



A CONSTRUÇÃO DE UM IDEAL TECNOCIENTÍFICO

Luciano Frontino de Medeiros

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Professor do Centro Integrado de Educação, Ciência e Tecnologia, Brasil.

E-mail: lucianofrontinodemedeiros@gmail.com

Resumo

Este artigo descreve uma série de fatos históricos, relacionando personalidades eminentes e ligando vários períodos da humanidade, em direção à construção de um ideal científico, no dizer de Chauí, ressignificado como “tecnocientífico”, no qual se pode situar a sociedade contemporânea. Abrange de forma breve desde o surgimento das primeiras civilizações, o pensamento ocidental pré-socrático e dos autores gregos clássicos, o Renascimento, a revolução científica nos séculos XIX e XX, e por fim os avanços da Ciência no século XXI. Caracteriza a Internet como uma espécie de Biblioteca de Alexandria contemporânea, impulsionando o desenvolvimento das ciências e das tecnologias de formas nunca antes imaginadas. Explora os fundamentos da ciência contemporânea, a constatação da Ciência como o substrato de confiança que a cultura ocidental deposita na razão humana, como capacidade para se alcançar o conhecimento da realidade, e a conclusão sobre o viver em um “ideal tecnocientífico” que molda por fim a evolução do conhecimento e da própria sociedade.

Palavras-chave: Tecnociência. Epistemologia e Ciência. Pensamento científico. Ciência e tecnologia. Origens do conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

Na milenar construção do edifício da Ciência, desde o nascimento do pensar filosófico da Antiguidade às modernas aquisições do conhecimento, uma série de transformações ou revoluções científicas, no dizer de Thomas S. Kuhn (2009), tiveram lugar ao longo da história. Neste desenrolar do pensamento e ação humanos, a Filosofia estabeleceu as bases para as primeiras ciências que, gradativamente, foram impulsionadas pelos avanços tecnológicos que ela mesmo proporcionou, acelerando exponencialmente sua evolução até os dias de hoje.

Conforme o filósofo belga Gilbert Hottois, *tecnociência* significa

[...] a ciência contemporânea expressando claramente o contraste existente entre o projeto logoteórico da ciência antiga com a representação ainda dominante da ciência moderna, que continua a assimilá-la a um empreendimento fundamentalmente independente da produção e de ação (HOTTOIS, 1997, p. 430).

Ela evoca a pesquisa e o desenvolvimento técnico-científico em sua complexidade, a ausência de uma hierarquia estável entre pesquisa, descobertas e invenções técnicas e teóricas. Técnica e teoria estão em constante interação, o avanço de uma contribuindo para o avanço da outra, e vice-versa.

As pesquisas e desenvolvimentos nas tecnociências são inerentemente dinâmicas, ativas e produtivas. Elas progridem, desenvolvendo a capacidade de modificar ou mesmo de criar seus objetos. São processos que estão em desacordo com a atitude contemplativa, característica das ciências antigas. O momento teórico (a antiga reflexão, contemplação ou

especulação) não é mais o objetivo. É um momento do processo, a construção de uma hipótese ou modelo de procedimentos, que deve se mover para frente (HOTTOIS, 1997).

Para Kuhn (2009), “a tecnologia desempenhou muitas vezes um papel vital no surgimento de novas ciências, já que os ofícios são uma fonte facilmente acessível de fatos que não poderiam ter sido descobertos casualmente.” Kurzweil (2007) concede à tecnologia não apenas um papel coadjuvante, mas algo que é inerente à evolução: “assim que a vida finca pé num planeta, podemos considerar a emergência da tecnologia como inevitável”.

Na sucessão dos diversos paradigmas, uma espécie de ideal tende a transparecer. O ser humano se vê impulsionado para o seu futuro, numa sede insaciável de conhecimento que transformou a vida no planeta nos últimos milhares de anos em que sua presença se fez. De acordo com Kuhn (2009, p.26), um “processo intrinsecamente revolucionário raramente é completado por um único homem e nunca de um dia para o outro”. Mesmo assim, é admirável notar que certas personalidades tiveram uma presença crucial no sentido de proporcionar uma visão única para a construção ou a incursão em um novo paradigma. Na tentativa de se descrever um ideal tecnocientífico em que se vive na atualidade, é mister que se faça o relato sistêmico e evolucionário de alguns fatos históricos. Tais fatos, por sua amplitude e profundidade, não podem ser descritos na sua totalidade, denotando assim o papel fundamental do pensamento filosófico, das descobertas científicas e da evolução tecnológica que hoje permitem ao *homo sapiens* desfrutar de uma posição inigualável comparada ao restante de toda a sua história.

2 A GÊNESE DA EPISTEME

Na aurora da humanidade, as protocivilizações emergem do período neolítico, onde os rudimentos de tecnologia surgem como as primeiras ferramentas, manipuladas a partir do ferro e do cobre. Tais ferramentas aumentavam a probabilidade de sobrevivência em uma natureza altamente hostil. Kurzweil (2007) afirma que a tecnologia é “a continuação da evolução por outros meios”, conduzida num ritmo exponencial acelerado, ainda que os humanos não estejam sozinhos, como espécie viva, na aplicação das *tekhné*.

O temor perante os fenômenos da natureza, elevados à categoria de “deuses”, dá lugar a olhares inquisidores, originando as questões fundamentais a respeito da existência que balizaram então os embriões do pensamento filosófico. O esforço do pensamento e as observações da natureza dão origem, com maiores registros relativos à Grécia Antiga, ao conhecimento dos mitos, que mistura ainda a pré-dência com a Religião, na busca de explicações fundamentais para o funcionamento das coisas no Universo. A “vontade dos deuses” move o destino dos mortais, e os fenômenos naturais nada mais são do que mera expressão dessa vontade. Restou ainda, deste esforço de pensamento, a expressão de mitologias espalhadas por diversas culturas e sociedades antigas, tais como a egípcia, a caldéia, e ainda das antigas Índia e China.

Mas é na Grécia Antiga que se dá o alvorecer da *epistemé* do Ocidente, tendo a Escola Jônica a primazia dos primeiros pensadores e filósofos pré-socráticos que irão sondar as questões mais fundamentais e os elementos básicos da natureza. A Ciência então começa a dar os primeiros passos, guiada por linhas de pensamento distintas e ainda remanescentes na ciência contemporânea.

A metáfora do mito de Prometeu é o arquétipo mor, um semideus que ousou entregar aos homens mortais o “conhecimento” dos deuses. Como pena imposta a ele, Prometeu seria acorrentado ao Cáucaso, onde uma águia comeria parte do seu fígado dia após dia. A busca do conhecimento e a aprendizagem exigem, portanto, esforço e comprometimento. Na abordagem dos pré-socráticos e dos clássicos, tendo em vista a descrição de um ideal filosófico como embrião de um ideal tecnocientífico, a abordagem está baseada predominantemente

em Spinelli (2003), Ritto (2005), Caruso e Oguri (2006), Stirn (2006), Chauí (1995) e Tarnas (2003).

2.1 Os pré-socráticos

Localizadas no Mediterrâneo Oriental, as colônias gregas do Mar Jônico eram cidades onde rotas comerciais ligavam o Ocidente ao Oriente, tais como Mileto e Éfeso. Em tais cidades se observava a afluência de diferentes culturas, línguas, mitos e tradições. Mediante o interesse comercial e sob um ambiente de tolerância, a cultura cosmopolita era mais e mais enriquecida. A Escola Jônica desempenha assim um papel fundamental, no advento de uma nova maneira de pensar sobre o Universo e também para o nascimento da Filosofia e da Ciência.

Pensador	Considerações
Tales de Mileto (~624 a.C.-~558 a.C.)	Considerado o primeiro filósofo ocidental. Tales de Mileto já se questionava se as coisas seriam manifestações diferentes de uma única realidade. Esta é a definição do “monismo”, que para ele seria a “água” como consistindo no princípio de todas as coisas. Começa a existir com esta atitude a busca do entendimento da natureza de maneira racional. A justificação do conhecimento começa a ter base na lógica com a dedução de proposições simples, a partir de postulados ou axiomas.
Anaxímenes (588-524 a.C.)	Discípulo de Tales de Mileto, acreditava que o “ar” era a substância primeira, e as coisas na natureza estariam em perpétuo movimento
Anaximandro (610-547 a.C.)	Também discípulo de Tales de Mileto, admitia a existência de uma realidade que seria imperceptível, que estaria oculta na realidade percebida pelos sentidos, constituída na substância primeira, o <i>apeiron</i> . Haveria um movimento eterno em busca do equilíbrio.
Xenófanes de Colófon (570-460 a.C.)	Acreditava que a “terra” seria a substância fundamental, e a formação dos seres vivos envolveria a mistura constante de terra e água, combatendo o antropomorfismo e postulando a ideia de um deus único e eterno
Heráclito de Éfeso (~540 a.C.-~470 a.C.)	Acreditava que o “fogo” era o elemento primordial, sendo uma espécie de forma arquetípica de matéria, responsável pelas mudanças: a noção de que tudo flui (<i>panta rei</i>) e está sempre em movimento. Para ele, deveria existir uma unidade essencial dos opostos, e portanto por tal concepção sendo considerado o pai da <i>dialética</i> .
Parmênides de Eléia (530-460 a.C.)	Considerado o fundador da escola eleática, o monismo chega a um grau maior de profundidade. Existe o conceito de “uno”, só existindo portanto a “coisa que é”, sendo que o “Ser” não é criado nem destruído. Não há possibilidades de haver mudança, aceitando-se a negação do tempo, do vazio e da pluralidade. Um conceito interessante surgido com Parmênides é a ideia dos objetos de pensamento considerados como objetos reais. O pensamento de Parmênides é pensado como oposto ao de Heráclito, que irá permear o pensamento futuro de Platão.
Anaxágoras de Clazômenas (500-428 a.C.)	A ideia de que em todas as coisas há uma “porção” de todas as coisas, a mistura e separação, e existiria o “espírito” (<i>nous</i>), considerado como uma intuição intelectual movendo os seres. Haveria as “homeomerias”, espécies de “sementes” que dariam origem à realidade, que seriam regidas pelo <i>nous</i> , originando assim a realidade perceptível. Anaxágoras segue a linha do “pluralismo”, a diversidade da realidade, em oposição ao monismo. A matéria seria contínua, podendo ser dividida infinitamente, em contraposição à noção central dos atomistas.
Empédocles de Agrigento	Filósofo pluralista, postula que todos os elementos são eternos, e que a ação dos contrários, o “amor” e a “discórdia” são fundamentais na

(~490 a.C.-~430 a.C.)	realidade, junto aos quatro princípios, água, ar, terra e fogo. O seu pensamento iria influenciar os filósofos atomistas.
Leucipo de Mileto (~500 a.C.-?)	Considerado o criador do atomismo por Aristóteles, lança a ideia de átomos constituindo todas as coisas. O Universo seria constituído de corpos sólidos e o vazio, o qual seria, por sua vez, o sustentáculo para o movimento da matéria. O “nascer” e a “mudança” seriam incessantes, mas ele não tentou encontrar uma origem ou causas para o movimento das coisas, acreditando em um determinismo absoluto. O “ser” e o “não-ser” seriam expressos em termos de “cheio” e “vazio”. Os átomos de Leucipo seriam indivisíveis por consistir na menor parte que constituiria a matéria.
Demócrito de Abdera (460 a.C.-370 a.C.)	Outro filósofo atomista, contemporâneo de Sócrates, foi discípulo e sucessor de Leucipo. Para Demócrito, haveria um número infinito de formas de átomos, e suas propriedades seriam dispostas em termos de <i>tamanho</i> e <i>formato</i> . O átomo seria indivisível por não conter um vazio “intrínseco”. Porém, não haveria um determinismo, e tudo o que existiria no Universo seria fruto do acaso e da necessidade.
Epicuro de Samos (341 a.C. – 270 a.C.)	Filósofo da linha dos atomistas, propunha também uma propriedade adicional para os átomos: o <i>peso</i> . Recoloca novamente a concepção da realidade imperceptível, pois apesar de comporem o mundo sensível, os átomos e o vazio não seriam acessíveis aos sentidos humanos. Os átomos seriam de qualidades e quantidades infinitas, sujeitos a infinitas combinações entre si, e se chocariam uns contra os outros para formar a matéria.
Pitágoras de Samos (~572 a.C.- ~490 a.C.)	Fundador da escola de pensamento <i>pitagórica</i> , e toma como princípio de todas as coisas o estudo da Matemática, em particular a Aritmética dos números racionais. Os pitagóricos pensavam os números como “especialmente extensos”, e confundiam o ponto da geometria como a unidade aritmética, uma espécie primitiva de átomo. Para Pitágoras, as coisas são iguais aos números, e tudo no Universo deveria ser representado através dos números. Da escola pitagórica nasceram algumas descobertas matemáticas, tais como os números perfeitos e o famoso teorema de Pitágoras. Contribuiu também na Astronomia com ideias inovadoras, assinalando o primeiro modelo de Universo, com a Terra sendo esférica, e os planetas se movendo em órbitas ao redor dela, um prenúncio ao vindouro sistema geocêntrico de Ptolomeu.

Quadro 1 – Pensadores Pré-Socráticos

2.2 Os clássicos

Sócrates (469-399 a.C.) é um dos mais importantes pensadores filosóficos, considerado o fundador da filosofia ocidental. Sócrates nada escreveu, sendo uma das suas principais fontes escritas seu discípulo Platão. Sócrates deixa uma contribuição inestimável com relação a dois modelos pedagógicos: a *maiêutica*, o “parto” das ideias, como um processo dialético onde se multiplicam as perguntas para se obter, por indução, um conceito geral a partir de casos particulares; e a *ironia*, onde havia a ação de interrogar simulando ignorância. A maiêutica era aplicada aos homens simples, enquanto que a ironia era empregada por Sócrates quando lidava com os sofistas, “sábios mercadores do conhecimento”.

Platão (~428 a.C. - ~348 a.C.) é considerado um dos principais filósofos da antiguidade, tendo influenciado profundamente na visão do mundo ocidental. Para Platão, deveria existir um ideal de Cosmos, na busca de uma verdade essencial das coisas, mas não da forma física com que fazia Demócrito e os atomistas. O mundo concreto seria uma pálida representação do mundo das ideias. Esta idealização seria expressa mediante a consideração da Geometria

como princípio fundamental, substituindo a Aritmética de Pitágoras. Um corpo físico seria uma parte de espaço limitado por superfícies geométricas. Os quatro elementos não são imutáveis, sendo associados às formas geométricas regulares (tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro). Precedendo Descartes, Platão considerava que o homem era dividido em corpo e alma, com o corpo sendo material, mutável e a alma imaterial e imutável. A Platão é atribuído o uso do método hipotético-dedutivo, partindo de hipóteses que não necessariamente sejam verdadeiras, estando sujeitas à lógica.

Talvez em **Aristóteles de Estagira** (384 a.C. – 322 a.C.), discípulo de Platão, tenha-se alcançado o ápice dos estudos filosóficos da Grécia Antiga. É considerado um dos maiores pensadores da humanidade e o criador do pensamento lógico. Aristóteles prestou contribuições em uma série de áreas. Em uma postura antiatomista, o Estagirita reforçou a ideia de continuidade da matéria, ou seja, ela poderia ser dividida infinitamente, assim como pensou Anaxágoras. Para Aristóteles, o conhecimento deveria ser alcançado pela forma e não pela matéria, justificando então o estudo das qualidades das coisas. Aristóteles propôs um modelo onde tais qualidades: *seco, frio, quente e úmido*, atuando sobre uma matéria primordial, gerariam os quatro elementos: *água, fogo, terra e ar*.

Aristóteles utilizava um método baseado na indução, a qual conduz o pensamento a uma lei geral, partindo de um considerável número de fatos. A verdade deveria ser alcançada mediante a observação da natureza e de seus fenômenos. Reforçou o papel fundamental dos sentidos na aquisição do conhecimento, sendo então associado ao *empirismo*, o movimento filosófico que crê nas experiências como principais formadoras das ideias, ao contrário de Platão, que seria associado ao *racionalismo*, onde a razão não empírica seria a fonte de todo o conhecimento.

Aristóteles buscava uma terceira via entre o fluxo das mudanças de Heráclito, posição adotada pelos sofistas, e a ideia de Platão da imutabilidade, nascida no seio das ideias sobre o Ser de Parmênides. Esta busca de um “caminho do meio” é refletida em toda a sua obra, sem nunca apresentar uma síntese unificadora (STIRN, 2006). Entre a unidade de Platão e a multiplicidade dos sofistas, propõe a unidiversidade, em consonância com as ideias contemporâneas da filosofia da complexidade. Aristóteles conecta os pré-socráticos e seus contemporâneos ao porvir do saber da humanidade, tornando-se um pilar essencial para as bases da Ciência. Conforme Hegel, “o idealismo mais rigoroso no seio do mais amplo desenvolvimento empírico” (STIRN, 2006). Transparece nas concepções de Aristóteles, portanto, um ideal filosófico, a ser codificado nos genes de um futuro ideal tecnocientífico.

3 A BIBLIOTECA DE ALEXANDRIA

Quando se vivencia a facilidade do acesso ao conhecimento nos dias de hoje, onde tecnologias como a Internet e mecanismos de busca permitem a sua disseminação de uma forma nunca vista na história da humanidade, pode-se imaginar a importância de uma instituição como a Biblioteca de Alexandria presente nos primórdios da civilização ocidental. De seu nascimento em 280 a.C. até a destruição em 416 d.C. (em tomo de sete séculos), ela foi, nas palavras de Carl Sagan, o “cérebro” e o “coração” do mundo antigo (SAGAN, 1989). Herdeira do pensamento jônico, a biblioteca era um repositório de papiros que consistiam em cópias à mão das obras mais famosas da Antiguidade. Os Ptomoleus devotaram grande parte da sua riqueza na aquisição dos livros da Grécia, África, Pérsia, Índia, Israel e outras partes do mundo. Não apenas a coleta, mas houve o encorajamento e financiamento de pesquisas científicas para obtenção de novos conhecimentos, sendo alguns de grande relevância (SAGAN, 1989), como **Eratóstenes** (285 a.C.-194 a.C.), no cálculo da circunferência da Terra com grande precisão; **Euclides de Alexandria** (360 a.C.-295 a.C.), produzindo o seu livro-texto de geometria, *Os Elementos*, que inspirou o pensamento científico da humanidade por 23

séculos à frente; **Hiparco** (190 a.C. -126 a.C.), afirmando que as estrelas se formavam, movendo-se com lentidão ao longo de várias eras e eventualmente perecendo, foi quem primeiro catalogou posições e magnitudes das estrelas para que pudesse detectar alterações; e **Heron de Alexandria** (10 d.C.-70 d.C.) matemático e mecânico grego, a quem se credita a criação do primeiro motor a vapor.

A destruição da Biblioteca de Alexandria prenuncia a era das trevas da Idade Média, e apenas no Renascimento, nos idos do século XV (ou seja, mais de mil anos depois), é retomado o “espírito” da busca do conhecimento que existiu outrora em tal período fértil. Mas talvez a maior lição para a destruição de tal repositório científico esteja em termos do *alcance* dos benefícios do conhecimento existente na Biblioteca. Sagan (1989) comenta que “a vasta população da cidade de Alexandria não tinha a menor noção das grandes descobertas que ocorriam na Biblioteca”. As novas descobertas não eram divulgadas à população, sendo que a pesquisa pouco beneficiou o povo. Tais descobertas eram aplicadas principalmente “no aperfeiçoamento das armas, encorajamento da superstição e distração dos reis”. As grandes realizações da humanidade não tiveram, portanto, aplicações para as sociedades de então:

A ciência nunca penetrou na imaginação da massa. Não houve um contrabalanço na estagnação, no pessimismo e na renúncia mais abjeta ao misticismo. Quando, no fim, o motim incendiou a Biblioteca, não houve ninguém que os impedisse (SAGAN, 1989).

O vasto repositório de conhecimento não disseminado, não ensinado, não pode impedir que a ignorância da população o destruísse. O conhecimento originado das ciências de então não resultou em novas formas de fazer as coisas, não tornou a qualidade de vida da população melhor e não permitiu, por sua vez, a continuidade da evolução humana, no prenúncio de uma era de trevas para o saber.

4 A CIÊNCIA NO RENASCIMENTO

Com o Renascimento, emergem as revoluções científicas, e a visão teocêntrica começa a ceder lugar a novas concepções. No Quadro 2 estão relacionados alguns dos expoentes deste período, com suas contribuições.

Cientista	Considerações
Nicolau Copérnico (1473-1543 d.C.)	Ousa com a teoria <i>heliocêntrica</i> , trocando a Terra no centro do Universo pelo Sol. Dessa forma, os cálculos das órbitas ficariam mais simples e sem os artifícios que eram empregados desde Ptolomeu para explicar os planetas e o Sol girando ao redor da Terra.
Johannes Kepler (1571-1630 d.C.)	Aprofunda-se um pouco mais e esquematiza o sistema planetário com órbitas seguindo elipses ao redor do Sol, ao invés de círculos perfeitos, postulando três leis, conhecidas hoje como leis de Kepler.
Galileu Galilei (1564-1642 d.C.)	Conhecido pela descoberta do telescópio e da existência de luas ao redor de Júpiter, tem em seu projeto também a matematização dos movimentos terrestres, além dos celestes. Galileu procura explicar os fenômenos a partir de causas naturais, buscando prescindir das causas religiosas. Galileu também admite uma hipótese atômica, existindo átomos e vazio, e uma teoria corpuscular para o calor e a luz (CARUSO; OGURI, 2006). Com Galileu, é rompida a maneira contemplativa de se fazer ciência, herdada de Aristóteles, e defende a aplicação de métodos científicos e de experimentos planejados, utilizando instrumentos de medição. Portanto, Galileu simboliza a defesa da investigação científica sem interferências filosóficas ou

	teológicas (RITTO, 2005). No tecnocientista Galileu, pode-se notar então a influência das tecnologias desenvolvidas em sua época para se fazer ciência.
Isaac Newton (1643-1727 d.C.)	Com as leis da inércia, da força e da ação-reação, Newton unifica a força com a matéria, explicando as transformações dos movimentos. E com a lei da gravitação, explica como os corpos são atraídos uns aos outros, relacionando a massa dos corpos e distância entre eles. Newton também traz contribuições relevantes para o estudo da natureza da luz, acreditando ser formada de partículas (RITTO, 2005). Kuhn (2009) considera Newton um personagem essencial na ruptura do modo de se fazer ciência antes e depois dele, no que tange ao estudo da ótica.
Blaise Pascal (1623-1662 d.C.)	Seguidor das ideias de Galileu, e contribuiu de forma significativa para a Matemática, através da teoria das probabilidades e da geometria projetiva; e para a Física, através da mecânica dos fluidos. É o criador da primeira máquina de calcular, a qual fazia operações de soma e subtração.
Gottfried Leibniz (1646-1716 d.C.)	Matemático alemão que desenvolveu de forma independente de Newton o cálculo moderno. Foi o criador do termo “função” para descrever o comportamento de uma quantidade ao longo de uma curva. Leibniz também criou uma máquina de calcular bastante aprimorada para fazer as quatro operações. Por isso, tal como Pascal, é considerado como um dos precursores da computação moderna.
Pierre Simon de Laplace (1749-1827 d.C.)	Matemático francês, acreditava no determinismo dos fenômenos da natureza, onde a partir do conhecimento das condições iniciais de um fenômeno, poder-se-ia prever completamente os eventos futuros. Sistematizou matematicamente o estudo da Astronomia em seu livro “Mecânica Celeste”, além de contribuir com diversas ferramentas matemáticas em vários ramos da Física.
René Descartes (1596-1650 d.C.)	Desenvolvimento do método científico moderno, através da ideia de análise e síntese dos objetos de estudo. Desconsidera as percepções sensoriais, relegando a elas o papel como fonte de incertezas, e estabelecendo como verdade única a existência dos pensamentos, proferindo assim o “penso, logo existo”. Contribuiu decisivamente para a Matemática com a proposição das coordenadas <i>cartesianas</i> . A natureza para Descartes é mecânica, com os animais sendo meros autônomos diferindo dos relógios apenas em complexidade. Em Descartes, tem-se a cisão entre matéria e espírito, afirmando que a “mente” poderia existir sem o “corpo”, e o “corpo” sem a “mente”.
Francis Bacon (1561-1626 d.C.)	A obsessão no registro das observações para o método científico e o entendimento da realidade. Bacon aprofunda a abordagem indutiva iniciada com Aristóteles, elaborando uma nova versão para o método indutivo. Propunha em primeiro lugar uma forma de limpar a mente, despindo-a do que ele denominou de “ídolos” da caverna, da tribo, do fórum e do teatro, os quais impediam a busca pela verdade. Assim, a mente poderia dedicar-se a entender os fenômenos naturais.
Immanuel Kant (1724-1804 d.C.)	Influenciou profundamente a ciência do porvir. Unifica o empirismo com o racionalismo, e coloca que certas ciências podem originar-se de conhecimentos <i>a priori</i> , ou seja, que não dependam da experiência, tal como a Matemática, e situa outras ciências experimentais utilizando conhecimentos <i>a posteriori</i> .

Quadro 2 – Cientistas no Renascimento e suas contribuições

O saber renascido do período iluminista prepara o terreno para as próximas revoluções, que irão questionar os fundamentos deterministas da realidade presente nas ciências e lançar novos horizontes para o surgimento de novas tecnologias, muito além do vapor e da força motriz animal. Entretanto, a construção do saber não se dá de forma gradativa, mas é permeada de rupturas e saltos.

4.1 A Revolução dos Séculos XIX-XX

Na transição dos séculos XIX e XX, há uma característica de unificação de ciências estudadas a partir de diferentes áreas, bem como a falibilidade do determinismo em explicar certos fenômenos ligados ao infinitamente pequeno. Acontece também o desenvolvimento da computação, seguindo a premissa de Kurzweil: a inevitabilidade da tecnologia conduz à inevitabilidade da computação. Os produtos do ser humano têm maior utilidade se puderem “manter estados internos e responder de modo diferente a condições e situações que variem” (KURZWEIL, 2007, p. 39). Descreve-se no Quadro 3 algumas contribuições emblemáticas desta transição:

Personalidade	Contribuições
Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855)	Introduziu o conceito de coordenadas <i>curvilíneas</i> , em contraponto às coordenadas cartesianas que eram fundamentadas na geometria de Euclides.
Bernhard Riemann (1826-1866)	Desenvolvendo a noção de <i>métricas</i> (sendo a geometria euclidiana apenas um caso especial de métrica), para se medir o espaço.
Nikolai Ivanovich Lobachevsky (1792-1856)	Primeiro a publicar a descrição de uma geometria não euclidiana.
Charles Babbage (1791-1871)	Pioneiro da computação, devido a seus projetos, a Máquina Analítica e o Engenho Diferencial. Porém, devido à falta da tecnologia necessária em sua época para fabricar as peças e engrenagens com a precisão necessária, os projetos nunca saíram do papel.
Ada Lovelace (1815-1852)	Propõe aquilo que se tornariam os primeiros rudimentos e conceitos utilizados até hoje em programação de computadores.
Michael Faraday (1791-1867)	Estudos experimentais da eletricidade e do magnetismo.
James Clerk Maxwell (1831-1879)	Unificação da eletricidade com o magnetismo. A teoria do eletromagnetismo de Maxwell conseguia explicar a luz como uma dança sincronizada das ondas eletromagnéticas, e que também serviu de base para que Einstein desenvolvesse sua Teoria da Relatividade Especial.
Samuel Morse (1791-1872)	Surgimento da telegrafia.
Heinrich Hertz (1857-1894)	Comprovação da existência e a transmissão de ondas eletromagnéticas.
Guglielmo Marconi (1874-1937)	Invenção do rádio.
Roberto Landell de Moura (1861-1928)	Pioneiro na transmissão de voz.
Max Planck (1858-1947)	A energia só poderia ser emitida ou absorvida por qualquer corpo em múltiplos de uma quantidade fixa, o que ele denominou de “quantum”.
Albert Einstein (1879-1955)	Teve participação em todas as ciências “de ponta”, tanto relacionadas ao macro quanto ao microcosmo. Autor da teoria da Relatividade Especial lançada em 1905 revolucionou unificando os conceitos de

	espaço e de tempo, massa e energia. Mais tarde, em 1916, unificou a Relatividade Especial com a gravidade, modificando a geometria do espaço-tempo de acordo com a geometria não euclidiana de Riemann e produzindo assim a teoria da Relatividade Geral.
Ernest Rutherford (1871-1937)	Afirmou que os átomos possuíam uma carga positiva (<i>os prótons</i>) concentrada no núcleo, enquanto que as partículas de carga negativa, os <i>elétrons</i> , orbitavam em volta do núcleo.
Niels Bohr (1885-1962)	Propôs um modelo de átomo no qual introduziu o postulado quântico nas órbitas dos átomos. Os elétrons poderiam estar apenas em órbitas específicas ao redor do núcleo, e o átomo poderia emitir ou absorver energia, mediante os <i>saltos quânticos</i> dos elétrons nas órbitas.
Werner Heisenberg (1901-1976)	Autor do <i>princípio da incerteza</i> : uma partícula não poderia fornecer o conhecimento simultâneo de sua posição e velocidade.
Erwin Schrödinger (1887-1961)	Propõe a <i>equação de onda</i> associada à matéria, e mediante a qual consegue fazer previsões bem sucedidas dos fenômenos quânticos, desde a explicação do átomo até fenômenos tais como o laser.
Harlow Shapley (1885-1972)	Coloca então o Sol orbitando o centro de nossa galáxia, a Via-Láctea, a 30.000 anos-luz de distância.
Edwin Hubble (1889-1953)	Provou que as galáxias que eram observadas no céu não faziam parte da nossa galáxia, a Via-Láctea. E mostrou também que este Universo povoado de galáxias também estava se expandindo.
George Lemaître (1894-1966)	Proponente da teoria cosmológica do Big-Bang.
George Gamow (1904-1968)	Incorporou a teoria da inflação resultando no modelo cosmológico atualmente conhecido.
John Ambrose Fleming (1849-1945)	Invenção da <i>válvula termoiônica</i> em 1904, proporcionando o desenvolvimento do rádio.
Vladimir Zworykin (1889-1982)	Invenção do <i>iconoscópio</i> em 1923, precursor da televisão.
John Bardeen (1980-1991), Walter Brattain (1902-1987), William Shockley (1910-1989)	Invenção do transistor, desbancando a válvula termoiônica como elemento principal nos circuitos eletrônicos e abrindo espaço para a miniaturização dos dispositivos.
Jack Kilby (1923-2005)	Invenção do <i>circuito integrado</i> , dispositivo eletrônico que agrupa vários transistores e dispositivos simples.
Charles Townes (1915-)	Invenção do laser.
Konrad Zuse (1910-1995)	Possui a patente de invenção do primeiro computador, em 1936.
Howard Aiken (1900-1973)	Inventou em 1944 o computador <i>Mark I</i> .
John Mauchly (1907-1980), John Presper Eckert	Construção do ENIAC, computador que continha cerca de 18.000 válvulas, com 30 toneladas de peso em 180 metros quadrados de área construída, e era utilizado para cálculos de balística.
Warren McCulloch (1898-1969), Walter Pitts	Projeto de um neurônio artificial eletrônico.
Marvin Minsky (1927-), Seymour Papert (1928-)	Invenção da aprendizagem por reforço, pesquisas envolvendo redes neurais artificiais e pensamento simbólico de máquina.
Herbert Simon (1916-2001) Allen Newell (1927-1992)	Construção do <i>General Problem Solver</i> , um programa solucionador geral de problemas, baseado na lógica, mostrando que o raciocínio baseado na lógica aristotélica poderia ser emulado em computadores.

Quadro 3 – Cientistas nos séculos XIX-XX e suas contribuições

Ao final do século XX, há o surgimento da Internet, a grande rede mundial que possibilitou a comunicação global entre os povos, apesar dos esforços iniciais remontarem ao final da década de 1960. O aspecto motivador da construção de uma rede tal como a *Internet* foi inicialmente bélico, sendo aos poucos absorvido pela comunidade acadêmica para auxiliar na divulgação de pesquisas. Em dezembro de 1969, a “avó” da *Internet*, a Arpanet, entra em funcionamento conectando quatro universidades americanas. Os primeiros protocolos de comunicação para a *Internet* são desenvolvidos ainda em 1974 por **Vinton Cerf** (1943-) e a **Robert Kahn** (1938-). No início da década de 1990, a Internet era o reduto dos pesquisadores ligados às universidades, ao governo e à indústria. Com o surgimento de uma nova aplicação na *Internet*, a *World Wide Web (WWW)*, criada por **Tim Berners-Lee** (1955-), esta realidade mudou e milhares de novos usuários foram então atraídos sem a menor pretensão acadêmica (TANENBAUM, 2003). Desta forma surge então a Internet como é agora conhecida, apresentando conteúdo multimídia para os internautas e servindo de base para grande parte das atividades humanas. A *Internet* representa, de forma emblemática, portanto, uma nova era do conhecimento no século XXI, sendo o repositório de tudo o que o ser humano faz e desenvolve, como uma espécie de Biblioteca de Alexandria renascida e ampliada à enésima potência, cujos conhecimentos ali depositados são o amálgama para a evolução da Ciência e da Tecnologia nos dias atuais.

4.2 A Transição dos Séculos XX-XXI

O avanço da tecnociência proporcionou a emergência de novos campos de estudos interdisciplinares, em função da mudança de paradigma que acontece neste início de século. Por mais de 200 anos, o pensamento de Descartes, que auxiliou de forma significativa o desenvolvimento das diversas ciências, também fez por fragmentar o conhecimento. Os esforços interdisciplinares, sob a ótica do paradigma da complexidade (MORIN, 2005), têm procurado conexões entre áreas de conhecimento distintas e, com isso, permitido que novas ideias emergissem a partir desta nova visão. Em consequência, novas ciências auxiliam o desenvolvimento de uma ampla gama de novos conhecimentos:

- **Neurociência Cognitiva:** a partir das descobertas sobre como o córtex cerebral é organizado e seu funcionamento, a partir de estímulos simples, auxiliando a construir modelos sobre como as células individuais do sistema nervoso interagem para produzir percepções. Desta forma, busca uma maneira de explicar como acontece a cognição complexa do ser humano (GAZZANIGA et al, 2006). O uso de técnicas de imageamento cerebral tem sido de grande valia na observação dos fenômenos cerebrais. As pesquisas na área da neurofisiologia de sistemas, da qual faz parte o neurocientista brasileiro **Miguel Nicolelis** (1961-), avançam na captura e interpretação dos sinais cerebrais para permitir a movimentação de apêndices robóticos simplesmente pelo pensamento, prenunciando uma era promissora para o ser humano (NICOLELIS, 2011).
- **Robótica:** constitui um campo dos mais evoluídos em termos tecnológicos, pois nas fábricas de hoje vários robôs já substituem o ser humano nas linhas de montagem. O intenso desenvolvimento da Inteligência Artificial tende a surpreender a humanidade com novos tipos de robôs. Um, dentre muitos exemplos, é o robô Asimo, desenvolvido pela fabricante japonesa Honda. O Asimo¹ foi desenhado para se parecer com seres humanos e consegue desempenhar atividades tais como andar, correr, empurrar um carrinho de compras e servir café. Equipamentos robóticos também auxiliarão portadores de deficiências físicas a se locomover, expandirão a força de operários,

¹ <http://asimo.honda.com/>.

farão a manutenção de máquinas perigosas e a manipulação de materiais perigosos em lugares remotos. Poderão auxiliar profissionais de saúde a diagnosticar doenças e serão fundamentais em serviços de resgate e em sistemas de segurança (GATES, 2007).

- **Nanotecnologia:** é um sistema de produção molecular que permitirá a produção de objetos com qualquer nível de complexidade, simplesmente unindo moléculas (REGIS, 2009). Um nanômetro é igual a 0,000000001 ou 10^{-9} metro (a bilionésima parte de um metro). O que se pretende com a nanotecnologia é o rearranjo artificial dos átomos e moléculas para forjar novas estruturas e materiais mais eficientes que os fornecidos pela natureza (SHIMIZU, 2006). A nanotecnologia terá impactos em várias áreas, desde a fabricação de remédios, até a produção de nanorobôs que poderão executar atividades como atacar células cancerígenas dentro do corpo humano.
- **Computação Quântica:** com os componentes dos chips de computadores atingindo a escala nanométrica (ou seja, do tamanho de alguns átomos), os efeitos da Física Quântica acabam por prevalecer. Assim, a Computação Quântica surge como uma nova forma de computação que utiliza átomos e partículas elementares ao invés dos bits normais em um computador do cotidiano. Este tipo de computação já provou ser revolucionário em menor escala, pois códigos de criptografia utilizados nas comunicações hoje em dia, que levariam milhões de anos para serem quebrados em computadores normais, seriam quebrados em poucas horas em um computador quântico (OLIVEIRA; VIEIRA, 2009; MEDEIROS, 2010).
- **Astrobiologia:** o avanço dos instrumentos de observação do Universo permitiu aos astrônomos a descoberta de centenas de planetas extrassolares. Em um destes planetas já se descobriu a presença de vapor d'água, simplesmente observando-se a luz da estrela pelo qual ele orbita, passando através de sua atmosfera. O desenvolvimento de uma nova geração de telescópios, ainda mais potentes, promete desenvolvimento maior neste campo, com a possibilidade de se encontrar bioassinaturas, ou seja, a presença de vida influenciando o ecossistema dos planetas extrassolares (KIANG, 2008).

Em síntese, Hottos (1997) considera que as tecnociências não se desenvolvem de forma estanque, com as diversas especialidades e técnicas, emaranhando-se dinamicamente; ele afirma ainda que sua base filosófica “tradicional” é o *pragmatismo*: nota-se uma característica predominante de aplicabilidade do conhecimento nas tecnociências derivadas de suas ciências mais básicas.

4.3 O Ideal Tecnocientífico

Ao relembrar uma variedade e diversidade de fatos e personalidades históricas, pode-se afirmar com convicção que nos dias de hoje um **ideal científico** (CHAUÍ, 1995), ressignificado em um **ideal tecnocientífico**, é uma realidade. Embora o conhecimento científico seja marcado por uma série de continuidades e rupturas, a Ciência se resume na confiança que a cultura ocidental deposita na razão a capacidade para conhecer a realidade, ainda que esta realidade tenha de ser construída a partir da própria atividade racional. Ainda de acordo com Chauí (1995), a lógica por trás do pensamento científico está fundada na ideia aristotélica de demonstração e prova. Portanto, a ciência contemporânea se fundamenta em **objetividade, regras, normas e procedimentos** gerais, **análise e síntese** e as **leis de fenômenos**, que definirão o comportamento do objeto. Além disso, se baseia também nos instrumentos **tecnológicos**, que são “ciência cristalizada” em objetos materiais e que nada têm

em comum com a capacidade e aptidões do corpo humano, visando a interferir nos fenômenos e mesmo a construir o próprio objeto científico. Os instrumentos tecnológicos são diferentes dos instrumentos **técnicos**, pois estes servem como prolongamentos das capacidades do corpo humano e destinam-se a aumentar tais capacidades na relação de nosso corpo com o mundo.

A Ciência transforma a *tekhné* em *tekhnelogos*, ou seja, faz a passagem da máquina-utensílio para a máquina como instrumento de precisão, fato que permite conhecimentos mais exatos ou novos conhecimentos. Os objetos técnicos são criados pela Ciência como instrumentos que auxiliam o trabalho humano, na construção de máquinas para dominar a Natureza e também a sociedade; e, ainda, contribuem na construção dos instrumentos de precisão para o conhecimento científico (CHAUÍ, 1995).

Indo além, Chauí (1995) salienta que o senso comum social acaba por ignorar as transformações da Ciência e da Técnica e conhece por fim apenas os resultados imediatos, que podem ser utilizados pela sociedade, tais como videogames, computadores, televisão, robôs etc. Com isto, observa-se que há uma confusão quanto ao entendimento sobre o que seja conhecimento científico e seus efeitos tecnológicos. Não é como a ignorância das massas no tempo da Biblioteca de Alexandria, mas deixa-se assim de perceber o essencial, ou seja, as ciências passaram a fazer parte das forças econômicas. Por não perceber este poderio econômico por trás da Ciência, luta-se para o acesso, mas não se luta pelo direito de acesso também às pesquisas científicas. Na confusão entre Ciência e Tecnologia, os cientistas podem ficar na mera condição de reprodutores de ciências já produzidas em outros locais ou países, o que pode ser determinante para o desenvolvimento econômico de um país, no cenário atual. Hottois (1997) ressalta também que, embora sejam ativas e produtivas tanto em termos de investigação (experimentação), quanto na divulgação das descobertas e invenções, as tecnociências induzem aspectos e consequências econômicas e também levantam questões de natureza ética, política e social. Uma questão essencial é a da “responsabilidade”, um intento difícil, dado que as tecnociências de desenvolvem, em grande medida, de forma imprevisível. Esta responsabilidade estende-se da sociedade nacional e internacional para a raça humana, considerada em suas condições atuais e futuras de sobrevivência e existência, e em seu futuro, em longo prazo.

As tecnociências estão em constante interação com o entomo simbólico, seja cultural, social, psicológico ou institucional em que se desenvolvem, variando de uma região do mundo para outra. Desejos (fantasias, esperanças, medos) são a sua origem e é possível que sua concretização suscite outros desejos, fantasias e ansiedades, bem como novos estilos de vida. Essa interação das possibilidades tecnocientíficas e da vida simbólica é muitas vezes expressa na forma de desconforto, preocupação, dúvida e questões éticas (HOTTOIS, 1997, p. 431).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pensamento filosófico, identificado desde as origens com os pré-socráticos e com a contribuição de essência dos clássicos, promoveu a gênese dos fundamentos da Ciência. A Tecnologia, filha dileta da Ciência, agora se posiciona como igual, em um amplexo tal que novas formas de conhecimento são geradas, impulsionando o avanço científico de forma exponencial, potencializado em suas manifestações interdisciplinares. Sujeito aqui à dificuldade de fazer jus a todas as personalidades que contribuíram para o edifício da Ciência pode-se afirmar que, em toda a história recente da Humanidade, transparece a genialidade e a inventividade humana, transpondo restrições naturais do próprio ambiente ou aquelas impostas politicamente, abrindo continuamente novos horizontes para o campo do conhecimento. Mesmo as intenções mais sombrias da consciência humana, presentes nas atitudes bélicas manifestadas pela Humanidade, servem como impulso para o

desenvolvimento das ciências. E a imaginação humana, hoje presente fisicamente além das fronteiras do próprio sistema solar - sua casa -, permite uma compreensão, inexoravelmente parcial, dos fundamentos da matéria, da evolução do Cosmos e também do funcionamento do próprio cérebro, na busca de “conhecer” aquele que conhece.

Os benefícios de uma Ciência evoluída e construída se mostram nas atitudes cotidianas das sociedades. A assimilação das descobertas científicas, transformadas pela tecnologia, tem impacto direto sobre o modo de vida do ser humano. Um **ideal tecnocientífico** molda então uma evolução que outrora era natural, alçando a raça humana a um patamar diferenciado em relação às suas origens como espécie autonômica. Este ideal dá aval à vida de bilhões de pessoas sobre a superfície do planeta e se transforma na principal ferramenta do porvir do homem, paradoxalmente inspirando tanto o temor de sua autoaniquilação, quanto a esperança da sua própria sobrevivência ao longo das próximas eras; suscita e prenuncia ainda a emergência de inteligências de máquina, a partir de engenhos, imitando a alta complexidade do cérebro, ou mesmo presente em amálgamas trans-humanistas. Ao ser humano, caberá então o real alcance da consciência deste ideal tecnocientífico e o reconhecimento das consequências éticas, morais, políticas, econômicas, sociais e culturais que advirão, à revelia da diversidade de formas de uso proporcionadas por suas fantásticas criações.

BUILD A TECHNOSCIENTIFIC IDEAL

Abstract

In this paper, we present a series of historical events and personalities linking various periods of humanity towards to build a scientific ideal, in the words of Chauí, and technologic in which we live today. Extends briefly from the appearance of the earliest civilizations, pre-Socratic thought and the classical authors, the Renaissance, the Scientific Revolution in the nineteenth and twentieth centuries, and finally the advances of science in the XXI century. Consideration of the Internet as a kind of modern Library of Alexandria, driving the development of science and technology in ways never before imagined. The foundations of contemporary science, the finding of Science as the backing of confidence that Western culture places on human reason as the capacity to obtain knowledge of reality, and the conclusion about the living in a “technoscientific ideal”, which changes the actual evolution of the knowledge and society.

Keywords: *Technoscience. Science and Epistemology. Scientific thinking. Science and Technology. Origins of Knowledge.*

Artigo recebido em 08/06/2012 e aceito para publicação em 01/10/2012

REFERÊNCIAS

- CARUSO, F.; OGURI, V. **Física moderna:** origens clássicas e fundamentos quânticos. Rio de Janeiro: Campus, 2006.
- CHAUÍ, M. **Convite à filosofia.** 6. ed. São Paulo: Ática, 1995.
- DEMO, P. **O porvir:** desafio das linguagens no século XXI. Curitiba: IBPEX, 2008.
- EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física quântica.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1979.
- GATES, B. Um robô em cada casa. **Scientific American Brasil**, n. 57, p. 38-45, fev. 2007.

- GAZZANIGA, M.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva: a biologia da mente**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- HOTTOIS, G. **Philosophie de la technique et des technosciences: une histoire de la philosophie moderne et contemporaine**. Paris: De Boeck e Larcier, 1997.
- KAKU, M. **O Ccsmo de Einstein**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- KIANG, N. Y. A cor das plantas em outros Mundos. **Scientific American Brasil**, v. 6, n. 72, p. 34-41.
- KURZWEIL, R. **A era das máquinas espirituais**. São Paulo: Aleph, 2007.
- MEDEIROS, L. F. de. **Gestão do conhecimento na era quântica**. Florianópolis: Visualbooks, 2010.
- MEYER, M.; BABER, R.; PFAFFENBERGER, B. **O nosso futuro e o computador**. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- MOSER, P. K.; MULDER, D. H.; TROUT, J. D. **A teoria do conhecimento: uma introdução temática**. São Paulo: Martin Fontes, 2004.
- NICOLELIS, M. **Muito além do nosso eu**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.
- OLIVEIRA, I. S.; VIEIRA, C. L. **A revolução dos Q-bits**. São Paulo: Zahar, 2009.
- PESSOA JR, O. **Conceitos de física quântica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- REES, M. **Um mergulho no cosmos**. São Paulo: Duetto Editorial, 2008.
- REGIS, E. Promessas do menor rádio já construído. **Scientific American Brasil**, v. 7, n. 83, p.36-41, abr. 2009.
- RITTO, A. C. **Organizações caórdicas: modelagem de organizações inovadoras**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- SANCHEZ, E. **Tensores**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.
- SATINOVER, J. **O cérebro quântico: as novas descobertas da neurociência e a próxima geração de seres humanos**. São Paulo: Aleph, 2007.
- SHIMIZU, H. O mergulho num mundo invisível. **Veja Especial Tecnologia**, p.16-23, jul. 2006.
- SPINELLI, Miguel. **Filósofos pré-socráticos: primeiros mestres da filosofia e da ciência grega**. 2.ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2003.
- STIRN, F. **Compreender Aristóteles**. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 2006.
- SAGAN. C. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.
- SANTOS, C. A. A. Landell de Moura ou Marconi, quem é o pioneiro? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO INTERCOM, 26., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2003.
- TANENBAUM, A. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2003.
- TARNAS, R. **A epopéia do pensamento ocidental**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.