

Quais os desafios da Física para o século XXI?

Por: Profa. Dra. Yvonne Primerano Mascarenhas,
Docente Aposentada na ativa – Grupo de Cristalografia

A análise da proposta sugerida pelo título deste livro “Física e Sociedade” pode ser feita sob vários vieses. Para fazê-la, sou levada a analisar como a Física, ou melhor, a Ciência de um modo mais geral, modificou o homem e a sociedade desde que se estabeleceu o método científico a partir de Descartes e Galileu.

No século XVII, em 1637, René Descartes publica o seu livro *Discours de la méthode (sous-titré Pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences)*. Em seu método, Descartes propõe quatro princípios:

1. Evidência: Nunca aceitar nada como verdadeiro que não conheça evidentemente como tal;
2. Reduccionismo: Dividir cada uma das dificuldades que encontrar em tantas parcelas quanto possível e necessário para melhor as resolver;
3. Causalidade: conduzir por ordem os pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, até os mais complexos, supondo mesmo a ordem entre os que não precedem naturalmente os outros;
4. Exaustividade: revisões tão gerais que se fique com a certeza de nada omitir.

Galileu completa em 1630 e publica em 1632 o “Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo” e estabelece o Método Científico.

Sir Isaac Newton, com sua monografia *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, publicada em 1687, definitivamente estabeleceu o heliocentrismo e a teoria da gravitação.

O enfoque baseado nessa nova forma de raciocínio levou a um notável desenvolvimento científico nos séculos XVII e XVIII e a importantes descobertas no século XIX, estendendo o conhecimento do eletromagnetismo, da óptica, da termodinâmica e da química. Consequência: no século XIX as novas tecnologias geradas pelo conhecimento científico levam à Revolução Industrial com novos métodos de produção, transporte, volume e custo dos materiais produzidos, gerando grandes mudanças políticas e sociais pelo uso cada vez mais intensivo da mão de obra nas cidades.

No início do século XX parecia que os princípios fundamentais da Física e da Química estavam bem estabelecidos. Mas tudo o que se conhecia era o comportamento de sistemas macroscópicos. Alguns experimentos relativos a pesquisas em espectroscopia da radiação emitida por gases rarefeitos em tubos catódicos e o espectro da radiação do corpo negro levaram a resultados surpreendentes e inexplicáveis pela teoria vigente do eletromagnetismo. Ainda mais, não se entendia a natureza de uma radiação produzida nos tubos de raios catódicos: os raios X; assim como a radioatividade natural, espontânea, que se observa em certos minerais de urânio como a pechblenda. A fim de entender esses fatos experimentais surge a Mecânica Quântica com novos conceitos que foram muito questionados e discutidos entre os cientistas da época, mas que se consolidou diante da evidência da propriedade com que consegue explicar os resultados experimentais acima referidos. E, para culminar, os novos horizontes da Ciência são estendidos teoricamente quando Einstein concebe a Teoria da Relatividade que estabelece um limite superior para a velocidade de ondas ou corpos e a equivalência entre massa e energia. As aplicações tecnológicas da Ciência no século XX geram inúmeras aplicações em múltiplas áreas, ampliando enormemente a

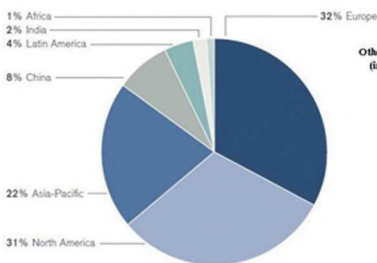
disponibilidade de fontes de energia, novos materiais, comunicação via satélites artificiais, computadores, robótica, astrofísica e o entendimento dos princípios de funcionamento dos seres vivos (DNA, proteínas).

A pesquisa de ponta em ciência e tecnologia na segunda metade do século XX está voltada ao estudo de problemas interdisciplinares que exigem a concorrência de pesquisadores de várias áreas, além de envolvimento de indústrias levando a aperfeiçoamento de computadores e ferramentas; construção e experimentos nos aceleradores de partículas; nanotecnologia; busca de novos fármacos; controle de redes de distribuição de energia, de telefonia e de bancos; criação de grandes laboratórios de pesquisa internacionais (CERN, observatórios astronômicos multinacionais, síncrotrons, reatores nucleares de pesquisa).

Poderíamos então nos perguntar qual a parcela da população de nosso planeta goza de boas condições de vida proporcionadas por todos esses avanços científicos e tecnológicos. É bem conhecida a resposta: Uma ainda maior concentração de PODER econômico, bélico e industrial.

Wealth shares 2010 by region (%)

Source: Credit Suisse Global Wealth Databook, Schorcks/Davies/Luberas



Distribution of World Population in 2005

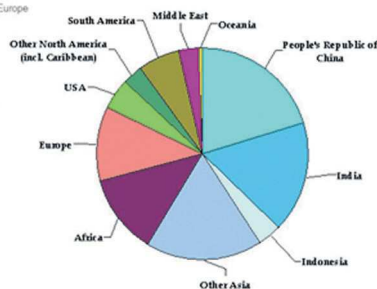


Figura 1 – Distribuição de riqueza (em %) entre as diversas regiões do mundo

Figura 2 – Distribuição da população no mundo em 2005

Fontes: Credit Suisse Global Wealth Databook, Schorcks/Davies/Luberas e Wikipedia.

A figura 1 mostra a distribuição de riqueza entre as varias regiões do planeta. Ela é obviamente extremamente desigual e poderíamos nos perguntar até que ponto isso se deve à concentração de conhecimento nas regiões mais ricas. Lembrando que a população das regiões mais ricas, como se vê na fig. 2, é relativamente bem menor que a das regiões mais pobres, isso fica ainda muito mais grave!

Se é verdade que a distribuição da riqueza é função do poderio adquirido pelos países detentores do conhecimento científico, então deveríamos nos perguntar se isso é eticamente aceitável. Normalmente os questionamentos sobre integridade e ética na ciência encaram apenas a necessidade de evitar comportamentos que não atendam ao uso legítimo do método científico e as condições Cartesianas apresentadas no início deste texto e também aquelas devidas ao comportamento ético associado entre outros a plágio, manipulação de dados, não reconhecimento de coautorias. Entretanto a ética no estado atual do desenvolvimento social humano vai além desses comportamentos pessoais e interpessoais, pois o exacerbado poderio militar, econômico e industrial pode levar a desastres fatais a toda a humanidade, tanto no uso de armas “convencionais” robotizadas como biológicas e nucleares, cujo uso indiscriminado pode levar a sérios danos ambientais com reflexos ecológicos e de saúde humana, animal e vegetal. O uso da bomba atômica na segunda guerra mundial por suas trágicas consequências já levou a movimentos em que se busca o controle do seu uso.

Por todas essas razões o filósofo alemão Hans Jonas (“*The principle responsibility: Essay on an ethics for a technological civilization*” (1979) e uma coleção de ensaios reunidos em 1994 “*Ethics, Medicine and Technic*”) preconizou a observação de uma nova ética para o nosso tempo que deve se aplicar num contexto mais amplo relacionando-se o in-

divíduo à sua responsabilidade social. Se assim for qual a parcela de responsabilidade cabe aos cientistas para minorar essa situação? Quais as novas descobertas que poderão proporcionar uma melhor condição de vida às populações mais pobres? Como evitar aplicações indevidas das novas tecnologias? Sem dúvida essa é uma tarefa que vai de encontro a muitos interesses da atual civilização capitalista, mas não é por isso que a responsabilidade ética do cientista deixa de existir! Nesse sentido, embora a pesquisa científica básica deva ser conduzida sem limitações, a comunidade científica deveria avaliar criteriosamente sua participação nas mesmas, assim como as consequências de cada uma das aplicações tecnológicas de acordo com os respectivos potenciais de riscos e benefícios para a sociedade, regulamentando as condições em que podem ou devem ser aplicadas.

O caminho para alcançar, ao menos em parte, esses objetivos passa por um esforço educacional para possibilitar que a população em geral possa ser participante das decisões. Por outro lado, a comunidade científica deveria, cada vez mais, se empenhar em programas de divulgação científica, levando à população o seu testemunho sobre os avanços que estão sendo feitos e a importância dos temas científicos de ciência básica pesquisados nos grandes projetos internacionais, envolvendo frequentemente altos recursos financeiros públicos.

Voltando agora aos dados apresentados nas Figs. 1 e 2, considero que a atual disponibilidade energética do nosso planeta é insuficiente para manter a taxa de seu uso atual, e ainda menos se quisermos estendê-la para a grande massa populacional dos países não desenvolvidos. Mesmo que assim não fosse, o uso de recursos fósseis, carvão, petróleo e xisto, acarretaria um aumento drástico da poluição ambiental com os graves riscos bem conhecidos. Assim, sonhando

alto, a existência de geradores a fusão nuclear seria a grande esperança, porém o estabelecimento da tecnologia necessária ainda é incerto e os investimentos são altíssimos. O projeto ITER, que visa a estabelecer as condições para o funcionamento de um reator a fusão nuclear é o projeto mais caro do mundo e está sendo executado no sul da França ao lado do CEA (Cadarache Research Centre). Participam desse projeto a Comunidade Europeia, com 45,5% de participação, e seis outras nações, cada uma com 9,1%, Estados Unidos, Japão, China, Rússia, Índia e Coreia do Sul, representando 34 países. Segundo declarações feitas ao jornal Estado de São Paulo em janeiro de 2013 o Prof. Ricardo Galvão do Instituto de Física da USP, que acompanha de perto o desenvolvimento do projeto do ITER, 'A fusão nuclear é uma tecnologia promissora como fonte de energia e sem os problemas da fissão nuclear. Ainda há algumas dificuldades científicas e técnicas para serem resolvidas, mas os experimentos na Inglaterra e nos Estados Unidos demonstraram sua viabilidade'.

Salientamos ainda como de grande importância as pesquisas em Biologia Molecular que poderão, ainda durante o sec. XXI, proporcionar resultados importantíssimos que levarão a um amplo entendimento das funções biológicas no nível molecular através de cada vez mais potentes métodos de biologia molecular com o auxílio de técnicas espectroscópicas e difratométricas que se prenunciam cada vez mais poderosas (desenvolvimento de novas fontes de raios X e nêutrons (laser de raios X, síncrotrons, reatores) e de obtenção de imagens in vivo (NMR e tomografia de raios X)). O uso dos dados assim obtidos levará certamente ao desenvolvimento de métodos cada vez mais precisos de prevenção, diagnóstico e terapia de grande número de doenças assim como de conservação da saúde e da qualidade de vida das populações.