

É Hora de Pensar!

12/2003

Airton Deppman

Prefácio

Vivemos a chamada Era da Informação, e na Sociedade do Conhecimento. Longe de representar a solidificação de certezas construídas ao longo dos séculos, estes fatos têm sido para a maior parte das pessoas, senão todas, fontes de tensão, dúvidas e insegurança. Os caminhos que antes pareciam seguros, hoje são incertos. O futuro, mais do que nunca, aparece envolto por uma densa névoa, que nos permite apenas vislumbrar seus contornos, sem, no entanto, permitir-nos perceber o que se encontra mesmo em sua superfície.

Estudantes e profissionais, mesmo os mais experientes, têm dificuldade para distinguir, em sua área, o que é relevante e o que não é. As mudanças acontecem muito rapidamente para que possamos nos acostumar com as novidades, e delas poder tirar uma opinião, fincada nas bases sólidas e concretas da experimentação, sobre a sua utilidade ou sua futilidade. Se o presente é assim incerto, como poderemos sequer imaginar o futuro e então escolhermos os caminhos a serem trilhados para chegar até ele? O que será importante amanhã, se não sabemos nem mesmo qual o valor do que temos hoje?

Como professor universitário na área de Física, tive de ministrar aulas para estudantes de várias áreas diferentes, como engenharias, geofísica, meteorologia, biologia, matemática, etc. Invariavelmente me deparava com a pergunta: Por que devo aprender isso? A questão é pertinente, já que a matéria que leciono demanda um grande esforço intelectual e tempo de estudo, o que é sempre escasso em jovens que precisam ao mesmo tempo viver intensamente, crescer rapidamente e se profissionalizar.

A minha resposta foi variando ao longo do tempo. Inicialmente, procurava identificar, nas respectivas áreas, quais os conhecimentos e recursos técnicos que a Física poderia oferecer, mas esta resposta parecia deixar muito frustrados os meus interlocutores. Afinal, mesmo em áreas tão próximas à Física, como a engenharia, a maior parte dos recursos técnicos que um engenheiro precisa é ensinada em disciplinas específicas, em que o estudante aprende a técnica aplicada diretamente ao objeto de trabalho. Passei, então, a argumentar que a Física mostra a técnica em toda a sua amplitude, partindo do seu desenvolvimento a partir de conhecimentos básicos, e mostrando onde ela pode ser aplicada e onde não pode, e quais as modificações e adaptações que podem ser incluídas em cada aplicação específica, de que forma a técnica pode ser melhorada, etc. Mas para os alunos que encaravam a sua profissão de um ponto de vista mais técnico e pragmático, esta explicação não era convincente. Finalmente percebi qual é, realmente, a importância de se estudar Física: ela nos ensina a pensar de forma lógica, separando um problema complexo em diversos problemas mais simples, e resolvendo estes separadamente, para depois juntar todas as

soluções parciais num arranjo logicamente organizado que forma a solução do problema inicial.

Mesmo esta última explicação deixava alguns alunos reticentes, mas hoje percebo claramente que esta é a melhor resposta possível. Com o avanço tecnológico ocorrido nas últimas décadas, o mundo moderno se encontra completamente transfigurado, e os profissionais das atividades intelectuais se encontram perdidos num turbilhão de informações e novidades que mal conseguem deglutir, quanto mais digerir. A maior parte das atividades humanas exige, hoje, alta capacidade cognitiva, rapidez de raciocínio lógico, criatividade e muita, muita informação. A pressão pela tomada de decisões em tempos cada vez mais exíguos, e com margem de erro constantemente menores, deixa aturdidos os atuais profissionais e, mais do que eles, os educadores desses profissionais. Os desafios que se apresentam são imensos, e ninguém está completamente preparado para resolvê-los.

Neste livro pretendemos discutir o desenvolvimento da cultura ocidental, desde o seu nascimento até a atualidade. Verificaremos que modificações no comportamento humano induzidas pelo desenvolvimento tecnológico proporcionado pelos próprios homens não são novidades. A humanidade já enfrentou problemas parecidos, só que em menor grau e com maior tempo disponível para se adaptar. Analisaremos como os profissionais ligados a atividades altamente intelectualizadas agem para se manter informados e competitivos nessas áreas, e veremos como essas lições podem ser aplicadas de maneira eficiente a fim de encontrarmos um caminho seguro para seguirmos nos mares revoltos da atualidade. Faremos uma viagem pelo conhecimento humano, olhando com algum detalhe os pontos mais interessantes, os cartões postais deste paraíso iluminado que é a cultura ocidental.

Iniciamos com uma panorâmica sobre a situação atual, mostrando as oportunidades e desafios que nos oferecem as facilidades de telecomunicação que se encontram à nossa disposição. Depois, mostramos os novos problemas que surgem para quem precisa se adaptar a esta nova situação, em que as informações são democraticamente distribuídas por todo o mundo em tempo real, tornando-se, de uma mercadoria cara e procurada, em um produto banal que não é mais considerado um diferencial, mas passou a ser uma necessidade para qualquer pessoa que queira acompanhar os acontecimentos e viver de forma ativa na sociedade moderna.

Passamos, então, a estudar como se iniciou esta trajetória de desenvolvimento que culminou com a sociedade altamente tecnológica que presenciamos. Veremos que as idéias básicas, que acabaram por se tornar a estrutura mestra em torno da qual desenvolveu-se toda a nossa cultura, são em número reduzido e estão por toda parte, espalhadas em vários conceitos

e técnicas que usamos cotidianamente, embora poucas vezes nos damos conta da presença delas.

Chegamos, então, de volta ao momento atual e mostramos que, ao atingir o cume desta construção, podemos perceber alguns sinais de que ela atingiu a sua altura máxima. Alguns limites parecem terem sido atingidos, uma nova visão do mundo está sendo criada, e isso pode alterar profundamente os caminhos que a humanidade seguirá a partir deste momento. Mostramos que ninguém está fora destas transformações, e que todos nós deveremos procurar novas formas de encarar a realidade ao nosso redor. Alguns sinais de que estas modificações já estão em curso podem ser notados na vida moderna, e devemos formular estratégias para nos adequarmos o mais rapidamente possível aos novos tempos.

Em seguida, analisando o conteúdo dessas transformações, os conhecimentos a respeito da forma com que o homem encara o mundo, como funciona sua mente e sua inteligência, procuramos indicar caminhos que podem ser trilhados de forma a facilitar e agilizar o processo de adaptação que inevitavelmente atravessaremos. Mostramos que a tarefa é menos difícil do que parece à primeira vista, e que basicamente se resume a uma mudança de hábitos, uma nova atitude diante das dificuldades de apreensão das informações. Finalmente procuramos delinear os desenvolvimentos futuros da sociedade do conhecimento.

Este livro, embora tenha sido motivado por estudantes universitários, é voltado não só a eles, mas a qualquer pessoa que queira entrar num curso profissionalizante, seja de nível médio ou superior, ou qualquer profissional que se sinta ameaçado e pressionado pelo inesgotável processo de adaptação a novas tecnologias. Enfim, este livro é para qualquer pessoa que queira ingressar na Sociedade do Conhecimento que se está formando diante de nossos olhos, para participar de forma ativa na Era em que a criação de novos conceitos e idéias, não só de tecnologias, será fundamental na diferenciação entre vencedores e perdedores.

<i>É Hora de Pensar!</i>	1
<i>Airton Deppman</i>	1
<i>Prefácio</i>	2
<i>I- A revolução dos meios de comunicação</i>	7
1- O avanço da internet no Mundo.....	7
2- A revolução na distribuição das Informações e do Conhecimento.....	12
3- As modificações que devem ser induzidas no Ensino	14
I- O Ensino atual: foco na Informação.....	14
II- O Ensino depois da Internet: foco no inter-relacionamento das informações....	15
4- É Hora de Pensar.....	18
<i>II- O desenvolvimento do pensamento racional</i>	20
5 - Filósofos Pré-Socráticos.....	20
6- Sócrates, Platão e Aristóteles.....	28
7- Filosofia no Renascimento.....	35
8- Galileu e Newton.....	39
9- Kant e os conhecimentos a priori.....	43
10- Os avanços no Conhecimento ocorridos no século XX.....	46
11- Newton vs. Einstein.....	49
12- A Mecânica Quântica.....	54
13- A descoberta do DNA e suas consequências.....	57
<i>III- Compreendendo os mecanismos cognitivos</i>	61
14- A Inteligência - de ferramenta a objeto de estudo.....	61
15- A Inteligência Natural.....	64
16- A Inteligência Artificial.....	71
17- A Inteligência Social.....	73
18- Os limites da lógica.....	79
<i>IV- Em busca de uma nova atitude no confronto com o conhecimento..</i>	84
19- A necessidade de mudanças.....	84
20 - A influência da tecnologia sobre o homem.....	86
21- O ócio criativo.....	90
22- Aprendendo a Pensar: uma mudança de hábitos.....	93
23- Primeiro Princípio: Não ter Princípios.....	99
24- Regras básicas para uma mudança de hábitos.....	102

<u>25 - Homens e Máquinas.....</u>	<u>108</u>
<u>26- Heidegger e a arte.....</u>	<u>112</u>
<u>27- Leitura e Jogos.....</u>	<u>115</u>
<u><i>V-Bibliografia.....</i></u>	<u><i>117</i></u>

I- A revolução dos meios de comunicação

1- O avanço da internet no Mundo

As fronteiras da minha língua são
as fronteiras do meu mundo.
Ludwig Wittgenstein

Localizar o início do desenvolvimento da internet é uma tarefa difícil. O símbolo “@”, tão conhecido pela vasta multidão de usuários da rede internacional de informações, apareceu pela primeira vez em 4 de maio de 1536, numa carta do mercante florentino Francesco Lapi. Enquanto este fato não parece suficiente para marcar o início de um sistema global de troca de informações, existe uma série de acontecimentos marcantes que se sucederam com velocidade cada vez maior no desenvolvimento e expansão dos meios de comunicação entre as pessoas.

O setor das Comunicações foi sempre um elemento impulsionador do desenvolvimento tecnológico. Em 1861, a empresa Pony Express, que transportava, por trem, correspondências entre as costas leste e oeste dos Estados Unidos, fechou suas portas devido à concorrência de uma nova tecnologia de comunicações, mais rápida, mais segura e mais barata do que o transporte ferroviário. Esta tecnologia era o telex, que enviava informações através de sinais elétricos. Os avanços nessa área não pararam de acontecer até os dias atuais. Vieram o rádio e, posteriormente, o fax, que foi patenteado por Giovanni Caselli, em 1863. O telefone foi inventado em 1876, e já em 1924 foi feita a primeira transmissão de uma figura por linha telefônica, ampliando imensamente a sua aplicabilidade. A televisão surgiu a partir de um experimento científico realizado pelo físico J.J. Thomson em 1897, onde precisou inventar o tubo de raios catódicos, aparelho que hoje faz parte de qualquer televisor analógico. Esses inventos ampliaram a capacidade de distribuir informações para populações cada vez maiores de forma rápida e eficiente.

Ao mesmo tempo em que novos meios de comunicação eram criados, modernos meios de transmissão também eram inventados. O primeiro cabo intercontinental para telex foi instalado com sucesso em 1866, ligando a Europa e a América do Norte. O primeiro satélite artificial foi o russo Sputnik, lançado em 4 de outubro de 1957, e o primeiro a ser usado para telecomunicações foi lançado em 1960. Em 1962 acontecia a primeira transmissão ao vivo, via satélite, entre Europa e Estados Unidos.

Paralelamente, aconteciam também rápidos avanços na informática. O primeiro computador digital foi construído em 1939, e tinha como principal utilização a efetuação de cálculos longos de forma rápida e eficiente. Posteriormente o computador passou a ser usado como

instrumento para armazenamento de informações, editoração, tratamento de imagens e sinais, laser etc. O primeiro joystick foi inventado em 1962 por Alan Kotok e por Steve Russel, que havia criado alguns meses antes o primeiro jogo de computador, chamado Spacewar!. Em 1963, Doug Engelbart inventa o *X-Y Position Indicator for a Display System*, hoje mais conhecido como *mouse*. Em 1964 foi criado o PDP-8, primeiro computador a ser produzido em larga escala.

A Internet se desenvolveu, inicialmente, por motivação militar. Em 1958, motivado pelo lançamento do satélite russo no ano anterior, o Departamento de Defesa norte-americano criou a Agência de Projetos de Pesquisa Avançados (ARPA, na sigla em inglês), que em 1967 iria incentivar a criação de uma rede conectando computadores de várias universidades ligadas à agência, a ARPANET. Esta rede foi completada em 1969, tornando-se a primeira rede do mundo a conectar computadores em regiões distantes e permitindo a troca de informações entre quatro *hosts* localizados na Universidade da Califórnia em Los Angeles, na Universidade da Califórnia em Santa Bárbara, no Instituto de Pesquisas de Stanford, e na Universidade de Utah. Nesse mesmo ano, em 7 de abril, Steve Crocker cria o primeiro Request for Comment (RFC) com o título *Host Software*, um texto livremente distribuído descrevendo a interface entre hosts. Interessante notar que o nome RFC foi criado para não parecer muito impositivo, pois Crocker desejava criar um ambiente em que todos se sentissem confortáveis para participar, espírito este que ainda permanece no desenvolvimento da internet, e que talvez seja uma das chaves para o seu sucesso.

Em 1971 a rede ARPANET já contava com 15 sites e 23 hosts, com circulação média de 700 mil pacotes de bites por dia. Neste mesmo ano o RFC número 172 é publicado estabelecendo o *File Transfer Protocol* (FTP). Em 1972 são criados os primeiros softwares a permitir a transmissão e recepção de mensagens pela rede (e-mail), que imediatamente se tornou a aplicação mais popular. No mesmo ano é criado o TELNET. O sistema operacional UNIX aparece no ano seguinte, e em 1974 é criado o TCP (Transmission Control Protocol), para controlar o fluxo de informações na rede. É também usado pela primeira vez o termo internet. Neste ano a ARPANET já conta com 62 computadores interligados.

Já em 1975 foram notados os primeiros problemas com *junk mails*, mensagens inúteis que lotavam as caixas de mensagens, problemas que persistem até os dias de hoje! Em 1976 a rainha Elizabeth II se tornou o primeiro chefe de estado a enviar um e-mail.

Vemos que os eventos marcantes no desenvolvimento da internet já se tornaram mais rotineiros, e anualmente vários avanços e aprimoramentos foram conseguidos, sendo que o número de

computadores conectados foi crescendo rapidamente. Os fatos mais importantes nos anos seguintes foram o desmembramento do TCP no TCP/IP em 1978, criação da USENET em 1979 e da BITNET (*Because It's Time Network*) em 1981, e o início do projeto GNU em 1984. Em 1987 o Vírus de Natal causa a paralisação temporária da BITNET. Em 1989 o laboratório Europeu CERN inicia estudos para a criação da rede WWW, com um sistema de hipertexto para facilitar a distribuição de informações entre os pesquisadores de Física de Altas Energias. Em 1993 foi criado o primeiro *browser* para acessar informações no sistema de hipertexto da rede WWW, que ficou conhecido pelo nome de Netscape.

Em 2001, o número de *hosts* conectados na rede mundial já superava os 15 milhões, crescendo rapidamente. A internet já havia se popularizado, chegando às casas de cidadão de diversos países. Lojas, bancos e prestadores de serviços em geral criam mecanismos de negócios feitos inteiramente através da internet. Qualquer informação pode ser publicada por uma pessoa qualquer, e recebida por milhares de outras pessoas espalhadas por todo o mundo. O lado bom e o lado ruim da internet aparecem claramente. Pedofilia, invasão de computadores em agências governamentais e em bancos, desvios de dinheiro e pirataria se difundem rapidamente, mas por outro lado, educação à distância, criação de museus virtuais, cursos universitários on-line também aparecem por todos os lados.

Cada nova tecnologia cresce com uma velocidade ainda maior do que a anterior, e a sensação de todos, hoje, é a de não conseguir acompanhar esse desenvolvimento tão rápido. A cada ano aparecem no mercado novidades tecnológicas que superam tudo o que havia anteriormente, ou acumulam em um único aparelho funções que anteriormente estavam dispersas em vários outros, como por exemplo, o telefone celular que já incorporou um computador com acesso à rede internet.

Todo esse desenvolvimento se deu no sentido de individualizar os serviços, como, por exemplo, os casos do microcomputador e do telefone celular, e de globalizar e democratizar o acesso à informação numa velocidade cada vez maior – como na criação de satélites artificiais e da rede internet. Hoje vemos que este setor do Conhecimento Humano possui características peculiares, que lhe dão uma dinâmica própria de desenvolvimento cujos efeitos não encontram paralelo em nenhuma área tecnológica já desenvolvida e que talvez só possa ser comparada ao desenvolvimento do próprio Conhecimento Científico que lhe dá base e sustentação.

De fato, cada avanço obtido nos meios de comunicação amplia a velocidade e o alcance, em número de pessoas atingidas, da difusão de informações. É natural que a primeira informação transmitida e difundida

de forma mais eficiente seja aquela do próprio avanço tecnológico que permitiu o novo mecanismo de comunicação. Assim é este, geralmente, o primeiro conhecimento a ser difundido, de forma que mais pessoas terão acesso a este desenvolvimento, mais cientistas, engenheiros e técnicos dominarão a nova tecnologia, e mais rapidamente aparecerão idéias para que ela seja aprimorada, melhorada ou incorporada por outras tecnologias já existentes. Dessa forma, à medida que a tecnologia de informação avança, aumenta a velocidade do seu próprio desenvolvimento. Fato semelhante acontece nas Ciências, onde cada nova descoberta é difundida entre os cientistas e proporciona a possibilidade de novos desenvolvimentos, que são novamente difundidos dando origem a novas descobertas, e assim sucessivamente, como acontece ainda nos dias atuais. Portanto, o desenvolvimento de uma área pode aumentar a velocidade com que novos avanços aparecerão nesta mesma área.

Essa característica é inerente aos campos do Conhecimento que tenham ampla difusão, que tenham suas técnicas de desenvolvimento abertas e de domínio público, para que um número grande de pessoas possa contribuir para o seu aprimoramento, e cujo desenvolvimento seja feito através do acúmulo de uma quantidade de informações conectadas de forma lógica, de modo que cada nova descoberta abra caminhos para mais descobertas.

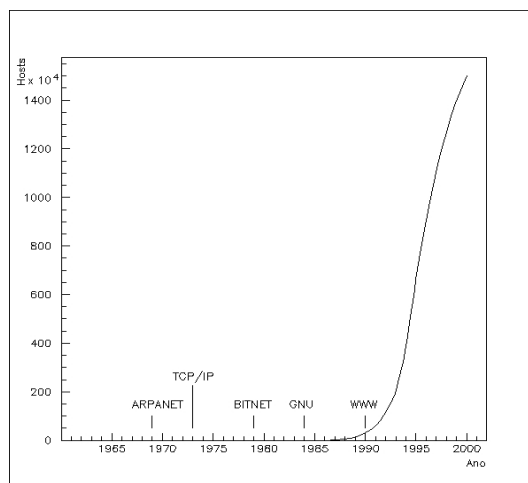


Figura 1.1: Gráfico mostrando a evolução da internet ao longo dos anos, no período entre 1960 e 2000, visto através no número de *hosts* conectados à rede internacional.

No gráfico mostrado acima, vemos uma explosão, a partir do final dos anos 80, no número de *hosts* ligados à rede internacional, refletindo o rápido aumento de usuários da rede. Por que isto não ocorreu antes, já que a primeira rede formada surgiu em 1968-69? A resposta pode ser vista no mesmo gráfico, onde colocamos também o surgimento do projeto GNU,

que disponibiliza softwares gratuitamente para qualquer pessoa que tenha interesse, e a criação da *World Wide Web* (WWW), que é um mecanismo gratuito para se navegar na internet. Antes dessas duas, as tecnologias existentes eram protegidas por sigilo militar ou tinham custos exorbitantes, impedindo o acesso de um maior número de pessoas a estas facilidades. O ambiente livre propiciado pela WWW e pelo projeto GNU (hoje chamado Free Software Foundation), permitiu, nos dez anos seguintes, um avanço incomparavelmente maior da internet do que nos vinte anos anteriores!

2- A revolução na distribuição das Informações e do Conhecimento

*A linguagem é uma arte anônima,
coletiva e inconsciente, o resultado
da criatividade de milhares de
pessoas.*

Sapir Edward

O ataque terrorista que afetou simultaneamente as torres gêmeas do World Trade Center, em Nova York, o Pentágono, e possivelmente tivesse como alvo também a Casa Branca, ocorreu quando a internet já permitia que a informação cruzasse o mundo em poucos segundos. Como foi possível que um ataque desses acontecesse nos centros mais vigiados e seguros que o mundo já conheceu? Não seria possível ter informações sobre a movimentação dos terroristas, sobre os preparativos para o ataque e sobre a entrada dessas pessoas no território americano? A resposta é: sim. Essas informações não só eram possíveis, mas existiam em quantidade suficiente para que o ataque fosse impedido.

Então, o que aconteceu para que os eficientes serviços de segurança americanos não agissem antecipadamente aos ataques? Simplesmente eles não foram capazes de processar todas as informações de que dispunham, separar o joio do trigo, e descobrir, no meio de milhares de dados e informações sistematicamente coletadas em vários pontos do país, o que era relevante e urgente, e o que poderia ser descartado ou guardado para ser analisado posteriormente.

Este é um exemplo espetacular do que acontece de forma corriqueira em escritórios, escolas e residências em todo o mundo. A quantidade de informações que as pessoas recebem é muito grande, e ninguém é capaz de processar todo esse conhecimento em tempo hábil para tomar uma decisão racional.

Outro exemplo é o que acontece com as bolsas de valores e mercados financeiros em diversos países, que hoje são mundialmente interligados. Variações minúsculas no preço de ações de qualquer empresa listada nesses mercados são detectadas imediatamente em qualquer lugar do mundo por pessoas que estão a milhares de quilômetros de distância, e que devem decidir entre manter, comprar ou vender a fração dessas ações que estão sob a sua responsabilidade. Ao mesmo tempo, em outras tantas cidades tão ou mais distantes, outras pessoas estão, naquele mesmo momento, recebendo as mesmas informações e tendo que tomar a mesma decisão. Aqui, quem decidir corretamente e mais rapidamente, aferirá os maiores lucros ou evitará perdas desastrosas. Em poucos minutos essas pessoas deverão separar, entre centenas ou milhares de informações, aquelas que são relevantes, avaliar sua veracidade (os boatos são regra, e

não exceção no meio financeiro), e decidir o destino de milhões de dólares de acionistas que confiaram suas economias àqueles profissionais.

Com essa quantidade de informações, com a velocidade com que elas se espalham, e principalmente pelo fato de elas serem universalizadas, isto é, disponibilizadas para todos que estão conectados ao mundo virtual da internet, reduziu-se consideravelmente a capacidade de processar corretamente essas informações e chegar à conclusão mais acertada. O que se vê, então, são movimentos financeiros do tipo manada, quando cada indivíduo segue a decisão da maioria, mesmo que as informações que ele dispõe pudessem levar à direção oposta. Assim, termos como “exuberância irracional”, “dissonância cognitiva”, ou “ganância infecciosa” se tornaram cada vez mais corriqueiros nos noticiários econômicos. Ambigualmente, a Era da Informação, que universalizou o acesso extremamente rápido a todo tipo de informação, acabou por reduzir a capacidade de decisão das pessoas.

Mas a solução para este paradoxo não pode ser um retrocesso – efetivamente impossível – na capacidade de transmissão da informação, nem a criação de controles ou censores para a circulação e divulgação de qualquer tipo de dado. O que precisamos é de mecanismos mais rápidos, seguros e efetivos de tomada de decisão. Precisamos reeducar a sociedade para aprender a criticar, julgar os dados rapidamente, antes de decidir seguir um caminho ou outro. E este mecanismo deve ser eficientemente aplicado para que as conclusões possam ser atingidas na mesma velocidade com que as informações são transmitidas. Para isso, um novo paradigma educacional se faz necessário.

3- As modificações que devem ser induzidas no Ensino

Não se pode ensinar tudo a alguém. Pode-se, apenas, ajudá-lo a encontrar por si mesmo.
Galileu Galilei

I- O Ensino atual: foco na Informação

Se você está lendo este livro é porque, em algum período de sua vida, passou muitas horas, sentado num banco escolar, aprendendo a ler e escrever, a efetuar operações matemáticas elementares como somar, subtrair, multiplicar e dividir. Provavelmente ainda se lembre da enfadonha sensação de estar perdendo tempo na sala de aula, enquanto a vida corria livre do lado de fora do muro escolar. Deve lembrar-se também das horas perdidas tentando decorar a tabuada, ou nomes de países - alguns deles talvez nem mesmo existam hoje! - e das suas capitais, que muito provavelmente você só precisou saber para superar o exame, e hoje não se recorda mais.

Com isso, não queremos dizer que seja possível eliminar completamente a memorização de algumas informações durante o processo de aprendizado, mas é claro que, há poucos anos, o ensino era baseado fortemente na acumulação - pura e simples - de informações, sem a ênfase importantíssima na relação entre as diferentes informações. Ou alguma vez o professor ou professora explicou para que você precisava decorar o nome das capitais de todos os países da Ásia e da Oceania?

Mesmo nos cursos profissionalizantes ou de nível superior, a ênfase era muito voltada para o acúmulo de informações, sem necessariamente se preocupar com as suas aplicações, e nem mesmo com o encadeamento lógico que leva de uma informação a outra. Nesse sentido, era considerado um Profissional, numa determinada área, aquela pessoa que havia recebido - e algumas vezes acumulado - uma carga de informações que o habilitava a trabalhar nessa área. Seria capaz, se conseguisse manter na memória as informações recebidas ou pelo menos soubesse onde encontrá-las, de resolver os problemas conhecidos para esse tipo de profissão. Não precisava saber mais nada, nem ter desenvolvido e aprimorado o raciocínio lógico que levou, algum dia, à solução daquele problema da forma que ele havia aprendido.

Os profissionais assim formados eram capazes de resolver os problemas já conhecidos, mas paravam no primeiro obstáculo novo que se lhes oferecesse, pois a informação sobre esse novo problema e a correspondente solução não constavam na bagagem de conhecimentos que lhe fora imposta no seu curso profissionalizante. Como apenas acumulara

informações, sem perceber a conexão lógica entre as idéias que levaram àquela solução, não era agora capaz de formular uma estratégia inovadora para solucionar o novo problema de forma original.

Tampouco sabia relacionar as informações que acumulara sobre o seu campo de atuação com outras áreas do Conhecimento. Um engenheiro é um engenheiro, um médico é um médico, um advogado é um advogado, e assim por diante. Essa compartimentalização do Conhecimento acabou gerando uma série de especialistas que não são capazes de aplicar sua bagagem de informações em nada que fuja um pouco da área em que se profissionalizou. Temos, assim, gerações de pessoas com nível de instrução superior, mas que têm dificuldades de interpretar informações que apareçam num jornal, já que raramente ela é de sua especialidade.

Esse esquema de ensino funcionou enquanto a base tecnológica avançava de forma lenta, de modo que as informações apreendidas durante o curso superior ainda eram razoavelmente atuais quando o profissional se aposentava, 30 ou 35 anos depois. Hoje, porém, as informações circulam de forma alucinante, as técnicas são modificadas radicalmente num prazo de poucos anos, e o conhecimento que se acumula num curso universitário já é obsoleto no mesmo instante que é apreendida. Por isso, formar profissionais seguindo esse esquema de ensino é um desperdício de tempo dos alunos e dos professores, pois os estudantes não estarão aptos a resolver os mais elementares desafios que se apresentarão assim que iniciarem a sua carreira, gerando, no médio prazo, um custo social insustentável.

Como resolver esse impasse? Como poder transmitir conhecimentos atualizados aos estudantes, se um curso superior demora de quatro a seis anos para ser completado, e as técnicas são totalmente modificadas num intervalo de tempo semelhante? A solução é uma mudança de ênfase da informação para a inter-relação dos conceitos e conhecimentos. Não se deve apenas passar as informações, mas também mostrar como as idéias se relacionam entre si num encadeamento lógico, e como, a partir das técnicas mais rudimentares, foram geradas técnicas mais modernas, e por que estas são eficientes na resolução de determinados problemas, quais as suas limitações, e por que elas podem se tornar insuficientes para resolver problemas num futuro próximo. Com isso estará sendo estimulada a criatividade e a inventividade dos jovens profissionais, que serão capazes de enfrentar novos desafios de forma original, inovadora.

II- O Ensino depois da Internet: foco no inter-relacionamento das informações.

Vemos que os métodos tradicionais de Ensino não são eficientes num período em que as informações são difundidas da forma generalizada e veloz que a internet permite. Sendo a informação facilmente acessível, qualquer pessoa pode obtê-la, e conseqüentemente o valor associado ao acúmulo de informações, que antes era grande o suficiente para justificar vários cursos de nível superior, ficou agora extremamente reduzido. Sendo assim, os profissionais que estão sendo formados hoje em dia seguindo esse esquema de ensino, estarão fadados a uma carreira curta e mal remunerada.

Para que possamos formar profissionais competentes, e que consigam seguir os avanços tecnológicos e científicos na velocidade necessária, devemos tirar o foco da informação, que se tornou uma mercadoria barata, e passarmos a dar atenção à inter-relação dos conceitos que formam o conhecimento, no encadeamento lógico necessário ao desenvolvimento de novos métodos, na criatividade e no senso crítico. São essas as ferramentas que um jovem profissional deverá ter para enfrentar um mercado de trabalho cada vez mais disputado, apoiado sobre a areia movediça das técnicas que avançam rapidamente e das informações amplamente difundidas e de fácil acesso a qualquer pessoa.

Acontece que transmitir informações, principalmente as informações técnicas, compartimentalizadas e estanques, é uma tarefa muito mais fácil do que desenvolver o senso crítico, aprimorar o raciocínio lógico, e entender que todas as formas de conhecimento têm fronteiras comuns difusas, interligando-se de maneiras variadas e às vezes inesperadas. A questão que se coloca é: será possível ensinar uma pessoa a pensar dessa forma? Ou o único modo de ensino é a transmissão de informações, restando ao educador somente esperar que alguns alunos mais brilhantes consigam, por si mesmos, encontrar o caminho da lógica nesse emaranhado de conhecimentos, desenvolvendo ao mesmo tempo o senso crítico necessário para separar o que é importante do que é acessório na solução de algum problema?

Atualmente existem métodos de ensino que tentam reverter o sentido da transferência de informações. O professor não diz ao aluno o que ele deve aprender, mas procura estimular nesse aluno a necessidade de buscar essa informação, apresentando uma série de problemas em que ela se faz necessária. Este método tem muitas vantagens em relação ao tradicional, já que as informações que o aluno recebe já não são mais separadas em blocos estanques, desde que os problemas propostos aos alunos sejam diversos e gerais. Além disso, estimula a criatividade, já que os estudantes devem, inicialmente, tentar resolver os problemas de forma original, e, por conseguinte, desenvolve também o raciocínio lógico e o senso crítico no momento em que ele deve selecionar, entre as informações já acumuladas, quais podem ser úteis na solução dos problemas que está enfrentando.

Algumas das dificuldades desse método são de caráter técnico, já que para cada professor o número de estudantes deve ser muito menor do que no ensino tradicional. Além disso, pessoas diferentes podem demorar tempos muito diversos para encontrar uma solução para o mesmo problema, então a heterogeneidade de cada classe pode gerar mais empecilhos. Outra dificuldade está na seleção dos problemas a serem analisados pelos estudantes, já que eles devem ser estimulantes o suficiente para que os alunos não desistam no primeiro obstáculo. Sendo assim, parece que não aparecerá algum método de ensino que seja aplicável no curto prazo, e que garanta as características necessárias para a formação de pessoas qualificadas para o mercado de trabalho nos dias atuais.

Então, pelo menos no momento atual, a solução está mais na mão de cada indivíduo do que da sociedade como um todo. Cada pessoa deve assumir a responsabilidade pela sua própria formação, usando os eficientes meios de comunicação de que dispomos para buscar um aprimoramento contínuo de seus conhecimentos e de sua capacidade de compreensão dos mesmos. A seguir daremos algumas indicações de como isso é possível.

4- É Hora de Pensar.

*As mentes criativas sobrevivem a
qualquer tipo de mau treinamento.*
Anna Freud

Obviamente não podemos dar um método geral para a procura de novos conhecimentos, que seja aplicável em qualquer área ou para qualquer pessoa. Se isso fosse possível, bastaria que esse método fosse estendido para todo o Ensino, e o problema já estaria resolvido. Como isso, pelo menos por hora, é impraticável, vamos procurar algumas regras de conduta pessoal que, se aplicadas rotineiramente, se transformarão num hábito que não só aumentará a sua eficiência na busca, seleção e retenção de novas informações, mas também estimulará, em quem aplicá-las corretamente, a busca contínua de novos conhecimentos.

Para isso, é necessário, como sempre acontece quando devemos modificar as nossas atitudes, perseverança, paciência e muita força de vontade. Mas o resultado, quando alcançado, mostrará que o esforço foi recompensado.

Dizemos que é necessária uma mudança de atitude porque é principalmente a *forma* com que as novidades são encaradas que determina a velocidade com que elas serão apreendidas e incorporadas à sua bagagem de conhecimentos. Se você é uma daquelas pessoas que vêem cada novidade na sua área profissional como um obstáculo a mais que deverá superar, e enxerga seu superior como se fosse um professor cobrando a tarefa de casa, está certamente no caminho errado. Uma mudança de atitude, não só no tocante ao seu trabalho, mas na forma de encarar a sua vida, em geral, é necessária. Hoje, um profissional bem sucedido é aquela pessoa que não só gosta de absorver novos conhecimentos, mas faz disso uma forma de vida, procurando novos conhecimentos 24 horas por dia, relacionando todas as informações novas que recebe com aquelas de que já dispõe, mas de uma forma crítica e seletiva, e procurando ordená-las de forma lógica, dando ênfase muito maior nas relações lógicas entre as novas informações e aquelas de que já dispunha.

Além disso, o local para o aprendizado deixa de ser a sala de aula ou o local de trabalho. Agora, qualquer lugar e hora devem ser usados para aprender. Uma despreziosa conversa com amigos num bar ou restaurante pode, para uma pessoa atenta e com as atitudes corretas que mencionamos, ser uma enorme fonte de informações úteis, desde que se siga uma estratégia segura para separar o relevante do irrelevante, e que a atenção seja voltada principalmente para a lógica que existe relacionando

as idéias que vão surgindo durante a conversa. O local adequado para o aprendizado deixa de ser somente a escola ou o escritório de trabalho, mas passa a ser qualquer lugar onde estejam asseguradas as condições para que as pessoas possam usar a sua imaginação e criatividade da melhor forma.

Portanto, todos devemos estar preparados para aprender a qualquer momento e em qualquer lugar. Devemos nos cercar das condições ideais que possibilitem o maior contato possível com todo o tipo de informação que nos permita exercitar a arte de aprender usando as ferramentas adequadas para isso - que são o senso crítico, a inteligência, a análise em profundidade e rigorosamente lógica de todas as novidades que nos chegam, e também a busca por soluções inovadoras e criativas para se resolver os novos problemas que se nos apresentarão no mundo moderno.

Para entender como é esta nova atitude, vamos observar de que modo se desenvolvem a Ciência e a Filosofia. Como já dissemos antes, a troca de informações nessas áreas sempre foi uma rotina, isto é, cientistas e filósofos já vivem há séculos o fenômeno da globalização das informações. Por isso, esses profissionais já desenvolveram técnicas de aprendizado e de raciocínio adequadas para enfrentar o desafio de aprender por conta própria e de se manter atualizados num ambiente internacionalmente competitivo.

II- O desenvolvimento do pensamento racional

5 - Filósofos Pré-Socráticos

*O que há de mais incompreensível
a respeito do Universo é o fato de
ele ser compreensível.*
Albert Einstein

Talvez tenha sido na Grécia o lugar onde o melhor ambiente possível para o desenvolvimento do trabalho intelectual, na Antiguidade, tenha sido criado. Somos ainda hoje fortemente influenciados pelas idéias e conceitos originais formulados por um grupo de pensadores relativamente pequeno, se comparado com a quantidade daqueles que surgiram nos séculos seguintes até a atualidade, em um período de cerca de um século. Toda a chamada civilização ocidental tem como alicerce os desenvolvimentos do Conhecimento obtidos por aqueles homens. Foram eles que estabeleceram de forma completa a estrutura lógica de nosso pensamento, da forma como ele é usado até hoje.

A região jônica, no extremo leste da Grécia antiga, era um lugar particularmente propício para o surgimento de uma grande civilização: tinha um clima ameno, solo fértil, estava longe de outras grandes civilizações ou impérios, evitando assim pressões políticas ou militares. Nessa região, e em particular na próspera cidade-estado de Mileto, formou-se uma população que cresceu num ambiente estável, livre, politicamente democrático, com tempo para se dedicar a atividades esportivas, artísticas e intelectuais que foram levadas à mais alta perfeição compatível com aquela época.

Foi em Mileto que viveram os três grandes gênios que deram início à forma moderna de pensamento: Tales, Anaximandro e Anaxímenes. Estes três homens viveram mais ou menos na mesma época, e provavelmente se conheceram e interagiram, criando um método de análise do Mundo que mais tarde passou a se chamar de Filosofia, sendo que Tales, o mais velho deles, foi considerado por Platão o criador desta disciplina. Não é o objetivo deste livro dissertar sobre filosofia, mas é útil observar como esses pensadores raciocinavam, e como as idéias originais que eles tiveram puderam surgir naquela época e naquele lugar.

Antes de Tales, os gregos, como todos os outros povos na face da Terra, acreditavam que as causas dos fenômenos naturais fossem de ordem divina. Uma seca mais rigorosa e prolongada era creditada a algum castigo dos deuses devido ao comportamento inadequado da população da cidade, um terremoto podia ser provocado se um dos deuses acordasse de

mau-humor, etc. Tales foi a primeira pessoa que se tem registro a pensar de forma radicalmente diferente, observando que existem regularidades nos fenômenos naturais, e que o Mundo é um mecanismo que se auto-regula e que pode, de alguma forma, ser compreendido pelo homem. Embora hoje nos pareça uma observação óbvia, foi uma mudança radical na forma de pensar, mudança esta que se estende até os dias atuais, e que moldou de forma profunda toda a civilização ocidental.

O maior triunfo de Tales foi prever um eclipse lunar que ocorreu em 28 de maio de 585 a.C. na região de Mileto. Como muito pouca coisa escrita por aqueles filósofos permaneceu intacta até os dias atuais, não sabemos como ele conseguiu fazer essa previsão corretamente, mas o importante é notar que já seis séculos antes de Cristo existiam pessoas que olhavam para o mundo ao seu redor e que tentavam encontrar uma forma racional de compreendê-lo.

Tales propôs um modelo simples para a organização do Universo e para a sua origem. Ele achava que o elemento primordial na Natureza fosse a água, e que tudo o que vemos é formado a partir desta através dos processos de condensação e rarefação. É um modelo ingênuo do universo, que foi posteriormente modificado por seus seguidores, Anaximandro e Anaxímenes, mas que mostra o desejo de compreender o mundo de uma forma lógica, procurando vislumbrar o mecanismo de funcionamento do Universo sem recorrer à vontade de deuses ou seres superiores. Para eles, existia uma substância primordial, definida de forma diferente por cada um dos filósofos, da qual eram formadas todas as outras. Para Anaximandro, o mundo surgiu do próprio turbilhão dessa substância, que foi separada por este movimento em fatores opostos, como o fogo e o ar, ou a água e a terra. Assim, o nosso planeta estaria no centro, por ser mais pesado, e o ar, mais leve, ficaria ao seu redor. Para Anaxímenes, a formação do mundo se daria através do eterno confronto entre a tendência à rarefação e a tendência à condensação da sua substância primordial, que se encontrariam num equilíbrio dinâmico, sendo ora um e ora outro processo o dominante, e deste confronto surgiriam todos os outros fenômenos.

O filósofo jônico em que estas idéias de mudança aparecem de forma mais radical foi Heráclito, que chegou a afirmar que “um mesmo homem nunca entra duas vezes num mesmo rio”. Com esta famosa frase, Heráclito queria enfatizar as mudanças e o movimento que ocorre continuamente na natureza, dizendo que um rio, apesar de parecer o mesmo, com o mesmo leito sobre o mesmo vale e com as mesmas curvas, muda constantemente porque a água que o percorre nunca é a mesma, ou seja, a cada instante uma porção diferente de água passa pela mesma região do rio. O homem, por outro lado, também muda, pois o tempo passa continuamente para ele, assim como a água passa pelo rio, portanto

o homem que pulou no rio a segunda vez, embora seja a mesma pessoa, já não é o mesmo que pulou a primeira vez, porque o tempo passou e ele viveu nesse ínterim outras experiências, mesmo que seja a de ter entrado no rio.

Outro filósofo importante que viveu nessa época foi Pitágoras. Ele era natural de Samos, ilha próxima da Mileto, e provavelmente ouviu falar dos filósofos milésios. Pitágoras era reconhecidamente um excelente educador, e formou uma série de discípulos que seguiram a sua filosofia. Aliás, foi ele quem criou o termo, denominando-se filósofo, que significa “amigo da sabedoria”, em grego. Entre os méritos de Pitágoras, além da formação de vários discípulos, está o fato de ter levado o conhecimento filosófico que surgiu na região jônica até o extremo oeste da Grécia antiga, na região onde atualmente está o sul da Itália. Ele foi para lá, morar na cidade de Crotona, por discordar da política adotada na sua ilha natal, e essa mudança proporcionou a difusão das suas idéias e da filosofia que surgia na região Jônica até o outro extremo do mundo helênico.

Além deste aspecto de difusão das novas idéias, Pitágoras tinha um grande talento para a matemática. Embora muitas vezes carregando uma carga mítica e dogmática, ele percebeu que muitas coisas podiam ser descritas através dos números. Um feito notável foi mostrar a relação entre os números inteiros e as notas musicais harmônicas de uma harpa, instrumento musical muito difundido entre os gregos. Assim, foi Pitágoras o primeiro a perceber que a matemática podia ser uma ferramenta útil para se descrever os fenômenos naturais.

Em pouco tempo outros filósofos surgiram na região próxima a Crotona. Na Eléia, outra cidade naquela região, viveu Parmênides. Este filósofo desenvolveu idéias radicalmente diferentes para explicar o mecanismo que governa o funcionamento do mundo. Rejeitou a idéia de mudança e movimento para explicar os fenômenos naturais, afirmando que as mudanças não são absolutamente possíveis. Segundo ele, só pode ser eterno aquilo que não muda nunca, e se o Mundo é eterno, ele não pode absolutamente mudar.

O Mundo, para Parmênides, era um objeto único e indivisível, e as modificações que nós atribuímos a ele são, na verdade, deficiências da nossa sensibilidade em observar os fenômenos naturais. Esta idéia provocou uma divisão importante na filosofia que persiste até os dias atuais. Sua corrente de pensamento passou a ser conhecida como racionalismo - já que despreza as experiências e as informações que podemos coletar através de nossos sentidos, devendo o Universo ser compreendido somente através da razão - e está em oposição com o realismo, que se baseia na observação dos fenômenos da natureza.

Um de seus discípulos, Zenon, procurou mostrar os paradoxos de se assumir movimentos ou mudanças na natureza. É dele o famoso paradoxo

do movimento, que transcrevemos a seguir. Zenon propôs o seguinte problema: imagine uma corrida entre uma tartaruga e Aquiles, famoso herói grego conhecido por sua habilidade e capacidade física. Todos sabemos que Aquiles é muito mais rápido do que a tartaruga, então damos a esta uma certa distância de vantagem, digamos 10 metros. É dada a largada e, após um determinado intervalo de tempo, Aquiles chega na posição inicial da tartaruga, mas no mesmo tempo a tartaruga caminhou um pouco mais, e continua na frente. Mais algum tempo e Aquiles atinge esta nova posição da tartaruga, mas esta também se deslocou, continuando na liderança da corrida. Aquiles eventualmente chegará até esta nova posição da tartaruga, mas ela sempre estará um pouco à frente. Desta forma, concluiu Zenon, Aquiles nunca conseguirá ultrapassar a tartaruga.

Hoje, a solução deste paradoxo é bastante clara, mas por muito tempo ele permaneceu como um buraco vazio na estrutura que foi se erguendo no pensamento ocidental. O que ocorre é que o tempo total de corrida, desde a partida, vai tendendo a um limite, isto é, nosso herói só não alcança a tartaruga porque deixamos passar intervalos de tempo cada vez menores, que vão tendendo a zero à medida que aquele se aproxima desta. Este limite ao qual tende o tempo é exatamente o instante em que Aquiles alcança a tartaruga. Como não deixamos este instante ocorrer, pois fazemos observações em intervalos cada vez menores, eles nunca estarão no mesmo lugar no mesmo instante. Por trás deste raciocínio está o conceito moderno de *limite* - que foi desenvolvido muitos séculos depois, por Newton e Leibnitz - e que deu origem ao cálculo diferencial e integral, ensinado hoje nos cursos de matemática superior.

É importante notar o método usado por Zenon. Ele partiu da hipótese de que o movimento é possível, e desenvolveu um raciocínio lógico que, levado às últimas conseqüências, produziu um paradoxo. Deste paradoxo, Zenon concluiu que o movimento não era possível. Embora a conclusão esteja errada, o método utilizado por este pensador é muito útil, e ainda utilizado na matemática moderna. Além disso, neste raciocínio já estava o embrião de conceitos muito importantes, que só foram desvendados e usados de forma rigorosa muitos séculos depois. Veja como pensar com profundidade nos problemas é sempre útil.

Outro paradoxo formulado por Zenon está relacionado à afirmação dos filósofos milésios de que na natureza existem muitas coisas, e que elas são formadas por concentrações diferentes da substância primordial. Supondo que de fato existam muitas coisas, e que elas possam ser divididas em partes, Zenon examina duas possibilidades: que as partes tenham tamanho finito, ou que não tenham tamanho, isto é, não ocupem lugar no espaço. Se a segunda hipótese é verdadeira, então não importa quantas partes formem um objeto, ele nunca ocupará lugar nenhum no espaço, já que cada uma das partes não tem tamanho nenhum. Portanto,

como vemos que os objetos ocupam um lugar no espaço, esta hipótese é absurda, e devemos supor que cada parte tem dimensões finitas. Mas sempre podemos pegar cada uma das partes e dividi-las em partes menores, e cada uma destas partes dividi-las ainda mais, e assim por diante, num processo que produzirá um número infinito de partes de um único objeto inicial. Tendo, por hipótese, cada uma das partes uma dimensão finita, e como temos um número infinito de partes, resulta que qualquer objeto deve ter dimensões infinitas. Fica assim descartada a possibilidade das partes terem dimensão finita. Como nada pode, ao mesmo tempo, ter e não ter tamanho finito, o resultado é um paradoxo com o qual Zenon conclui que as coisas que vemos não podem ser separadas em partes e, portanto, o Universo é um objeto único e indivisível, e como é único, não pode se modificar, comprovando as idéias de Parmênides!

Hoje sabemos que a realidade é bem diferente disso, mas também podemos ver no raciocínio de Zenon um problema que resultaria, mais tarde, no conceito de átomo, isto é, uma porção da matéria que é indivisível. O conceito de átomo resolve o paradoxo proposto por Zenon, pois não é mais possível dividir infinitamente um objeto.

Este filósofo não contribuiu para o raciocínio filosófico com nenhuma idéia original, pois se dedicou a formular paradoxos para comprovar as idéias de seu tutor, Parmênides. No entanto, trouxe uma contribuição valiosa ao propor problemas em que a lógica desempenha um papel crucial. Mostrou que o raciocínio lógico, quando guiado por perguntas corretas e considerado em profundidade, pode nos levar à compreensão de novos conceitos que revelam características mais profundas, e inicialmente não visíveis, da realidade.

Analisemos, agora em retrospectiva, o que aconteceu na Grécia naquele período. Entre Tales, que iniciou essa corrente racionalista de pensamento ao redor de 590 A.C., e Zenon, que viveu ao redor de 490 A.C., se passaram apenas 100 anos, mas um grupo reduzido de pessoas conseguiu construir uma estrutura de conhecimentos que, se estava ainda longe de descrever corretamente os fenômenos naturais que aconteciam ao seu redor, era rica em raciocínio lógico baseados em idéias originais, na crença de que o universo funciona como uma enorme engrenagem cujos principais elementos podem ser compreendidos pelo homem, e na esperança de que, usando unicamente a razão e a observação da natureza, podemos nos aprofundar no conhecimento do mundo que nos circunda. Nesse curto período, apareceram não só diferentes modelos para explicar os elementos da natureza e como eles surgiram, mas também, e principalmente, duas linhas de pensamento muito diferentes, que dão pesos diferentes à importância das observações e dos sentidos na compreensão do mundo, mas que estão fortemente apoiadas na capacidade

intelectual da mente humana para a compreensão dos fenômenos conhecidos, devido à suposição - inovadora para a época - de que a natureza não funciona através de caprichos divinos, mas sim por meio de um mecanismo intrincado que pode ser compreendido pelos homens. Isto é um marco importantíssimo no desenvolvimento de toda a nossa civilização.

Desse confronto entre as correntes materialista e racionalista da filosofia, que podem ser representadas pelos filósofos milésios e eleáticos, respectivamente, surgiram posições intermediárias que tentaram encontrar soluções para os problemas encontrados em cada um dos casos descritos acima. Empédocles criou um sistema em que as substâncias elementares eram quatro, e não apenas uma como queriam os milésios. Esses elementos eram a terra, o ar, a água e o fogo. Cada um era imutável e indivisível, como queriam os eleáticos, mas este filósofo afirma que estes elementos podem se misturar formando todos os elementos que vemos na natureza, em conformidade com as idéias dos milésios. Há, porém, uma evolução em relação às idéias anteriores, pois Empédocles afirma que essa mistura não resulta do movimento das substâncias, mas de forças externas que ele chamou de *Amor* e *Discórdia*. O *Amor* tende a unir todos os elementos, enquanto que a *Discórdia* tende a separar todos os quatro elementos, de forma que se o primeiro fosse a força dominante, todos os elementos se misturariam numa única substância, enquanto que se a força dominante fosse a segunda, os quatro elementos se separariam completamente, formando apenas as quatro substâncias elementares. Como há um equilíbrio entre essas duas forças, forma-se uma profusão de substâncias diferentes, nas quais a mistura desses quatro elementos se dá de modo diverso. A matéria continuava, em sua filosofia, a ser formada por misturas de substâncias elementares, afirmando que “há um pouco de tudo em tudo”, isto é, toda a matéria é feita por combinações e quantidades diferentes das mesmas substâncias. Hoje, na física, temos forças de atração e repulsão entre as partículas elementares, num modelo muito semelhante a este de Heráclito.

Anaxágora, que viveu em Atenas, seguiu uma linha semelhante, mas foi mais enfático na separação entre matéria e movimento, criando um outro conceito, o qual chamou de *Espírito*, para governar o movimento dos objetos. Assim, o movimento e a formação dos objetos ficam separados, podendo ter justificativas diferentes. Este é um progresso importante em relação às idéias dos primeiros filósofos, que queriam que o movimento justificasse a formação das diversas substâncias que se observam na natureza.

Logo depois, Leucipo e Demócrito, de Abdera, pequena cidade no norte da Grécia, criaram o atomismo, ou seja, a primeira idéia de que toda a matéria seja formada por um conjunto de partículas indivisíveis. O

conceito de átomo, que em grego significa indivisível, surgiu na tentativa de unir a filosofia de Parmênides, do Uno eterno, imutável e indivisível, com a possibilidade de movimento de mudança, que está no cerne da filosofia de Tales e seus seguidores. Os átomos seriam, cada um, como o Uno de Parmênides, com tamanho finito, embora microscópico e invisível a olho nu, e as substâncias que vemos seriam formadas por combinações diferentes desses átomos. Essas combinações podem ser diferentes em número de átomos, na forma como os átomos se ligam, e no arranjo em que os átomos se distribuem. Uma analogia interessante foi feita com as letras A e N, pois as duas são formadas por três segmentos retos, mas combinados de formas diferentes. Por outro lado, nas letras Z e N os segmentos estão na mesma ordem, mas arranjados diferentemente - gire a letra N de 90° e obterá a letra Z.

Se você já está impressionado com a sagacidade destes pensadores, que vislumbraram, 500 a.C., aquilo que só seria completamente admitido pelos cientistas modernos no início do século XX d.C., espere até ver as idéias deles sobre a formação do Universo!

Demócrito acreditava que o mundo fosse formado por espaços vazios ocupados por aglomerados de átomos formando a matéria visível. Assim, os átomos podem se movimentar, e os aglomerados de átomos podem colidir uns com os outros, fazendo com que os seus átomos se dispersem no espaço vazio indo, posteriormente, formar novos aglomerados. Quando um número grande de átomos vai para um vazio suficientemente grande, eles adquirem um movimento de turbilhonamento, fazendo com que aqueles mais leves fiquem na periferia, e os mais pesados no centro. Estes vão formar a terra, e os primeiros vão formar o céu e as estrelas. Ainda mais, Demócrito propõe que possam existir vários desses mundos formados em espaços vazios, e que podendo ocorrer colisões entre estes diferentes mundos! Idéias parecidas estão presentes ainda hoje na cosmologia moderna.

Mas também existem problemas no esquema formado por estes filósofos. Eles conseguiram explicar não só como se formavam as substâncias, mas também como surgiu este e possivelmente outros mundos, porém não conseguiram explicar como as substâncias apresentam características como cor e cheiro, por exemplo. Os átomos são distintos entre si pela sua forma, não possuindo estas outras propriedades que se observam nas coisas com as quais lidamos cotidianamente. Para resolver este impasse, Demócrito adota uma solução que o aproxima dos filósofos elésios, colocando em questão a capacidade dos nossos sentidos em nos permitir uma correta compreensão da natureza. Assim, afirma que existem conhecimentos espúrios que podem ser captados pelos nossos sentidos, sem uma realidade correspondente.

É interessante notar, para melhor apreciarmos a qualidade deste filósofo, que ele estava plenamente consciente das dificuldades que tinha em seu modelo, e dos problemas que poderia ter adotando a solução que escolheu. Isto está muito claro na seguinte passagem encontrada num dos fragmentos de seus escritos que chegou até a atualidade: "Pobre intelecto! Você está tentando derribar-nos com provas que nós lhe fornecemos? Nossa derrota é sua queda".

Com isso concluímos o que tínhamos para estudar dos filósofos pré-socráticos. Eles começaram por perceber que o mundo poderia ser compreendido através da razão, produziram modelos de como o universo é formado e como ele funciona, procurando desvendar os mecanismos que estão por trás dos fenômenos naturais, criaram duas linhas diferentes de pensamento, uma mais apoiada na observação da natureza através dos nossos sentidos, e outra que privilegia a razão, colocando em questão a capacidade dos nossos sentidos de nos dar informações corretas sobre a realidade. A matemática e a lógica foram introduzidas como ferramentas úteis nessa investigação, principalmente na procura de paradoxos que pudessem colocar em xeque uma ou outra visão do mundo. Modelos criativos foram criados para responder os problemas cada vez mais profundos aos quais o pensamento racional os levava, analisando, a cada etapa deste processo, aspectos mais profundos e sutis da realidade que se nos apresenta. Este processo foi tão eficiente que já naquela época surgiram idéias sobre a formação e constituição do universo que estão ainda presentes nas mais modernas e sofisticadas teorias da atualidade.

6- Sócrates, Platão e Aristóteles.

História é a essência de incontáveis biografias.
Thomas Carlyle

Entre os filósofos da Grécia antiga, talvez o mais notável tenha sido Sócrates, que foi considerado por seus contemporâneos como o homem mais sábio que viveu na Grécia de sua época. Na sua própria opinião, no entanto, a única característica que o distinguia dos demais homens era o fato de não se considerar mais sábio do que realmente era. Ele tinha a honestidade intelectual de admitir que não sabia tudo, mas também o hábito de investigar tudo o que se lhe fosse proposto de forma profunda e logicamente correta, indo até as últimas consequências as quais pudessem levar o seu raciocínio.

Ao contrário do que fizeram os pensadores anteriores a ele, que se propuseram a estudar a Natureza, Sócrates dedicou toda a sua capacidade para entender o Homem e seu modo de vida. Isto não era uma atitude que se possa dizer original, pois naquela época existiam vários intelectuais, chamados sofistas, que se dedicavam a divulgar e ensinar os conhecimentos acumulados aos jovens de diversas cidades-estado da Grécia.

Os sofistas não se preocupavam com o estudo da Natureza, com a origem do universo, ou com a eficiência dos nossos sentidos e apreender a realidade ou não. Achavam que estas questões estavam acima das possibilidades humanas de compreensão, e por isso se dedicavam ao aprimoramento dos jovens e ao desenvolvimento social, considerando a educação como uma de suas prioridades.

Esta classe de intelectuais era formada por profissionais muito bem remunerados, que tinham como objetivo principal educar os jovens gregos das classes mais abastadas para se desenvolverem grandes líderes e administradores. O conhecimento era transmitido de forma técnica, sem a preocupação em evidenciar a lógica. O importante era ensinar esses jovens a boa oratória, o alto poder de persuasão e o espírito de liderança. Um dos méritos de Sócrates foi o de perceber que a lógica, tão usada pelos filósofos milésios e eleáticos para conhecer a natureza, poderia ser também aplicada com proveito em estudos voltados para o homem e para a sociedade.

O método de investigação de Sócrates era baseado em uma série de perguntas que fazia a si mesmo ou aos seus discípulos e adversários, de forma a ir penetrando lentamente no coração do problema estudado, obtendo então uma visão clara do mesmo em toda a sua completeza, possibilitando assim a descoberta da solução correta para o problema

discutido. Muitas vezes, quando debatendo com outra pessoa, Sócrates fazia uma série de perguntas que levavam o seu debatedor a descobrir a resposta final, muitas vezes em contradição com a idéia que o mesmo tinha inicialmente. Dessa forma, o método socrático evidenciava as contradições que jaziam embutidas na posição inicial dos seus adversários, fazendo-os descobrir, guiados pelas suas perguntas e argumentos, a solução logicamente correta para o problema que havia sido proposto.

Este método rendeu a Sócrates a fama de sábio, um grande número de discípulos e seguidores, mas também um grande número de inimigos, que tinham sido constrangidos por sua técnica de evidenciar as falhas no raciocínio dos seus oponentes. Ao final, com cerca de 70 anos, Sócrates acabou sendo condenado à morte, para tristeza de seus discípulos, entre os quais estava outro grande nome, Platão.

A filosofia de Sócrates pode, de certa forma, ser resumida em duas máximas principais: “ninguém faz o mal voluntariamente”, e “virtude é conhecimento”. Ele achava que, com base nestas duas máximas, poderia convencer as pessoas a agir de um modo virtuoso e bom, com o máximo proveito para a sociedade. Esta seria uma forma de construir uma sociedade justa, sem que os cidadãos tivessem de obedecer a leis rígidas ou dogmas religiosos ou éticos. Com a primeira máxima, Sócrates queria dizer que as pessoas não querem fazer o mal, nem a si mesmas e nem ao próximo, de forma gratuita. Todo o mal que existe na sociedade seria decorrente da falta de conhecimento sobre os resultados das ações que originaram esse mal. Daí vem a segunda máxima, que diz ser a virtude igual ao conhecimento, pois se as pessoas têm o conhecimento completo e perfeito das conseqüências de suas ações, e se elas não querem fazer o mal, certamente agirão de forma correta e eticamente irretocável sem precisar serem coibidas por nenhuma lei ou dogma. Para chegar a este ponto, no entanto, Sócrates sabia que deveria ensinar as pessoas a agir de forma estritamente lógica e racional, e foi esse o trabalho que desenvolveu durante toda a sua vida. A grande lição que Sócrates nos deixou foi a da honestidade intelectual, isto é, nunca achar que sabe mais do que realmente sabe, e a confiança nas conclusões que o raciocínio lógico o levava.

O seu maior discípulo, Platão, aplicou as técnicas socráticas para estudar vários temas, como estrutura e organização social, ou mesmo para estudar a nossa própria capacidade de entender o mundo que nos cerca. Ele seguiu a linha iniciada por seu mestre, aplicando a lógica e a razão para entender o homem e a sociedade, mas ao contrário de Sócrates, deixou vários textos escritos. Platão se dedicou a estudar a Ética, as diferentes formas de governo e como ele deveria ser estruturado a fim de trazer o maior benefício para a sociedade.

No entanto, Platão também retomou alguns temas iniciados pelos filósofos milésios e eleáticos, e em particular o conflito entre a visão realista e a racionalista. Segundo Platão, além do mundo externo que nós vemos, existe um mundo das idéias (ou formas), onde estão todos os conceitos que podemos compreender. Nesse mundo das idéias os conceitos existem de forma pura e perfeita, e nossa mente é capaz de entrar nesse mundo platônico a partir da observação do mundo real e do uso da razão. Quando observamos um círculo desenhado no papel, vem à nossa mente o conceito de círculo em toda a sua perfeição, e não a série de pontos marcados na folha, que nunca é um círculo perfeito. Assim, segundo Platão, os conceitos já existem em nossa mente, ou nesse mundo platônico ao qual temos acesso através dela.

Além disso, ele dizia que o mundo das idéias é eterno e imutável, aproximando-se do mundo idealizado por Parmênides. O mundo material, por outro lado, é somente um reflexo imperfeito e deformado desse mundo das idéias, não sendo eterno, mas sujeito a mudanças e movimentos. Com os nossos sentidos podemos apenas perceber este mundo real, e isto o aproxima dos filósofos milésios e da corrente realista. Com isso, Platão conseguiu unir, numa só estrutura de pensamento, as duas linhas. Para Platão, porém, a realidade está naquele mundo superior das idéias, que só pode ser compreendido com a razão, e por isso a sua filosofia é considerada racionalista.

O mundo das idéias tem uma estrutura bem definida, hierarquicamente organizada de acordo com o grau de abstração e generalidade dos conceitos ali existentes, sendo que o conceito superior, aquele que dá origem e significado a todos os outros, é o conceito de Bem. O mundo real é uma projeção do mundo das idéias, como nos mostrou Platão recorrendo à analogia da caverna. Imagine pessoas que vivem numa caverna, sem terem nunca de lá saído. Além disso, elas não podem nunca olhar para o lado da saída dessa caverna, apenas para a parede do fundo. Toda a informação que eles podem ter do mundo externo são as sombras projetadas sobre essa parede, e a partir dessas sombras deformadas devem imaginar o que acontece do lado de fora. Da mesma forma, apenas as observações de uma realidade deformada nos permite deduzir, com a ajuda da razão, o que há no mundo das idéias. Com esta fórmula, Platão procurou solucionar o problema sobre a existência ou não existência de mudanças no mundo. Além disso, colocou-se pela primeira vez em discussão a forma pela qual nossa razão consegue entender os mecanismos que governam o mundo.

Sobre a origem do universo, Platão também tem uma idéia inovadora a nos mostrar. Como dissemos, para ele o mundo das idéias sempre existiu, perfeito e imutável. O mundo real, sobre o qual nossos sentidos podem fazer observações, foi criado a partir do mundo das idéias através

de um modelo e com a ação de um criador (demiurgo). Como este demiurgo tinha que trabalhar com uma matéria imperfeita e caótica, o mundo real acabou se formando com falhas e imperfeições, e por isso o que vemos são apenas objetos que se assemelham o suficiente com os conceitos ideais daquele mundo perfeito. Mas com esta semelhança, podemos reconhecer aqueles conceitos que estão gravados em nossa memória.

O contato que temos com o mundo das idéias, por sua vez, se dá através da alma, que antes de reencarnar vive no mundo ideal. O choque da encarnação nos faz esquecer temporariamente as coisas vistas naquele mundo, mas essas formas podem ser lembradas através da observação do mundo real.

Mas os aspectos mais interessantes da obra de Platão estão nos seus estudos a respeito das sociedades e dos governos. Desenvolveu o conceito de um governo que considerava o mais próximo da perfeição. Para os padrões atuais, este tipo de governo se aproximava muito de um totalitarismo meritocrático. Sua obra *República* é considerada uma das maiores obras filosóficas já escritas.

Depois de tantos avanços no pensamento filosófico, com diferentes linhas de pensamento abordando temas tão diferentes quanto a constituição do universo ou a ética nas relações humanas, havia uma necessidade de organizar de forma sistemática todo esse conhecimento, e foi o maior discípulo de Platão, Aristóteles, quem executou esta tarefa. Mas Aristóteles fez muito mais do que isto. Ele retomou as idéias da filosofia milésia, desta vez incluindo as contribuições de Sócrates e Platão, formando um conjunto único de conceitos e métodos de investigação que permitiria analisar todas as áreas do conhecimento humano. De fato, este filósofo não só formalizou o método lógico de raciocínio naquilo que chamou de silogismo, mas usou este método numa vasta quantidade de aplicações, e de forma tão profunda, que até hoje muito do nosso conhecimento ainda é estruturado segundo o modo sugerido por Aristóteles.

Para os nossos propósitos, o mais importante é a forma como ele esquematizou o pensamento lógico. Como vimos, os filósofos milésios deram uma grande contribuição ao iniciar uma investigação da natureza supondo que ela pode ser compreendida de forma racional, e que este conhecimento pode permitir ao homem a previsão do acontecimento de fenômenos naturais importantes. Os eleáticos, por sua vez, aceitaram este desafio de compreender o mundo, mas ofereceram uma linha diferente de raciocínio, no qual se privilegia a razão em detrimento da observação, sendo Zenon o pensador que levou mais longe a aplicação da lógica para se descobrir qual seria o mecanismo mais fundamental no funcionamento do universo. Depois Sócrates ampliou consideravelmente o campo de

aplicação do raciocínio lógico, ao aplicá-lo nas relações humanas e no estudo da ética. Seu sucessor, Platão, estudou as melhores formas de governo, e formalizou o método de investigação conhecido como Dialética para a investigação da verdade, método este que coloca duas idéias distintas em confronto direto, obtendo no final um conhecimento mais profundo dos problemas analisados, onde as melhores partes de cada uma das idéias confrontadas eram usadas para construir um novo modelo para resolver o problema em questão.

Aristóteles, por sua vez, foi o primeiro a evidenciar as relações de causa e efeito nos fenômenos naturais e nas relações humanas, contribuindo para uma visão nova dos processos naturais que resultou numa forma extremamente eficiente de investigação. Hoje, todo avanço científico é baseado no conceito de causa e efeito, mas este tipo de raciocínio pode, na verdade, ser usado no entendimento de mecanismos muito diferentes dos processos naturais. Hoje, todos nós usamos, várias vezes ao dia, e muitas vezes sem nos darmos conta, este método aristotélico de raciocínio. Ele está na base de nosso conhecimento, na forma como encaramos o mundo, nos métodos de ensino que encontramos na escola, e por isso o assimilamos de forma natural, passando este conhecimento de geração a geração, em casa, na escola, nas brincadeiras infantis, e em praticamente qualquer outra atividade onde o raciocínio lógico seja necessário. Assim, Aristóteles nos presenteou com uma ferramenta preciosa de raciocínio, que se difundiu de forma tão consistente a ponto de hoje nos parecer incorporada à nossa mente.

Para Aristóteles, a busca pelo conhecimento consiste na investigação das causas últimas das coisas. Ele acreditava que tudo o que existe na natureza deve ter quatro causas, que devem ser determinadas se queremos atingir o seu conhecimento completo: a causa material, isto é, as substâncias constituintes do objeto estudado; a causa eficiente, que consiste no modo como essas substâncias são agregadas para formar o objeto; a causa formal, que consiste em mostrar como as substâncias constituintes são organizadas para formar aquele objeto de estudo específico; e a causa final, a qual tem por objetivo explicar por quê esse objeto existe, isto é, qual a sua finalidade. Nesta última causa está embutida uma idéia tipicamente aristotélica de que tudo na natureza tem uma finalidade, ou, em outras palavras, na natureza nada é criado sem necessidade.

Foi esta a lógica sistematizada por Aristóteles, e que ele usou para interpretar os fenômenos naturais e sociais. No entanto, para isso ele seguiu uma estratégia diametralmente oposta à de seu antecessor, Platão. Na filosofia aristotélica, a observação dos fenômenos é fundamental para se atingir um conhecimento completo sobre a sua natureza. Aristóteles foi um estudioso sistemático de vários objetos e eventos da natureza e da

sociedade, tendo colecionado animais para estudos de zoologia e observado continuamente os fenômenos naturais para então buscar generalizar os seus estudos formulando um conceito geral que englobe as propriedades mostradas por todos os exemplos individuais no seu estudo. Assim, o conceito de Homem é formado a partir da observação de vários homens, e contém as propriedades gerais de todos os homens. O conceito Homem só existe porque existem os exemplos, que são os indivíduos da espécie que apresentam uma série de características comuns, embora cada um, individualmente, seja diferente deste conceito e diferente também de todos os demais indivíduos. Esta conclusão é oposta à de Platão, para o qual existe um mundo eterno e imutável, o Mundo das Idéias, e que as nossas observações servem apenas para fazer emergir em nossa mente aquela idéia que já estava lá guardada. Para Aristóteles, um conceito só existe a partir da generalização de vários objetos, enquanto que para Platão os objetos são reproduções imperfeitas de um conceito que já existia antes de qualquer objeto a ele relacionado.

O universo aristotélico é esférico e finito, e para explicar a estrutura do universo, o filósofo partiu dos quatro elementos fundamentais de Empédocles, mas rejeitou o atomismo. Cada um dos elementos naturais teria um movimento natural. A terra tem um movimento que a leva para o centro do universo, enquanto que o fogo tem uma tendência natural para se afastar deste centro, indo para a esfera externa do mundo, onde forma as estrelas. No entanto, esta separação entre os elementos não é completa, havendo regiões onde eles se misturam e se transformam uns nos outros, e isto explicaria todas as mudanças que se observam na natureza.

A esfera superior do universo é a celeste, onde estão localizadas as estrelas. Abaixo está a esfera lunar, e finalmente abaixo de todas as esferas, a terrestre. O movimento do universo é explicado de uma forma onde aparecem razão e teologia. Aristóteles afirma que Deus não faz parte do universo, não estando localizado dentro de nenhuma dessas esferas. Mas a esfera superior, a celeste, se move na sua ânsia por Deus, e desta forma Ele é a causa do movimento. Este movimento da esfera superior acaba sendo transmitido para as esferas inferiores, mas em menor intensidade, chegando até a esfera terrestre, que permanece imóvel.

Durante os próximos dois mil anos, este seria o modelo para o universo aceito por todas as pessoas que se dedicassem à compreensão da natureza, situação que somente começou a se modificar com as observações astronômicas de Copérnico, Ticho Brahe e Galileu, e com o modelo de Copérnico. Durante este tempo, a civilização helênica caiu sob o domínio romano, o cristianismo cresceu e adotou a filosofia aristotélica como manifestação racional que corrobora passagens às vezes obscuras da Bíblia. Por exemplo, a idéia de Aristóteles de que a Terra é um objeto estático, parado no centro do universo, corroborava a criação do mundo

como descrita no Gênesis. Com o passar do tempo, a filosofia aristotélica, juntamente com sua conotação religiosa, consolidou uma visão excessivamente dogmática de se encarar as idéias de Aristóteles. Vários pensadores sofreram pressões de várias formas quando começaram a questionar esta maneira de se entender a filosofia helênica, entre eles o cientista italiano, Galileu Galilei.

7- Filosofia no Renascimento

Mas tal é geralmente a marcha da razão humana na especulação; termina o mais breve possível a sua obra, e não procura, até muito tempo depois, indagar a base em que repousa.

Emmanuel Kant.

Durante muitos séculos, os desvios dogmáticos tomaram conta de toda a cultura ocidental, e apenas a partir do século XVII a filosofia helênica começou a ser resgatada. Descartes foi um dos filósofos que mais contribuíram para retomar e aprofundar o pensamento racional rejeitando quaisquer conclusões, por mais lógico e rigoroso que fosse o raciocínio seguido, se elas estivessem baseadas em premissas aceitas de forma dogmática.

Para Descartes, a melhor atitude que se poderia ter para avançar na investigação sistemática da verdade é o ceticismo. Qualquer conceito trazido para colaborar nesta investigação deve, antes, ser analisado detalhadamente até que se tenha a certeza de sua veracidade. Somente a partir desta certeza pode este conceito ser incorporado à estrutura de conhecimentos, para ser combinado com os demais conceitos verdadeiros a fim de se formular juízos perfeitos, seguindo o raciocínio lógico. Seguindo esta linha de pensamento, ele formulou a famosa conclusão, “penso, logo existo”.

Descartes também formulou um método para ser seguido por pensadores que queiram adotar uma linha de pensamento rigorosamente lógica e anti-dogmática, como a que ele sugeriu. Este método é desenvolvido a partir de vinte e uma regras que devem ser respeitadas em qualquer análise sobre qualquer assunto.

Para Descartes, os estudos devem ter por finalidade a orientação do espírito, para que possamos formular juízos firmes e verdadeiros sobre todas as coisas que se lhe apresentam. Por isso, convém lidar exclusivamente com aqueles objetos cujo entendimento certo e indubitável nosso espírito é capaz de alcançar.

No método proposto por este filósofo, deve-se, acerca dos objetos considerados, investigar não aquilo que os outros pensaram ou o que nós suspeitamos, mas aquilo que podemos ter uma intuição clara e evidente, ou que podemos deduzir com certeza, pois de outro modo não se adquire conhecimento. Este método é fundamental para a procura da verdade, de acordo com Descartes.

Todo o método consiste na ordem e disposição das coisas, para as quais é necessário dirigir a agudeza do espírito para descobrir a verdade. Observaremos isso fielmente se reduzirmos gradualmente as proposições

complicadas e obscuras a outras mais simples, e se depois, partindo da intuição das mais simples, tentarmos nos elevar pelos mesmos degraus ao conhecimento de todas as outras. Para distinguir as coisas mais simples das mais complicadas, e prosseguir ordenadamente a investigação, convém, em cada série de coisas em que deduzirmos diretamente algumas verdades de outras, observar qual a mais simples e como todas as outras estão mais, menos ou igualmente afastadas.

Para completar o entendimento, é preciso examinar com um movimento contínuo e jamais interrompido do pensamento todas e cada uma das coisas que se relacionam com o nosso propósito e reuni-las numa numeração suficiente e ordenada. Se na série de coisas se apresenta alguma coisa que nosso entendimento não possa intuir suficientemente bem, é preciso deter-se ali, sem examinar as demais que se seguem, evitando assim trabalho supérfluo.

É fundamental que se dirija toda a força do raciocínio às coisas menos importantes e fáceis e deter-se nelas tempo suficiente, até acostumar-se a ver a verdade por intuição de modo claro e distinto. E para que o espírito se torne sagaz, deve exercitar-se em investigar as mesmas coisas que já foram encontradas por outros e em percorrer com método todos os menos importantes artificios dos homens e, sobretudo, aqueles que manifestam ou supõem.

Depois da intuição de algumas proposições simples, se delas tirarmos outra conclusão, é útil percorrê-las por meio de um movimento contínuo do pensamento e em nenhum lado interrompido, refletir sobre suas mútuas relações e, fazendo todo o possível, conceber distintamente várias coisas ao mesmo tempo; pois é assim que nosso conhecimento se torna muito mais certo e é aumentada a capacidade do espírito.

Finalmente, é preciso utilizar todos os recursos do entendimento, da imaginação, dos sentidos e da memória, tanto para termos uma intuição distinta das proposições simples, quanto para estabelecermos, entre as coisas procuradas e as coisas conhecidas, uma ligação adequada que as permita reconhecer, como também para encontrar as coisas que devem ser comparadas entre si, para que não se omita nenhum recurso dos que estão ao alcance dos homens.

Se compreendermos perfeitamente uma questão, devemos abstraí-la de todo conceito supérfluo reduzindo-a a maior simplicidade, e dividi-la em partes tão pequenas quanto seja possível, enumerando-as. A mesma regra deve aplicar-se à extensão real dos corpos e apresentada totalmente à imaginação com o auxílio de figuras simples e puras, pois assim será percebida pelo entendimento muito mais distintamente. É útil também, quase sempre, traçar figuras e esquemas simples e apresentá-las aos sentidos externos, para que, por este meio, seja mais fácil consertar atento nosso pensamento. Quanto às coisas que não requerem a atenção imediata

do espírito, mesmo que sejam necessárias à conclusão, é melhor designá-las por sinais muito breves, que por figuras inteiras; pois assim a memória não poderá enganar-se, nem tampouco o espírito se distrairá em retê-las enquanto se aplica a outras deduções.

O problema proposto deve ser diretamente percorrido, notando-se que alguns de seus termos são conhecidos e outros desconhecidos, examinando intuitivamente, por intermédio de raciocínios verdadeiros, a interdependência de uns com os outros.

Este método de Descartes nos mostra como evitar construir um raciocínio lógico que pode se aproximar da perfeição, mas baseado em fatos e hipóteses duvidosas. É comum despender-se muito tempo em raciocínios elaborados e complicados, para depois perceber que as hipóteses iniciais estavam erradas. O ceticismo apregoado por este filósofo tem como objetivo evitar este tipo de acontecimento.

Além disso, o raciocínio lógico não é moralmente bom, nem mal - é simplesmente amoral. Mais ou menos na mesma época de Descartes outro pensador importante, Machiavel, usou todas as ferramentas lógicas para analisar como os governantes devem fazer para prolongar o seu governo e o seu poder por maior tempo, e sobre uma região maior. Neste sentido, ele é dá continuidade à corrente filosófica ateniense - cujos expoentes máximos são Sócrates, Platão e Aristóteles - que tinha por objetivo entender e melhorar as relações dos homens na sociedade em que vivem.

Machiavel inicia sua obra mais conhecida, O Príncipe, descrevendo os tipos de governos mais comuns no período em que viveu (século XVI), mostrando como eles se formam, e quais estratégias os governantes devem adotar para maximizar o seu poder e ao mesmo tempo minimizar as chances de revoltas e invasões. Naquela época, o tipo de governo mais comum na Itália era o principado, daí o título de sua obra. Não sendo uma democracia, nem sempre a melhor estratégia era trabalhar para gerar melhores condições de vida para seus súditos, e por isso alguns conselhos dados por este pensador podem ser chocantes para a mentalidade dominante na atualidade. Por exemplo, afirmava que, no caso de aquisição de novos territórios por parte de um príncipe, este deveria eliminar os possíveis herdeiros das terras ocupadas, seja por assassinato ou por banimento. Por outro lado, para manter a estabilidade do seu governo, deveria proporcionar o bem-estar para a maior parte da população, oferecendo melhorias lentamente, enquanto que o castigo para os seus inimigos deveria ser forte, drástico e aplicado todo de uma vez. A razão para este conselho, explica Machiavel, é que enquanto está oferecendo melhorias, mesmo que pequenas, para a maior parte das pessoas do reino, estas não se levantarão contra ele, já que sempre aguardarão favores maiores. Enquanto isso, o príncipe pode eliminar os seus inimigos, mas neste caso o golpe deve ser forte o suficiente para eliminá-lo ou

enfraquecê-lo de uma vez por todas, pois só assim ele não terá como reunir forças novamente para poder enfrentar o governante. Outro benefício é que esta demonstração de força desencorajará outros possíveis inimigos que possam estar escondidos no seio da população.

A análise de Machiavel é estritamente lógica, e cumpre perfeitamente seus objetivos, embora moralmente possa ser criticada. Para compreender o pensamento deste filósofo, devemos deixar de lado a idéia de Sócrates, de que todos os homens procuram o Bem, e que os atos contrários são resultados da ignorância sobre as suas conseqüências.

8- Galileu e Newton

*Verdadeiramente, como a luz
manifesta a si mesma e a
escuridão, assim a verdade é o
padrão de si mesma e do erro.*

Spinoza

O modelo filosófico desenvolvido por Descartes teve o mérito de evidenciar a necessidade de se construir todo o Conhecimento a partir de bases sólidas, um conjunto de conceitos sobre os quais não pairassem dúvidas sobre a sua veracidade. Também propiciou um sistema lógico conhecido hoje como sistema cartesiano, no qual alguns conceitos importantes, principalmente aqueles relacionados à Geometria e à Física, poderiam ser descritos de forma matematicamente correta e logicamente consistente. Este é o chamado sistema cartesiano, e sobre ele uma parte importante da Matemática e da Física foram desenvolvidos.

No entanto, a exigência de basear todo o sistema somente nas informações sobre as quais existisse certeza sobre a sua veracidade bloqueava um desenvolvimento mais rápido desse sistema. Outros campos do Conhecimento avançavam em velocidade maiores. Aquela parte da filosofia dedicada ao estudo dos fenômenos naturais, hoje conhecida como Física, podia apreender os conhecimentos verdadeiros a partir da observação desses fenômenos. O físico italiano Galileu Galilei foi o primeiro a aplicar de forma sistemática métodos experimentais rigorosamente planejados e reproduzíveis para estudar a Natureza. Com isso, pôde entender de forma mais clara quais são as grandezas físicas importantes e como elas se relacionam entre si. Verificou experimentalmente várias leis físicas que conhecemos atualmente, entre elas a conservação de energia.

Os resultados das observações de Galileu provocaram uma revolução no nosso modo de encarar o mundo que nos circunda. Desenvolveu aparelhos para observar a Natureza, entre eles o telescópio, o que lhe permitiu estudar o movimento dos astros e mostrar que eram falsos alguns conceitos tidos como verdadeiros de uma forma dogmática, como, por exemplo, a idéia de que a Terra ocupasse o centro do Universo. Mostrou que a Terra tem a forma esférica, e que se move em torno do Sol, sendo apenas mais um dos planetas que o circundam.

Galileu, à semelhança de Platão, escrevia muitas vezes na forma de diálogos. Em dois livros importantes, o Diálogo sobre Duas Novas Ciências e o Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo, usa três personagens, Salviati, Sagredo e Simplicio, que discutem as idéias

modernas a respeito dos fenômenos naturais e astronômicos, em confronto com as idéias desenvolvidas por Aristóteles e seus contemporâneos.

Galileu enfatiza a necessidade de basear todo o raciocínio em experiências bem conduzidas e cuidadosamente analisadas, a fim de se poder obter uma correta compreensão do mundo físico. Nesse aspecto ele está muito próximo de Descartes, pois as experiências, para Galileu, são ferramentas imprescindíveis para se descobrir o que é falso e o que é verdadeiro a respeito dos fenômenos físicos.

Na época de Galileu, o modelo para explicar a estrutura do universo, geralmente aceitado pelas elites culturais, era aquele proposto por Aristóteles, vários séculos antes, e que era tido como verdadeiro de forma dogmática. Toda a estrutura do Conhecimento então acumulado estava baseada nas idéias dos filósofos gregos, principalmente Aristóteles e Platão, e isso tinha implicações na vida das pessoas, como na divisão das disciplinas escolares, nas profissões existentes e na visão do mundo de uma forma geral. Até mesmo o Catolicismo foi fortemente influenciado por essa filosofia, onde encontrou respaldo científico para vários fatos relatados na Bíblia. Dessa forma, uma grande dose de dogmatismo passou a existir naqueles que defendiam a visão aristotélica.

A partir das suas observações, e usando consistentemente o raciocínio lógico, Galileu pôde tirar várias conclusões sobre as leis que controlam os fenômenos naturais, as quais formam a base sobre a qual se apóia grande parte da chamada física clássica. É interessante, para os nossos objetivos, verificar a sua forma de raciocínio na busca da solução de alguns problemas importantes na sua época.

Como vimos, a teoria aristotélica do universo supunha-o dividido em esferas concêntricas, a mais interna contendo a terra, e a mais externa o fogo, onde eram formadas as estrelas. Esta esfera celeste era considerada perfeita e imutável, em contraste com a esfera terrestre, considerada imperfeita e mutável. Galileu, que é considerado o fundador da ciência moderna, colocou à prova várias conclusões de Aristóteles, usando sempre como base de sua argumentação a experiência obtida a partir da observação sistemática da natureza e de seus fenômenos.

Um exemplo é a sua tentativa de acabar com a distinção radical entre fenômenos celestes e terrestres, que havia na filosofia peripatética. Para isso, procurou mostrar que a esfera celeste não é de forma alguma, perfeita e imutável. Galileu havia montado um telescópio, e tinha sido o primeiro homem a usá-lo como instrumento de investigação científica. Estudou o movimento dos astros, investigou a superfície da Lua, e observou as manchas solares.

A respeito destas manchas, considerava-se que elas eram sombras formadas por pequenos astros escuros que passavam na frente do Sol, formando aquelas manchas. Galileu refutou estas afirmações

argumentando que estas manchas eram formadas na superfície do Sol, e que não eram estáveis, já que se formavam e desapareciam da face solar. Para mostrar que elas estavam localizadas na superfície do Sol, notou que essas manchas apresentam-se maiores quando estão bem no centro do disco solar, e menores quando estão nas bordas do mesmo. Se fossem manchas formadas por objetos fora da superfície solar, elas não mudariam de tamanho ao se aproximar da periferia do disco solar. Com este raciocínio, Galileu pode mostrar que o Sol é uma esfera que gira em torno do seu próprio eixo, e que as manchas solares estão na sua superfície. Mostrou ainda que elas giram com a mesma velocidade da superfície do Sol, pois algumas duram tempo suficiente para dar várias voltas ao redor de seu eixo.

Existem vários outros exemplos de raciocínio lógico, baseado em concretas observações experimentais, que levaram a conclusões originais e corretas a respeito dos fenômenos naturais, e que levaram à formulação das leis que governam o movimento de todos os corpos no universo. Um outro exemplo interessante é o seu raciocínio para mostrar que os corpos caem, nas proximidades da superfície terrestre, com a mesma aceleração, independentemente de seu tamanho, peso ou material constituinte. Segundo a crença na sua época, a velocidade de queda dependia do peso e do material do qual o objeto é formado. Galileu propôs a seguinte experiência mental. Imagine que você tem dois objetos, A, o mais pesado, e B, o mais leve. Segundo se acreditava, A deveria cair mais rápido do que B. Então Galileu propõe que se amarre firmemente um objeto no outro, de modo que os dois formem agora um único objeto, que é mais pesado do que A e do que B. Então, durante a queda, o objeto B deveria retardar o objeto A, enquanto este deveria acelerar o primeiro, e o objeto composto por A e B deveria cair mais rapidamente do que o B sozinho, mas mais lentamente do que o A. Mas este resultado estava em completo desacordo com as idéias então em voga, segundo as quais estes dois objetos amarrados deveriam cair mais rapidamente do que A ou B isoladamente. Este paradoxo mostra, à maneira dos paradoxos de Zenon, que o modelo usado para descrever os fenômenos naturais estavam formando um esquema com falhas lógicas. Mais uma vez, seguindo a linha de pensamento iniciada por Tales, a razão demonstrou ser a ferramenta mais poderosa à disposição do Homem para a compreensão do Mundo.

Logo após sua morte, o físico inglês Isaac Newton usou o sistema cartesiano criado por Descartes e as informações experimentais obtidas por Galileu para elaborar um conjunto de leis, as chamadas Leis de Newton, que permitiram a criação de um arcabouço matemático para descrever os fenômenos físicos terrestres e celestes, demonstrando que as mesmas leis que regem os fenômenos naturais na superfície da Terra também descrevem os fenômenos astronômicos que eram observados no

céu. A obra de Newton é considerada uma das maiores realizações do espírito humano, tendo influenciado durante centenas de anos toda a ciência. Ele retomou a linha pitagórica e cartesiana, encontrando uma formulação matemática para descrever os fenômenos físicos, da mesma forma que Descartes mostrou que a geometria Euclideana poderia ser descrita matematicamente, de forma algébrica. Além disto, ele era também um habilidoso físico experimental, tendo feito várias experiências sobre óptica, e descoberto, acertadamente, que a luz branca é formada pela soma de todas as diferentes cores. Outra grande contribuição deste notável cientista foi a criação do cálculo diferencial e integral, mérito que ele divide com o filósofo e matemático alemão, Leibnitz.

Newton escreveu uma obra monumental, os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, onde estabelece formalmente as três leis que regem o movimento dos corpos no universo, estabeleceu a lei da gravitação, sendo então capaz de explicar porque a órbita dos planetas é elíptica, e derivou matematicamente as leis que Kepler elaborou a partir da observação astronômica. Este é considerado o maior trabalho científico já escrito. Newton foi o produto de uma combinação rara de enorme talento matemático dedutivo, uma privilegiada intuição a respeito dos processos naturais e grande capacidade analítica. Não obstante seu talento natural, Newton reconheceu a contribuição de muitos pensadores que o antecederam com a célebre frase: “Se consegui enxergar mais longe, foi porque me apoiei sobre ombros de gigantes”.

Vemos como a divulgação das descobertas científicas e a livre circulação de informações é fundamental para o avanço da Ciência, da mesma forma que o é para o desenvolvimento da Internet, como verificamos no Capítulo 1.

9- Kant e os conhecimentos *a priori*

*O poder do Pensamento – a magia
da Mente!
Lord Byron*

Kant foi um filósofo do século XVIII, que quis sintetizar todo o conhecimento filosófico acumulado até a sua época num arranjo consistente criado a partir da observação de que existem Conhecimentos que são formados *a priori* em nossa Mente, além dos conhecimentos *a posteriori*, que somente podemos adquirir após a observação do mundo exterior à nossa individualidade, através dos sentidos. Com seu esquema, Kant se situa numa posição ímpar na história da filosofia, sendo um ponto de encontro das antigas visões racionalista e materialista. Ao mesmo tempo, é a origem de muitas das modernas correntes filosóficas, algumas delas até mesmo antagônicas.

Um dos objetivos de Kant é identificar quais são os conhecimentos *a priori*, que são formados em nossa mente sem qualquer influência, direta ou indireta, da ação dos sentidos. Estes conhecimentos podem também revelar informações importantes sobre o funcionamento e estrutura de nossa mente.

O Conhecimento é formado por conceitos e por juízos envolvendo esses conceitos. A frase “A maçã é vermelha” representa um juízo envolvendo os conceitos de maçã e de vermelho, que pode ser falso ou verdadeiro. Segundo Kant, existem juízos analíticos e sintéticos, sendo os primeiros aqueles que nos permitem dividir um conceito em vários outros mais simples, interligados logicamente para formar uma nova unidade conceitual. Os sintéticos, por sua vez, são formados a partir da associação de outros conceitos já conhecidos, onde a imaginação e a criatividade têm papel tão fundamental quanto a lógica e a razão.

Kant estuda os processos mentais de percepção do mundo externo, e conclui que o *espaço*, enquanto local onde se manifestam as formas geométricas dos objetos que afetam nossa percepção, é um conhecimento puro – não está associado nem mesmo indiretamente à sensibilidade - que deve ser dado *a priori* para podermos ser sensíveis ao mundo externo.

Além da localização no espaço, os acontecimentos do mundo externo também se manifestam em pontos bem definidos no *tempo*. Essa localização temporal depende da manifestação *a priori* do tempo em nossa Mente, antes de qualquer percepção sensorial do mundo externo. Assim, Kant conclui o conceito de tempo também é um conhecimento puro existente *a priori* em nossa Mente.

O espaço e o tempo são conhecimentos que existem em nossa mente antes de qualquer experiência. São, na verdade, condições necessárias para

a percepção de objetos através dos sentidos, localizando-os no espaço e no tempo. Mas devem existir outros conhecimentos dados *a priori* para que possamos compreender os fenômenos ao nosso redor. Kant desenvolve, na sua Filosofia Transcendental, um rigoroso raciocínio lógico para separar, no processo de entendimento, todos os juízos que são formados por influência direta ou indireta da experimentação, daqueles que nos são dados antes de qualquer estímulo sensorial, sendo necessários para a própria compreensão dos eventos externos. No século XX, Wittgenstein afirmaria que “a Lógica precede toda experiência” (proposição 5.552 do *Tractatus Lógico-Philosophicus*).

Kant conclui que o pensamento pode ser classificado em quatro diferentes categorias, de acordo com: 1) a quantidade de juízos (gerais particulares e singulares); 2) qualidade (afirmativos, negativos e indefinidos); 3) relação (categóricos, hipotéticos e disjuntivos); 4) modalidade (problemáticos, assertórios e apodícticos). Estes são juízos necessários para a formulação de qualquer pensamento envolvendo conceitos *a priori*. Kant passa, então, a determinar quais são esses conceitos conhecidos *a priori*.

Primeiro, coloca a função sintética do pensamento num patamar mais elevado em relação às outras. De fato, afirma que “é a síntese em geral a simples obra da imaginação, quer dizer, uma função cega, ainda que indispensável, da alma, sem a qual não teríamos nenhum conhecimento. Mas é uma função que pertence ao pensamento, e que é a única que nos procura o conhecimento propriamente dito, o reduzir esta síntese a conceitos”. Com esta afirmação, o filósofo quer nos dizer somente através da síntese podemos progredir no conhecimento, pois só esta função da nossa mente pode criar novos conceitos, e por isso está intimamente ligada à imaginação. Mas não é a simples mistura de diversos conceitos que gera novos conhecimentos. É necessário produzir, entre os conceitos reunidos, uma interligação que produza uma nova identidade, uma unidade conceitual, isto é, a união de todos esses conceitos deve criar um novo conceito, representando assim um avanço no conhecimento. Ainda, as funções envolvidas na formação desta unidade são as mesmas que participam do processo inverso, de análise dos conceitos. Numa o conceito principal é desmembrado em sua variedade de conceitos constituintes, que se unem e se completam através da unidade do conceito inicial; noutra, os conceitos são unidos para formar um novo conceito, mas as funções do pensamento que formam esta unidade são as mesmas nos dois casos.

A partir da classificação dos juízos, Kant forma a sua tábua de conceitos puros do entendimento, que são classificados nas seguintes categorias: 1) de quantidade (unidade, pluralidade, totalidade); 2) de qualidade (realidade, negação e limitação); 3) de relação (substância e acidente, causalidade e dependência, e comunidade); 4) de modalidade

(possibilidade, existência e necessidade). Esta é a classificação dos conceitos puros, que existem no pensamento *a priori*. A partir destes, muitos outros conceitos podem ser produzidos a partir da síntese entre estes conceitos entre si, e com outros conceitos puros ou empíricos. Estes são conceitos derivados.

O rigor e a abrangência do sistema filosófico kantiano influenciou fortemente todo o pensamento posterior. Ainda hoje muitas correntes filosóficas podem ter suas raízes identificadas dentro do pensamento de Kant.

Façamos uma pausa momentânea, e notemos o ponto onde nos levou, até agora, a linha racionalista iniciada por Tales. Da percepção de que fenômenos naturais não são resultantes da vontade divina, mas obedecem a padrões que podem ser interpretados e compreendidos pela mente humana, chegamos a um elevado grau de conhecimento da Natureza através da Mecânica Newtoniana, que explica muitos processos que podem ocorrer em qualquer lugar do Universo. E este desenvolvimento foi feito através da aplicação da Matemática como linguagem capaz de – e adequada para – descrever a Geometria e a Física. Depois disso, passou-se a estudar como a nossa Mente é capaz compreender e descrever os fenômenos naturais. Esta questão é de extrema profundidade, e veremos adiante que muitos avanços surpreendentes já foram obtidos nesta área.

10- Os avanços no Conhecimento ocorridos no século XX

*Os homens se tornaram as
ferramentas de suas ferramentas.*
H. D. Thoreau

O século XX pode ser considerado o ápice de uma construção magnífica chamada racionalismo, que se iniciou com o filósofo Tales, em Mileto, e que marcou definitivamente não só a civilização helênica, mas avançou gradualmente pelo império romano, se espalhou pela Europa, e finalmente ganhou o mundo.

Nos séculos anteriores, uma revolução tecnológica - baseada nos conhecimentos científicos acumulados e na crença de que não só podemos compreender o mundo e seu funcionamento, mas também podemos moldar e adaptar a natureza para melhorar o nosso bem-estar – se iniciara, avançando com velocidade crescente e atingindo fatias cada vez maiores da população. Foi no século XX, entretanto, que esta revolução ganhou força, e transformou o mundo e a humanidade de uma forma nunca vista anteriormente.

O homem criou máquinas que lhe permitiam percorrer distâncias maiores em tempos menores, como o trem e o automóvel. Aprendeu a voar com os seus aviões, que foram usados para o bem e para o mal, e conquistou uma nova fronteira, sempre sonhada: se tornou capaz de navegar pelo espaço, atingir outros astros, e construir sua residência fora da Terra. Conheceu novas doenças, mas aprendeu a controlá-las e preveni-las - quando não eliminá-las - e melhorou as condições de vida de boa parte da humanidade, prolongando a expectativa de vida da espécie até idades nunca antes atingidas. Criou máquinas que realizam operações lógicas que só eram possíveis dentro do cérebro humano.

Nesse século, o homem compreendeu melhor como funciona a sua própria organização social, experimentou caminhos diferentes, desenvolveu teorias para melhorar as relações humanas em grupos pequenos como um escritório de uma empresa, ou grandes como um país inteiro. Na sua sede por novidades e troca de informações, criou uma rede de computadores que se espalha por toda a face do planeta e que se tornou um mundo paralelo, onde a realidade é virtual, onde as pessoas entram, se conhecem, trocam informações. Desenvolveu mecanismos e técnicas para transferir para esse mundo os seus sonhos mais abstratos, construindo uma realidade virtual que se confunde, muitas vezes, com a realidade do mundo material.

O homem expandiu o universo observável, sendo agora capaz de olhar cada vez mais longe no espaço e no tempo, especulando, finalmente com base em observações da natureza, sobre como o universo foi

formado. Desceu até as partículas mais ínfimas da matéria, comprovando a genial intuição dos filósofos gregos que desenvolveram o conceito de átomo. Entendeu melhor o que é o espaço e o tempo, o que é o vácuo e o que é a matéria.

Voltou-se para a vida e compreendeu como ela evoluiu, e quais são os mecanismos que a natureza escolheu para aprimorar e adaptar os organismos vivos às condições que existem no planeta Terra. Descobriu a estrutura de uma molécula, verdadeira obra prima da natureza, que contém, num mecanismo admirável, todas as informações que as espécies necessitam para desempenhar as suas funções mais complexas. Aprendeu a manipulá-la, e agora é capaz de construir novas espécies, as quais nem mesmo a natureza foi capaz de imaginar.

Chegamos, assim, ao final de uma viagem fantástica pela história da evolução do pensamento ocidental, que se mostra repleta de lances geniais, de resultados assombrosos, descobertas avassaladoras, perigos inimagináveis, avanços e retrocessos. Vimos aqui apenas algumas das belas fotografias tiradas de cenários magníficos encontrados aqui e ali, no caminho, enquanto a espécie humana avançava em seu caminho pelo Conhecimento. Ela teve início num grupo de homens que um dia sonhou com a possibilidade e descobrir como o mundo funciona, e levou a humanidade ao domínio da Natureza. Esta é uma viagem pela razão humana, pela incrível capacidade cognitiva desta máquina que ainda resiste em se descobrir para si mesma, que é o cérebro humano!

Mas além de toda a tecnologia, o século XX também trouxe novas descobertas, que indicam caminhos inovadores para o espírito indagador do homem moderno percorrer. O mundo mecânico e determinista criado por Newton foi irreparavelmente abalado ao se procurar compreender a natureza nas escalas subatômicas. Surgiu a mecânica quântica que nos mostra que existem barreiras à compreensão do mundo que vão além das limitações técnicas. O princípio da incerteza de Heisenberg nos impede de saber todas as características do universo como ele é hoje, o que nos impõe limites na tentativa de saber exatamente como ele era no passado, e como ele será no futuro. Por outro lado, o teorema da indecidibilidade de Gödel indica que a nossa capacidade cognitiva pode também - ser de alguma forma - limitada, já que todo sistema racional suficientemente complexo é incapaz de compreender toda a verdade sobre si mesmo. A lógica, eixo fundamental em torno do qual se ergueu toda a civilização ocidental, parece agora ter as suas limitações. Novos tipos de lógica começam a serem estudados, como a lógica para-consistente e a lógica fuzzy.

Talvez pela primeira vez estamos dando um passo sobre terreno que realmente contém algo de fundamentalmente novo no campo do conhecimento, terreno que não foi ainda pisado ou tateado pelos

pensadores gregos. Aparece diante de nós a possibilidade de gerar um novo ciclo de desenvolvimento, com tecnologias inimagináveis para nós agora, como era um computador para Pitágoras, ou uma nave espacial para Aristóteles. Mas só terão participação ativa nesta nova empreitada aqueles que adotarem, como o fizeram os gregos há 2500 anos, a atitude correta diante destes novos desafios. Veremos nos próximos capítulos como se deu esta verdadeira revolução no Conhecimento.

11- Newton vs. Einstein

O objetivo da ciência não é o de abrir as portas para a infinita sabedoria, mas o de colocar limites na infinita ignorância..
Bertolt Brecht

Após a monumental obra de Isaac Newton, que unificou os fenômenos naturais que aconteciam na face da Terra aos fenômenos celestes, criando um único arcabouço conceitual e matemático capaz de explicar todos os fenômenos conhecidos na sua época, e também todos aqueles que foram descobertos nos séculos seguintes, os cientistas e pensadores passaram a achar que eram capazes de compreender qualquer coisa.

Obviamente, um resultado tão grandioso deixa marcas profundas na cultura acumulada pela humanidade e, como aconteceu com a de Aristóteles, a obra de Newton também provocou mudanças profundas na forma de pensar de toda uma era. Se antes havia uma crença na capacidade da mente humana de compreender o universo, agora se passou a ter certeza de que a razão pode compreender os mais intrincados mecanismos da natureza. Além disso, a lógica matemática seria a ferramenta correta para se atingir a compreensão absoluta, na investigação científica, dos processos que ocorrem à nossa volta. Ou até mesmo dentro de nós.

Os avanços que se seguiram na medicina e na biologia mostraram cada vez mais que nosso corpo é uma máquina - muito complexa, mas uma máquina. E como tal, deve seguir as rígidas leis da natureza, governadas pelas três leis de Newton, sendo então o seu funcionamento completamente descrito com base em equações físicas. Dessa forma, se conhecemos exatamente o estado de nosso corpo num dado momento, poderemos saber como ele evoluirá no futuro. Isto deveria incluir o nosso cérebro e, portanto, a nossa mente.

Esta conclusão rapidamente levou a um confronto filosófico entre aqueles que acreditavam no livre-arbítrio dado ao ser humano, e aqueles que achavam que também as complexas funções cerebrais que comandam nosso corpo e nossos sentimentos poderiam ser não só compreendidas, como também poderiam ser previstas com antecedência tão grande quanto se queira. Assim, imaginando que todos os corpos no universo, incluindo cada uma das partes de nossos corpos, fosse completamente conhecida num dado instante, poderíamos saber se eu ou você estaríamos, depois de alguns dias, semanas ou anos, felizes ou infelizes, tranquilos ou agitados, se teríamos vontade de comer uma maçã ou um pêssego, e saber até mesmo aquilo que estaríamos pensando e quais as idéias que se formariam

na nossa mente. Enfim, todo o nosso comportamento seria completamente determinado a partir de um estado inicial do universo, do qual fazemos parte.

Esta discussão evoluiu durante muito tempo, levando à formulação de linhas filosóficas que competiram entre si durante muitos anos, moldando-se umas às outras e se aperfeiçoando. Algumas, como o dualismo, consideravam que a mente e o cérebro seriam duas estruturas diferentes, uma material e outra imaterial, e que interagem de forma não-física, não estando, então, restritas pelas leis de Newton, abrindo espaço para o livre-arbítrio. Outras, como a materialista, seguiram a linha da inexistência do livre-arbítrio, considerando que a nossa inteligência, sentimentos e desejos são apenas manifestações da movimentação de partículas e átomos em nosso cérebro estritamente mecânico.

Esta colossal estrutura conceitual, com seus problemas e as respectivas tentativas de solução, acabou sendo profundamente abalada, no início do século XX, quando o físico alemão Albert Einstein mostrou que a física newtoniana não poderia descrever os fenômenos que ocorreriam em corpos que se movimentem a velocidades próximas às da luz no vácuo. Depois de trezentos anos, uma nova visão do mundo estava surgindo.

É muito interessante e admirável a forma como Einstein chegou às conclusões que o levaram a reformular conceitos tão arraigados em nosso cotidiano, como espaço e tempo. Na segunda metade do século XIX, um físico inglês, Maxwell havia desenvolvido a sua teoria eletromagnética, e mostrado que a luz é uma onda eletromagnética que se propaga com velocidade constante, velocidade esta que depende unicamente de propriedades do vácuo. Como, até então, todos os fenômenos ondulatórios conhecidos precisavam de um meio material para acontecer, criou-se, ou retomou-se, a idéia do éter, uma substância que deveria permear todos os objetos no universo, e onde as ondas eletromagnéticas, como a luz, deveriam se propagar. Todos os esforços foram, então, dirigidos para o estudo das propriedades que este éter deveria ter para que permitisse não só a propagação da luz da forma como foi descrita por Maxwell, mas também o movimento dos planetas, que tinham sido longamente estudados e finalmente descritos por Newton.

Porém, quando se conseguia descrever as propriedades deste meio, de modo a permitir a passagem da luz, estas mesmas propriedades interferiam de forma dramática no movimento dos planetas; por outro lado, quando se estabeleciam as suas propriedades para permitir a livre movimentação dos astros no universo, ele não permitiria a propagação de ondas com as propriedades das ondas eletromagnéticas. Várias experiências foram feitas para se observar alguma manifestação do éter

enquanto a Terra se movimenta dentro dele, algum tipo de vento, como o que ocorre quando nos movimentamos no ar.

Einstein resolveu seguir uma linha de pensamento diversa. Desconsiderou a existência do éter, e supôs que a luz se propaga no vácuo, em pacotes de energia – hoje chamados de fótons – sem a necessidade de um meio material. Porém, ao fazer isso, criou um outro problema: a velocidade da luz no vácuo é constante e fixada através da equação de Maxwell a partir de propriedades (agora do vácuo e não mais do éter) que poderiam ser medidas por qualquer pessoa (observador). Consideremos então dois observadores em movimento relativo com velocidade constante, como uma pessoa parada na calçada e outra num avião que passa dez quilômetros acima, com uma velocidade de cerca de mil quilômetros por hora. Ambos medem as mesmas propriedades do vácuo, e então determinam o mesmo valor para a velocidade da luz. Mas, segundo a mecânica clássica, ao medirem a velocidade da luz, cada um deverá ter um resultado diferente, pois se movimentam com velocidades diferentes em relação a um raio luminoso, da mesma forma que uma aeromoça caminhando dentro do avião terá velocidade diferente para o observador no avião do que tem para o observador parado na calçada. Com isso, um deles, pelo menos, medirá uma velocidade da luz incompatível com o valor calculado. Isto poderia ser um meio de distinguir dois sistemas físicos que se deslocam com velocidades uniformes, e poderíamos definir um referencial absoluto, em relação ao qual a velocidade da luz medida é igual à calculada. Mas isso entra em forte contradição com o princípio da relatividade de Galileu, no qual ele afirmou que os fenômenos físicos observados em um referencial inercial - um referencial que se move com velocidade constante - são idênticos àqueles observados em qualquer outro referencial também inercial.

Einstein decidiu-se por construir novas leis para o movimento dos corpos nas quais o princípio da relatividade fosse mantido, e para isso teve que modificar radicalmente os conceitos de espaço e de tempo existentes até então. De fato, para manter as leis físicas invariantes, ou seja, inalteradas quando se passa de um referencial inercial para outro, teve que assumir que o tempo se dilata e o espaço encolhe quando a velocidade do observador é maior, e que estas modificações serão tanto maior quanto mais próxima a velocidade do observador estiver da velocidade da luz no vácuo. Além disso, mostrou que esta velocidade é um limite superior para a velocidade de qualquer objeto no universo. Obviamente estas idéias tão revolucionárias não foram aceitas sem dificuldades, e logo foi proposto um aparente paradoxo na nova teoria, o conhecido paradoxo dos gêmeos.

Imaginemos que duas crianças gêmeas, recém-nascidas, sejam separadas, sendo uma deixada em sua casa (a criança A) e a outra (a criança B) colocada num foguete que anda a uma velocidade próxima à da

luz. Cada uma vê a outra com velocidades muito grandes (devido ao movimento relativo), e por isso a criança A acha que o tempo da criança B se dilata, e vice-versa. Após alguns anos, passados na Terra, o foguete é trazido de volta. Os observadores que ficaram com a criança em casa, que agora já é um adulto, esperam encontrar no foguete ainda um bebê, pois devido à dilatação do tempo, para ela deve ter passado apenas alguns segundos desde que o foguete partiu. Por outro lado, segundo a Teoria da Relatividade de Einstein, os observadores no foguete esperam a mesma coisa sobre a criança que ficou na Terra, pois para eles esta estava com uma velocidade próxima à da luz. A única possibilidade, então, é que as duas tivessem exatamente a mesma idade ao se encontrarem, contrariando a própria teoria!

A solução para o paradoxo é que a teoria da relatividade prevê os mesmos fenômenos para referenciais inerciais. Mas se a criança deve ser colocada no foguete, e depois trazida de volta, significa que o foguete foi fortemente acelerado e desacelerado, não sendo, portanto, um referencial inercial. Com isso, a criança no foguete seria bem mais jovem do que a que ficou em Terra, sem perigo para a teoria. Este e outros resultados previstos por Einstein foram comprovados experimentalmente, usando relógios de altíssima precisão em jatos supersônicos, ou através da energia nuclear liberada nos reatores, que é um resultado previsto na famosa equação $E=mc^2$.

Posteriormente, Einstein estendeu a sua teoria da relatividade para sistemas não inerciais. Outros resultados surpreendentes surgiram desta empreitada: o espaço é curvo na presença de matéria, e por isso a luz descreve uma trajetória curva quando passa ao lado de corpos pesados, como o Sol. Este resultado foi comprovado experimentalmente usando um eclipse solar observado na cidade de Sobral, no Ceará, que permitiu observar uma estrela que estava situada atrás do Sol. Outra consequência da teoria da relatividade é a existência de buracos negros, corpos de massa tão grande e concentrada num espaço tão pequeno, que geram uma curvatura do espaço grande o suficiente para impedir que qualquer objeto, inclusive a luz, possa escapar dessa região.

As descobertas de Einstein são mais um exemplo de que a ciência e o conhecimento avançam por etapas, e que nunca se deve tomar qualquer coisa como verdadeira enquanto não se tenha absoluta consciência de sua veracidade. A lógica deve sempre ser usada, mas as premissas devem ser continuamente questionadas e colocadas à prova. Sua importância é não somente científica, mas também histórica e filosófica. Histórica, pois marcou uma revolução científica de largo alcance, num momento em que os cientistas começavam a achar que tudo era já compreendido. Filosófica porque mudou radicalmente conceitos amplamente difundidos, usados cotidianamente, e conhecidos profundamente mesmo por não-cientistas.

Além disso, no caso da teoria restrita aos sistemas inerciais, a matemática envolvida no seu desenvolvimento é extremamente simples, ao alcance de qualquer estudante de nível superior em Física. Este fato realça ainda mais a genialidade deste cientista, pois ele foi capaz de perceber a necessidade de uma mudança significativa nos conceitos mais bem conhecidos em sua época, usando ferramentas matemáticas ao alcance de todos. O fato de ser apenas ele a desenvolver estas idéias mostra como é difícil abrir mão de conceitos tão comumente tidos como verdadeiros que raramente nos damos conta de que os estamos utilizando.

12- A Mecânica Quântica

*Todos os coros do Céu, e todos os objetos
da Terra –em uma palavra, todas as coisas
que formam o que chamamos de Mundo—
não existem se não houver a Mente.*
George Berkeley

Se a teoria da relatividade de Einstein produziu um terremoto nas bases da mecânica newtoniana, a mecânica quântica derrubou definitivamente esta colossal construção da inteligência humana. O mundo atômico teimava em escapar à compreensão dos cientistas que tinham como ferramenta a mecânica clássica.

Vários fatos deixavam o cenário microscópico tremendamente intrincado. Por exemplo, a estrutura atômica da matéria tinha sido finalmente aceita, e logo se verificou, através das experiências do físico Rutherford, que o átomo também tinha a sua estrutura interna, com um núcleo de carga elétrica positiva rodeado por elétrons negativos que giravam rapidamente ao seu redor. Mas, de acordo com a teoria eletromagnética de Maxwell, um elétron girando em torno de um ponto deveria emitir radiação, continuamente, perdendo energia e se precipitando dentro do núcleo. Se isto acontecesse, no entanto, não existiriam o átomo, e por isso não existira a matéria. Na verdade, o átomo só emite radiação eletromagnética em situações especiais, quando ele é perturbado de seu estado natural, o que pode ser feito em laboratório. No entanto, quando isso ocorre, a frequência da radiação emitida tem valores bem definidos, não sendo um espectro contínuo como era previsto pela teoria clássica de Maxwell.

Planck, um físico alemão, introduziu o conceito de *quantum* de energia para explicar a radiação de buraco negro, isto é, aquela radiação emitida quando se aquece um objeto que é completamente isolado do meio ambiente exceto por um pequeno orifício. Planck notou que a única forma de se explicar o espectro da radiação emitida era considerando que a energia é emitida em pequenos pacotes energéticos, cada um com uma energia que é um múltiplo inteiro de um fator constante, atualmente conhecido como constante de Planck.

Logo depois, o físico De Broglie propôs o conceito de partícula onda, afirmando que assim como o fóton apresentava características de partícula e de onda, as partículas, como o elétron, o nêutron ou o próton, também devem apresentar as mesmas características. Esta idéia foi comprovada experimentalmente.

Einstein usou o conceito de quantum de energia para explicar o conhecido efeito fotoelétrico (emissão de elétrons por um metal iluminado apropriadamente), mostrando que a energia irradiada é quantizada não

apenas na sua emissão, mas se propaga também na forma de pequenos pacotes.

Para explicar as frequências características emitidas pelos átomos, Niels Bohr desenvolveu uma teoria segundo a qual os elétrons só poderiam descrever órbitas tais que o seu momento angular fosse um múltiplo inteiro de uma constante física já conhecida na época, a Constante de Planck. Com isto ele pode calcular corretamente as frequências de emissão dos átomos.

Foi um estudante de seu grupo, Heisenberg, quem estendeu esse modelo, transformando-o numa teoria geral, capaz de descrever o movimento dos objetos do mundo atômico, e que é hoje conhecida pelo nome de Mecânica Quântica. Um ponto fundamental é o seu Princípio da Incerteza, que nos afirma que é impossível determinar exatamente e simultaneamente grandezas como a posição de uma partícula e a sua velocidade. Este princípio, que é comprovado pelo alcance das previsões desta teoria, coloca em cheque o determinismo trazido pela mecânica clássica, e com o qual cientistas e filósofos já haviam se acostumado, embora ainda não haviam assimilado as suas conseqüências.

Outros pontos de conflito com a mentalidade clássica era o fato de os objetos quânticos não terem estados bem definidos. Bohr salientava de que no mundo subatômico, onde os efeitos quânticos são relevantes, o conceito de trajetória deixa de existir, isto é, não se pode dizer que um corpo, para ir do ponto A do espaço ao ponto C, deva necessariamente passar por um ponto B intermediário! Mais do que isto, nem mesmo o estado (isto é, as características físicas) de um objeto é determinado. Somente quando é realizada uma observação – conceito, aliás, ainda não perfeitamente definido nesta teoria – é que o estado, inicialmente indefinido, do sistema físico “colapsa” para uma única possibilidade, que irá construir aquilo que chamamos de realidade, o que, em princípio, coloca a Mente numa posição privilegiada na constituição do mundo, já que é ela, em última análise, quem faz a observação. Existem vários paradoxos relacionados a estes aspectos da teoria quântica, como os chamados paradoxo EPR (de Einstein, Podolski e Rosen), e o paradoxo do gato de Schrödinger.

As aplicações da mecânica quântica estão, hoje, espalhadas por diversos ramos da física, indo da física atômica à física de partículas elementares, passando pela física nuclear, ou abrindo novas perspectivas de desenvolvimento tecnológico, como o computador quântico. Hoje estamos nos acostumando com termos como *qbits* (os bits quânticos), emaranhados (entanglement – um termo cunhado por Schrödinger para explicar efeitos quânticos de dois sistemas que inicialmente interagem, e depois são separados) e teleportação (capacidade de se transmitir a informação de um estado quântico a outro, de modo instantâneo, sem a

necessidade de passar por posições intermediárias no espaço). A Teoria da Informação Quântica é uma área em rápida expansão atualmente.

Os físicos atuais consideram esta teoria como uma peça fundamental no quebra-cabeça do Universo, embora ela tenha sido duramente combatida nos primeiros anos após a sua formulação, até mesmo por cientistas que são considerados seus fundadores, como Schrödinger e Einstein, entre outros. O comportamento destes cientistas mostra a dificuldade de se adaptar às novas concepções do mundo e do papel da razão humana dentro dele, à medida que os conhecimentos vão evoluindo. No caso destes pensadores, a maior dificuldade foi assimilar o indeterminismo inerente à mecânica quântica, o que levou Einstein a afirmar, em sua célebre frase, que “Deus não joga dados”.

13- A descoberta do DNA e suas consequências

O extraordinário sucesso do racionalismo no entendimento do universo e dos fenômenos naturais provocou profundas modificações na forma como os homens passaram a encarar o mundo. Se a razão era tão eficiente para compreender os processos físicos, não seria também uma ferramenta importante para se compreender o corpo humano? Ao final da Idade Média, a medicina rudimentar - mistura de conhecimentos empíricos sobre as plantas, coletados e inconscientemente transmitidos de geração a geração durante vários séculos - era usada de forma precária, em geral associada à magia ou a crenças religiosas e míticas. Com o renascimento, iniciou-se um processo de desenvolvimento racional da medicina, que levou ao entendimento muito maior sobre o corpo humano e sobre as doenças que o afligem.

O maior conhecimento sobre o corpo humano levou a um maior interesse sobre os outros animais e plantas. Compreendemos então, que existem muitas semelhanças entre os diferentes seres vivos que habitam o nosso planeta. Isto, naturalmente, leva ao questionamento sobre a origem da vida na Terra. O creacionismo, apoiado pela religião, era considerado (e ainda o é, por muitas pessoas, atualmente) como a explicação para o surgimento da vida. O racionalismo, porém, levou a um forte questionamento desta afirmação. Na época de Darwin, na primeira metade do século XIX, idéias evolucionistas para explicar o surgimento da vida na Terra já existiam. Uma delas era o Lamarckismo, segundo a qual as espécies evoluem por pressão do meio ambiente, ao qual cada ser vivo deve se adaptar, sendo que esta adaptação seria, de alguma forma, transmitida aos seus descendentes.

Darwin, porém, após uma longa viagem que o levou a vários pontos distantes da América Latina, incluindo aqui as Ilhas Galápagos, pode observar pequenas variações nas espécies encontradas ali. Ele estudou diversos animais, e pode ver que muitas espécies, que apresentavam características bem definidas quando encontradas no continente sul-americano, se dividiam em espécies diferentes nas ilhas, com muitas características comuns, porém com pequenas variações que eram diferentes em cada espécie, mas que dependiam fortemente das condições do ambiente em que cada uma vivia. Assim algumas aves, as quais apresentavam características muito semelhantes entre si e a uma única espécie encontrada no continente, nas ilhas eram diferenciadas em duas espécies apresentando, por exemplo, bicos em formatos diferentes, dependendo do tipo de alimento mais abundante na ilha que habitavam.

Isto comprovava que o meio ambiente exerce uma pressão adaptativa sobre as espécies. Darwin, porém, imaginou um mecanismo diferente

daquele de Lamarck. Para o cientista inglês, não eram as modificações físicas provocadas pelo meio em um único indivíduo que iria ser transmitida aos seus descendentes. Ao contrário, mesmo numa única espécie, existiriam já pequenas modificações entre os indivíduos, que poderiam ajudar ou atrapalhar a sua adaptação no ambiente específico em que eles viviam. A natureza, então, não induziria diretamente as modificações em cada espécie, mas agiria como um filtro, selecionando aqueles indivíduos com modificações que os tornem mais aptos a sobreviverem nas condições existentes.

As idéias de Darwin não foram imediatamente aceitas, como ocorre com frequência em relação às idéias revolucionárias sobre temas que afetam a população em geral de modo tão direto. Um dos pontos fracos dessas idéias é que elas não indicavam qual o mecanismo com que as características, uma vez selecionadas pelo meio ambiente, eram determinadas e transmitidas de um indivíduo ao outro.

Mais ou menos na mesma época, porém, o monge Gregor Johann Mendel estava fazendo experiências para estudar como as características entre diferentes tipos de ervilha eram transmitidas de uma geração à outra. Mendel cruzava ervilhas de diferentes morfologias - como rugosidade e tamanho - e cores, e depois verificava como essas características eram transmitidas aos descendentes. Ele cruzava ervilhas lisas e rugosas, e verificava que os mecanismos hereditários produziam ervilhas que eram ou lisas ou rugosas, não havendo nunca ervilhas com graus intermediários de rugosidade. Ele supôs, então, que essas características hereditárias estavam armazenadas em pequenas partículas dentro do organismo das ervilhas, que iriam determinar se estas seriam rugosas ou lisas, por exemplo. Essas partículas foram chamadas, por Mendel, de genes. Estava, então, desvendado o mecanismo através do qual as características de todos os seres vivos eram transmitidas hereditariamente aos descendentes, e como o meio ambiente selecionava aqueles mais aptos a sobreviverem, produzindo, assim, a evolução das espécies.

O interesse pela abordagem científica para explicar a origem da vida e a sua evolução no nosso planeta era tanta, já naquela época, que vários estudos interessantes foram realizados num mesmo período. Enquanto Mendel estudava as ervilhas, outros pesquisadores estavam descobrindo que as características hereditárias eram transmitidas pelo óvulo e pelo espermatozóide. Por outro lado, o químico Friedrich Miescher, estudando o sangue de soldados feridos em guerras, descobria que o núcleo celular contém muitas proteínas e uma nova substância, hoje conhecida como ácido desoxirribonucléico, DNA. A relação entre genes e cromossomos (DNA), no entanto, só apareceu em 1902, com os trabalhos de Walter Sutton e Thomas Hunt Morgan. Duas décadas depois, Frederick Griffith, estudando o vírus causador da pneumonia no homem, descobriu que uma

cepa não nociva (que não causava a doença), quando colocada junto com o DNA extraído do vírus nocivo (aquele que produz a doença no homem), passava a ser também um vírus nocivo, indicando que é o DNA a substância que contém os genes, isto é, as informações transmitidas hereditariamente de um indivíduo ao outro. Esta hipótese foi confirmada na década de 1950, quando Alfred Hershey e Martha Chase demonstraram que apenas o DNA dos vírus penetra na célula do organismo hospedeiro para iniciar a infecção. Já em 1953, o físico Francis H. C. Crick e o geneticista James D. Watson descobrem a estrutura do DNA, com suas bases – adenina, citosina, guanina e timina, que formam o alfabeto básico do código genético.

A partir de então as descobertas se aceleraram, e o homem passou a dominar cada vez mais a evolução das outras espécies, desenvolvendo plantas e animais com mutações que levam a características mais interessantes para o seu próprio uso. Nos anos 90 se iniciaram os programas para a decifração do código genético, isto é, para se descobrir a estrutura do DNA humano e das outras espécies. Além disso, o homem aprendeu a modificar o DNA diretamente, sem precisar de usar os sistemas de seleção que a própria natureza se utiliza no processo de seleção. Com as técnicas modernas, o homem é capaz de alterar o código genético de uma espécie, inseri-lo novamente no núcleo do óvulo, e deixá-lo desenvolver-se produzindo uma espécie completamente diferente das existentes antes. Além disso, o homem aprendeu a produzir clones, cópias idênticas de outros seres vivos. São como irmãos gêmeos idênticos, produzidos com um retardo de vários anos.

Estas descobertas abrem amplas oportunidades de avanços, e - como ocorre em todos os períodos em que desenvolvimentos tecnológicos produzem uma fratura muito profunda entre o que era possível antes dele e o que pode ser desenvolvido depois - muitas discussões sobre os limites que devem ser impostos a estas técnicas estão atualmente em discussão. O homem tem o direito de alterar as espécies da natureza, como está fazendo? Estes recursos técnicos podem produzir grandes avanços na agricultura e na pecuária, eliminando a fome no nosso planeta. Mas, por outro lado, pode ser usada de formas ainda inesperadas, para alterar as capacidades humanas, por exemplo, produzindo seres superiores, com habilidades nunca vistas. Será isto possível? Será que um “homem perfeito” poderia ser criado e viver neste meio-ambiente em que nós estamos? Será que, se isto for possível, ele seria realmente muito diferente de nós?

Mais uma vez, os desenvolvimentos científicos afetam profundamente a vida da nossa sociedade, colocando novos desafios e novas questões. A filosofia terá novos problemas a serem abordados, problemas que Tales, Parmênides, Sócrates, Platão ou Aristóteles não podiam sequer imaginar. O homem moderno está à beira de uma forte

ruptura com todo o conhecimento anterior. O século XX foi determinante para o avanço do conhecimento humano, e no novo milênio caminhos inesperados serão encontrados e trilhados. Novas aventuras para a mente humana estão a caminho, e temos, todos, de estar preparados para nos adaptarmos a estas modificações, que são ao mesmo tempo imprevisíveis e surpreendentes, ameaçadoras e fascinantes.

Para não perdemos o “fio da meada”, para nos mantermos informados e sermos capazes de compreender as novidades que nos rodeiam e que ainda irão aparecer com frequência cada vez maior, temos de saber interpretar as informações com rapidez e eficiência. O mundo certamente não irá nos esperar nesse processo de alucinada transformação em que nos entramos.

III- Compreendendo os mecanismos cognitivos

14- A Inteligência - de ferramenta a objeto de estudo

*Não basta ter uma mente privilegiada,
é necessário saber usá-la.*

René Descartes

Fizemos uma viagem, nos capítulos anteriores, pelo conhecimento acumulado pela humanidade após o surgimento da corrente racionalista. Considera-se que a ferramenta principal para essa empreitada tenha sido a inteligência humana, ou pelo menos uma de suas inúmeras facetas, a razão. No entanto, muito pouco sabemos sobre como ela funciona.

Os filósofos têm se ocupado deste problema – a compreensão da habilidade de pensar – há muitos séculos, mas somente nos últimos anos um avanço mais significativo foi obtido. No entanto, estamos ainda engatinhando ao longo deste tortuoso caminho que nos levara, talvez, a compreender esta utilíssima ferramenta, a nossa própria mente.

O tema esteve sempre relacionado com a própria divisão da filosofia nas suas versões materialista e racionalista. Se para a compreensão do mundo estas duas linhas de pensamento divergem fortemente, na tentativa de entender o processo que nos permite a compreensão do mundo elas apresentam soluções completamente diferentes e, algumas vezes, profundamente antagônicas.

Descartes desenvolveu um sistema de pensamento lógico, baseado num conceito de razão presente na mente humana como parte intrínseca do ser humano, e procurou formalizar regras de conduta que levariam ao melhor aproveitamento desta faculdade, sem se preocupar muito na sua origem ou forma. Outros filósofos, no entanto, consideram que a razão simplesmente não existe enquanto faculdade da mente humana, sendo somente um resultado aparente do processo de ação e reação dos seres humanos as condições e estímulos externos. Para estes, os conhecimentos que temos são adquiridos empiricamente através de um processo darwiniano de sobrevivência e adaptação. Kant, por seu lado, se aprofundou um pouco mais nesse assunto, investigando quais são os conhecimentos empíricos e quais são os conhecimentos *a priori*. Dividiu, ainda, em outras duas categorias de conhecimento, os analíticos, resultantes da decomposição de um conhecimento mais complexo em unidades mais simples, e os conhecimentos sintéticos, que são criados a partir da composição mais ou menos elaborada de unidades mais simples de conhecimento, formando um novo conhecimento mais complexo.

A psicologia também contribuiu para a discussão sobre a mente, afinal esta é a sua matéria de análise. Piaget realizou uma série de estudos, fazendo inclusive experimentos sobre a forma de aprendizado das

crianças. A partir destas experiências e análise, formulou idéias sobre o funcionamento da mente, como ela opera, e como ela aprende a resolver problemas. Segundo Piaget, há na inteligência humana dois aspectos que trabalham conjuntamente, um aspecto volitivo relacionado aos sentimentos, desejos e necessidades, e um aspecto cognitivo relacionado ao conhecimento, a técnica, aos aspectos operacionais na solução dos problemas. Embora tenhamos sempre conectado este último aspecto à inteligência, pois é este que produz os resultados mais visíveis, o primeiro é fundamental para o entendimento da relação problema-solução envolvido em todo ato intelectual. Se um ser inteligente resolve um problema, é porque usou sua capacidade cognitiva na busca da solução, mas se o problema surgiu em sua mente, é porque houve, antes de tudo, a ação de sua capacidade volitiva.

Esta forma de se interpretar a mente como uma relação de equilíbrio entre duas diferentes entidades, nesse caso os aspectos volitivos e cognitivos, apresentou um enorme desenvolvimento nos últimos anos. O lingüista Noam Chomsky ampliou esta idéia, propondo que a mente seja ainda mais subdividida. Assim como o corpo se apresenta dividido em diversos órgãos, sugeriu que a mente também apresentasse uma divisão em órgãos internos, especializados em atividades diferentes. Assim, para Chomsky deveria haver um órgão especializado na edição e entendimento de textos, relacionado com a linguagem falada e escrita e a sua compreensão. Também Fodor seguiu esta linha de raciocínio, propondo uma estrutura da mente dividida em vários módulos autônomos, competindo e dialogando entre si. Cada módulo funciona de forma completamente independente dos demais.

Surgiu, assim, a teoria conexionista da mente humana, onde esta é dividida em uma série de agentes mais independentes, que se comunicam e competem pela supremacia dentro da nossa mente, propondo problemas diferentes, sugerindo caminhos diversos. A partir deste intrincado mecanismo, emerge o comportamento inteligente.

Esta teoria ganhou mais força com a evolução das ciências neurológicas e nossa maior compreensão sobre a estrutura do cérebro. Observou-se que o cérebro também se apresenta dividido em uma série de regiões especializadas em algumas atividades. O campo visual, e a capacidade de enxergar e compreender as imagens que estão à nossa frente, ou o campo auditivo, com a capacidade de separar, reconhecer e compreender os sons, mesmo em um ambiente ruidoso, estão localizados em regiões específicas do cérebro. Um dano cerebral numa região afastada destas, não interferirá com as nossas capacidades visual e auditiva. Uma lesão no campo visual prejudicará a visão, mas não a audição, e assim por diante. Cada uma destas regiões, por sua vez, é formada por milhões de células nervosas, os neurônios, e estes se encontram interligados uns aos

outros de forma intensa. A atividade cerebral se dá através destas conexões neurais, com sinais eletroquímicos transitando entre um neurônio e outro, depois entre uma região e outra, e levando consigo informações captadas e processadas por milhares de outros neurônios, formando, no final, um comportamento que nos parece único, compacto, e bem estruturado. Um maior conhecimento sobre a estrutura cerebral humana ou de outros animais superiores, pode nos indicar o caminho para a compreensão da mente.

15- A Inteligência Natural

Por muito tempo pensou-se que a diferença mais marcante entre o Homem e os outros animais fosse o fato de o primeiro ser inteligente, enquanto que os demais não o são. Essa idéia foi mudando rapidamente à medida que se passou a perceber que os outros animais também apresentam diferentes graus de inteligência. Alguns mais, outros menos, mas todos apresentam algum sinal de inteligência. Às vezes é difícil definir no comportamento animal o que é inteligência e o que é instinto, resultado do processo evolutivo.

Hoje, considera-se que a maior diferença entre Homens e os outros animais não está na existência ou não de inteligência, mas na capacidade de se comunicar de modo eficiente o bastante para poder transmitir e trocar os conhecimentos acumulados por cada indivíduo. Assim, o estabelecimento de uma linguagem através da qual o Conhecimento pudesse ser transferido e acumulado, de geração a geração, sem a necessidade de ser incorporado ao código genético, transformou o ser humano num animal que apresenta capacidade adaptativa e flexibilidade muito superior aos demais animais.

No entanto, estudos do comportamento de alguns primatas mais evoluídos mostraram que eles têm capacidade de aprendizado de linguagens simples. Assim, nem mesmo a capacidade de estabelecer uma linguagem serve para diferenciar os seres humanos dos demais animais. A diferença reside, agora se acredita, na capacidade de desenvolver uma linguagem complexa o suficiente para permitir a acumulação das informações apreendidas por várias gerações de indivíduos da mesma espécie.

Claro que essa capacidade está também relacionada ao nível de inteligência da espécie, mas agora essa não é mais considerada um atributo exclusivo da espécie humana, mas esta é a que apresenta uma capacidade intelectual superior ao nível mínimo – que se supõe existir - necessário para o desenvolvimento de uma linguagem complexa o suficiente para permitir a transmissão de conhecimento entre várias gerações da espécie.

Para se avançar nessa hipótese, é necessário saber melhor o que é a inteligência e como ela se desenvolveu durante a evolução da vida na Terra. Existem várias áreas que se dedicam a esses estudos, sendo este um campo nitidamente multidisciplinar, para o qual concorrem ciências como Física, Biologia, Ciências da Computação, Matemática e Neurologia.

Recentemente o conceito de inteligência foi estendido para conjunto de indivíduos. Um formigueiro ou uma colméia apresenta, no seu conjunto, sinais de inteligência que são superiores àquela verificada por cada indivíduo separadamente. Este tipo de inteligência, que emerge da interação entre vários indivíduos, é conhecido como Inteligência de Enxame.

Num formigueiro, as formigas se comunicam entre si numa linguagem extremamente simples, na qual uma substância química produzida pelas formigas, o feromônio, é utilizada como palavra. As formigas caminham deixando por onde passam uma trilha de feromônio. Outras formigas seguem esta trilha deixada pela primeira, e quanto maior a concentração dessa substância deixada pelo caminho, maior a chance de uma outra formiga seguir a mesma direção.

Agora vamos supor que várias formigas saiam do formigueiro em busca de alimento, e que uma delas o encontre num local próximo. O que ela faz é retornar imediatamente ao formigueiro pela mesma trilha que havia feito, já que, como as outras formigas, ela segue a trilha do feromônio, mesmo que seja o seu. Quando esta formiga chega de volta ao formigueiro, as formigas que haviam saído junto com ela ainda não retornaram, pois não encontraram ainda o alimento que procuravam, ou se encontraram foi em algum lugar mais distante do que aquele em que a primeira formiga encontrou. Assim, a trilha seguida por esta formiga, que foi e voltou pelo mesmo caminho, tem um traço de feromônio mais forte do que os demais, e assim atrairá um número maior de formigas para este caminho, formando então as comuns filas de formigas que caminham entre o formigueiro e o local onde foi encontrado o alimento.

É interessante que a espécie mais inteligente do planeta tenha aprendido coisas novas com um formigueiro. Companhias telefônicas têm usado a técnica de comunicação das formigas para montar um sistema de comunicação de longa distância mais eficiente. Imagine que você, em São Paulo, queira conversar com um parente ou amigo que se encontra em Tóquio. Provavelmente a sua ligação telefônica passará por várias centrais telefônicas no Brasil, passando pela costa oeste dos Estados Unidos, digamos em Los Angeles, para finalmente chegar em Tóquio. É um longo caminho, mas você não nota nenhum problema, até o momento em que, lá em Los Angeles, a mais ouvida rádio local resolve fazer uma promoção, premiando os 10 ouvintes que primeiro ligarem para a rádio. Imediatamente a central telefônica de Los Angeles ficará abarrotada de ligações, sua eficiência diminuirá rapidamente, e obviamente ninguém da operadora telefônica que você está usando sabe da tal promoção em Los Angeles. O problema é, então, poder ter um sistema flexível e adaptável o suficiente para poder perceber modificações no sistema telefônico, como esta, e inteligente o bastante para encontrar a melhor solução em tempo

tão rápido que o usuário nem mesmo perceba que continua falando com a mesma pessoa, no mesmo lugar, mas que o caminho seguido pelos sinais enviados pelo seu telefone percorrem um caminho completamente diferente a fim de desviar do engarrafamento de sinais em Los Angeles.

Para resolver este problema foi criado o chamado “feromônio virtual”, um sinal que é emitido por cada central telefônica em diversos canais de comunicação ligando-a com outras centrais vizinhas. Quando este sinal chega a uma central, ele é imediatamente devolvido pelo mesmo caminho, de modo que contando o tempo que passa entre o envio do sinal e o seu recebimento de volta, cada central pode descobrir o caminho menos obstruído para se dirigir uma comunicação telefônica.

Dessa forma, no instante em que ocorre a promoção da rádio de Los Angeles, a central que enviava o sinal para aquela cidade descobre, através do feromônio virtual, que o caminho mais rápido não é mais via Los Angeles, mas sim via San Francisco. Imediatamente os sinais que saem do seu telefone passam a serem enviados para esta segunda central telefônica, e você continua conversando normalmente com o seu amigo, sem nem mesmo saber se há uma promoção da rádio em Los Angeles. Esta técnica foi inspirada por estudos dos meios de comunicação das formigas!

Vimos como é o mecanismo de comunicação entre as formigas que faz emergir um comportamento inteligente no formigueiro, e como isso pode ser adaptado em sistemas criados por nós para aumentar a sua eficiência. Vamos ver agora como funciona a inteligência humana, e tentar individuar quais são os fatores que a produzem, e para isso começamos estudando como a nossa mente funciona para resolver os problemas que já estamos acostumados a resolver. Muito se avançou no conhecimento de nossa mente através das tentativas de se criar um método artificial de se gerar inteligência, principalmente nos problemas relacionados à robótica ou na automatização de tarefas complexas, como no caso dos chamados sistemas especialistas, que são especialmente desenhados para tomar decisões em situações relacionadas a tarefas específicas.

Ao contrário do que pode parecer em uma primeira análise, os problemas técnicos mais difíceis são onde a inteligência artificial encontrou os melhores resultados. Essas tarefas requerem muitos conhecimentos por parte dos especialistas, mas uma vez encontrada uma solução, em geral ela tem um algoritmo bem definido para efetuar a tarefa de forma a tomar a decisão correta de acordo com as circunstâncias que se apresentem. Isso porque esses problemas são tão específicos que o número de variáveis que podem ser controladas e de situações diferentes que podem se configurar é pequeno se comparado com os de outras tarefas, em princípio mais simples, que devemos resolver cotidianamente. Por isso, é relativamente simples criar um robô associado a um sistema de automação que controle uma máquina numa indústria, mas é

extremamente difícil fazer um robô que consiga empilhar blocos de brinquedo, como faz qualquer criança sem nem mesmo precisar de escolaridade.

Portanto, se queremos realmente descobrir todo o potencial intelectual que está armazenado em nossa mente, não devemos estudar os problemas técnicos mais específicos, mas devemos nos deter naqueles mais gerais, onde várias opções estão à disposição de nossa mente para que ela escolha aquela que considerar mais apropriada, e assim poderemos perceber como e quando tomamos uma decisão entre as várias alternativas possíveis de serem seguidas.

O que se tem aprendido sobre o funcionamento de nossa mente mostra que ela funciona baseada em agentes que controlam outros agentes e que competem com ainda outros agentes que desempenham outras tarefas. Por exemplo, no caso da criança brincando com blocos, existe um agente que chamamos *construir* que coordena a ação de construir uma torre com os blocos de brinquedo. Para realizar essa tarefa, o agente *construir* divide o trabalho em tarefas mais simples que são efetuadas por outros agentes, como o *iniciar*, o *empilhar*, e o *finalizar*.

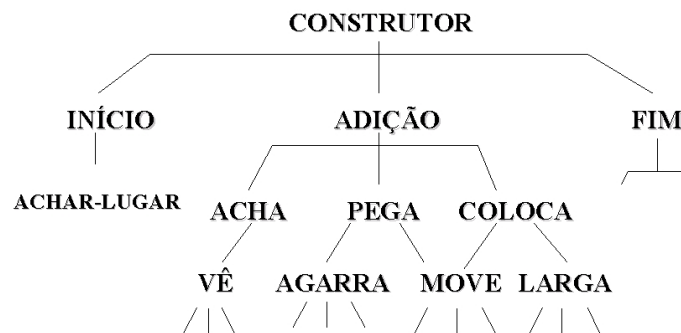


Figura 15-1: Esquema dos agentes envolvidos na construção com blocos de brinquedo, na mente de uma criança.

Cada um desses outros agentes também pode dividir as suas tarefas entre outros agentes, como mostrado esquematicamente na figura 15-1. O agente *construir* realiza, assim, a tarefa de decidir iniciar a construção da torre, achar o primeiro bloco, decidir onde ele será colocado e colocá-lo na posição correta. Depois, deve procurar os demais blocos e empilhá-los sobre aqueles que já estão posicionados na torre, até que, por fim, o agente *finalizar*, que está constantemente competindo com o agente *empilhar*, acaba dominando e a torre fica pronta.

Da mesma forma que existe uma competição entre *empilhar* e *finalizar*, todos os demais agentes também têm que competir com outros agentes querendo desempenhar funções diferentes. Assim, *construir* está constantemente competindo com *destruir*. E não é raro presenciarmos o momento em que este último acaba assumindo o controle, em detrimento

do primeiro, quando vemos a criança que acabara de construir a torre se divertindo em ver os blocos se espalharem pelo chão com um simples gesto de mão. Assim, *construir* e *finalizar* são dois agentes que competem entre si. Eles coordenam diferentes grupos de agentes para executar as suas tarefas, mas também são controlados por outros agentes, colocados em um nível superior. Por exemplo, esses dois agentes podem ser controlados pelo *brincar com blocos*, que por sua vez compete com outros agentes, que são todos controlados pelo agente *brincar*, que deve competir com outros agentes no mesmo nível, como *comer* e *dormir*, por exemplo.

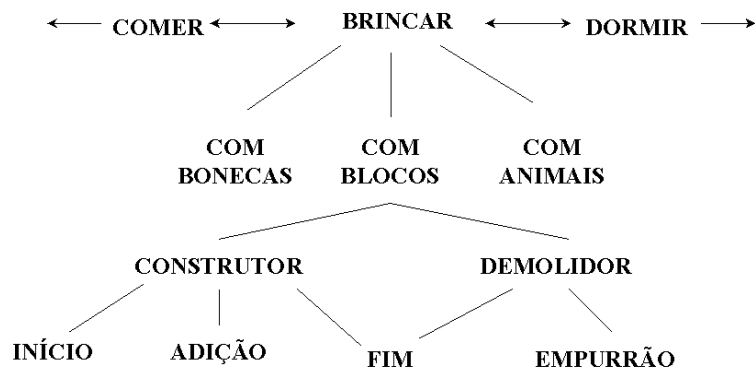


Figura 15-2: Esquema da competição entre os agentes, em diferentes níveis, na mente de uma criança.

Esta estrutura está esquematizada na figura 15-2, onde vemos como funciona essa estrutura de agentes que competem entre si e coordenam outros agentes. Um mesmo agente pode estar sob o controle de dois ou mais agentes diferentes e, em cada situação, participar da realização de uma tarefa diferente.

Toda essa atividade se passa em nossa mente, entidade abstrata que, de alguma forma, está associada ao nosso cérebro. E é importante manter clara a diferença entre uma e outro: o cérebro é a base física que permite a manifestação da mente. Esta só existe porque o nosso cérebro é organizado de modo a permitir a sua existência. Vamos agora olhar como é que o nosso cérebro funciona.

Os neurologistas já sabem que existem tarefas que estão localizadas em regiões específicas do cérebro, e uma lesão ou disfunção nessa região prejudica o desenvolvimento daquela tarefa. Na figura 15-3 Mostramos onde se localizam algumas dessas tarefas. Assim, parece haver uma relação mais profunda entre os diversos agentes da nossa mente com regiões do cérebro. Estas regiões comunicam-se entre si, eventualmente formando outras regiões maiores, especializadas em outras funções ainda superiores. Por outro lado, se formos olhar a estrutura cerebral do ponto de vista microscópico, veremos uma rede de células altamente interligadas.

Estes são os neurônios, as células do cérebro que são capazes de transmitir sinais eletroquímicos e de se comunicar entre si através desses sinais, transmitindo informações de uma região - ou agente – do cérebro para outro. Comparando esta divisão estrutural do cérebro com aquela da Mente, vemos que existe uma associação forte entre a estrutura da mente e a estrutura do cérebro!

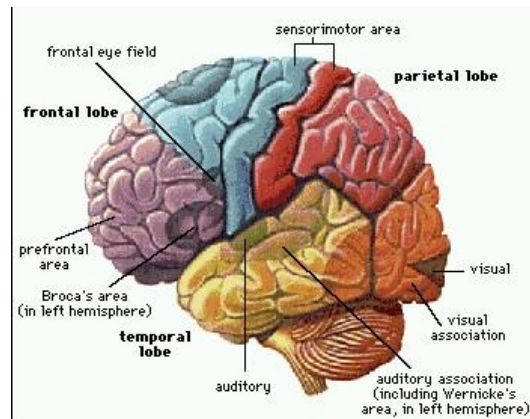


Figura 15-3: Visão lateral do cérebro, com suas diferentes áreas. Algumas atividades cerebrais se encontram bem localizadas em algumas regiões do órgão.

Agora que já conhecemos um pouco do funcionamento do cérebro, e como ele está associado à mente e à sua estrutura para fazer aparecer a nossa inteligência, vamos compará-lo com o funcionamento do formigueiro, que, já vimos, pode manifestar comportamento inteligente. Neste, o agente mais elementar é a formiga, que em si mesma não apresenta nenhum sinal de inteligência, pelo menos não no mesmo nível do formigueiro como um todo. Cada um desses agentes elementares se comunica com os outros através de um sinal químico, o feromônio. A partir dessa forma de transmissão de sinais vimos que pode aparecer um comportamento inteligente que foi até copiado pelos seres humanos.

No caso do nosso cérebro, o agente elementar é o neurônio, que em si, como a formiga, não demonstra nenhum sinal de inteligência. Um neurônio pode se comunicar com os seus vizinhos através de sinais eletroquímicos, e o conjunto de neurônios manifestam sinais bastante evidentes de inteligência. Aqui, como no caso do formigueiro, a inteligência não está no seu agente elementar, mas emerge das conexões entre eles, e da possibilidade de eles trocarem sinais entre si. A inteligência, portanto, não está no neurônio, mas nas sinapses que conectam um ao outro e através das quais essas células podem trocar sinais elétricos.

Podemos avançar ainda mais nesse modelo? Afinal, os homens vivem em grupos, e cada homem é capaz de se comunicar com outros

homens. Esse conjunto de homens, e a troca de informações entre eles, criam grupos variados, como a família, amigos de escola ou de trabalho, associações de lazer, profissionais ou religiosas, etc. Estes grupos funcionam muitas vezes como entidades bem definidas, que se comunicam entre si, como em centrais sindicais ou em governos de países democráticos, entre outros, criando um organismo mais complexo ao qual damos o nome de sociedade. Pode a sociedade ser mais inteligente do que cada indivíduo? Bem, se você já ficou perplexo diante das construções e feitos que nossa sociedade pode realizar, ou já se sentiu impotente para mudar alguma coisa que considera errada na sociedade, é porque vive dentro deste organismo maior, que tem uma vontade própria, mais forte do que a individual, resultante do conjunto de comportamentos diferentes de cada indivíduo isoladamente.

Comentamos acima que aquelas áreas do Conhecimento nos quais as informações são trocadas mais livremente, como nas Ciências e na Filosofia, os avanços são mais consistentes e velozes. Esses grupos de pessoas formam sociedades mais eficientes na solução dos problemas que se propõem, pelo fato de ter uma troca de conhecimento mais eficaz. Não seriam essas sociedades mais “inteligentes” exatamente por permitirem uma melhor troca de informação? Discutiremos sobre estas questões mais detalhadamente adiante.

16- A Inteligência Artificial

É assustadoramente óbvio que nossa tecnologia superou nossa humanidade.
Albert Einstein

Vimos anteriormente que existem tentativas de automatizar a inteligência humana. Os sistemas especialistas constituem uma maneira de construir um algoritmo automático para tomada de decisões em trabalhos técnicos, com diversas aplicações na engenharia, na robótica, na medicina e outras áreas essencialmente técnicas. No entanto, embora sejam capazes de tomar decisões corretas e simular - em alguns casos muito bem - o comportamento humano, a “inteligência” desses sistemas não emerge naturalmente de sua estrutura, pois o seu conhecimento provém inteiramente de uma ou mais fontes humanas, que criaram o algoritmo incluindo nele todo o conhecimento que eles já possuíam.

Existe, porém, uma outra técnica de inteligência artificial na qual nenhum conhecimento é necessário ser introduzido *a priori*. Este sistema é chamado Rede Neural Artificial (RNA), e nada mais é do que um conjunto de neurônios artificiais interligados entre si. O neurônio artificial, por sua vez, é um modelo matemático simples do neurônio natural. Cada neurônio deve pegar os sinais dos neurônios que estão ligados às suas sinapses, multiplicando por um fator de ampliação (se for maior que um) ou redução (se for menor que um), e que pode ser excitatório (se for positivo) ou inibitório (se for negativo), e somá-los. Se o resultado for maior do que um determinado valor, que chamamos *limiar*, haverá um sinal na saída desse neurônio (saída igual a 1), caso contrário não haverá sinal de saída (saída igual a zero).

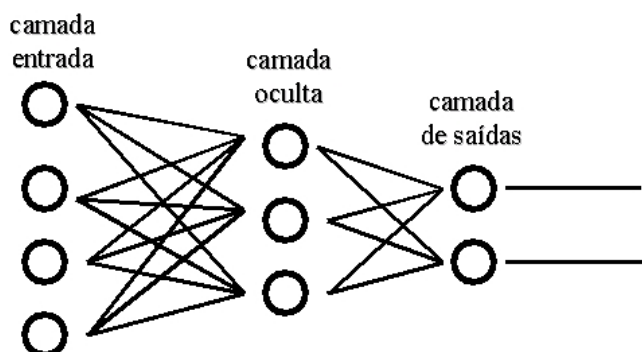


Figura 16-1: Esquema de uma rede neural artificial, com quatro neurônios na primeira camada (de entrada), três na segunda (oculta), e dois na terceira (saída).

Este modelo está esquematizado na figura 16-1. Apesar de extremamente simples, redes neurais artificiais são capazes de mostrar comportamento inteligente. Mais do que isso, ajustando os fatores multiplicativos nas sinapses artificiais de modo apropriado, essas redes são capazes de aprender a resolver problemas simplesmente tendo recebido uma série de exemplos! Ainda existem várias limitações nesta técnica, além de problemas a serem superados, sendo prematuro afirmar que algum dia um programa que implemente esta técnica de redes neurais artificiais, instalado num potente computador, poderá ser tão eficiente como o cérebro humano. Existem objeções muito profundas a esta conclusão que nem sempre são de caráter apenas técnico, relacionado à velocidade e à capacidade dos computadores atuais, mas que mostram que as limitações desses algoritmos podem ser de ordem conceitual, matemática. Voltaremos a este tema mais adiante.

17- A Inteligência Social

*Como corpo, somos todos sempre
individuais, mas como alma,
nunca.*

Hermann Hesse

O Filósofo Pierre Levy cunhou a expressão Sociedade Cognitiva para exprimir o conceito de que a inteligência não pode ser entendida apenas observando-se as capacidades da mente humana. Segundo este filósofo, a própria razão não pode ser considerada um atributo humano, mas uma conseqüência da ação do intelecto humano juntamente com as ferramentas que existem ao seu redor, criadas pela natureza ou pelo próprio homem. Em particular, o desenvolvimento da escrita teria sido fundamental para o surgimento da razão. Esta é sem dúvida uma visão controversa, mas vamos seguir um pouco esta linha de raciocínio, que nos poderá ser útil para entendermos os processos mentais que estão embutidos no processo intelectual.

Vimos como a visão racional do mundo surgiu na Grécia, há 2500 anos atrás. Mas porque ela não surgiu antes? E porque surgiu na Grécia? Havelock e outros pesquisadores estudaram este assunto em profundidade. A nossa mente possui características ímpares, porém tem recursos limitados. A nossa memória, principalmente a memória de curto prazo, possui uma capacidade relativamente pequena quando comparada com a capacidade dos computadores atuais. A memória de longo prazo tem uma capacidade maior do que aquela de curto prazo, mas para ser formada precisa de estímulos particulares, que deixarão a informação impressa em nossos circuitos cerebrais de forma mais ou menos permanente.

Vários estudos foram feitos, na psicologia cognitiva, para se entender como funciona o processo de memorização. Destes estudos, percebe-se claramente os limites de nossa capacidade de memorização e como a informação a ser memorizada deve ser apresentada para que ela possa permanecer armazenada por períodos maiores e de forma mais eficiente, isto é, menos sujeita a erros. Quando uma relação de palavras é apresentada a um grupo de pessoas, estas conseguem lembrar-se de um bom numero delas após alguns minutos, sendo este, portanto, um bom mecanismo de memorização de curto prazo. No entanto, algumas horas depois, essas palavras já escaparam da mente das pessoas, e elas são incapazes de se lembrar da maior parte delas.

Por outro lado, se as palavras são apresentadas dentro de um contexto, formando uma historia compreensível para essas pessoas, elas serão capazes de se lembrar daquelas palavras chaves mesmo muito tempo

depois. Demorará meses até que elas desapareçam da memória destas pessoas. Verificou-se que quanto mais complexa e ricamente conectada fosse a elaboração feita durante o processo de memorização das palavras, mais prolongada e nítida seria a lembrança das mesmas. Se o enredo utilizado nessa elaboração contivesse cenas cotidianas, bem conhecidas pela pessoa que o memorizasse, a eficiência do processo seria ainda maior. E se, nesse processo, uma carga emocional estivesse contida, mais profundamente as palavras seriam gravada na mente, sendo possível recordá-las muitos anos depois.

Mesmo nas sociedades que não conheciam a escrita, informações importantes dessas culturas deviam ser passadas de geração em geração. Para estas sociedades, a única ferramenta existente era a capacidade de armazenamento de informações da própria mente humana. Essas sociedades desenvolveram técnicas extremamente eficientes para a memorização. Os mitos presentes nas sociedades primitivas apresentam todas as características necessárias que descrevemos acima. Esses mitos eram passados de geração em geração, e continham as informações importantes para a estruturação da sociedade, com suas normas e padrões éticos. Muitas vezes, a musicalidade era utilizada para reforçar o processo de memorização, e por isso os mitos são geralmente contados através de canções e poemas. Os poemas épicos de Homero são um excelente exemplo da forma de transmissão de informações culturais dessas culturas. Esses poemas guardam toda a inventividade e a estrutura necessária para serem melhor memorizados pelas populações que os repetiam oralmente, transmitindo-os para as futuras gerações sem a necessidade da escrita.

Uma característica da cultura oral é que o armazenamento e transmissão das informações são fortemente influenciados pelas pessoas que transmitem e recebem as informações. Por isso, variam com o tempo - de geração em geração, de forma sutil e imperceptível - adaptando-se aos novos padrões e necessidades da sociedade. Com isso, depois de vários anos, as informações iniciais são parcialmente perdidas, pois não existiam outros meios de conservá-la que não na música e na poesia dessas culturas.

Este tipo de cultura foi profundamente transformado com o surgimento da escrita. Esta permitiu estender a memória humana, transformando o papel (ou qualquer outro material em que se imprimissem símbolos reconhecíveis e que representassem algum conceito importante para a sociedade) numa ferramenta para conservar os conhecimentos acumulados pela sociedade. O papel tem uma memória de prazo muito mais longo do que a humana, e a informação nele armazenada pode atravessar, intacta, várias gerações. Como não há a necessidade de intervenção de pessoas intermediárias no contato entre o autor e o leitor, a

informação passa a ser independente do contexto histórico e das pessoas que as transmitem, assumindo um caráter impessoal.

Mas a escrita também liberou a memória de curto prazo. Isto teve um efeito importante no desenvolvimento cultural que se seguiu. Liberando a memória de curto prazo, a mente ficou livre para desenvolver raciocínios mais profundos e abstratos. A matemática passou a ser desenvolvida mais rapidamente. Foram desenvolvidos métodos para se fazer operações algébricas com o auxílio do papel.

A estrutura dos textos também mudou. Em vez de usar a musicalidade e a emotividade, como nas sociedades orais, a informação agora era transmitida de forma estruturalmente lógica, com argumentos apresentados seqüencialmente, conectados numa relação de causa e efeito. Quando lemos um texto, a memória de curto prazo é usada para guardar apenas os conceitos mais importantes na seqüência de idéias, e a mente fica livre para estabelecer as conexões existentes entre um e outro, não só armazenando as informações, mas também analisando e criticando a lógica que envolve os conceitos ali expostos. Se algo for esquecido durante essa análise, basta voltarmos atrás no texto para recuperar essa informação.

Com isso, vemos que a inteligência humana desenvolve meios de comunicação que, por sua vez, interferem em todo o modo de pensar das gerações seguintes. Para Havelock, a escrita permitiu o desenvolvimento de certos tipos de raciocínios lógicos que eram impossíveis nas sociedades orais.

O homem inventa a tecnologia, que por sua vez reinventa o homem. A relação de causa e efeito aparece, aqui, de forma enviesada, a tal ponto que Pierre Levy considerou impossível separar a inteligência humana das tecnologias da inteligência disponíveis na sociedade.

Segundo Levy, a inteligência é o resultado da interação do homem com o seu meio ambiente, incluindo as instituições sociais e os meios materiais que servem para a produção, para o armazenamento e para a transmissão de informações. Este conjunto forma o que ele chama de *sociedade cognitiva*. Mais que isso, ele considera que as instituições criadas pela organização social dos homens podem apresentar sinais de inteligência. As sociedades são organizadas através de grupos de pessoas que, com ferramentas apropriadas, desenvolvem parte do trabalho de manutenção da sociedade e da sua cultura. Estes grupos funcionam de forma razoavelmente independente em relação aos demais, mas trocam incessantemente informações entre uns e outros. Esta estrutura se assemelha muito à estrutura da mente humana e do cérebro, como vimos acima. Se este tipo de estrutura cerebral provoca a manifestação de entidades abstratas como a inteligência e a mente, por que não poderia gerar algo semelhante na estrutura social?

Com isso Levy generalizou o conceito de inteligência para estes grupos e para a sociedade como um todo. Por sociedade ou grupo social devemos entender, aqui, não só as pessoas, mas também as tecnologias desenvolvidas, principalmente aquelas que ele chamou de tecnologias da inteligência, que são os meios de comunicação, inclusive aqui a língua escrita e falada, e os meios de transporte de informações e de pessoas, que também servem para promover a interação intelectual entre os diversos agentes da sociedade. Assim, um computador ligado a uma rede é um ator dessa sociedade cognitiva, tanto quanto o humano que está à sua frente, ou a gerência que ocupa o escritório onde trabalham o humano e o computador. Todos esses atores se comunicam através de interfaces, que cuidam da tradução e transporte da informação quando passa de um ator a outro. O teclado do computador é uma interface que permite a passagem de informação do humano ao computador, fazendo ao mesmo tempo a tradução do alfabeto humano para o alfabeto informático, o código binário. O monitor faz o processo inverso, passando informação do computador para o ser humano, e traduzindo-a do código binário para o alfabeto ou para imagens inteligíveis para a pessoa com a qual interage.

Para Levy, a sociedade cognitiva é inteligente, e essa inteligência emerge da sua própria estrutura, repleta de atores interconectados, com informações circulando continuamente, com processamento paralelo pelos atores envolvidos num dado momento, transformando essa informação e repassando-a para outros atores, que por sua vez introduzirão outras modificações que serão incorporadas e repassadas, e assim sucessivamente, até atingir um estado de equilíbrio. Este estado pode eventualmente ser perturbado por algum evento externo à esta sociedade, da mesma forma como o estado de equilíbrio da mente pode ser alterado por estímulos externos.

O homem, nesta sociedade, é apenas mais um dos atores, não tendo nenhum privilégio em relação aos demais. É levado pela evolução deste complexo de atores interconectados, tendo capacidade limitada de alterar esse desenvolvimento, como qualquer outro ator envolvido, seja ele um computador, um aeroporto, a televisão ou a diretoria de uma empresa, entre as inúmeras que podem coexistir nessa sociedade.

Levy não chega a atribuir uma consciência para a sociedade cognitiva. Na sua opinião, a inteligência pode se manifestar mesmo sem esta propriedade, considerada até hoje exclusividade da mente humana. A consciência é apenas uma singularidade neste complexo muito maior, uma propriedade de um de seus atores.

Em alguns aspectos, Levy se encontra muito próximo do filósofo existencialista Heidegger. Para este, a humanidade também perdera o controle sobre a tecnologia. Em algum momento do desenvolvimento da civilização ocidental, que começou - como vimos - com os filósofos

milésios, a tecnologia deixou de ser uma ferramenta para o desenvolvimento humano e passou a ser um fim em si mesmo. O homem, de senhor da tecnologia, passou - sempre segundo Heidegger - a ser seu servo. Agora é a tecnologia que determina o comportamento do homem.

Mais do que isso, a tecnologia teria passado a ser uma entidade extremamente perigosa para o futuro da espécie humana, e talvez de todo o planeta. De fato, segundo o filósofo existencialista, a tecnologia deixou de ser um instrumento desenvolvido pelo homem para direcionar as energias da natureza para o seu uso. Ela se desenvolveu tanto que agora o homem é capaz, por seu intermédio, de armazenar a energia e as forças da natureza para serem liberadas no momento oportuno.

Não podemos deixar de reconhecer algumas características da sociedade moderna que podem estar relacionadas a esta forma peculiar de se encarar o processo de desenvolvimento tecnológico. Enormes usinas hidrelétricas armazenam a energia gravitacional da água, represada para produzir energia elétrica. O petróleo é retirado das profundezas da terra para movimentar máquinas e produzir novos materiais, e a matéria existente no universo pode ser transformada em energia nuclear, de forma controlada ou numa explosão. A humanidade se dedica, cada vez mais, a controlar essas forças, menos do que a utilizá-las em seu próprio proveito.

Para Heidegger, o racionalismo da civilização ocidental levou a um desenvolvimento tão exacerbado da tecnologia, que a própria natureza humana acabou sendo perdida nesse caminho. E é essa união entre refinada tecnologia e pobreza de espírito que preocupava o filósofo. Além dos danos ao meio ambiente e à própria sobrevivência da espécie humana, existe a própria natureza do homem, sua essência como ser pensante e consciente observador do mundo, que foi modificada quando a tecnologia passou a ser um fim em si mesma, e o homem, de manipulador dos produtos tecnológicos, passou a ser objeto promotor do desenvolvimento tecnológico. Em algum momento do desenvolvimento da civilização ocidental o sucesso do racionalismo, e da aplicação dos resultados provenientes do uso da razão para o conhecimento e para a modificação do mundo, foram tão superiores que acabaram sombreando as demais características da essência humana. A partir desse momento, o homem deixou de perceber os limites entre o seu ser e o mundo ao seu redor. Essa combinação de egocentrismo desmedido com capacidade tecnológica suficiente para alterar completamente o mundo como o conhecemos hoje, representa o grande perigo visto por Heidegger no desenvolvimento tecnológico.

Para ele, a única forma de se reduzir ou eliminar este perigo seria uma volta do homem à sua própria essência. Uma reversão do desenvolvimento tecnológico é impossível, mas o homem deve procurar resgatar o sentimento humano que acabou negligenciando ou perdendo ao

cultivar fervorosamente o conhecimento que o uso da razão pode fornecer. Mas qual seria o caminho para esse retorno a casa, para a volta do homem ao seu próprio âmago?

O caminho possível, segundo Heidegger, é o da atividade artística. Este seria o processo para que o homem recuperasse a sua essência perdida ao se tornar vítima da própria tecnologia. Muito cuidado deve ser tomado, no entanto, na compreensão do tipo de Arte que ele estava pensando. A própria arte moderna é também vítima da tecnologia. Muitas vezes ela é superficial, descartável, dominada pelas tecnologias e pelos materiais. Hoje, os objetos utilizados na arte são, algumas vezes, considerados mais importantes do que a própria essência da arte. O que filósofo tinha em mente, ao sugerir-la como saída para o resgate da humanidade, era uma arte mais sutil, uma arte que fizesse emergir no homem a sua própria identidade - que se encontra escondida nos recônditos mais profundos de seu espírito. A Arte não tem lógica, mas produz emoções que nos fazem lembrar a nossa condição humana. Não ativa a dimensão cognitiva de nossa mente, libera, isto sim, os estímulos volitivos mais profundos. Para ele, a característica mais importante da atividade artística seria esta, de ponte entre o homem moderno, onde predomina a razão, e um homem original, dominado por um maior equilíbrio entre razão e sentimentos.

Vemos que no auge da civilização construída sobre a razão, começamos a colocar em dúvida se todo o desenvolvimento e estilo de vida resultante dessa busca pelo conhecimento e pelo controle da natureza é realmente a melhor opção. Além do perigo vislumbrado por Heidegger, passou-se a perceber que existem também limites à aplicabilidade da lógica. Um resultado importante nesse sentido foi obtido no início do século XX pelo matemático e logicista Kurt Gödel. Uma discussão mais detalhada sobre este tema será feita adiante, quando discutiremos a relação entre homens e máquinas.

18- Os limites da lógica

*Consciência é o fenômeno através
do qual a própria existência do
Universo se faz conhecer.*
Roger Penrose

No final do século XIX, a lógica tinha atingido conquistas notáveis. O matemático francês, Cartan, desenvolveu raciocínios lógicos extremamente engenhosos para investigar conjuntos infinitos. Na sua época, sabia-se que o conjunto dos números naturais é infinito, o mesmo ocorrendo para os números racionais e para os reais. Mas Cartan conseguiu mostrar que esses infinitos não são iguais, sendo o maior conjunto dos números reais do que os naturais. São ilustrativos a simplicidade e o grau de abstração atingido por Cartan, por isso vamos nos deter um pouco na descrição de como ele chegou a esse resultado.

Inicialmente, o matemático analisou o processo de contagem, isto é, nossa faculdade elementar de contar objetos. Contar os elementos de um conjunto como, por exemplo, o número de pessoas numa sala, significa estabelecer uma conexão biunívoca, elemento a elemento, entre dois conjuntos: o conjunto de pessoas na sala e o conjunto dos números naturais. Assim, sabemos que numa sala estão presentes sessenta pessoas se podemos associar o número um a uma delas, o número dois a outra e assim por diante, chegando à associação entre o número sessenta e a última pessoa da sala que ainda não havia recebido o seu número. Por outro lado, sabemos que não existem mais de sessenta pessoas se, ao tentarmos associar o número sessenta e um a alguma dessas pessoas, verificarmos que isto só é possível se permitirmos que uma delas esteja associada a dois números diferentes simultaneamente. Isto, porém, destruiria a condição de conexão biunívoca entre os dois conjuntos. Assim, Cartan chamou de enumeráveis os conjuntos em que é possível estabelecer uma conexão biunívoca com o conjunto dos números naturais. Como este conjunto é infinito, isto é, existem infinitos números naturais, os conjuntos enumeráveis também podem ser infinitos.

Um exemplo de conjunto enumerável é o conjunto dos números ímpares, pois pode-se estabelecer uma conexão simples entre este conjunto e o conjunto dos naturais, ou sejam qualquer número ímpar n_i pode ser associado a um número natural n através da relação $n_i=2n+1$. Algumas associações são um pouco mais complexas, como entre os números racionais (aqueles que podem ser representados na forma de uma fração p/q , sendo p e q números inteiros). Para mostrar que este conjunto é infinito e enumerável - isto é, é infinito, mas não maior do que o conjunto

dos naturais - usamos a tabela mostrada abaixo. Percorrendo-se a tabela na seqüência indicada, pode-se estabelecer uma conexão entre um número natural, que é dado pela ordem em que as frações são visitadas nesse esquema, e a própria fração.

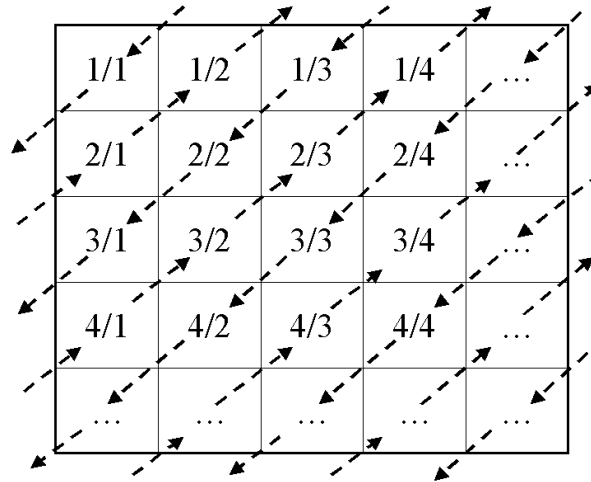


Tabela 18-1: Utilizada para mostrar que o conjunto de números racionais é enumerável.

Ingenuamente, poderemos pensar que podemos enumerar qualquer conjunto infinito seguindo esquemas semelhantes. Mas Cartan mostrou que não é possível enumerar os números reais. Aliás, não é possível enumerar nem mesmo os números reais entre zero e um! Para percebermos isso, basta que escrevamos os números reais numa seqüência aleatória na forma de uma lista, como abaixo.

0,	1	0	3	5	..
0,	0	2	4	9	..
0,	6	9	7	0	..
0,	1	9	2	3	..
0,	3	1	4	9	..
...

Tabela 18-2: Utilizada para mostrar que o conjunto dos números reais não é enumerável.

Em princípio podemos associar cada número real dessa lista com o número natural que dá o ordenamento, partindo do número 1 associado à

primeira linha, 2 à segunda e assim por diante. Agora imagine que tenhamos escrito uma enorme quantidade de reais entre zero e um nessa lista. Agora podemos formar um outro número real pegando cada dígito que se encontra na diagonal da lista e somarmos a este dígito, excluindo-se o zero antes da vírgula, uma unidade (por exemplo, se o dígito for 8, passa a ser 9, se for 9, passa a ser 0). Assim teremos um novo número real - que neste exemplo será **0,1030...** - que não pode estar na lista, pois tem pelo menos um dígito diferente (aquele da diagonal) de qualquer real já listado! Claro que podemos colocar este novo número no final da lista, mas novamente teremos um outro real, que não se encontra na nova lista, seguindo exatamente o mesmo procedimento. Desta forma, Cartan concluiu que não é possível contar todos os números reais entre zero e um, isto é, eles formam um infinito maior do que o dos números naturais! Na matemática, diz-se que este conjunto não é enumerável.

Proezas da lógica, como esta de Cartan, formam o ponto culminante do uso do raciocínio lógico e dos paradoxos na busca pela compreensão do mundo, processo iniciado por Zenon, o filósofo eleático sucessor de Parmênides. Certamente estes feitos aumentaram a confiança de que a razão pode nos levar ao conhecimento completo do mundo. De fato, o matemático Hilbert, considerado um dos maiores matemáticos do século XIX, propôs que se construísse um algoritmo capaz de demonstrar qualquer teorema matemático, transformando toda a Matemática num sistema axiomático, onde seus teoremas pudessem ser obtidos de forma mecânica e automática, simplesmente seguindo algumas regras estabelecidas. De fato isto é possível para sistemas axiomáticos razoavelmente simples, e hoje existem programas de computador que obtêm todos os teoremas possíveis desses sistemas a partir somente de seus axiomas, isto é, suas proposições (ou hipóteses) iniciais. Isto não é uma idéia totalmente estranha para aquela época, pois os físicos, desde Newton, acreditavam terem descoberto um sistema deste tipo para explicar a natureza, usando como axiomas as três leis formuladas por aquele grande cientista. Lembre-se também que no século XIX ainda não haviam surgido a Mecânica Relativística e nem a Mecânica Quântica!

Ao se proporem esta tarefa, os matemáticos foram encontrando outros paradoxos. Um deles, encontrado pelo matemático, logicista e filósofo Bertrand Russell, se refere justamente à Teoria dos Conjuntos, e vale a pena analisarmos também este raciocínio. Podemos formar conjuntos de qualquer coisa, como pessoas, números inteiros e reais, maçãs, etc. Podemos, também, formar conjuntos de conjuntos: por exemplo, os conjuntos de maçãs verdes e de maçãs vermelhas são subconjuntos do conjunto de maçãs. É possível também formar conjuntos que sejam elementos de si mesmo. Por exemplo, o conjunto de conceitos usados neste livro é um elemento de si mesmo, já que está sendo usado

nestas mesmas linhas! Outro exemplo é o conjunto das coisas *não-vivas* é um elemento de si mesmo, já que o conjunto não é um ser vivo.

Podemos criar um conjunto, vamos chamá-lo de conjunto X , que seja um conjunto dos conjuntos que *não* sejam elementos de si mesmos. Agora vamos verificar se X pode ser um elemento de si mesmo: se ele não é elemento de si mesmo, então ele faz parte do conjunto X , e, portanto, é um elemento de si mesmo; por outro lado, se ele é um elemento de si mesmo, ele não poderia fazer parte do conjunto X , pela sua própria definição. Chegamos assim a um paradoxo, conhecido como paradoxo de Russell, já que o conjunto X não pode ser e, ao mesmo tempo, não pode deixar de ser elemento de si mesmo!

A partir deste paradoxo, vários matemáticos, como Russell e Tarski, procuraram reconstruir a teoria dos conjuntos – uma das mais fundamentais de toda a matemática – de forma a evitar este paradoxo. No entanto, em 1931, o logicista alemão, Kurt Gödel, demonstrou que nenhum sistema lógico suficientemente robusto para englobar a aritmética (isto é, as operações elementares com números naturais) pode ser ao mesmo tempo completo e consistente, isto é, ou existem verdades que não são demonstráveis a partir de seus axiomas, como queriam Hilbert e os demais matemáticos antes de Gödel, ou o sistema terá teoremas que são ao mesmo tempo falsos e verdadeiros, como a afirmação de que o conjunto X é um elemento de si mesmo.

Este resultado é conhecido como Teorema da Indecidibilidade, demonstrado primeiramente por Gödel, e provocou uma revolução em toda a estrutura do conhecimento humano. Desde Tales, passamos a acreditar que a razão poderia nos levar ao conhecimento completo do mundo. Mas este teorema coloca restrições importantes nos sistemas lógicos, como a Física e a Matemática. De fato, será possível conhecermos o mundo de forma lógica, a partir de algumas poucas leis? A indecidibilidade coloca em xeque todas as crenças na capacidade da mente humana de compreender o mundo. Surge então uma outra questão: seria a mente humana uma máquina lógica, como um computador ou a máquina universal de Turing? Ou ela teria capacidades maiores, que vão além da lógica, como supõe Penrose?

Estas são as questões abertas após dois mil e quinhentos anos da aventura racional do homem no universo. A procura pelas soluções está em toda a parte: na Física, tentando explicar como o universo surgiu, na Lógica, com suas alternativas à lógica aristotélica, na Psicologia, procurando desvendar os mistérios da mente, e na Neurologia, na investigação de estruturas materiais que tenham um comportamento não clássico. O problema é multidisciplinar em sua essência, e exige, dos pesquisadores modernos, ampla capacidade de compreensão de todas as estruturas de conhecimento envolvidas, habilidade para ordenar todas as

informações de maneira compreensível, e criatividade para gerar, desta mistura, uma estrutura nova, superior à atual, sem os limites que agora nos são evidentes. Os próximos anos ou décadas podem nos abrir caminhos novos e inimagináveis, que podem nos levar a atingir conhecimentos tão fantásticos para nós como seria a internet ou a viagem do homem ao espaço para os gregos da época de Tales. É preciso estarmos preparados, se quisermos ser capazes de ingressar nesta nova viagem que se anuncia.

IV- Em busca de uma nova atitude no confronto com o conhecimento

19- A necessidade de mudanças

Até aqui, vimos que a cultura ocidental surgiu com a crença de que o mundo funciona segundo regras definidas, e não depende da vontade de deuses ou formas superiores ao homem. Esta visão do mundo surgiu na Grécia Antiga, junto aos pensadores milésios que, além disso, acreditavam que o homem teria condições de apreender os mecanismos que governam os fenômenos naturais simplesmente através da observação da natureza e do uso de sua razão.

Estes pensadores gregos, num intervalo de tempo relativamente curto, desenvolveram modelos para explicar o surgimento do universo, além dos fenômenos cotidianos e ordinários que se sucediam ao seu redor, e ainda desenvolveram técnicas de raciocínio lógico muito avançadas para verificar se a estrutura que estavam imaginando não apresentava contradições evidentes. Estas técnicas, que são basicamente aquelas que usamos até hoje, serviam como um critério de seleção, eliminando hipóteses que não apresentavam consistência lógica. Os paradoxos formulados naquela época, mesmo que sendo, na sua essência, um pouco diferentes daqueles usados no final do século XIX e início do XX, foram importantes para o estabelecimento do rigor lógico como ferramenta fundamental na investigação dos fenômenos naturais.

Mais tarde, Sócrates, Platão e Aristóteles incluíram as relações humanas e sociais entre os objetos que poderiam ser estudados e compreendidos através da razão. Surgiram sugestões sobre as possíveis formas de governo, sobre a organização da sociedade, e sobre as relações pessoais, isto é, como os homens, dentro destas sociedades, deveriam interagir entre si e com as instituições sociais. A lógica foi sistematizada, e a partir deste período passou a ser necessária em qualquer discussão entre pessoas bem informadas.

Porém, demorou muito tempo até que se difundisse também a necessidade de partir de pressupostos verossímeis, antes de se aplicar a lógica na solução de problemas. Verificou-se que um bom raciocínio lógico, quando baseado em fatos duvidosos, é como um castelo erguido sobre a areia: pode parecer muito forte e bonito, mas não resistirá à verificação prática. Surgiu então o ceticismo, do qual Descartes é um representante de destaque. Galileu, então, desenvolveu o método científico, no qual a observação da natureza e a realização de experimentos cuidadosos e possíveis de serem reproduzidos por qualquer pessoa, em qualquer lugar do universo e em qualquer época, são ingredientes decisivos na comprovação das teorias, por mais consistência lógica que estas possam apresentar. Com isso, a experiência em

laboratório e a matemática passaram a ser as principais ferramentas dos cientistas na investigação das leis da natureza. Este - que passou a ser conhecido como Método Científico - se tornou, desde então, a mola propulsora dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos que se transformaram nas características mais visíveis da civilização ocidental.

Porém, mesmo depois de vinte e cinco séculos, ainda restam, em grande parte da população, reservas quanto ao alcance da filosofia racionalista e do poder do método científico. Muitas pessoas ainda não utilizam o raciocínio lógico na resolução da maior parte de seus problemas, e criticam o sadio ceticismo que permeia toda investigação científica. Por isso, num mundo onde as informações circulam com velocidade tão grande, como acontece hoje, há por parte dessas pessoas uma dificuldade enorme em se analisar com rapidez suficiente, e seguindo critérios lógicos adequados, qualquer conjunto de dados novos que lhes chegue à mão.

Queremos mostrar aqui que este problema pode ser minimizado, ou talvez até resolvido completamente, se essas pessoas passarem a seguir comportamentos distintos do que seguem normalmente, principalmente em confronto às novas informações e à necessidade de aprendizado constante, que é exigido de qualquer pessoa no mundo moderno. Enfim, queremos mostrar que se faz necessária uma mudança de hábitos para que se possa viver de forma competitiva e produtiva na nova sociedade do conhecimento. Esta nova atitude com relação às informações e ao aprendizado não requer nenhum conhecimento técnico prévio, mas exige, da parte do leitor, uma mente aberta para assimilar a nova forma de enxergar o mundo, e um certo esforço para que o uso da razão, da forma como os pensadores gregos nos ensinaram, se torne um hábito.

Esta nova atitude deve mudar a forma como estruturamos o espaço ao nosso redor, e de estruturamos também o nosso espaço interno, dentro de nossa mente, a fim de podermos assimilar melhor e mais rapidamente os novos conceitos e conhecimentos. Não se trata de ficarmos mais inteligentes, mas de aproveitarmos melhor as potencialidades que já temos.

20 - A influência da tecnologia sobre o homem

Computadores são inúteis. A única coisa que eles podem lhe dar são respostas.
Pablo Picasso.

Vimos que Pierre Levy considera o desenvolvimento da informática e dos mecanismos multimidiáticos de troca de informações como uma transformação tão radical quanto foi a escrita para a estrutura do pensamento que se tornou predominante na nossa cultura. Nesse aspecto, ele segue a linha de pensamento de um grupo influente de estudiosos da cultura helênica antes e depois da escrita, onde um dos mais importante é Eric Havelock. Havelock considera a invenção do alfabeto como sendo a base sobre a qual pode se desenvolver uma cultura que, como vimos, deu origem ao que hoje chamamos de civilização ocidental. Este é, sem dúvida, um dos fatores determinantes para explicar por quê foi na Grécia Antiga, e não em outro lugar, que o racionalismo surgiu e se desenvolveu de forma tão rápida, como foi discutido anteriormente neste livro.

Em outras civilizações contemporâneas ou anteriores à Helênica, a linguagem era já utilizada para comunicação, e várias formas de escrita apareceram. Mas foram os gregos os primeiros a adotarem um alfabeto para a escrita, enquanto que antes, em outros lugares e mesmo na Grécia, os alfabetos eram simbólicos (existem ainda hoje alguns exemplos) ou silábicos. Nestes, há a exigência de um grande número de símbolos para reproduzir toda a variedade fonética de cada linguagem, fazendo com que o aprendizado da escrita se torne um empreendimento árduo e demorado, limitando drasticamente as possibilidades de difusão deste conhecimento entre uma porção maior das populações dessas regiões. O alfabeto grego reduziu radicalmente o número de símbolos, fazendo com que as combinações de umas poucas vogais e consoantes representassem todos os vários fonemas usados na língua grega, e tornando esta técnica – mais simples - acessível para um maior número de pessoas.

A difusão da escrita trouxe uma série de conseqüências importantes, moldando de certa forma toda a evolução social e cultural posterior. Já descrevemos as características das civilizações orais, isto é, aquelas em que a comunicação e a transmissão de conhecimento se dá, predominantemente, através da oralidade. Estas culturas são levadas a desenvolver mitos com características semi-humanas, que vivem em condições semelhantes aos homens daquelas sociedades, mas cujos feitos sejam sobre-humanos e marcantes, para serem lembrados por várias gerações seguintes, e assim poderem transmitir os conhecimentos acumulados. A musicalidade também é explorada para ajudar nos processos mnemônicos, e por isso vemos

épicos escritos em forma de poemas, como os de Homero. Mas há sempre uma grande componente pessoal nessa transmissão de informações, que vai adaptando a história para os padrões da sociedade da época, de modo que os conhecimentos vão se alterando, perdendo alguns conceitos antigos e incorporando outros novos, alterando lenta e imperceptivelmente a visão do mundo que predomina naquela sociedade, numa trajetória incerta e míope, como um barco à deriva em meio ao oceano.

O desenvolvimento do alfabeto e sua conseqüente difusão em escalas maiores modificaram esta situação de forma dramática. A escrita permitiu que a informação ganhasse independência da capacidade de memorização do cérebro humano. O estilo usado para a troca de informações foi se alterando, ficando menos pessoal, mais conceitual. O texto passou a ter uma estrutura lógica, onde os conceitos eram analisados e interligados coerentemente. A exposição das idéias passou a ser mais racional do que emocional. Os processos mnemônicos perderam a sua importância diante da maior resistência e durabilidade do material onde a escrita era feita.

Segundo Havelock e outros autores, este fator estimulou o desenvolvimento do raciocínio lógico e formal, propiciando de certo modo a visão do mundo proposta por Tales e seus contemporâneos. Levy, como vimos, sugere que a própria lógica não seria possível sem o advento da escrita, e que a razão pode não ser uma característica da mente humana, isoladamente, mas um resultado da sociedade formada pelo homem, seu meio e suas técnicas, entre elas a escrita - afirmação, a nosso ver, demasiado forte diante das evidências existentes.

Não resta dúvida de que o desenvolvimento tecnológico altera a velocidade e os caminhos dos desenvolvimentos social, técnico, científico e econômico posterior. Vimos, nos primeiros capítulos deste livro, que o recente desenvolvimento da internet está modificando de forma radical a nossa sociedade, e o que queremos é exatamente alertar o leitor para este fato, e indicar caminhos para que possa se adaptar às mudanças de forma mais rápida e eficaz. Mas não podemos nos esquecer que estes desenvolvimentos tecnológicos são realizados pelos homens, motivados pelas suas necessidades e usando, para a execução destes progressos, a sua inteligência.

Outros desenvolvimentos tecnológicos transformaram radicalmente a sociedade, como o trem, o carro, o avião. Embora estes melhorem a eficiência da comunicação entre os homens, foram construídos pensando na sua maior mobilidade e conforto. Para construir o carro, Ford precisou usar seus conhecimentos técnicos, sua criatividade e sua razão. Santos Dummont, para inventar o avião, passou anos pesquisando, construindo protótipos que falharam, estudando os problemas e analisando-os de forma lógica. Desta mesma forma, a escrita precisou, segundo estimativas de Havelock, de três mil anos de experimentos e tentativas, até chegar ao

alfabeto. Todas estas tentativas foram guiados pelo quê, senão pela razão humana e sua necessidade de liberar a memória de curto prazo para poder desenvolver seus raciocínios de forma mais lógica e estruturada?

Ao contrário do que afirma Levy, é sempre o homem, com sua razão, quem determina os caminhos da tecnologia, procurando encontrar mecanismos mais eficientes para desenvolver o seu trabalho, para que possa utilizar, de forma mais completa, as capacidades que são inerentes à sua mente. Assim, não são as técnicas que determinam a forma como o homem pensa. Ao contrário, as técnicas parecem ser desenvolvidas para efetuar operações cada vez mais parecidas com o cérebro humano. Se a tradição oral simulou os processos mnemônicos usados para facilitar o armazenamento de informações pelo homem, e se o papel e a escrita liberaram a sua memória para se preocupar mais profundamente com os conceitos e com as estruturas lógicas que os envolvem, as máquinas modernas e as técnicas de inteligência artificial parecem estar evoluindo para liberá-lo da preocupação estritamente lógica, racional, cognitiva, para que passe a aprofundar outras habilidades, como a criatividade, a conexão entre conceitos, a síntese para criar conceitos cada vez mais abstratos, intangíveis.

Vejam a internet. Ela tem crescido rapidamente e se popularizado de maneira cada vez mais universal porque permite não só a comunicação instantânea entre pessoas em lugares muito distantes, mas também a procura por informações das mais diversas de forma prática, barata e rápida. Bibliotecas e livros técnicos, que antes eram só conhecidos por especialistas em cada área, agora passaram a ser de domínio público, possibilitando a qualquer leigo o acesso às informações neles contidas. Com isso, a mente humana está liberada para associar conceitos criados para áreas específicas com aqueles de outras disciplinas, sintetizando conceitos novos. Num futuro próximo, as disciplinas que conhecemos hoje, muitas criadas já pelos gregos, como Aristóteles, tenderão a desaparecer, mesclando-se com outras disciplinas afins, num processo já em andamento, que é conhecido como multidisciplinaridade.

A internet também facilitou a divulgação de novas idéias, sendo esta agora uma iniciativa pessoal, não mais de uma equipe de profissionais. Cada pessoa pode criar a sua página (*web-page*), escrever as informações que achar relevante, e deixar que milhões de pessoas tenham acesso a estas informações. Por outro lado, cada indivíduo que acessa essas informações deverá, se responsabilizar pela verificação de que estas sejam realmente corretas! Hoje se pode facilmente encontrar textos com informações sobre História, Geografia, Medicina, incluindo tratamentos alternativos para algumas doenças ou dietas especiais, o que pode ser extremamente perigoso para os mais ingênuos e desavisados.

Podemos ver a internet como uma rede onde cada indivíduo é um nó interligado a todos os outros, recebendo e transmitindo informações. Mas isto não se assemelha à própria estrutura cerebral, vista anteriormente? E esta estrutura não é semelhante, também, à estrutura mental, segundo os conexionistas? Então parece que, mais uma vez, a tecnologia está procurando emular o funcionamento da nossa própria mente, liberando-nos para tarefas mais nobres, mais difíceis e intelectualmente estimulantes.

Como aconteceu com a escrita, a transição entre um tipo e outro de sociedade é lento, comparado com o tempo de vida de uma pessoa. Mas por outro lado, as tecnologias modernas tendem a acelerar todos os processos de mudanças. Assim, podemos esperar que esta transição entre a sociedade do alfabeto e a sociedade da conectividade seja mais rápida. Vemos que o processo de mudança está em pleno curso neste período, e podemos vislumbrar até onde ele poderá chegar. Algumas mudanças já são bastante visíveis, como o intenso uso da internet, o surgimento de algoritmos computacionais cada vez mais inteligentes, com estruturas que se assemelham à do cérebro e da mente humanos. As atividades cotidianas já estão sendo mais profundamente transformadas, mesmo aquelas consideradas de maior intensidade intelectual, como as de serviços bancários, atendimento de clientes para venda de produtos no varejo, como bebidas e doces ou livros e CD`s. Mesmo serviços de contabilidade, já são largamente realizadas por máquinas e computadores. Outras atividades de alto nível intelectual também estão automatizadas, como cálculos de estruturas em obras de engenharia, diagnósticos médicos, realização de cálculos sofisticados, comuns na física e na matemática, etc.

As máquinas estão realizando, de forma cada vez mais eficiente, tarefas em que a análise lógica das informações seja necessária. Programas inteligentes, resultando na chamada inteligência artificial, estão funcionando de forma muito parecida, mantidas as devidas proporções, com o cérebro natural dos seres vivos superiores. Muitas pessoas começam a achar que um dia, - quando os computadores forem mais velozes e for possível simular uma rede de neurônios artificiais totalmente interligados, tendo um número de células compatível com aquele do cérebro humano - as máquinas serão definitivamente iguais (ou até superiores) aos humanos. No entanto, esta conclusão é ainda muito incerta, já que não se conhece a mente humana suficientemente bem para que se chegue a conclusões mais concretas a este respeito. Trataremos deste assunto mais detalhadamente adiante.

21- O ócio criativo

Tudo o que já foi criado de grande e inspirador, foi feito por pessoas que podiam trabalhar em liberdade.
Albert Einstein

O sociólogo italiano Domenico De Masi criou o termo “ócio criativo” para designar as condições que devem ser criadas para que as pessoas modernas possam desempenhar de modo satisfatório. Segundo De Masi, o estágio atual de avanço tecnológico permite aos modernos trabalhadores desenvolver suas atividades em locais e horários que escolherem, sem as severas restrições que ainda persistem nos locais de trabalho tradicionais. Quando se permite que trabalhadores criem, para si mesmos, as condições ideais para desempenhar suas atividades, o sociólogo italiano afirma que o trabalho será efetuado de forma mais criativa e original. As atividades que não exigem criatividade e inteligência já estão sendo realizadas por máquinas e computadores, processo de que se dá de forma cada vez mais aguda e rápida.

O termo ócio criativo apareceu porque, sempre segundo De Masi, os trabalhadores atuais não devem ser submetidos às fortes pressões que sofrem normalmente na atual organização produtiva das empresas. Devido às características notadamente intelectuais que os trabalhos modernos apresentam, jornadas de trabalho rígidas e em locais pouco relaxantes são contra-producentes. Assim, ao contrário de um trabalho braçal, para o qual o ócio representa inatividade e baixa produtividade, para o trabalho intelectual o ócio pode ser apenas um estágio necessário para se chegar a soluções criativas e inovadoras. Essa seria a grande diferença entre Homens e máquinas, já que estas são incapazes (ainda) de desenvolver trabalhos criativos.

A pressão para aumentar a produtividade, no caso do trabalho intelectual, não é necessária, já que este tipo de trabalho já traz em si mesmo a motivação para a obtenção de resultados. De fato, pessoas que desenvolvem trabalhos notadamente intelectuais, em um ambiente livre e tranquilo, comumente sentem-se impelidas a continuar o seu trabalho muito além do período que se espera de um trabalhador formal, às vezes trabalhando continuamente até atingir o resultado que procurava. Ao contrário do trabalho braçal, que é cansativo e exige pausas para descanso, o trabalho intelectual criativo e livre é instigante, e nos impele a trabalhar diligentemente na busca de soluções criativas. Além disso, as pessoas têm modos diversos de produção intelectual criativa, havendo aqueles que produzem mais pela manhã, enquanto outros têm maior desempenho intelectual durante a noite. Uns produzem continuamente, enquanto outros

produzem de forma descontínua, com períodos às vezes longos de baixa produtividade, seguidos de períodos de alta e intensa produção.

A idade de maior produtividade também varia muito. Existem pessoas que desenvolveram produção extremamente original em idades pouco maiores do que 20 anos, como Einstein, Newton, Heisenberg e Rimbaud. Há outros que produzem bastante quando são jovens, e depois não conseguem manter a mesma intensidade criativa, como Rossini, que pouco produziu a partir dos 40 anos. Mas há também muitos que produzem até idades muito avançadas, como Tizziano, ou como Michelangelo, que esculpiu a obra Pietá Rondanini quando tinha 90 anos. O ambiente pode ser rico e opulento, como nos casos de Wagner e Goethe, ou pobre e angustiante, como nos casos de Mozart, Beethoven, Modigliani e Galois.

É importante notar que o motivo que provoca a “faísca criativa” pode ser muito diferente do tema principal relacionado àquela idéia original, tendo artistas e cientistas muitas vezes buscado inspiração em atividades muito diferentes da sua ocupação profissional. Por isso, é importante assegurar a liberdade e o tempo necessários para a produção intelectual criativa se manifestar, caso contrário ela poderá ser obliterada.

Existem vários indícios de que De Masi tenha alguma razão ao apregoar o ócio criativo. Por exemplo, o desenvolvimento tecnológico mais veloz, nos últimos anos, se dá na região chamada Vale do Silício, onde se instalaram várias empresas de alta tecnologia, desenvolvendo novos *chips* e componentes de computadores. Lá existia, além de um grande número de empresas buscando lucro, muitas universidades de bom nível, que atraíram professores, pesquisadores e estudantes. Estes encontraram um ambiente ao mesmo tempo rico em informações e com liberdade para experimentações de novas tecnologias. A criatividade era estimulada, bons projetos eram incentivados e muitas novidades tecnológicas surgiram nessa região, inclusive o microcomputador.

A própria história do recente desenvolvimento da internet pode nos dar uma idéia dos riscos de não se ter um ambiente livre e adequado para o desenvolvimento da criatividade. Vimos, ao final do capítulo 1 deste livro, que a internet passou a avançar com uma velocidade extremamente mais alta após o surgimento de iniciativas que procuravam facilitar a troca de informações e conhecimentos, de forma livre e gratuita, como o projeto GNU de software livre e a WWW, para navegação na internet.

Atualmente as companhias da vanguarda tecnológica procuram instalar-se nas cidades que reúnem facilidade de transporte e circulação de mercadorias, pessoas e informações, centros de desenvolvimento científico e tecnológico, intensa vida cultural, e um ambiente social livre de dogmas e preconceitos. Essas corporações, que precisam sobreviver em um ambiente extremamente competitivo, já perceberam que é em

condições de liberdade de pensamento e livre troca de informações que nascem as melhores idéias. Essas empresas estão inovando os modelos organizacionais, introduzindo a possibilidade de o funcionário realizar o seu trabalho em sua própria casa, horários flexíveis, preocupação com o bem-estar físico, mental e emocional dos funcionários, entre outras novidades.

No entanto, embora seja uma condição necessária, ela não é suficiente. Obviamente o trabalhador deve ter aptidões intelectuais para poder desenvolver a sua atividade. Depois disso, deve ter acumulado um mínimo de informação básica sobre o tema do qual se ocupa, saber aquilo que já é conhecido e quais são as suas aplicações e limitações é o dever de qualquer profissional, principalmente aqueles que se ocupam de atividades intelectuais. Mas, além disso, deve ter cultivado uma atitude correta em relação ao aprendizado de novas informações e conceitos. É dessa atitude que estamos tratando aqui.

22- Aprendendo a Pensar: uma mudança de hábitos.

Todos os pensamentos realmente sábios foram já pensados milhares de vezes. Mas para fazê-los verdadeiramente nossos, devemos pensá-los novamente, com honestidade, até que se enraízem em nossas experiências pessoais.

Johann Wolfgang von Goethe

O desenvolvimento da escrita trouxe profundas modificações na forma como o homem encarava o mundo ao seu redor. Já mencionamos anteriormente que esta técnica abriu espaços para a mente humana dedicar-se de forma mais intensa e profunda a atividades relacionadas às suas capacidades cognitivas. Talvez seja um exagero afirmar, como o fez Levy, que a lógica só se tornou acessível ao homem depois da escrita, por ter liberado a memória de curto prazo para atividades mais nobres, como a procura pela coerência entre os diferentes argumentos na construção de um raciocínio. No entanto, é inegável que ela possibilitou um aprimoramento de nossa capacidade cognitiva, permitindo a criação de formalismos lógico-matemáticos que facilitam a articulação de conceitos de forma lógica, encaixando-se uns aos outros como elos de uma corrente. Com isso, a escrita mudou, de certa forma, a maneira de o homem encarar o mundo e a si mesmo. Certamente, aqueles que saíram à frente nesse desenvolvimento aferiram os maiores ganhos. O Império Romano herdou e assimilou a filosofia helênica, e é considerado até hoje o maior poder hegemônico da história.

Da mesma forma que a escrita deixou marcas profundas na organização social e política da humanidade, também a recente transformação nos meios de comunicação estão construindo, neste exato momento, a nova estrutura que deverá governar os destinos do homem nos próximos séculos. Levy sugeriu que esta transformação estivesse relacionada, de forma mais marcante, com a possibilidade de a informação ser agora transmitida em formato multimídia, isto é, usando diferentes recursos de escrita, sonoro, gráficos e visuais. A chamada *realidade virtual*, na opinião deste pensador, seria o motor da nova forma social que está nascendo.

As indicações, no entanto, são de que o fator multimidiático, embora de grande relevância, não se tornou o aspecto mais marcante da sociedade do conhecimento. Na verdade, em vez das técnicas modernas de programação, o que está verdadeiramente moldando a estrutura social e a forma de o homem encarar o mundo é a internet, que conecta computadores ao redor do mundo fazendo a informação circular vinte e quatro horas por dia em todo o globo terrestre. Esta facilidade na troca de

informações tem seus lados positivos e negativos, como qualquer outra técnica, mas o resultado mais importante é o fato de ter tirado a Informação de sua posição central na estrutura do conhecimento. De fato, antes da construção da rede mundial, a simples posse de uma informação podia transformar a vida de uma pessoa. Os profissionais eram pagos em função da quantidade e do tipo de informação que tinham. De forma aparentemente paradoxal, o nascimento da sociedade da informação acabou transformando esta num artigo banal. O paradoxo é apenas aparente, pois a informação foi democratizada de tal maneira, que é acessível a qualquer pessoa, de forma quase indiscriminada e praticamente instantânea.

Assim, nesta nova sociedade, possuir uma informação deixou de ser uma característica importante e passou a ser essencial. Não há mais nenhum mérito em ser bem informado, pois qualquer pessoa pode, facilmente, ter toda a informação que procura! Não estar bem informado, isto sim, passou a ser considerado falta grave, imperdoável numa sociedade altamente competitiva e ágil como a nossa. Mas se a quantidade de informação acumulada já não é um bom parâmetro para se distinguir as pessoas e os profissionais, quais são, então, as novas características importantes, que vão dividir as populações entre vencedores e perdedores?

Vamos traçar um paralelo entre a situação atual e as transformações originadas pelo desenvolvimento da escrita. Podemos ressaltar duas conseqüências como sendo as mais determinantes para as mudanças que se seguiram: a) ela permitiu a propagação de conhecimentos de forma mais impessoal, e sem a interferência, pelo menos de forma tão forte quanto se dava nas culturas orais, dos fatores culturais que influenciavam cada geração, permitindo o contato direto entre o leitor e o autor do texto; b) ela eliminou obstáculos para o pleno desenvolvimento da capacidade cognitiva do ser humano, podendo, então, as conexões lógicas se desenvolverem de modo mais livre e profundo.

Que tipo de conseqüências poderia, então, trazer o desenvolvimento das tecnologias que conectam as pessoas de todo o mundo, permitindo a troca, em tempo real, de informações? Uma das conseqüências é já bastante clara: a posse da informação perdeu o seu status anterior. Mas podemos também antever três outras conseqüências:

- i) A velocidade na troca de informações exigirá uma maior capacidade de processamento das informações pelo ser humano;
- ii) A facilidade que qualquer pessoa tem para criar e transmitir informações torna mais relevante a capacidade de distinguir o que é relevante do que é

irrelevante, e, ainda mais importante, o que é verdadeiro do que é falso;

- iii) A capacidade de selecionar, agrupar, desconstruir os conceitos existentes para depois recombina-los e reconstruí-los de forma original é o fator importante na distinção entre os que serão os vencedores e os que sairão perdendo na nova estruturação social que se aproxima.

Os dois primeiros itens estão relacionados à capacidade lógica, que já é bem desenvolvida no homem moderno, e que continuará sendo um fator determinante. O terceiro item é o que traz uma novidade, que indica um novo caminho a ser trilhado. São estes os fatores condicionantes do homem do futuro.

A primeira consequência indicada acima nos indica que devemos nos habituar a usar a lógica, a tal ponto que a sua aplicação passe a ser natural. Com isso, a velocidade do raciocínio lógico também aumentará gradativamente, tornando mais rápida a concatenação dos conceitos que são importantes na apreensão de um novo conhecimento. Alguns esquemas lógicos se encontram já automatizados, e estes devem ser naturalmente executados pelos homens. Alguns deles já foram incorporados nas máquinas e computadores modernos. De fato, muitas das atividades desenvolvidas por especialistas como engenheiros, médicos e advogados, já podem ser executadas por softwares instalados em computador. Isto não é nenhum demérito para estas classes de trabalhadores, pois a capacidade de cálculo das máquinas modernas é muito superior à capacidade humana. Jogar xadrez, que é considerada uma atividade altamente intelectual, pode também ser feito por computadores. Recentemente um programa de computador venceu um desafio ao atual campeão mundial de xadrez, o qual é considerado um dos maiores enxadristas de todos os tempos.

Para fugir desta competição com as máquinas, devemos sempre procurar dominar atividades em que estas não possam ser concorrentes à altura do cérebro humano. Raciocínio estritamente lógico é uma atividade que as máquinas podem desenvolver. De fato, muitos deles podem até mesmo demonstrar teoremas matemáticos complexos. Turing, na primeira metade do século XX, argumentou que se uma máquina pudesse responder a um questionário, ou dialogar com um ser humano, de forma tão satisfatória que este humano não pudesse discernir entre estar conversando com outra pessoa ou com uma máquina, então esta máquina seria tão inteligente quanto o homem. Este, que passou a se chamar o Teste de Turing, ainda não pode ser completamente verificado, já que os computadores modernos ainda não apresentam as capacidades de memória necessárias para tal feito. Mas alguns programas de computador podem

simular uma conversação - com algumas restrições, como, por exemplo, temas restritos para a discussão - com desempenho muito parecido ao humano.

Portanto, usar a lógica na solução de problemas se tornou um atributo obrigatório. Quem não conseguir desempenhar bem esta faculdade, não só perderá terreno no confronto com outras pessoas, mas também sofrerá a avassaladora concorrência de máquinas cada vez mais potentes e velozes, que ainda apresentam a vantagem de trabalhar vinte e quatro horas por dia, sem precisar dormir, tirar férias ou ir ao médico, e, pior do que tudo isso, sem exigir salário!

A segunda conseqüência da evolução da rede mundial de computadores é a facilidade de se obter informações sobre qualquer tema em poucos minutos. Aqui estamos falando simplesmente do armazenamento de informações, não de seu processamento lógico. Nesta característica, os computadores nos superaram há muito mais tempo do que no raciocínio lógico. Eles podem armazenar maior quantidade de dados, por prazos muito mais longos, e com confiabilidade incrivelmente maior. Além disso, acessam essas informações com velocidade muito superior à de qualquer humano. Profissões que existiam somente para guardar informações, sem a necessidade de um processamento elaborado, estão se extinguindo em todas as partes do mundo. Hoje, poucas pessoas ainda procuram um contador para fazer a sua declaração do imposto de renda. Esta atividade, que no caso das pessoas físicas, pela simplicidade orçamentária, muitas vezes se restringia a coletar informações acumuladas durante o ano, é agora realizada pela própria pessoa física, com o auxílio de programas de computador acessíveis remotamente pela internet. Os contadores que desejam manter-se profissionalmente ativos e bem-sucedidos atualmente estão renovando a sua base de conhecimentos e a forma de atuação, desempenhando novas funções que não eram antes comuns em seu ambiente profissional. Várias outras profissões desapareceram ou se encontram em situação delicada devido a esta competição com os computadores.

Vemos que, mesmo considerando apenas as duas primeiras conseqüências apontadas acima, podemos entender uma série de processos sociais desencadeados pelo desenvolvimento das telecomunicações e da informática, e que podem afetar diretamente a vida das pessoas. Estas duas conseqüências, porém, eram já razoavelmente compreendidas, mas a terceira ainda é uma novidade para grande parte da população, e pode ter conseqüências mais profundas, atingindo até mesmo profissões consideradas de altíssimo nível intelectual.

De fato, a facilidade para a obtenção de informações, aliada à maior capacidade de processamento, que é e será cada vez mais exigida no futuro, colocam em perigo até mesmo os profissionais ligados ao

desenvolvimento científico e tecnológico. Cientistas e filósofos sempre foram considerados profissionais que trabalham no limite da capacidade intelectual humana. Estas áreas eram consideradas acessíveis apenas às poucas pessoas com talento e força de vontade para passar anos e anos adquirindo o conhecimento e a habilidade para compreender e aplicar os mais sofisticados raciocínios abstratos já conseguidos pela humanidade. Nesta nova era das comunicações, no entanto, este quadro já começou a mudar. Devido à pressão da concorrência com máquinas cada vez mais capazes, outros profissionais ligados a atividades intelectuais perceberam que, para continuarem aptos a desenvolverem o seu papel, devem continuar aprendendo continuamente, mesmo depois de saírem dos bancos escolares. Hoje não é somente o pesquisador que deve estar constantemente em busca de novas informações, novas idéias e técnicas mais avançadas, mas qualquer profissional que queira manter o seu emprego. Com isso, estas profissões se aproximaram das atividades antes desenvolvidas apenas pelos pensadores nos mais altos escalões acadêmicos. Estes profissionais, então, se não são diretamente pressionados pelas máquinas, serão forçados a modificar o seu modo de trabalhar, por pressão de novos profissionais de outras áreas cada vez mais competentes, os quais se encontram em busca de atividades que os distingam definitivamente dos computadores.

O que acontecerá, então, com os matemáticos, físicos, biólogos, filósofos, sociólogos e outros profissionais das áreas mais nobres do conhecimento humano? Acreditamos que hoje já se possa observar uma tendência que deve crescer rapidamente nos próximos anos ou décadas: a multidisciplinaridade. Cada vez mais as diversas áreas do Conhecimento estão se aproximando, desenvolvendo temas que se encontram nas interfaces, como a biofísica, a biomatemática, as ciências da computação, a nanotecnologia, etc. Esta tendência resulta da facilidade de se obter novas informações, mesmo naquelas áreas onde não se teve uma formação escolar, e também da facilidade e experiência que estes profissionais têm para apreender novos conhecimentos, encontrando os conceitos básicos mais relevantes, e construindo novas idéias a partir deles.

Na nova era que se inicia, a capacidade de apreender os conceitos importantes – sem a necessidade de se tornar um especialista – reorganizar esses conceitos, combinando-os com outros formulados em áreas completamente diferentes, e fazendo surgir deste caldo de idéias um novo conceito, uma nova idéia, um caminho novo a ser trilhado. A multidisciplinaridade tende a acabar com os especialistas. Os novos profissionais serão cada vez mais generalistas, mas num sentido novo: generalistas com profundidade, com capacidade para entender completamente os problemas de seu interesse, e de buscar soluções originais a partir de combinações inusitadas destes poucos conceitos.

Mas não podemos supor que este seja um resultado da tecnologia. É, isto sim, um produto extraordinário da mente humana, usando intensamente produtos tecnológicos por ela produzidos, mas para prosseguir no seu caminho natural de gerar produtos que emulem as suas funções. E a tendência multidisciplinar, ou multi-conceitual, nada mais é do que um clone da atividade de síntese, atividade da maior importância do pensamento. Kant já chamava a atenção para a importância da síntese na aquisição de novos conhecimentos, e devemos enfatizar o alerta deste filósofo para o fato de que esta função não consiste somente no agrupamento de conceitos diferentes, mas, além disso, na produção de uma unidade conceitual que acabe gerando um novo conceito, aumentando o nosso conhecimento.

A internet, a informática e toda a sociedade do conhecimento formam o mais moderno produto da mente humana na tentativa, muitas vezes inconsciente, de se auto-clonar na estrutura tecnológica existente. Isto, da mesma forma como os poemas épicos e a escrita, nos permitem avançar na utilização de atividades mais nobres da mente humana. Precisamos, então identificar quais são estas atividades e como aumentar o seu desempenho.

23- Primeiro Princípio: Não ter Princípios

É geralmente mais fácil lutar pelos próprios princípios do que viver segundo eles.

A. E. Stevensonn

Durante o desenvolvimento da civilização ocidental, a Idade Média representou um período de avanço em ritmo consideravelmente mais lento do que nos anos anteriores e posteriores a esta era no desenvolvimento da base de conhecimentos do que hoje chamamos mundo ocidental. Vários motivos contribuíram para isto, como a desestabilização política, a fragmentação dos territórios em pequenos feudos isolados, guerras e decadência econômica e cultural. Mas um fator importante é o uso da lógica e da filosofia aristotélica como justificativa para reforçar ideais dogmáticos, em geral de motivação religiosa.

Poucas pessoas tinham acesso aos conhecimentos clássicos que, no Ocidente, ficaram guardados principalmente nos mosteiros cristãos espalhados pela Europa. Conseqüência natural desta concentração da informação nas mãos de um grupo reduzido de pessoas foi a manipulação de toda a filosofia helênica, sendo toda a sua estrutura lógica usada - em alguns casos de forma brilhantemente correta, como no caso de Santo Agostinho - a partir de suposições nem sempre baseadas em conceitos indiscutivelmente verdadeiros ou passíveis de comprovação experimental. Não queremos aqui fazer nenhum manifesto anti-religioso, pois a religião desempenhou e desempenha um papel muito importante na estrutura social em que vivemos. Mas queremos ressaltar um erro comum naquela época e que se repetiu outras vezes, mesmo em temas não religiosos, em outros tempos. O erro a que nos referimos é o dogma, isto é, adotar uma hipótese de trabalho ou princípio que muitas vezes é falso, e considerá-lo correto sem maiores esforços para certificar-se a sua veracidade. A partir desse ponto, toda a lógica usada, mesmo que esteja corretamente desenvolvida, pode levar a conclusões incorretas.

Galileu foi um, entre vários outros pensadores, que enfrentou grandes problemas para reverter posições dogmáticas defendidas por setores importantes da sociedade em que vivia. Como muitas vezes essas posições são defendidas por pessoas brilhantes, que usam uma lógica impecável, as conclusões podem perfeitamente passar por verdadeira por longo tempo, e acabam se enraizando no conhecimento acumulado, mesmo sendo um conhecimento falso. Modificar este tipo de situação é uma tarefa que pode demorar muitos séculos e, portanto, é importante não aceitarmos princípios dados de forma dogmática.

O extremo ceticismo de Descartes foi uma resposta a este perigo. Este pensador estabeleceu em seu método, como vimos anteriormente, estratégias para fugir de dogmas aparentemente verdadeiros, mas que podem levar a construir uma estrutura de conhecimento que pode ruir completamente devido ao suporte de falsos conceitos. Uma sábia preocupação com a veracidade de toda informação ou conceito novo que nos chegue é a melhor forma de evitar estas armadilhas comuns na aquisição de conhecimentos.

De um ponto de vista mais pragmático, podemos identificar vários problemas que princípios adotados dogmáticamente podem ocasionar. É muito comum vermos pessoas, principalmente os mais jovens, defenderem com firmeza e convicção ideais que mais tarde se mostram insustentáveis. Alguns destes podem até mesmo ser relacionados a problemas do nosso cotidiano. É comum vermos essas pessoas afirmarem enfaticamente: “eu nunca farei isto”, ou “se fosse eu, teria feito desta forma”, e na primeira oportunidade real que se lhes apresente, elas agem de forma contrária àquilo que haviam afirmado. Muitas vezes essas mesmas pessoas não enxergam a contradição em que caíram, mas essa situação é claramente provocada por terem adotado um princípio - que algumas vezes pode até mesmo ser correto - de forma dogmática. Sócrates já havia percebido este fato, e por isso afirmava que a maior virtude é o conhecimento. Pois só o verdadeiro conhecimento, aquele que não está baseado em princípios, pode nos dar a força e a convicção para adotarmos atitudes coerentes com as nossas afirmações. Se uma pessoa adota o ideal de proteção ecológica do seu meio ambiente, que é um princípio muitas vezes adequado, deve fazê-lo por ter realmente compreendido a sua necessidade, e não somente porque é politicamente correto. Se o fizer por este último motivo, quando essa pessoa for colocada em alguma situação na qual a proteção do meio ambiente possa lhe trazer algum outro prejuízo mais visível e imediato do que aqueles provocados pela destruição do meio ambiente, ela exitará, e acabará tomando a atitude que lhe aparenta ser menos danosa para si mesmo, esquecendo os princípios que apregoara antes.

Por isso, devemos seguir os conselhos de pensadores como Sócrates e Descartes, e adotarmos como primeiro e único princípio o de nunca adotarmos nenhum princípio. Tudo aquilo que defendermos, deverá sê-lo somente após a adequada meditação sobre os seus efeitos sobre a natureza ou a sociedade à nossa volta, e depois de termos considerado todas as conseqüências da ação ou da inação sobre o mundo que nos cerca, usando para isso a nossa imaginação e razão, usando nossas faculdades cognitivas e volitivas para avaliarmos que atitude deverá trazer os maiores benefícios ou, pelo menos, qual redundará em menores malefícios. Esta atitude não nos induzirá ao erro, e nos permitirá aceitar mais facilmente mudanças de

atitude, quando estas se fizerem necessárias, do que a adoção de princípios que deveriam ser aplicados cegamente a qualquer situação.

24- Regras básicas para uma mudança de hábitos

*Aprendizado sem reflexão é desperdício;
reflexão sem aprendizado é perigo.*
Confúcio

O ensino tradicional não tem se mostrado capaz de adaptar-se à velocidade da vida moderna, e à frequência com que novas tecnologias entram na nossa vida e se estabelecem como ferramentas imprescindíveis, para depois de alguns meses serem descartadas em favor de outra tecnologia ainda mais moderna. Por outro lado, como discutimos no Capítulo 2, e as novas tendências educacionais ainda não se mostraram completamente adequadas. Por outro lado, vemos que a sociedade da informação demanda um aprendizado constante, mesmo dos mais experientes profissionais. Com isso concluímos que o aprendizado, mais do que nunca, se tornou uma tarefa predominantemente pessoal, sendo a responsabilidade de cada indivíduo a profundidade e a forma como ele mesmo se informará e se educará. No mundo moderno, todos nós teremos de ser autodidatas.

Esta é uma tarefa que, para muitas pessoas, pode ser nova. Muitos não sabem por onde começar a sua própria formação, onde encontrar as informações e como selecionar o relevante do irrelevante para o seu crescimento pessoal e profissional.

Para facilitar as coisas, vamos agora formular um conjunto de regras que tentam sintetizar, de forma prática, como deve se dar a mudança de hábitos que possibilitará maior eficiência na apreensão e análise de novas informações e novos conceitos. Ou seja, vamos estabelecer algumas técnicas que deverão ser usadas regularmente, até que se incorporem à nossa maneira natural de encarar toda e qualquer novidade que nos seja apresentada. É importante salientar, porém, que estas são apenas regras gerais, que devem ser adaptadas por cada um para se adequar melhor às suas necessidades, personalidade e estilo de vida.

- 1. A procura e o estudo das informações disponíveis deve ter como objetivo principal a formulação de juízos verdadeiros e o desenvolvimento de um espírito crítico necessário para o julgamento e análise de informações cada vez mais complexas.*

Mais importante do que acumular informações técnicas, o aprendizado deve ser prioritariamente voltado à percepção das relações entre os diferentes conceitos, e como essas relações evoluem interligando idéias inicialmente simples para obter resultados mais complexos. A

informação mais importante, portanto, está na inter-relação dos conceitos, e não nos conceitos em si mesmos.

- 2. O desenvolvimento do espírito crítico se faz sempre a partir de conhecimentos elementares, para os quais não existe dúvida de que é verdadeiro, ou a partir de conhecimentos derivados daqueles elementares seguindo uma linha de raciocínio que passa sempre por conclusões que serão certamente verdadeiras se os conhecimentos elementares nos quais o raciocínio se apóia também são verdadeiros.*

Para se julgar uma informação, deve-se sempre partir de conhecimentos mais simples que sejam profundamente conhecidos e se tenha certeza de sua veracidade. Somente a partir desses conceitos e da inter-relação entre eles, obtidas de forma lógica e sem a introdução de novos conceitos sobre os quais não se tenha certeza de serem verdadeiros, podemos obter conclusões verdadeiras.

- 3. Para se seguir essa linha de raciocínio, deve-se primeiramente relacionar as informações e conhecimentos, observando quais são os mais simples e quais são os elementares, e verificando como eles se relacionam entre si, dos elementares aos mais simples, e depois dos simples aos mais complexos, garantindo sempre que nessas relações entre os objetos do conhecimento nunca exista nenhuma dúvida sobre a sua veracidade.*

As conexões lógicas entre os diferentes conceitos envolvidos numa informação nova devem ser analisadas partindo-se sempre daquelas mais simples e conhecidas. A partir destas, e seguindo uma linha de raciocínio lógica e sem interrupções, isto é, sem saltos de um conceito para outro, onde não se tenha certeza de como o último conceito, mais complexo, possa ser derivado dos outros mais simples e sobre os quais não se tenha dúvida de sua veracidade.

- 4. Sempre que na seqüência lógica de raciocínio surgir alguma dúvida sobre a relação entre dois conhecimentos, não se deve prosseguir adiante, mas parar nesse ponto e analisar com maior profundidade essa relação, usando, se necessário, outros conhecimentos para os quais se tenha certeza da veracidade.*

Para se evitar os saltos na linha de raciocínio, nunca se deve prosseguir no aprendizado de um novo conceito sem que aqueles que lhe dão sustentação não sejam completamente apreendidos e aceitos

honestamente como verdadeiros. Caso um desses conceitos básicos seja duvidoso, deve-se desmembrá-lo em outro conjunto de conceitos mais simples, e procurar entendê-los como verdadeiros, e a partir deles, através da lógica, descobrir como aquele primeiro conceito-básico pode ser derivado. Somente depois dessa operação, que deve ser repetida para cada conceito-básico que forma o conceito que se está analisando, e somente então deve-se procurar entender como as relações lógicas entre estes conceitos-básicos podem levar à afirmação correta sobre a veracidade do novo conceito apreendido.

5. Este procedimento deve ser usado sempre que se recebe uma informação nova que mereça ser julgada e analisada.

Nunca se deve adquirir um conceito ou informação, e admiti-la como sendo verdadeira, sem que esse procedimento aqui descrito seja levado a cabo, sob o risco de se acumular uma informação falsa, e usá-la posteriormente para se construir novos conceitos. Pois qualquer conceito derivado de um conjunto de conceitos-básicos em que um deles, mesmo que seja um único, seja falso, o conceito derivado também será falso.

6. Deve-se constantemente procurar novas informações, analisar os seus conceitos, e sempre que algum deles for novo para a rede de conceitos pessoais que você está formando, deve-se utilizar as regras 1 a 5 até se adquirir a certeza de que o conceito é verdadeiro. Depois disso, deve-se passar a combiná-lo com os demais conceitos, de forma criativa e coerente, para se buscar todas as conseqüências que podem ser compreendidas a partir do novo conjunto de conceitos formado.

É importante verificar, em qualquer nova informação que se tenha, se existem novos conceitos ali embutidos. Isto se faz analisando a nova informação em seus conceitos mais simples. Se houver algum deles que seja novo para o conjunto de informações conhecidas, deve-se então verificar se ele é verdadeiro. Caso se conclua que a nova informação é verdadeira, deve-se então proceder ao processo criativo de se combinar o novo conceito adquirido com os demais conceitos sobre os quais se tenha certeza da veracidade. Este processo deve ser guiado pela lógica, e a cada passo do seu desenvolvimento deve ser feito de forma coerente, para que o resultado desta síntese forme um conceito que seja original, verdadeiro e útil para futuras aplicações.

7. *É importante procurarmos viver em ambientes em que haja completa liberdade para a troca de informações e para a formulação de idéias e conceitos originais. Somos todos responsáveis pela criação e manutenção destas condições.*

O ambiente ideal para o surgimento de idéias novas e criativas é aquele no qual as pressões para a produção de resultados sejam mantidas em níveis razoáveis, compatíveis com as necessidades do trabalho intelectual criativo. Também, e principalmente, deve-se assegurar a liberdade de criação de novos conceitos e novas idéias, que devem ser respeitadas como tentativas de se expandir os conhecimentos acumulados pela sociedade. Para permitir que a criatividade se manifeste livremente e de modo eficaz, a troca de conhecimentos e de idéias entre os homens é imprescindível. Cada um deve assumir atitudes que garantam que estas condições se estabeleçam no local onde vive.

*A razão é uma força harmonizadora,
controladora, mais do que criativa.*
Bertrand Russell

Será que isto é o suficiente? Acreditamos que sim, pelo menos pelas próximas décadas. As pessoas que adotarem as atitudes mencionadas acima, incorporando-as ao seu modo de agir até que elas se tornem espontâneas, estará mais apto a competir na sociedade moderna. Essas pessoas terão boa parte das necessidades de qualquer profissional intelectual na sociedade da informação:

1. Não agirá por princípios às situações que lhe são apresentadas, podendo, portanto, adaptar-se mais facilmente às mudanças rápidas;
2. Será cético em relação às novidades, de modo que sempre se questionará sobre a veracidade das informações que recebe, sendo menos suscetível ao erro e evitando naturalmente o chamado efeito manada, que leva as pessoas a agirem todas da mesma forma, ganhando como sub-produto, uma atitude de originalidade, distinguindo-se da maioria;
3. Analisará rigorosamente, usando a lógica, as conexões entre os diversos conceitos, verificando se não há nenhuma falha de raciocínio desde o início da argumentação até as suas últimas conseqüências, o que lhe permitirá ter maior consciência dos resultados das decisões que toma, podendo defender-se facilmente das críticas que por ventura venha a sofrer, e se tornando também mais apto a fazer correções quando os resultados não forem satisfatórios.
4. Procurará sempre novas informações e novos conceitos, e depois de certificar-se de sua veracidade, utilizará esses novos conceitos em sínteses de novas unidades conceituais, novas idéias para resolver problemas e para abrir novos caminhos, ampliando os horizontes de conhecimento da humanidade, agindo de forma original e criativa.

É fácil de identificar nessas quatro características vários quesitos considerados importantes por empregadores e *head-hunters*. De fato, elas são consideradas determinantes para identificar as pessoas que têm condições de participar de forma ativa no mundo competitivo e globalizado das mais importantes empresas da atualidade.

Mas não queremos parar por aqui. Queremos também tentar identificar por que caminhos a nossa sociedade evoluirá nos próximos anos ou décadas. As velocidades de transformação são muito grandes para podermos nos dar ao luxo de achar que estaremos adaptados para toda a nossa vida ativa simplesmente adotando as atitudes descritas neste livro. Devemos estar nos preparando, agora, para aquilo que esperamos que aconteça no futuro próximo. Vamos, então, tentar fazer um exercício de previsão dos caminhos que serão seguidos pela humanidade.

25 - Homens e Máquinas

*A arte sacode a poeira acumulada
na alma pelo cotidiano da vida.*
Picasso Pablo

Um dos atuais fatores de maior pressão sobre muitos profissionais é a concorrência das máquinas, que estão cada vez mais “inteligentes”. Até onde este avanço continuará? Será que algum dia elas serão tão inteligentes quanto os homens, ou ainda superiores? Esta é uma discussão que tem se dado entre os mais conceituados pensadores da atualidade.

Vimos que as informações que temos sobre a estrutura de nosso cérebro e sobre o funcionamento de nossa mente nos permitem avaliar de forma razoavelmente segura como emergem os sinais do que chamamos atitude inteligente. A inteligência, ou pelo menos aquilo que consideramos ser a inteligência, reside nas conexões entre os neurônios que formam o nosso cérebro - as sinapses - e nos encadeamentos lógicos, analíticos, dos conceitos que temos. O mesmo ocorre nas chamadas inteligências de enxame, onde a troca de informações entre insetos pode produzir um comportamento coletivo inteligente.

Vimos também que já existem sistemas artificiais, notadamente as chamadas redes neurais artificiais, que emulam este funcionamento do sistema nervoso animal. Será que poderemos, com o avanço das tecnologias computacionais, construir sistemas que sejam tão inteligentes quanto os seres humanos? Se isto for possível, poderemos também construir máquinas ou sistemas artificiais que nos sejam superiores? Para tentar responder estas perguntas, vamos analisar o problema da inteligência (ou comportamento inteligente) que emerge de sistemas naturais ou artificiais. Podemos resumir o conceito de inteligência a um conjunto de comportamentos e atitudes? Ou será este um conceito tão sutil e volátil que escapará sempre de uma definição rigorosa?

O conhecido teste proposto por Alan Turing, onde ele pretendia medir a inteligência de uma máquina comparando-a com a inteligência humana. Uma das versões do teste consiste em se colocar uma pessoa se comunicando, através de mensagens escritas, com dois outros interlocutores: um outro homem e um computador. Nenhum dos interlocutores pode ver o outro, e a única informação que podem obter a respeito dos outros são as mensagens trocadas entre eles. Caso ao final de um período suficientemente grande de diálogo, a pessoa não pudesse distinguir quem é o homem e quem é a máquina, então esta seria considerada tão inteligente quanto o homem.

Certamente nenhuma máquina atual poderia passar num teste destes. As limitações tecnológicas ainda são grandes o suficiente para impedir que

um computador mantenha um diálogo com um homem de modo que este nunca perceba não se tratar de um ser humano. Mas seriam as limitações de ordem puramente técnica? Muitos acham que sim, outros tantos acham que não.

Os que acham que não se tratam de limitações puramente técnicas usam, em geral, o Teorema da Indecidibilidade de Gödel, sobre o qual discutiremos anteriormente. Este princípio introduz fortes limitações aos algoritmos lógicos, pois demonstra que nenhum esquema lógico axiomático pode ser completo e consistente ao mesmo tempo. Como os softwares que governam o funcionamento dos computadores, incluindo a Máquina Universal de Turing, nada mais são do que seqüências de instruções lógicas que devem ser seguidas pela máquina, estas teriam, portanto, as mesmas limitações de qualquer sistema axiomático que conhecemos, sendo, portanto, inferiores à mente humana, que é capaz de perceber as limitações destes sistemas lógicos.

Os que acreditam na possibilidade de as máquinas se igualarem aos homens argumentam que, se a inteligência é realmente uma propriedade emergente de um sistema conectivo altamente interligado, como é o nosso cérebro, então este sistema pode ser emulado por computadores suficientemente potentes, usando programas do tipo redes neurais artificiais, e também nestes casos o comportamento inteligente deveria emergir. O matemático Roger Penrose estudou o problema com profundidade, e propõe que a solução deste enigma pode estar em pequenas moléculas que se encontram dentro dos neurônios naturais, e que apresentariam comportamentos quânticos. Este comportamento seria uma diferença importante entre os neurônios naturais e artificiais, justificando assim um comportamento inteligente na associação entre os primeiros, mas não na associação entre os outros.

Embora seja um argumento interessante e plausível, ele não encerra a discussão. Um dos motivos é que já existem tentativas de se construir computadores quânticos, isto é, máquinas que, ao invés dos tradicionais *bits*, do computador clássico, usaria pequenos sistemas quânticos, chamados de *qbits*, cuja associação permitiria um comportamento quântico aos computadores que utilizam esses componentes. Seria, então, esta nova máquina comparável aos humanos? Outro problema com a idéia de Penrose é que ela não explica a chamada inteligência de enxame, já que naquele caso as conexões são entre seres vivos, que se comportam classicamente, como as formigas, e não mais entre células. Como, então, explicar o comportamento inteligente observado em formigueiros e colméias?

O filósofo britânico J. R. Lucas apresenta uma forma inteligente de abordar esta questão que opõe os homens às máquinas. Ao invés de perguntar se alguma máquina poderá se igualar à mente humana, no futuro, se pergunta se a nossa mente pode, hoje, ser considerada como uma

máquina. Para entender o raciocínio de Lucas, devemos antes esclarecer o que ele entende por máquina. Para este original pensador, uma máquina é tudo aquilo que tem um comportamento mecânico, governado por um conjunto finito de regras e leis (o equivalente aos axiomas da matemática). Além disso, espera-se que uma máquina que possa ser comparada à mente humana seja suficientemente robusta para compreender toda a aritmética, e que tenha um comportamento consistente, isto é, não aceite argumentos contraditórios.

À luz do Teorema de Gödel, ele mostra que esta máquina será sempre inferior à mente humana, já que nós poderemos encontrar uma afirmação verdadeira, usando o argumento gödeliano (ou fórmula de Gödel), que esta máquina não conseguirá provar. Poderia-se então formalizar o mecanismo desse argumento, isto é, criar um algoritmo capaz de encontrar a verdade não demonstrável dentro do sistema, e então incorporá-la ao conjunto de leis. No entanto, o teorema se aplica também a sistemas deste tipo, e uma vez formalizado o algoritmo gödeliano, pode-se encontrar outro teorema verdadeiro que a máquina não poderia demonstrar.

Assim, pode-se construir, em teoria, máquinas que simulem *qualquer* comportamento humano, mas não uma *única* máquina que simule *todos* os comportamentos da nossa mente.

Uma possibilidade para explicar por que nossa mente escapa do paradoxo de Gödel é supor que não somos consistentes, e com isso o teorema não se aplicaria. Mas Lucas refuta esta idéia afirmando que somos, sim, seres coerentes, embora sujeitos a falhas. Por isso, assim que encontramos uma incoerência em um sistema formal, refutamos os axiomas que levaram a esta inconsistência, enquanto que, pode-se demonstrar, um sistema formal inconsistente aceita *tudo* como sendo verdadeiro, um comportamento longe de se parecer com o humano. Esta seria, na opinião deste pensador, o fator diferencial entre homens e máquinas: nós temos consciência de que, apesar de possíveis falhas temporárias, somos seres consistentes, e podemos escolher esta opção, como foi feito ao descobrir-se que a Teoria dos Conjuntos era inconsistente, como mostramos em capítulo anterior. O fato de termos essa consciência nos coloca em um patamar diferente das máquinas. Assim, o que o teorema de Gödel afirma, segundo Lucas, é que não podemos demonstrar formalmente a nossa consistência, mas isso não nos impede de procurarmos argumentos informais, e não por isso menos convincentes, de que somos seres consistentes.

O paradoxo de Gödel aparece quando exigimos de um sistema formal que ele faça afirmações sobre si mesmo, isto é, que ele seja auto-consciente (consciente de sua existência) e de suas características, e isto é impossível para um sistema formal. Nós somos seres auto-conscientes, já que nos percebemos como um indivíduo único, e não como um sistema ou conjunto de sistemas limitados, e este é o fator que nos distingue das máquinas.

Surge então a questão: será que a consciência não é, assim como a inteligência, um fator emergente da complexidade do sistema? Formigueiros apresentam sinais de inteligência, mas não parecem ser auto-conscientes. Será que eles ainda não são sofisticados o suficiente para adquirirem esta propriedade? Existem outros seres, além do homem, que aparentam serem conscientes, e tem a capacidade de decidir entre ser consistente ou inconsistente? Estas questões estão ainda abertas, mas Lucas conclui sua argumentação dizendo que, se um sistema atingir este grau de sofisticação, adquirindo até algum grau de livre-arbítrio, ele não apresentará mais o determinismo mecânico que se espera de uma máquina, e não pode, portanto, ser classificada como tal!

A engenhosa argumentação de Lucas serve, mais do que nos mostrar a complexidade da questão sobre a possibilidade de inteligência artificial, nos alertar para o fato de que aquilo que tem sido considerado comportamento inteligente está longe de traduzir todas as faculdades que encontramos em nossa mente. De fato, a maior parte das atividades ditas inteligentes que podem ser reproduzidas mecanicamente, dentro, é claro, das limitações impostas pelo Teorema de Gödel, são apenas manifestações de uma pequena parte das possíveis atividades da mente humana, relacionadas principalmente com as faculdades cognitivas, e dentro destas, aquelas preponderantemente analíticas. As atividades de síntese de informações são muito mais complexas, e não existem ainda mecanismos para reproduzi-las completamente. As redes neurais artificiais são instrumentos promissores, mas, apesar de possuírem alguma capacidade de generalização a partir de uma série de exemplos apresentados, não podemos dizer que isto seja comparável ao poder de síntese que a mente humana possibilita.

O problema é que o estilo de vida que nos obriga a sociedade moderna exige de nós principalmente a capacidade analítica. Assim, nos acostumamos a associar esta capacidade à inteligência. Mas, como já afirmara Kant, é exatamente a síntese aquela função do pensamento que nos proporciona a aquisição de conhecimento! Por isso, mais do que a capacidade analítica é a capacidade de síntese - que está intimamente associada à criatividade - que nos distingue das máquinas atuais. E Piaget, como vimos, associou as atividades criativas às faculdades volitivas, e não só cognitivas.

Assim, o fator volitivo é importante para nos mantermos adiante das máquinas, e deve ser considerado mais seriamente pelo homem moderno. Este fato está ligado também às idéias do filósofo Heidegger.

26- Heidegger e a arte

*... e para que sevem os poetas
nestes tempos desamparados?*
Friedrich Holderlin

Acompanhamos o desenvolvimento da civilização ocidental, e podemos ver que a faceta cognitiva, onde a razão e a lógica prevalecem, foi a mais exigida, a mais aprofundada durante todo esse processo. Este fato pode estar associado ao desenvolvimento da escrita, que permitiu uma melhor análise dos conceitos. De fato, a própria estrutura dos textos escritos facilita a análise e expõe toda a variedade conceitual que pode estar escondida atrás de um único conceito geral. O próprio estilo de escrita usada para a troca de informações procura enfatizar as conexões lógicas do tema tratado, com início ou introdução, meio ou método de tratamento do assunto, e o fim ou a conclusão. No mundo moderno, a capacidade de analisar os conceitos é sempre apreciada e estimulada. Desde a escola, onde o ensino já procura apresentar o problema acompanhado da solução, para que esta possa ser analiticamente explorada, fazendo com que os estudantes apreendam cada parte da solução, e possivelmente as relações que existem entre cada parte e o todo.

Por outro lado, a síntese é menos estimulada. Embora seja necessária, apenas nas Ciências e na Filosofia procura-se desenvolver ao máximo esta função do pensamento, já que é ela a responsável pela verdadeira aquisição de conhecimento. Esta função está ligada à criatividade, já que exige a escolha de um grupo de conceitos, e a introdução de um fator de unidade, que transforme esta variedade conceitual numa unidade que faça sentido. Para isto é necessária, mais do que a lógica, a capacidade de escolher caminhos, a intuição para perceber quais combinações pode resultar em um novo conceito e quais são as que redundarão em fracasso. Claro que, depois de se escolher um conjunto de conceitos e reuni-los em uma única unidade, deve-se proceder a uma análise lógica para verificar se não existem falhas na nova estrutura que se ergueu, e verificar se ela corresponde a um conceito útil, e se todos os juízos utilizados na construção da unidade conceitual são verdadeiros.

É possível associar a defasagem que se observa no desenvolvimento destas duas funções do pensamento, a análise e a síntese, com o distanciamento do homem em relação às suas origens, enfatizado por Heidegger. Vimos que este pensador preocupou-se com os perigos representados pela tecnologia. Esta preocupação não estava associada apenas aos perigos à humanidade e ao meio ambiente que são evidentes na atualidade, mas principalmente, estava relacionado à capacidade de armazenamento de energia nas mãos de um homem que havia perdido, ao

longo deste desenvolvimento tecnológico, a sua identidade. Para este filósofo, o homem havia se distanciado de sua essência e isto, associado com o poder adquirido com o desenvolvimento tecnológico, é que se constituía em um enorme risco. De senhora da tecnologia, a humanidade passou a ser a sua escrava, vivendo em função dos seus avanços.

Heidegger propunha um retorno às origens. Ou ainda melhor, um retorno ao equilíbrio que já existira na mente humana. Não esperava que o homem abdicasse de todo o desenvolvimento que conquistara, mas que se desenvolvesse de forma mais equilibrada. Este equilíbrio, usando a imagem da mente humana que Piaget nos ofereceu, dividida em suas facetas cognitiva e volitiva, significa um maior desenvolvimento desta última faculdade, que permaneceu demasiadamente frágil diante da primeira. Esta associação que fazemos entre as idéias destes dois grandes pensadores é reforçada pelo fato de Heidegger haver sugerido as artes como meio de trazer o homem de volta ao seu lar, à sua essência, ao seu equilíbrio original. Mas a arte é uma atividade fundamentalmente criativa, onde idéias e conceitos variados são juntados de forma inusitada, criando uma nova realidade, uma visão do mundo diferente, que proporcione sentimentos diversos, adormecidos no homem moderno, o qual se encontra estressado pela pressão das mudanças rápidas e dos processos de adaptação aos quais é constantemente forçado.

A arte é então uma forma de se estimular o lado volitivo da mente humana, de despertar a criatividade, de aproximar o homem do equilíbrio perdido quando as suas faculdades cognitivas se desenvolveram muito rapidamente, transformando em algo tão semelhante a uma máquina, que agora ele mesmo se considera feito à sua imagem!

A evolução tecnológica é guiada, em última análise, pelo homem e por sua inteligência - aqui usada em seu sentido amplo, não só cognitivo-lógico-analítico, mas também volitivo-sintético-criativo. Este desenvolvimento se deu no sentido de reproduzir, nos instrumentos técnicos criados pelo homem, as suas próprias funções mentais, transferindo para as máquinas as tarefas mais simples, inicialmente a memória, depois a análise, agora a síntese. Podemos extrapolar este comportamento para um futuro razoavelmente próximo, e concluir que os próximos avanços serão no sentido de permitir ao homem trabalhar de forma mais intensa a sua criatividade, estimulando-a e desenvolvendo-a até atingir um grau de eficiência comparável à da razão.

Terminamos por encontrar a mesma resposta para alguns dos dilemas humanos que foi formulada por Heidegger, embora por caminhos completamente diversos. Mas chegamos também de uma forma mais otimista, acreditando que o homem tem grandes chances de recuperar o equilíbrio que existia originalmente em sua essência humana. Podemos prever que a arte e a tecnologia tenderão a se aproximar, o que acontece já

em algumas áreas, como na Arquitetura. Por outro lado, as especializações, como as conhecemos hoje, tenderão a desaparecer, abrindo espaço para a multidisciplinaridade e para a multiconceitualidade, em que informações, técnicas e conceitos de diversos campos serão misturados, e re-unificados sob uma nova unidade conceitual, produzindo novos conhecimentos para a humanidade e ao mesmo tempo promovendo o equilíbrio interno da alma humana, que desapareceu ao longo do rápido desenvolvimento da tecnologia nos últimos séculos.

27- Leitura e Jogos

O homem que não pensa por si mesmo, simplesmente não pensa.
Oscar Wilde

Neste livro mostramos como as novas tecnologias da informação transformaram o nosso mundo, exigindo de nós capacidades extraordinárias de análise de problemas e procura por soluções. A vida se tornou muito mais competitiva, e somente os mais preparados se beneficiarão completamente de todas as conquistas da civilização ocidental.

Procuramos mostrar que está nas mãos de cada indivíduo a responsabilidade por sua inserção na sociedade do conhecimento, e que para isso uma mudança de hábitos é necessária, para que as novidades sejam encaradas de uma forma positiva, como uma oportunidade, e não como um castigo ou uma cobrança dos tempos modernos. A educação e a formação profissional estão, mais do que nunca, nas mãos de cada indivíduo. Não existem métodos gerais para o aprendizado, mas procuramos formular um pequeno conjunto de regras que podem facilitar esta transição para uma nova atitude diante das informações. Estas regras não podem ser consideradas como um caminho seguro a ser seguido para se obter o sucesso, mas como indicações de comportamento que podem auxiliar no processo adaptativo que se faz necessário. Cabe a cada um procurar se preparar, da melhor forma possível, e num processo constante, ininterrupto, para a vida no mundo moderno.

Existem vários jogos e leituras que são recomendáveis para se acostumar a analisar os problemas de forma correta. Estes podem ser úteis para aqueles que tenham dificuldades em ler livros científicos e filosóficos, pelo menos numa primeira etapa, mas devemos ressaltar que estas leituras são indispensáveis e deverão ser feitas depois que a curiosidade por novas informações for cuidadosamente cultivada de uma forma mais divertida. Por isso, recomendamos que o leitor procure problemas do tipo quebra-cabeças, charadas e problemas de lógica. Brinquedos como o cubo-mágico, jogos como xadrez e livros de desafios matemáticos também são interessantes para se estimular o raciocínio lógico de forma leve e agradável.

Após esta primeira etapa, a leitura de livros de divulgação científica pode estimular ainda mais a criatividade. Existem várias revistas que trazem as últimas descobertas explicadas de modo simples, voltadas para o público leigo. Depois se deve passar para livros onde estes temas sejam tratados de forma mais rigorosa. Procure se aprofundar principalmente naqueles temas que lhe despertarem maior interesse. A busca por novos

conhecimentos deve ser divertida, relaxante, e não uma obrigação. À medida que sua bagagem de conhecimentos aumenta, que sua capacidade de análise lógica fica amplificada, e que seu senso-crítico fica mais aguçado, a curiosidade e a sede por novas informações irá naturalmente aumentar.

Ao passar aos livros e artigos científicos e filosóficos, procure sempre apreender o raciocínio utilizado pelo autor, procurando investigar quais as conexões que ele fez entre os diferentes conceitos para chegar ao resultado final. Nem sempre isto é fácil, mas para facilitar este processo, procure ler também a biografia do autor e saber quais as condições históricas em que ele vivia, quais os conhecimentos disponíveis naquela época para o autor, etc.

Após ter aprimorado as suas funções cognitivas através dessas leituras, passe também a desenvolver as funções volitivas e criativas, estimulando o seu poder de síntese. Procure ler obras primas da literatura universal. Comece pelos autores mais renomados. Procure um estilo que mais lhe agrade, e se aprofunde cada vez mais. Passe a apreciar as artes plásticas, freqüentando museus e lendo livros sobre a história da arte. Ouça músicas eruditas, e procure saber por quê os maiores compositores são assim considerados.

Aprenda pelo menos uma língua estrangeira. O inglês é uma escolha quase obrigatória, pois se tornou uma espécie de língua universal, e na internet a maior parte dos sites são nela escritos. Use a rede internacional de computadores como fonte de informações. Procure navegar pela internet, mesmo que não saiba exatamente o que está procurando. Muitas informações interessantes são encontradas por acaso.

Esperamos que este livro ajude-o a atingir um equilíbrio, como ser humano, num nível superior de compreensão do mundo que nos cerca, permitindo a sua completa inserção na sociedade moderna.

V-Bibliografia

Anderson A.R., “Minds and Machines”, Contemporary Perspectives in Philosophy Series, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. - EUA, 1964.

Aristoteles, “Política”, org. e trad. Para o italiano por Laurenti R., Econômica Laterza, Bari – Itália, 1973.

Barker S.F., “Philosophy of Mathematics”, Foundations of Philosophy Series, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. - EUA, 1976. Versão em língua portuguesa por Hegenberg L. e Mota O. S. (segunda edição), Zahar Editores, R.J. - Brasil, 1976.

Bulfinch T., “O Livro de Ouro da Mitologia: História de Deuses e Heróis”, tradução Jardim Jr. D., oitava edição, Editora Ediouro, Rio de Janeiro – Brasil, 1999.

Descartes R., “Discurso sobre o Método – Regras para a Direção do Espírito”, texto integral, tradução Nasseti P., Editora Martin Claret, São Paulo – Brasil, 2000.

Florido A. (coord.), “Patão”, série Os Pensadores, Editora Nova Cultural Ltda., São Paulo, Brasil, 1999.

Gaarder J., “O Mundo de Sofia: Romance da história da filosofia”, tradução de Azenha Jr. J., Cia. Das Letras, São Paulo – Brasil, 1995.

Galileo Galilei, “Dialogo sopra i due massimi sistemi Del mondo”, Orsa Maggiore Editrice, Rimini – Itália, 1975.

Gatto, L., “Il Medioevo”, Newton Compton editori s.r.l., Roma – Itália, 1994.

Gribbin J., “À procura do gato de Schrödinger: A Física Quântica e sua Influência no Mundo Actual”, segunda edição, Editorial Presença, Lisboa – Portugal, 1988.

Havelock E.A., “The Muse learns to write: reflections on orality and literacy from Antiquity to the present”, Yale University Press, New Haven – EUA, 1986.

Hawking S., “O Universo numa casca de noz”, trad. Korytowski I., Editora Mandarim, São Paulo, 2001.

Heidegger M., “The Question Concerning Technology”, in *The Question Concerning Technology and Other Essays*, tradução para o inglês por Lovitt W., Harper & Row, New York, 1977.

Heisenberg W., “The Physical Principles of the Quantum Theory”, tradução para o inglês por Eckart C. e Hoyt F.C., Dover Publications, Inc., New York, 1949.

Hobson, A., “Physics: Concepts and Connections”, Prentice Hall, New Jersey 1995.

Hofstadter D. R., Gödel, Escher, “Bach: an Eternal Golden Braid”, 20th- anniversary Edition, Basic Books, Inc, N.Y. – EUA, 1976.

Sir James Jeans, “Physics and Philosophy”, Dover Publications, Inc., New York – EUA, 1943.

Kant E., “Crítica da Razão Pura”, tradução de Merege J. R., nona edição, Ediouro Publicações S.A., R.J. – Brasil.

Luce J.V., “Curso de Filosofia Grega: do Séc. VI A.C. ao Séc. II D.C.”, tradução de Kury M. G., Jorge Zahar Editor, R. J. – Brasil.

Lévy P., “As Tecnologias da Inteligência: o Futuro do Pensamento na Era da Informática”, tradução de Costa C.I., Editora 34, R. J. – Brasil, 1993.

Machiavelli N., “Il Principe”, Edizione Integrale, Newton Compton Editori s.r.l., Roma – Itália, 1995.

Penrose R., “The Emperor’s New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics”, Penguin Books, N.Y. – EUA, 1991.

Piaget J., “Psicologia da Inteligência”, segunda edição, Zahar Editores, R. J. – Brasil, 1983.

Schödinger E., “O que é Vida? Aspectos físicos da célula viva”, tradução de Assis J.P. e Assis V.Y.K.P., Editora UNESP, 1997.

Silver L. M., “De volta ao Éden: engenharia genética, clonagem e o futuro das famílias”, tradução de D. A. Azevedo, Editora Mercúrio Ltda., São Paulo, 2001.

Smole K. S. e Diniz M. I., Ler, Escrever e Resolver Problemas: habilidades básicas para aprender matemática, Artmed Editora, Porto Alegre – Brasil, 2001.

Pessanha, J. A. M. (sel. de textos), “Sócrates”, série Os Pensadores, Editora Nova Cultural Ltda., São Paulo, Brasil, 1999.

