anos antes de Cristo, com o homem da pedra lascada e da pedra polida. Naquela época, o homem ainda com características simiescas, descera das árvores e perambulava pelas planícies da África. O grande avanço tecnológico do período foi a descoberta do fogo, quando o homem lascou a pedra e fez todos aqueles instrumentos rústicos, para se defender, para caçar e pescar.

O homem naquela época tinha uma linguagem muito elementar. A linguagem foi um fator importantíssimo no desenvolvimento intelectual do homem e na sua sobrevivência num mundo inóspito para o qual não estava fisicamente melhor preparado para competir com os outros animais. Não era nem o mais forte nem o mais veloz, não voava nem tinha condições de sobreviver submerso. Mas possuía a chispa da inteligência, o raciocínio insipiente e uma capacidade de relacionar fatos que não possuíam os outros animais. Havia, assim, a possibilidade de desenvolver algum tipo de linguagem mais elaborada.

Sobre a importância da linguagem no desenvolvimento humano podemos citar uma recente pesquisa científica na qual se comprovou que há cerca de 35 mil anos atrás, duas espécies de hominídeos, sem nenhum vínculo genético entre eles, conviveram na Terra durante mil anos. O Homo Sapiens, de quem a Humanidade atual é descendente, e a espécie pré-histórica conhecida como homem de Neandertal.

Fisicamente mais simiescos que nossos ancestrais, eles não eram, aparentemente, menos inteligentes. Os crânios encontrados em escavações tinham um volume de 1500 c.c., enquanto o homem moderno, em média, possui 1400 c.c. Além disso, há sinais de que os homens de Neandertal erguiam tendas, conheciam o fogo e o uso de armas. Tudo indica, também, que eles tinham uma estrutura social com aspectos humanos que floresceu na Europa durante as grandes glaciações. Porém, bastaram mil anos de contato com as tribos do Homo Sapiens que chegaram vindas da África, para que desaparecesse o

homem de Neandertal da face da Terra. É difícil precisar como aconteceu, se involuntariamente, com a transmissão de doenças, ou de forma violenta na competição por um mesmo nicho ecológico. Todavia, uma explicação para a prevalência do Homo Sapiens é a de que o homem de Neandertal não tenha conseguido desenvolver alguma forma de linguagem mais sofisticada, apesar de ter um cérebro maior.

Ao longo da sua evolução histórica o Homo Sapiens aprendeu a caçar e a pescar e deixou de ser nômade quando descobriu a agricultura, que foi a primeira grande revolução tecnológica da história humana. Ele aprendeu a plantar, e também a domesticar os animais. Alguns antropólogos consideram a agricultura como a maior revolução que o homem já fez, pois antes dela ele se comportava como os outros animais, solto alimentando-se do que encontrasse na natureza. Agora não, ele interfere na natureza. Define o que vai plantar ou erradicar, que animal vai domesticar ou proteger, e quem vai considerar seu aliado ou seu inimigo. O avanço tecnológico dessa época além dos já citados instrumentos de defesa e caça consistiu basicamente no aprendizado do uso da cerâmica e da tecelagem com as fibras vegetais. Depois, quando começou a plantar ele tinha que esperar que nascesse o resultado do seu plantio para colher. Assim, ele deixou de ser nômade para se fixar, ainda que temporariamente, em algum lugar para esperar a colheita. Com os excedentes agrícolas surgiu a possibilidade de trocas com outros indivíduos ou grupos nascendo assim o sentido da propriedade e do valor da posse de bens e alimentos.

Foram esses pequenos núcleos em torno das plantações que constituíram os primeiros agrupamentos humanos sedentários. Esses grupos foram aumentando e há 5.000 A.C. chegou-se, então, na revolução urbana. Surgiram as grandes civilizações no oriente onde hoje é o Iraque, depois a egípcia, a chinesa, a indiana, e nas Américas, os Incas e os Maias. Essas civilizações foram ganhando importância como a Persa, e duas de grande importância para nós, a Grega e a Romana. A Grega, pelo pensamento científico e político que nos legaram e a romana pelo estamento jurídico e pela tecnologia que desenvolveram ao longo de 2000 anos de sua existência.

Na revolução urbana o homem passa a usar força dos ventos com a invenção da vela, e da água com a roda do moinho, e constrói grandes cidades, grandes civilizações, e o homem atravessou os desertos e os mares realizando pelo comércio a primeira integração global que se tem notícia histórica.

Até então, e por milênios, o homem só utilizara a sua própria força, a força dos animais e da natureza para gerar trabalho. Porém foi preciso a arte e a genialidade humanas para em um dado momento de sua evolução passasse a usar o fogo para gerar trabalho mecânico. A máquina a vapor é a primeira invenção bem sucedida que transformou a energia despreendida no fogo, de modo contínuo, em movimento mecânico de utilidade para o homem.

Essa Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra em meados do Séc. XVIII. Vários historiadores tentam explicar porque essa revolução ocorreu nessa época na Inglaterra. Dizem alguns que foi porque havia dinheiro decorrente do comércio intensificado pelas facilidades das navegações; mão de obra farta e barata, pois com a urbanização o homem passou a morrer menos e cresceram as populações; e finalmente, foi lá que se inventou a máquina a vapor. Tudo isto junto resultou na Revolução Industrial, que foi crescendo, e já no século XIX havia atingido um ritmo vertiginoso que vivemos até hoje.

#### **PARADIGMA ATUAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA**

Hoje em dia em qualquer pesquisa há uma participação de especialistas das mais variadas naturezas. Numa pesquisa, não se tem somente cientistas, matemáticos, etc. Temos também indivíduos que entendem de eletrônica, estatística, antropologia, sociologia, etc. Ela é multidisciplinar, o que torna cada vez mais difícil, para um país subdesenvolvido, a realização de pesquisas importantes para seu desenvolvimento.

A revolução industrial foi feita nas fábricas por técnicos em suas oficinas artesanais e não tinha nada de científica. Ocorre que, com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, elas foram se tornando cada vez mais mutuamente relacionadas de tal maneira que o progresso de uma depende do avanço da outra e vice-versa.

Até que uma invenção se transforme num novo produto, processo ou serviço comercializável demora algum tempo. Esse tempo da transformação de uma invenção numa inovação à disposição da sociedade é que está encurtando. Após a descoberta das leis da eletricidade, levou-se mais de cem anos para se chegar aos motores elétricos. Hoje, em questão de poucos anos, a partir de uma invenção, se chega a inovação. Este tempo entre a invenção e a inovação está diminuindo, com a obsolescência das tecnologias existentes, porque rapidamente surgem novas invenções.

O aumento da complexidade da ciência esta requerendo cada vez mais recursos, apenas possível de serem obtidos através do Estado e das grandes empresas que acabam assumindo a liderança das pesquisas científicas e representando um papel de relevância para o desenvolvimento futuro. Por isso em países emergentes ainda não possuidores de grandes empresas o Estado deve tomar a si a responsabilidade de financiar essas pesquisas. As vezes se diz que a iniciativa privada poderia investir mais em ciência no Brasil entretanto em todos os países que conseguiram dar um salto tecnológico como Japão, Coréia do Sul, os Tigres Asiáticos, o Estado participou fortemente nesse processo.

As grandes potências estão protegendo as suas invenções e seu desenvolvimento tecnológico gerando uma crescente dependência dos países em desenvolvimento e um protecionismo tecnológico dos países desenvolvidos. Principalmente porque estão surgindo tecnologias com grande poder de mudar a sociedade que são chamadas de tecnologias de ponta. São tecnologias de maior valor agregado, maior potencial estratégico e maior poder de impacto na segurança e desenvolvimento das nações. Trata-se das tecnologias do campo da informática, biotecnologia, novos materiais, química fina e mecânica de precisão. Essas são as tecnologias de ponta que estão no limiar do conhecimento e que podem resultar em grande impacto para o homem e a sociedade. Os países desenvolvidos estão interessados e desenvolvendo rapidamente essas tecnologias de alto valor agregado, repassando aos países periféricos as outras tecnologias, normalmente as intensivas em mão de obra e algumas vezes poluentes.

Outro aspecto importante da tecnologia e que já esta se transformando num problema social é o fato de que seu emprego acaba criando desemprego, reduzindo a mão de obra e expulsando o homem do chão da fábrica para abrigá-lo no setor terciário da economia, em prestação de serviços onde há necessidade de maior escolaridade. Esse fenômeno atinge todos os países onde a tecnologia está sendo empregada para aumentar da produtividade. Por isso, além daqueles três tradicionais fatores de produção: matéria-prima, capital e mão de obra, aparece agora um quarto fator: a tecnologia. No início de modo insipiente, para depois aumentar de importância até se tornar, modernamente, no mais importante dentre todos os fatores.

A tecnologia está também interferindo no uso da matéria-prima, na medida que inventa novos materiais para substituir os materiais naturais. Interfere também no capital, porque com a capacidade instantânea de informação proporcionada pelos modernos meios de comunicação aumenta-se a velocidade de circulação do dinheiro e os economistas sabem que isso representa um efeito multiplicador de moeda no mercado.

Da tecnologia já provamos do bom e do mau dependendo do uso que dela se fez. Entretanto, existem muitas aplicações inocentes que tem se mostrado desastrosas para a Humanidade. Por toda parte surge a consciência de que o emprego indiscriminado e intensivo de novas tecnologias pode ocasionar um holocausto global capaz até de eliminar a vida humana da face da Terra.

O perigo do uso indiscriminado da tecnologia e as mudanças que elas causam na sociedade vem sendo repetidamente anunciado pelos filósofos e pensadores desde o século passado. Mas somente a partir da segunda metade desde século os fatos puderam ser demonstrados: o holocausto nuclear com sua longa noite invernal; a possibilidade de uma guerra química e bacteriológica de proporções mundiais; o vazamento de usinas nucleares e seus rejeitos radioativos; a depleção da camada de ozônio provocada pelo uso em larga escala de Cloro-Fluor-Carbono em máquinas de refrigeração e aerossóis; o aquecimento global devido ao efeito estufa ocasionado pela queima intensiva de combustíveis fósseis. Sem dúvida, tudo isto provocou o fim da idéia de progresso ilimitado e sua substituição pelo conceito de desenvolvimento sustentado. A solução estaria novamente com a ciência e a tecnologia, de tal modo que o homem pudesse resolver os problemas causados por ele mesmo.

#### DEMOCRACIA NA ANTIGA GRÉCIA



O conceito de democracia pode ser buscado na antiga Grécia onde nasceu cerca de 500 anos antes de Cristo. Os gregos viam a ditadura como o pior forma de governo. Eles governavam-se a si mesmos ao invés de elegerem seus representantes. Cada homem livre era um membro do corpo de dirigentes que tomavam as decisões. Não havia divisão entre o que hoje seria considerado como legislativo e executivo. Mulheres e escravos não votavam. Idéias semelhantes de democracia foram desenvolvidas entre os romanos mas nunca foram praticadas com tal extensão. A democracia tem ao mesmo tempo uma relativamente curta e intensa história e um futuro ainda não totalmente definido. Explorando o passado podemos ser capazes de imaginar seu futuro ajudando seu crescimento e amadurecimento de modo a se tornar um sistema de governo sob o qual o povo possa se sentir seguro. Através da história a democracia tem sido colocada de diferentes formas e definições. Algumas dessas formas e definições parecem contraditórias. Entretanto, existe um conjunto de princípios entorno do qual essas definições foram construídas. Esses princípios incluem a liberdade de expressão falada e escrita, liberdade política e igualdade econômica entre os cidadãos, além de proteção aos direitos civis e à liberdade. Como se pode imaginar desses princípios derivaram outros igualmente importantes e que constituem o ideal de democracia.

Segundo nos conta o historiador Thucídides, Atenas durante a era de ouro da democracia ateniense sob o governo de Péricles ( 495-429 A.C.) era povoado por cidadãos orgulhosos e leais à sua cidade onde o governo primava pela justiça e as ruas eram adornadas por magníficos prédios públicos e com artes que sobreviveram até nossos dias. Foi um momento feliz da história antiga quando a liberdade e a prosperidade faziam dos homens daquela época mais felizes do que nunca tinham sido até então.

talvez nenhuma outra cidade ou cultura tenha tido a oportunidade de usufruir de tão fértil período de genialidade e brilhantismo em tão variados campos do conhecimento humano. Na filosofia com Sócrates, Anaxágoras e Platão; na história com Heródoto e Thucídides; na literatura com Ésquilo, Sófocles e Eurípedes. A cultura era usufruída com prazer e Atenas possuía uma plêiade de excepcionais cidadãos que atingiram o brilhantismo nas artes, na medicina, na matemática e na filosofia nunca antes e até hoje não igualado num mesmo lugar e numa mesma época. Era o reinado da democracia.

Dizia Péricles que a forma de governo ateniense se chamava democracia porque não imitava as leis dos estados vizinhos. Pelo contrario eram os estados vizinhos que copiavam suas leis. Que era chamada de democracia porque a sua administração esta nas mãos não de poucos mas de todo o povo. Nas disputas todos eram iguais perante a lei a indicação para os cargos públicos era feita pela habilitação de cada um e não por pertencerem a uma determinada classe social nem por causa de sua pobreza desde que eles manifestassem desejo se servir ao estado.

Ainda segundo suas palavras: "Nos nossos negócios privados somos tolerantes e evitamos promover qualquer ofensa a nossos semelhantes e em nossos negócios públicos procuramos não quebrar a lei estabelecida principalmente devido ao profundo respeito que temos por nossas cidades vizinhas. Nós procuramos obedecer aos homens públicos que cumprem seus deveres ano após ano e sobretudo nós temos especial atenção aquelas leis que foram feitas para impedir a opressão e aquelas leis não escritas que trazem a desgraça aos transgressores quando são quebradas. E, não apenas no nosso estilo de vida pública há liberdade mas também é esse mesmo senso de liberdade que regula a vida no dia a dia de uns com os outros.

Deixe-me falar sobre outro ponto. Nós temos tido o bom senso de prover nossos espíritos de mais oportunidades de descanso do árduo trabalho do que qualquer outro povo. Ao longo de todo o ano temos tido grandes competições esportivas, e festivais religiosos. Em nossas casas nós encontramos a beleza e o bom gosto com os quais nos deliciamos todos os dias. Logicamente por causa da grandeza da nossa cidade todas as coisas importadas são carregadas para nós de todas as partes do mundo. E, isso é uma coisa muito natural para que possamos aproveitar todos esses produtos de outras nações além das coisas que conseguimos produzir por nós mesmos.

O nosso modo de vida difere substancialmente da dos nossos vizinhos. Nossa cidade está aberta para o mundo e não excluímos ninguém de vir até nós ou de procurar o que quiser aqui. Nossa bravura surge naturalmente da nossa maneira de viver e não da maneira compulsória das leis. Não ficamos antecipando sofrimentos que inevitavelmente virão com o futuro, desse modo quando a adversidade cair sobre nós não somos menos bravos do que aqueles que estão constantemente se preparando para a luta. Nosso amor pelo belo e nosso interesse pelas coisas da mente não nos faz ficar mais fracos. Ninguém em nossa cidade precisa ficar envergonhado em admitir sua pobreza mas a vergonha está em não fazer o melhor possível para sair dela.

Nossa preocupação com os negócios privados é equilibrada com nosso envolvimento com as coisas públicas e mesmo aquelas pessoas extremamente ocupadas com seus próprios negócios estão bem informadas com as coisas da política. E todo aquele que não participa da vida pública da cidade não é apenas considerado como alguém simplesmente preocupado com seus próprios negócios mas alguém que não é bom para nada. Todos nós nos reunimos para tratar os assuntos que dizem respeito a nossa cidade do modo como eles merecem ser tratados pelo menos para que possamos participar das decisões. Porém entendemos que as discussões não impedem as ações pois o perigo está em agir sem antes diante de um problema importante não haver um completo debate sobre o assunto".

Em resumo podemos concluir que a cidade de Atenas com sua democracia era um modelo para a Grécia antiga, um lugar ideal de se viver, onde cada ateniense era um indivíduo auto-confiante que se comportava com excepcional versatilidade nos mais variados campos de atividades físicas e intelectuais.

Resta-nos pois saber se a antiga definição de homem como ser destinado a liberdade está cada vez mais próxima de se tornar realidade. A felicidade era aquilo que o homem antigo procurava encontrar. Mas considerando que felicidade fosse algo impossível de ser definido para todos igualmente, a idéia da liberdade substituiu-a passando a ser o objetivo a ser alcançado na vida. Pois bem, neste final de milênio, momento em que se vive tantas perplexidades, está na hora de se discutir se será através da ciência e da tecnologia que o homem, finalmente, alcançará a liberdade que tanto buscava e da qual nos falava Péricles em sua oração.

A sociedade tecnológica e a democracia

Ao analisarmos as diversas revoluções tecnológicas da humanidade pode-se observar que em todos os casos a estrutura econômica e social foi profundamente modificada pela introdução de um novo envoltório tecnológico ao longo de várias gerações. Ao acumular-se novos conhecimentos alteram-se as relações econômicas e surge uma nova consciência social que requer uma modificação na superestrutura dessa mesma sociedade, estabelecendo-se uma nova posição de equilíbrio entre seus diferentes estratos.

Embora esse processo histórico seja bem conhecido fica difícil para seus participantes se darem conta da profundidade e do alcance das mudanças durante o período em que estão ocorrendo, até mesmo por serem parte integrante dessas mudanças. Esse é o momento histórico que a sociedade atual está vivendo, com a rápida aceleração das mudanças que, pela primeira vez na história da Humanidade, permite sentir os seus efeitos no prazo de uma geração. Pois o que antes levava séculos para se materializar hoje ocorre em algumas décadas, o que torna difícil distinguir entre o que será transitório daquilo que realmente é fundamental e se tornara definitivo.

É essa aceleração do processo de transformação propiciada pelas enormes conquistas científicas do nosso século junto com o intenso desenvolvimento tecnológico, sobretudo aquele de base científica, que fizeram com que essas transformações operassem com mais intensidade no campo da produção de bens e serviços do que na organização política e social. Isso acontece porque a reação das estruturas sociais é mais lenta, pela própria natureza do seu processo evolutivo que só se realiza por mudança de paradigma.

Devido a rapidez das informações e o desejo de modernidade, as inovações tecnológicas acabam rapidamente difundidas em todos os estratos sociais. Essa postura diante do inusitado acaba gerando contradições no seio da sociedade que evolui de modo diferente conforme o grau de participação de seus elementos e diante da rapidez das mudanças vive em permanente crise de identidade.

A revolução que o emprego da tecnologia em larga escala esta realizando no seio da sociedade, principalmente pela profundidade das alterações das relações do setor produtivo, conjugada com a facilidade de acesso à informação e a universalização da cultura e do conhecimento, vem colocar situações novas como a da mobilidade social e a necessidade constante de aprendizado as quais ainda não foram completamente entendidas, tanto pelas elites como pelos responsáveis pelas instituições políticas e sociais. Nesse enlace está a discussão do novo papel a ser desempenhado pelo Estado e do próprio conceito de democracia representativa.

Entretanto o novo patamar onde se estabilizará essa nova sociedade, chamada do conhecimento, ainda não é claramente percebido pois seus principais estamentos ainda estão sendo moldados na mesma velocidade com que são gerados novos conhecimentos, onde nada é mais permanente que a contínua mudança.

Essa nova sociedade do conhecimento, fruto dos avanços científicos e tecnológicos tem que ser organizada em novos moldes. Essa tarefa é essencialmente política e será tanto menos traumática quanto maior for a capacidade dos povos em saber empregar aqueles mesmos conceitos de democracia concebidos pelos antigos gregos, ainda válidos até nossos dias, mas agora incluindo o conteúdo inovador da revolução científica e tecnológica. O acesso imediato às informações dará transparências as atitudes do governo num processo onde a democratização do saber irá condicionar a democratização do poder e a sociedade possa retomar o controle do Estado como nos tempos helênicos.

Nessa perspectiva, tecnologia, ciência e democracia se tornam elementos fundamentais como fatores de transformação dessa nova ordem., pois são partes integrantes dessa nova sociedade que se avizinha que só se tornará possível para aqueles povos detentores desses conhecimentos. Nesse embate onde as velocidades das transformações humanas são desiguais se faz necessário um ordenamento político para que as forças em conflito possam se ajustar e estabelecer um novo ponto de equilíbrio democrático entre os anseios individuais e as necessidades sociais, entre os interesses nacionais e o desenvolvimento sustentado de forma global.

É inegável que essas mudanças estão sendo realizadas à nossas vistas. Entretanto não basta apenas analisá-las é preciso compreender a natureza das modificações que se processam num ritmo vertiginoso impulsionadas pela revolução tecnológica, promovidas principalmente pelas tecnologias de ponta da informática, biotecnologia, novos materiais, química fina e mecânica de precisão para as quais a estrutura social e cultural da civilização ainda não está preparada para

acompanhar. Assim os detentores do conhecimento científico e tecnológico crescem de importância e os países detentores dessas tecnologias e da ciência capaz de gerá-las ganham poder sobre os demais países.

O exercício da democracia deve ser a preocupação desse novo Estado que está surgindo no bojo dessas transformações extrapolando as fronteiras nacionais e estendendo o conceito de participação política direta das pessoas naquelas decisões de caráter global e que afetam toda a humanidade. Com os avanços dos meios de comunicação e a participação via mecanismos como a Internet a prática democrática se tornara rotineira e usará esses meios a seu dispor para avançar mais rápido e pacificamente poder conviver com o desenvolvimento científico e tecnológico, hoje em descompasso com a prática política e a cultura popular em geral. A democracia participativa atingirá uma conceituação nunca antes sentida no passado, senão apenas na Grécia antiga. Somente assim a democracia participativa deixará de ser um utopia para se tornar um valor internacional espalhando-se das elites para a prática diária do povo. Essa realidade só se tornará efetiva através dos meios tecnológicos disponíveis no futuro e já antevistos pelo atual estado da arte onde milhões de indivíduos politicamente organizados serão capazes de exercerem a cidadania controlando o Estado, as Instituições e podendo usufruir das benesses produzidas por essa sociedade do conhecimento.

Por isso não reluto em afirmar que as bases para esse novo patamar de democracia já estão lançadas e que sem dúvida o centro da ação política se desenvolverá na esteira da revolução tecnológica que vivemos atualmente.

#### Conclusão

Gostaria de concluir deixando uma mensagem de otimismo quanto aos rumos que devem tomar a ciência e a tecnologia nos séculos vindouros. De tudo que foi dito poderia ficar a impressão de que a ciência e a tecnologia resolveriam todos os problemas do homem, como achavam alguns pensadores nos séculos passados. Na verdade, os grandes pensadores modernos se inclinam pela idéia de que cada vez mais a tecnologia ao liberar o homem do trabalho cansativo e repetitivo lhe facultará mais tempo para pensar em si mesmo e se dedicar mais as artes e aos cuidados do seu próprio espírito.

Somente então os homens compreenderão que a liberdade verdadeira consiste em se conhecerem a si próprios, que o anseio pela posse de objetos materiais, instrumentos tecnológicos ou outros quaisquer bens de consumo, deve ser subordinada à compreensão do que estes simbolizam apenas o meio para se atingir o plano das realizações do espírito. E quando for alcançado o auto conhecimento suficiente para que cada um entenda suas verdadeiras motivações, a tecnologia não se apresentará mais como ameaçadora, pois sua essência de instrumento como meio para um fim terá sido bem assimilada. Finalmente, o homem só será livre face à tecnologia, só será verdadeiramente libertado pela tecnologia, quando a tiver subordinado inteiramente a si, compreendendo que, sendo objeto cultural criado pelo homem para o servir e libertar do trabalho, das limitações físicas do próprio corpo, permitir-lhe-á continuar a desenvolver sua criatividade na realização democrática da sua liberdade.

A tecnologia, a ciência e a democracia são a única esperança para milhares de pessoas que morrem de fome todos os dias, para os que sofrem de frio, não tem sequer onde dormir e principalmente para aqueles privados da liberdade de expressão. Entretanto, elas estão longe de serem instrumentos perfeitos, uma cornucópia despejando continuamente benesses sobre a humanidade nem igualdade, liberdade e fraternidade numa sociedade formada por homens imperfeitos. Em nome da tecnologia, da ciência e da democracia muito bem e muito mal já foram feitos, mas nunca perdemos a esperança de poder usá-las somente para o bem da Humanidade.

A democracia também se parece muito com a ciência pois como ela possui mecanismos que permitem corrigir os erros surgidos da liberdade que exige para o seu exercício. Não foi por mera coincidência que as duas nasceram no mesmo tempo e lugar, na Grécia antiga cinco séculos antes de Cristo. Tanto uma como a outra se baseiam na liberdade de expressão e na discussão das idéias, ainda que contrárias. E é nesse livre intercâmbio de idéias que reside a mola propulsora do seu aperfeiçoamento baseado em padrões de comportamento dirigidos pela racionalidade, coerência de atitudes, evidência das provas e sobretudo pela honestidade de propósitos na sua aceitação pela comunidade. A tecnologia a ciência e a democracia podem não ser as maiores garantias de sobrevivência, que a humanidade desenvolveu ao longo de sua existência mas, sem dúvida são os melhores instrumentos que já tivemos.

**\* O Prof. Júlio Dolce é professor do CEFET-RJ e Membro do Corpo de Conferencistas Especiais da ESG junto à Divisão de Ciência e Tecnologia.**