

BERENICE CABRAL DE MOURA COUTINHO

ENERGIA E ANTECIPAÇÃO TECNOLÓGICA
NA OBRA DE JULES VERNE

Dissertação apresentada ao Instituto de Eletrotécnica e
Energia da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Energia.

Orientador: David Zylbersztajn

.620.9.001.1
C871e
T(USP)

São Paulo
1994



DEDALUS - Acervo - IEE



30400001930

Coutinho, Berenice Cabral de Moura

Energia e Antecipação Tecnológica na Obra de Jules Verne.

São Paulo, 1994.

121p.

Dissertação de Mestrado- Instituto de Eletrotécnica e Energia- Universidade de São Paulo

Ao meu marido e meus filhos, que partilharam
comigo as alegrias e tristezas decorrentes deste
trabalho.

Agradecimentos

Ao meu orientador, o professor David Zylbersztajn, cuja admiração por Jules Verne me levou a percorrer os “mundos conhecidos e desconhecidos” das *Viagens Extraordinárias*, além de fornecer os subsídios para que esta pesquisa se iniciasse.

Ao professor Adnei Melges de Andrade, que por “adoção” tornou-se co-orientador desta pesquisa, e cuja dedicação, entusiasmo e estímulo intelectual, possibilitou a concretização da mesma.

Aos amigos e professores que contribuíram com esta pesquisa, fornecendo material para leitura, fazendo sugestões e críticas e que vivenciaram comigo o processo de produção do conhecimento, em clima de criação coletiva: Ari, Bôa Nova, Célio, Elvo, Fagá, Guilherme, Ildo, Jean Bodinaud, José Luiz Lima, Julita, Luís Eduardo Lima, Lobosco, Martins, Moreira, Vera Ferlini e Zilda Yokói .

Índice

Introdução		1
Capítulo 1	A Magia da Ciência.	4
1.1	Júlio Verne, Herdeiro do Pensamento Humanista.	10
1.2	A Influência da Revolução Francesa e da Revolução Industrial nas Viagens Extraordinárias.	14
Capítulo 2	Energia e Máquina.	27
2.1	Conceituação de Energia. O Uso, a Forma de Apropriação como Indicadores do Estágio Cultural da Sociedade.	27
2.2	A Energia como Mercadoria. O Maquinismo e a Automatização da Produção.	38
Capítulo 3	As Fontes Energéticas nas Viagens Extraordinárias.	45
3.1	O Carvão.	45
3.2	O Petróleo.	63
3.3	A Eletricidade.	68
Capítulo 4	Energia e Antecipação Tecnológica.	74
4.1	Hidrogênio, o Combustível do Futuro.	78
4.2	O Princípio do Pássaro e a "Prata de Argila".	82
4.3	A Aventura da Energia Geotérmica: Uma Viagem ao Centro da Terra.	89
4.4	Mobilis in Mobili: Nautilus, o Submarino.	95

4.5	Ilha de Hélice .	102
Capítulo 5	Conclusões.	109
Bibliografia		116
Anexo 1	Tabela Cronológica das Invenções Tecnológicas e Teorias Científicas.	

Primeiro Capítulo

A MAGIA DA CIÊNCIA

"Observo que a minha própria imaginação está me levando longe, demasiado longe. Mas tudo isso é tão estranho e tão maravilhoso! Os meus pensamentos, as minhas idéias, todo meu ser enfim, é arrastado às mais sensacionais hipóteses da paleontologia. Sonho acordado sim... Todo esse mundo fóssil, longínquo e fabuloso renasce na minha mente... Toda a vida da terra, a palpitação do planeta ficam de repente sintetizadas em mim... Do centro desta nebulosa, um milhão e quatrocentas mil vezes mais volumosa do que o globo que um dia há de formar, sinto-me arrastado pelos espaços interplanetários. Meu corpo mistura-se como um átomo qualquer, a esses imensos vapores, que traçam no infinito a sua inflamada órbita."

Jules Verne in Viagem ao Centro da Terra

Ao realizarmos a análise da coleção Viagens Extraordinárias que reúne as publicações mais significativas da obra de Jules Verne, verificamos que a ciência ocupou um lugar privilegiado nela.

Jules Verne, interpretando com precisão o pensamento da sociedade do seu tempo, colocou em seus livros as inquietações sociais produzidas pelas transformações contínuas que ocorreram, quase que simultaneamente, no campo da ciência e da técnica, e que afetaram, sobretudo, a área econômica.

A concentração da renda nas mãos da burguesia, impossibilitando a classe trabalhadora de usufruir a riqueza que ajudara a criar e criando condições para o aparecimento de um "modo de pensar necessário à reprodução do capitalismo"[31]; o surgimento do socialismo e do anarquismo em contrapartida aos movimentos autocráticos; o conflito entre o nacionalismo e o internacionalismo; assim como a existência de povos "coloniais", eram algumas das questões que se colocavam para os seus contemporâneos.

A idéia de progresso estava presente nos empreendimentos do século XIX, impulsionando as descobertas científicas, favorecendo os investimentos em tecnologia, o crescimento industrial, as expansões coloniais e a consequente abertura de novos mercados. A declaração de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895), feita em 1848, tentava explicar o ímpeto da classe social que liderava os acontecimentos: "A burguesia não pode existir sem revolucionar continuamente os instrumentos de produção, por conseguinte as relações de produção, por conseguinte a totalidade das relações sociais. (...) A necessidade de um mercado em constante expansão para os seus produtos lança a burguesia por todo o globo terrestre. Tem de se instalar em toda parte, estabelecer-se em toda parte, criar ligações em toda parte."[32]

Nos parece bem significativo que a ficção científica - conceituada por Isaac Asimov como "o ramo da literatura que trata das respostas do homem às mudanças ocorridas ao nível da ciência e da tecnologia"[2] tenha surgido nesse contexto social. Jules Verne, através deste gênero literário, que teve como precursores Mary Shelley e Edgar Allan Poe, retomou o tema das viagens, que se encontrava na literatura desde a Antiguidade Clássica com a *Iliada* e a *Odisséia* e apresentou aos leitores o seu projeto político.

Através da ciência, da sua leitura do mundo, ele acreditava que o homem poderia obter o domínio sobre a natureza, repleta de riquezas e se expandiria infinitamente. A apropriação racional dos recursos existentes significaria o fim da exploração do homem pelo homem e daria início a uma nova era onde o "progresso social" seria gerado pelo "progresso científico"[45]. Esta idéia foi incorporada nos seus livros, como podemos observar ao longo da sua

obra, e, principalmente, em *Vinte Mil Léguas Submarinas* e *Os Quinhentos Milhões da Begum*, analisados neste mesmo capítulo.

Formado em Direito, Jules Verne trabalhou durante alguns anos na Bolsa de Valores, antes de se dedicar a profissão de escritor, especialista em ficção científica. A falta de uma formação acadêmica no campo da ciência, entretanto, não constituiu um obstáculo ao seu trabalho, uma vez que lia publicações especializadas, como os boletins das sociedades científicas, especialmente os da Sociedade Geográfica, as revistas *La Revue Bleue*, *La Revue Rose*, *La Revue des Deux Mondes*, *Cosmos*, *La Nature* e *L' Astronomie*, além de 15 jornais diários

Com base nessas leituras, ele criou um arquivo sobre os mais diversos assuntos, que utilizaria, posteriormente, em seus romances. Leitor das enciclopédias, que apareceram em grande número nesse século, ele declarou: "Tive a oportunidade de vir ao mundo num momento em que existiam dicionários sobre todos os assuntos possíveis".

Jules Verne, em suas histórias, ofereceu aos seus leitores os mais variados temas, de forma acessível e atrativa, desvendando os mistérios que se apresentavam com o auxílio das ciências. Páginas de Física, Química, Geologia, Botânica, Biologia, Matemática, Astronomia, História e Geografia tornaram-se partes constitutivas das *Viagens Extraordinárias*.

Assim, os seus livros mostravam, não só as mais recentes descobertas científicas, como também as suas origens; quer dizer, toda a experiência humana

envolvida naqueles projetos, por meio de narrativas interessantes e divertidas. As informações eram fornecidas, de modo a facilitar a vida do homem no universo em que vivia. Um universo que só se mostraria inteligível e passível de ser conquistado, a partir da ciência.

Preocupado com a questão ambiental, ele estudou o "reino animal" e sua diversidade, manifestando-se desfavoravelmente à matança de baleias, elefantes, ursos e raposas, cujas presas e peles haviam se tornado acessórios de luxo da moda européia. Como afirmou em *O País Das Peles*, se o homem não acabasse com a caça predatória e continuasse matando fêmeas grávidas e animais de pequeno porte, em pouco tempo ocorreria a extinção de diversas espécies.

Em *A Aldeia Aérea*, Jules Verne demonstrou que a caça aos elefantes era uma atividade irracional, inclusive do ponto de vista econômico. Cerca de quarenta mil elefantes eram mortos anualmente, no continente africano e suas presas, que produziam setecentos e setenta mil quilogramas de marfim, tinham a Inglaterra como destino. Segundo Verne, o marfim retirado de um elefante morto valia cem francos, enquanto que, um elefante domesticado, que conduzia a carga levada por trinta e dois homens e caminhava quatro vezes mais que estes, além de ter uma longevidade maior, atingia, em locais como a Índia, por exemplo, o preço de mil e quinhentos a dois mil francos.

Jules Verne condenava as guerras que sacrificavam tantas vidas, representando um ônus pesado para todos e que eram muitas vezes movidas pela ambição pessoal de um indivíduo ou grupo social, pelo desejo de submeter a todos uma idéia, um modo de produção ou uma religião. Em *Norte contra Sul*,

escrito em 1887, ele falou sobre a guerra que dividiu os Estados Unidos: "Quatro anos tinha durado pois a sangrenta luta entre o Norte e o Sul. Tinha custado dois bilhões e setecentos milhões de dólares e as vidas preciosas de quinhentos mil homens." Em *Da Terra à Lua*, ele falou com ironia sobre o Gun Club, um clube que reunia os apreciadores das artes bélicas: "... fica evidente que a única preocupação daquela sociedade científica era a destruição da humanidade, com um fim filantrópico: o aperfeiçoamento das armas de guerra, consideradas como instrumentos de civilização. Era uma reunião de anjos exterminadores, e, afora isto, as melhores pessoas do mundo."

Como crítico do colonialismo, mostrou-se contra a política de extermínio dos povos nativos praticada pelos colonizadores e contra a exploração do trabalho, denunciando-as em suas histórias, como podemos verificar neste trecho: "A Companhia do Noroeste não recuava diante de qualquer ato imoral, quando se tratava de seus próprios interesses. Explorava os próprios empregados, especulava com a miséria dos índios, maltratava-os, embriagava-os para melhor poder roubá-los, zombava da lei do Parlamento que proibia a venda de bebidas alcólicas nos territórios índios e assim auferia lucros enormes a despeito da concorrência das sociedades americanas e russas..."

Desta forma, a energia, ofertada pela natureza, transformada e concretizada pelas pesquisas científicas, apareceu na coleção *Viagens Extraordinárias* como uma força capaz de libertar o homem do trabalho pesado, dos esforços que exauriam e consumiam o trabalhador. Verne tinha a convicção de que esta, ao acionar a máquina e substituir o homem com eficiência,

acelerando a produção, proporcionaria aos trabalhadores mais conforto, além de um tempo maior para que estes se dedicassem às atividades culturais e ao lazer.

Diferentemente da Utopia, de Thomas Morus, cujo significado é "lugar não-existente", o projeto de Verne - instrumentalizar os jovens, os herdeiros da Terra, para tomarem posse dela - visava o mundo real, o local onde as relações sociais ocorriam, ainda que combinasse sonho e realidade. As viagens realizadas pelos personagens de Verne aos "mundos conhecidos e desconhecidos", demonstraram que estes não pretendiam, como fez Robinson Crusoe, herói de Daniel Defoe (1660-1731), construir uma sociedade à imagem e semelhança da sua, com os mesmos valores e as mesmas contradições. Ao contrário, ela seria criada a partir dos ideais que impulsionaram a Revolução Francesa: "Liberdade, Igualdade e Fraternidade".

Influenciado por estes princípios, ele acreditava que a igualdade só poderia se concretizar através da instrução. Por meio do ensino, o homem, superior a todos os outros seres existentes e diferenciado destes pela sua capacidade de pensar e abstrair, ocuparia, no mundo moderno, um lugar, que antes do Renascimento pertencia à divindade.

A ciência esteve presente em todas as páginas das *Viagens Extraordinárias* e apareceu na obra de Jules Verne como a solução mágica: ao substituir, com êxito, os deuses, as fadas, os talismãs e as varinhas de condão, ela forneceu a chave para a resolução de todos os problemas que poderiam afligir os homens, conferindo-lhes "poderes especiais", frutos do pensamento lógico. Francis Lacassin, em "Os Náufragos da Terra. Os Primórdios da Ficção

Científica, afirma que na obra de Verne “não se esgueira nenhuma fada, a não ser a ‘fada elétrica”

A concepção de ciência, entretanto, apresentou ao longo da história diversas modificações relacionadas com a estrutura socio-econômica da sociedade onde ela se desenvolvia. Por isso, achamos importante fazer uma retrospectiva do pensamento científico, para melhor detectarmos as mudanças que ocorreram em sua trajetória, como estas se inseriram na conjuntura das sociedades européias e como foram incorporadas ao pensamento de Jules Verne.

Estas afirmações poderão ser confirmadas, progressivamente, à medida em que esta explanação for se desenvolvendo. Para isto, serão utilizadas as próprias palavras de Verne, seja através de entrevistas ou da fala dos seus personagens, além das inúmeras publicações de outros autores sobre o assunto.

1.1 - Jules Verne, Herdeiro do Pensamento Humanista.

Para dar início a nossa pesquisa, escolhemos o Renascimento porque verificamos que os cientistas e artistas deste período foram uma fonte de inspiração para Jules Verne.

Ao resgatar os valores políticos, econômicos, filosóficos e artísticos da Antiguidade Clássica, o Renascimento, que ocorreu na Europa, no fim da Idade Média, deu origem a uma revitalização cultural que atingiu todas as áreas do

saber. Este movimento, que apresentava aos homens da época uma visão antropocêntrica do mundo, em substituição à ótica teológica, foi o Humanismo.

O Humanismo, cujo polo de irradiação foi Florença, na Itália, expandiu-se por todo continente europeu, devido a uma série de fatores que se complementaram. A ascensão econômica da classe burguesa, favorecida pela prosperidade do comércio, pela descoberta de novas rotas de navegação e pelo aparecimento dos núcleos urbanos, fez com que esta se engajasse na luta pela centralização do poder real e passasse a financiar projetos, científicos, arquitetônicos e artísticos que simbolizassem a nova ordem social.

Os artistas, cujo aprendizado passava por fases distintas e obedecia a uma hierarquia pré-determinada, eram instruídos em diversas habilidades ou "ciências" e recebiam, pode-se dizer, uma instrução em tempo integral. Entre estes artistas, patrocinados pelos "mecenas", destacamos Leonardo da Vinci, admirado por Jules Verne em seu aspecto mais criativo: o homem que desejava fabricar asas para voar como os pássaros ou inventar aparelhos que o levasse ao fundo do mar, como somente os peixes podiam fazê-lo

Investindo na conquista do espaço geográfico, a burguesia patrocinou as pesquisas científicas e técnicas necessárias para torná-la viável. A expansão marítima e a descoberta do novo continente, onde, posteriormente, seria montado o sistema colonial, tornou-se possível a partir da utilização da bússola, da caravela e do leme de charneira. A invenção da imprensa, por sua vez, divulgou o movimento humanista, criando um campo propício para a veiculação de novas

idéias políticas, econômicas e científicas. As publicações começaram a ser feitas nas línguas nacionais, passando a atingir um número maior de leitores.

Os humanistas foram responsáveis pelas mudanças introduzidas na educação, assim como a retomada do ensino das línguas latina, grega, árabe, hebraica e aramaica e das ciências, como a medicina, astronomia e matemática. O homem voltava a ser a medida de todas as coisas, como desejava Pitágoras, o filósofo grego de 485 a.C. e se dirigia ao encontro de um saber científico fundamentado na razão e na lógica.

Para Colin Ronam, em *História Ilustrada da Ciência*, "A Revolução Científica de 1500-1600, contudo, não apenas afetou todos os campos da ciência como mudou as técnicas de investigação científica, os objetivos que o cientista estabelecia para si mesmo e o papel que a ciência poderia desempenhar na filosofia e até na própria sociedade. Uma mudança tão profunda não poderia acontecer simplesmente por si mesma, mas foi uma modificação geral no modo pelo qual o homem via a si mesmo e o mundo em que vivia."

O individualismo começou a se firmar como doutrina, transformando os valores do homem medieval, que começava a deixar o campo e partir para a cidade, ou mesmo, embarcar para reinos distantes, em busca de fortuna e ascensão social. A existência de "paraísos artificiais", onde o sofrimento era desconhecido e havia fartura de alimentos, era o sonho que movia as populações oprimidas em direção ao desconhecido. Na Península Ibérica, este local imaginário se chamava Cucaña; na Grã-Bretanha era Cockaigne; enquanto que na França era Cocagne e na Alemanha, País das Maçãs.

As utopias, aspirando o coletivismo em um tempo onde o individualismo se expandia, marcaram o início dos Tempos Modernos. A *Utopia* de Thomas Morus (1478-1535) e *A Cidade do Sol* de Campanella (1568-1639) foram os principais exemplos desse tipo de literatura, que girava em torno da construção de uma comunidade ideal, baseada na igualdade entre seus membros, urbanizada, planificada, possuidora de um poder central forte e onde a educação fazia parte das atribuições do Estado.[49]

O ensino das "humanidades" legou um componente ideológico à instrução, transformando-a em "educação". A educação extrapolava o período das aulas, tornando-se integral. Jean Delumeau, em *A Civilização do Renascimento*, mostrou que o Renascimento ao fazer uma releitura da ciência herdada dos gregos, ultrapassou-a, ampliando os seus domínios.

A sistematização racional do conhecimento enunciada por Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1569-1650), a partir da valorização do método experimental e da linguagem matemática teve um grande impacto na sociedade europeia. As ciências se beneficiaram com essa linguagem, usada primeiramente na astronomia e nas artes.

O caminho para o Iluminismo, Ilustração ou filosofia das "Luzes" estava aberto. Em "*O que é o Iluminismo?*" (*Aufklärung*), o filósofo alemão Emmanuel Kant (1724-1804) definiu os diversos conteúdos da filosofia iluminista, ao examinar o seu lema "Sapere Aude", que significa "Ousai Saber": "O que são as Luzes? A saída do homem de sua minoridade pela qual ele próprio

é o responsável. Minoridade, isto é incapacidade de se servir dele sem a direção de outrem. Sapere Aude! Tem a coragem de te servir de teu próprio entendimento. Eis a divisa das Luzes."[21]

Assim, os questionamentos colocados pelos iluministas, no século XVIII, que privilegiavam a razão em contraposição a tudo que era considerado irracional ou não-crítico; a autoridade emanada do povo, através de um Contrato Social, que se opunha àquela de origem divina, além do desafio que representava a lógica científica aos mistérios da religião, forneceram as bases teóricas para o movimento revolucionário que alterou a ordem estabelecida pelo Antigo Regime, criando as condições para a consolidação do capitalismo na França.

1.2 - A Influência da Revolução Francesa e da Revolução Industrial nas *Viagens Extraordinárias*.

A Revolução Francesa, em 1789, ao derrubar as instituições feudais, substituindo-as por outras, de inspiração liberal, procurou concretizar o ideal de "Liberdade, Igualdade e Fraternidade", principalmente, através da educação. O projeto educacional revolucionário foi assim expresso pelo Marquês de Condorcet: " Trata-se de desenvolver pelo ensino todas as faculdades e todos os talentos e, através dele, estabelecer entre os cidadãos uma igualdade de fato".[37]

A fundação da Escola Normal Superior e do Museu Nacional de História Natural, em 1794, e a criação da Escola Politécnica e do Instituto Nacional da França, em 1795, tiveram por objetivo a transformação do ensino

secundário e superior francês, dentro da tradição iluminista da crença na razão e no progresso.

A Revolução Francesa iniciou um processo de laicização do ensino, anteriormente, administrado por jesuítas, instituindo o exame competitivo, que premiava o mérito através da concessão de bolsas de estudo, além de inaugurar academias voltadas para a pesquisa. [25]

A participação dos cientistas na solução de problemas apresentados pela estrutura econômica e política da sociedade - como no caso do químico Lavoisier (1743-1794), chamado para realizar uma estimativa sobre renda nacional - deu uma nova feição às ciências. Em algumas décadas, os estabelecimentos educacionais, os laboratórios e as associações científicas multiplicaram-se por todo continente europeu.

A Revolução Industrial que ocorreu na Inglaterra no fim do século XVIII, também contribuiu para a disseminação de uma educação de base técnico-científica, ainda que, em sua primeira fase, a invenção de processos que permitiram o crescimento da indústria, tenha resultado da observação, experimentação e prática dos "homens de ofício" e não dos cientistas. [34]

A Inglaterra, que já no século anterior abolira os entraves do feudalismo e adotara a doutrina liberal do "Laissez-faire", com os lucros obtidos a partir do comércio marítimo, investiu no desenvolvimento dos transportes, garantindo o escoamento da produção e o aumento da produtividade. A separação entre trabalho e capital, a divisão do trabalho cada vez mais especializada, a

posse e a exploração de grandes jazidas de carvão mineral e a introdução da máquina a vapor como força motriz, além de condições políticas específicas, foram os principais fatores que contribuíram para que a Inglaterra tivesse a primazia da industrialização.

A partir de 1840, quando teve início a segunda fase da Revolução Industrial, verificou-se que foram os cientistas que a impulsionaram, utilizando seus conhecimentos para ampliarem a produção e dando a esta uma uniformidade, a partir do uso corrente da máquina a vapor, da turbina hidráulica, do transformador elétrico etc. Daí seus efeitos terem sido mais impactantes sobre a sociedade da época. [3]

Para o historiador Eric Hobsbawm, "Daquele momento em diante, era quase impossível que um país onde faltasse educação de massa e instituições de educação avançada viesse a se tornar uma economia 'moderna'; e vice-versa, países pobres e retrógrados que contavam com um bom sistema educacional, encontravam facilidade para iniciar o desenvolvimento, como por exemplo, a Suécia."

A sociedade europeia do século XIX, acreditava na instrução como via de acesso ao progresso e à felicidade, o que tornava a taxa de analfabetismo, principalmente entre a população masculina de europeus, cada vez menor. Segundo Hobsbawm, em 1875, esta na Suécia era apenas de 1%, na Alemanha 2%, na Suíça 6%, na Inglaterra e na França, respectivamente, 17% e 18%. A Rússia e a Espanha possuíam os índices mais altos de analfabetismo: a primeira com 79% e a segunda com 63%. Nessa época, verificou-se em toda

Europa o aparecimento de museus, teatros, galerias de arte e, principalmente, "salões de leitura". Em 1848, o continente europeu possuía cerca de 400 bibliotecas, contando com, aproximadamente, 17 milhões de volumes de livros.[25]

Liberto das restrições impostas pela Igreja, surgia um público de leitores ávidos por conhecimentos que os ajudassem a entender o mundo novo que se descortinava diante dos seus olhos. Em 1848, foi lançado o livro de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895), "*O Manifesto Comunista*" onde a história da sociedade foi apresentada, pela primeira vez, como a história da luta entre as classes e era proposto, através da supressão do estado burguês, o fim da exploração do homem pelo homem.

Os romances de Charles Dickens (1812-1870) obtiveram um grande sucesso entre o público, ao retratarem com exatidão as condições de vida dos trabalhadores londrinos: a pobreza, a falta de habitações, de saúde, de saneamento e de empregos, além de apontarem para o desconforto da infância, mostrando a outra face da industrialização, onde o desenvolvimento material contrastava com a crescente miséria urbana.

"A "ciência" era o centro daquela ideologia laica do progresso" [25] fato que talvez possa explicar porque o livro de Charles Darwin, (1809-1882) *A Origem das Espécies*, lançado em 1859, vendeu em um só dia, toda a sua edição, apesar de contrariar os ensinamentos milenares da Bíblia.[25] As descobertas feitas no campo do eletromagnetismo, a revelação das leis da termodinâmica e os avanços obtidos pela química contribuíram para acelerar ainda mais o processo

produtivo e foram responsáveis por uma série de conquistas tecnológicas. De certa forma, o desenvolvimento das ciências e das artes passou a ser vinculado ao desenvolvimento da produção.

Com o crescimento da população urbana, a idéia de progresso difundiu-se com a mesma rapidez que as locomotivas e os barcos a vapor imprimiram aos transportes, e o telégrafo e o telefone às comunicações. A idéia de ciência como uma "contemplação estática da verdade" desenvolvida na Grécia Antiga e divulgada na Europa durante toda a Idade Média, através, principalmente da obra de Aristóteles (384-322 a.C), foi completamente superada. Em seu lugar surgiu uma concepção de ciência instrumental, dinâmica, capaz de conjugar a um só tempo, teoria e prática.

Na segunda metade do século XIX, os efeitos da Revolução Industrial se fizeram sentir por toda Europa. O aumento da produção industrial tornou-se incompatível com a existência de mercados fechados, gerando crises no sistema colonial e suas relações de monopólios e privilégios. O trabalho escravo passou a ser criticado do ponto de vista econômico e conseqüentemente, ético. O livre-cambismo transformou-se em aspiração da burguesia, que passou a combater as monarquias absolutas, procurando controlar o poder do Estado, através de formas representativas de governo.

Diversas revoluções, com conteúdos diversos, mas, de modo geral chamadas liberais, ocorreram em toda Europa, principalmente, após o Congresso de Viena, em 1815. Em 1848, uma revolução cuja característica principal foi a de ser intercontinental, derrubou todos os governos da área correspondente aos

países da França, Alemanha, Áustria, Itália, Tchecoslováquia, Hungria, parte da Polônia e da Romênia e espalhou-se para locais remotos, como Brasil e Colômbia. [25]

Na França, a Revolução de 1848 foi chamada de "a primavera dos povos" e proclamou a República no dia 24 de fevereiro, do mesmo ano. Contou com a participação de vários setores da sociedade, principalmente, os intelectuais e os trabalhadores pobres. Seus ideais de esperança e liberdade, a crença em princípios democráticos, mais o clima de comemorações e festejos que envolvia a cidade, geraram a palavra "quarente-huitard" e influenciaram de maneira marcante a obra de Jules Verne, que àquela época chegava à Paris, vindo do interior.[12]

A busca da felicidade deveria ser o objetivo primordial de todo homem afirmavam os socialistas utópicos como Claude de Saint-Simon (1760-1825), Charles Fourier (1772-1832), Robert Owen (1771-1858) e outros. A realização deste objetivo se daria através da ciência e do trabalho, palavras de ordem nas publicações desses autores e que constituíram o tema central das *Viagens Extraordinárias*. [12]

Jules Verne assimilou muitas das doutrinas ideológicas de sua época. Podemos citar entre elas o anarquismo, o niilismo e o positivismo. Foi também bastante influenciado pelos socialistas utópicos, os chamados "capitães de indústria", caracterizados pela "combinação de romantismo, empreendimento e finança".[25a] Conhecidos pelo seu dinamismo, os socialistas foram os "construtores da rede de comunicações": dos seus sonhos surgiram as primeiras

estradas de ferro, as linhas de navegação turística e os canais, como o do Panamá e do Suez. Para o historiador Hobsbawm, tornava-se "impossível não partilhar a sensação de autoconfiança e orgulho que empolgava os que viveram através desta época heróica dos engenheiros..."

Para Jules Verne, que conferiu um caráter acumulativo à ciência, esta, ao se vincular à realidade, concretizando-se através do trabalho, permitiria ao homem exercer um domínio sobre a natureza, modificando-a e sendo modificado por ela também. Em seu livro *As Tribulações de um Chinês na China* encontramos a seguinte frase: "A felicidade consiste no estudo e no trabalho. O único meio de conseguí-la é tratar de adquirir a maior soma possível de conhecimentos."

Em toda a obra de Jules Verne, a ciência foi apresentada sob a perspectiva de aquisição coletiva e herança cultural da humanidade. Em *A Estrela do Sul*, o personagem central, o engenheiro Cipriano Mère, que obteve a segunda colocação ao se formar na Escola Politécnica - fato que lhe conferiu um "status" especial na sociedade francesa - ao ser solicitado a esconder dos homens a invenção do diamante sintético, afirmou: "Se eu guardasse para mim o segredo de minha descoberta, seria um falsário! Venderia com peso falso e enganaria o público sobre a qualidade da mercadoria! Os resultados adquiridos por um cientista não pertencem a ele! São parte de um patrimônio geral! Negociá-lo para si, em interesse egoísta e pessoal, a menor parcela que seja, é tornar-se culpado do ato mais vil que um homem pode cometer!"

No livro *O Náufrago do Cyntia* esta idéia reapareceu por intermédio de um dos personagens, o professor Malárius: "Porque o que é bom para uns não há de ser também para os outros? - dizia ele - Se os pobres não podem ter todas as alegrias cá neste mundo, porque se lhes há de recusar o prazer de conhecerem Homero e Shakespeare, de nomearem a estrela que os guia nos mares e a planta que calcam à superfície da terra? Lá virá o tempo em que o trabalho os consuma e os curve sobre os campos! Que ao menos na infância bebam em fontes puras e participem do patrimônio comum dos homens!"

Jules Verne procurou lutar pela construção de um mundo melhor, regido por leis mais justas, valendo-se da ciência para isto. Em *Os Quinhentos Milhões da Begum*, o Dr. Sarrasin apresentou a um congresso de cientistas a seguinte proposta: "Senhores, entre as causas da doença, da miséria e da morte que nos rodeiam, é preciso considerar uma a qual creio racional atribuir grande importância: são as deploráveis condições de higiene nas quais a maioria dos homens se encontram. Amontoam-se em cidades, em locais muitas vezes sem luz e sem ar, esses dois agentes indispensáveis à vida. Tais aglomerações humanas tornaram-se verdadeiros focos de infecção. Os que aí não encontram a morte pelo menos são atingidos em sua saúde. Sua força produtiva diminui e a sociedade perde, assim, grandes somas de trabalho que poderiam ser aplicadas nos mais preciosos empregos. Porque, senhores, não tentarmos o mais poderoso dos meios de persuasão - o exemplo? Porque não reunimos as forças de nossa imaginação para traçar o plano de uma cidade-modelo sobre bases rigorosamente científicas? Porque não consagramos logo o capital que dispomos para edificar essa cidade e apresentá-la ao mundo como ensinamento prático? (...) Teríamos lá enormes colégios onde a juventude educada segundo princípios adequados, próprios a

desenvolver e equilibrar as faculdades morais, físicas e intelectuais, preparar-nos-iam gerações fortes para o futuro!"

No mesmo livro, Jules Verne falou sobre um método de ensino "onde os ensinamentos do professor tendiam a desenvolver o espírito do aluno, submetendo-o a uma ginástica intelectual, calculada de modo a seguir a evolução natural de suas faculdades. Ensinava-lhe a amar a ciência em vez de saturá-lo com ela, evitando-lhe aquele saber que, segundo Montaigne, 'flutua na superfície do cérebro', mas não penetra o entendimento, não tornando nem mais sábio e nem melhor."

Em *Matias Sandorf*, Verne nos falou a respeito de seu personagem: "Matias Sandorf recebera instrução séria e sólida. Em lugar de se confinar aos prazeres e a ociosidade que a sua fortuna lhe permitia, seguira sua vocação, que o levava para as ciências físicas e estudos médicos. Esta vida estudiosa completou e solidificou as suas qualidades naturais, fazendo dele um homem, na mais larga acepção da palavra."

Para o autor, os limites impostos pela condição humana deixaram de representar obstáculos intransponíveis, graças à intermediação da máquina - gerada pela ciência. Assim, seus personagens alcançaram o espaço, atingiram as profundezas dos mares e se locomoveram em "mundos conhecidos e desconhecidos" usando as mais diversas formas de transporte.

As máquinas criadas por seus personagens não tinham por finalidade gerar lucro aos seus possuidores [12] e sim , oferecer-lhes mais comodidade,

segurança e velocidade, facilitando o trabalho e tornando o mundo menor e mais acessível. O capitão Nemo, personagem central de *Vinte Mil Léguas Submarinas*, era um príncipe indiano, formado em engenharia e instruído nos grandes centros urbanos. Partidário da libertação dos povos e contra a partilha da África e da Ásia pelos europeus, ele havia lutado contra o colonialismo que fazia a sua pátria refém do Império Britânico. O relacionamento que mantinha com a sua tripulação era baseado no respeito mútuo e na amizade, como pode ser observado neste trecho: "Construí meu estaleiro numa ilha deserta, em pleno oceano. Lá, os meus operários e eu, isto é, eu e os meus corajosos companheiros, a quem instruí e formei, concluímos o nosso Nautilus."

O submarino Nautilus, deslocava-se rapidamente e podia dar a volta ao mundo em um tempo jamais imaginado. Media setenta metros de comprimento, dos quais, dez eram ocupados por uma biblioteca, onde estavam reunidos doze mil volumes de ciências, história, romances e poesias, além de obras de arte como estátuas de mármore e bronze, miniaturas, quadros, tapeçarias, um órgão e partituras musicais, acessíveis a todos os tripulantes.

Verificamos em vários livros de Verne, que a hierarquia existente entre os personagens, se baseava no princípio de que a liderança deveria ser exercida, naturalmente, pelo mais sábio. Entre eles, encontramos em *A Ilha Misteriosa*, o seguinte: "o engenheiro tinha confiança porque se sentia capaz de arrancar daquela natureza selvagem tudo que fosse necessário para a vida de seus companheiros e para a sua, e estes nada temiam precisamente porque Cyrus estava com eles." E realmente, Cyrus providenciou todos os instrumentos necessários para tornar mais confortável sua estadia e a de seus amigos naquela

ilha deserta: construiu casas, cultivou os campos, refinou açúcar, explorou jazidas de ferro e fabricou aço, colocou em funcionamento um telégrafo e fez um elevador, utilizando a força de uma queda d'água.

Para os positivistas, " o conhecimento teórico tem como finalidade a previsão científica dos acontecimentos para fornecer à prática um conjunto de regras e normas, graças as quais a ação possa dominar, manipular e controlar a realidade natural e social. Daí entenderem que "uma sociedade ordenada e progressista deve ser dirigida pelos que possuem o espírito científico, de sorte que a política é um direito dos sábios, e a sua aplicação, uma tarefa de técnicos ou administradores competentes." [11]

Jules Verne procurou ressaltar a característica experimental da ciência nos seus livros, onde a ação deveria, ao se desenrolar, comprovar ou refutar uma teoria científica. Em *Viagem ao Centro da Terra* os personagens procuraram averiguar a veracidade daquela que afirmava que a temperatura da terra aumentaria progressivamente, até atingir, em seu centro, milhares de graus centígrados. Foi também questionada a possibilidade do interior da terra se encontrar em estado líquido. Durante a aventura, o professor Lindenbrock lembrou ao seu sobrinho e auxiliar que "a ciência está cheia de erros, mas de erros que convém conhecer, porque conduzem, pouco a pouco, à verdade."

Esta idéia foi reforçada em outro trecho do mesmo livro, quando o cientista afirmou que " a ciência é sempre passível de aperfeiçoamento e cada teoria é logo substituída por outra mais recente." Para Michel Foucault em *Júlio*

Verne- Uma Literatura Revolucionária, nos romances de Verne, a ciência não se torna recreativa, mas, ocorre "a re-criação a partir do discurso da ciência."

Jules Verne, como herdeiro dos ideais da Revolução Francesa, sabia que a igualdade entre os homens somente poderia se realizar, à medida em que todos tivessem acesso à educação e a melhores condições de vida. Em *O Caminho da França*, João Keller, um dos personagens centrais, dirigiu ao seu companheiro as seguintes palavras: "(...) a revolução de 1789 proclamou a igualdade na França e fará desaparecer os velhos preconceitos. Entre vós, franceses, todos são iguais uns aos outros. Torne-se, portanto, igual aos que são instruídos, para chegar até onde a instrução pode conduzir."

Em um estudo realizado por Georges Borgeaud *Júlio Verne e seus Ilustradores*, ele assim se referiu ao escritor: "Não desejou nos entreter com um outro lugar indeterminado, com um planeta melhor que o nosso. Ele acreditava, antes, que a maravilha que é existir ainda não tinha sido descoberta, que ainda não tinha sido descoberto o poder do concreto. É um dos que recusam as aparências. Viaja tanto ao centro da terra como ao centro de seu coração. De seus livros, pode-se tirar a certeza de que a vida vale a pena ser vivida, que o homem descobrirá o sentido de viver, que máquinas de sua invenção lhe permitirão violar os mistérios existentes e, quem sabe, os elementos de uma eternidade."

Roland Barthes achava que "Verne não procurava distender o mundo segundo as vias românticas de evasão ou de planos místicos de infinitos: procurava incessantemente retrai-lo, reduzi-lo a um espaço conhecido e fechado,

que o homem poderia habitar confortavelmente: o mundo pode tirar tudo de si próprio, para existir não necessita de mais nada além do homem “

Na obra de Verne, a ciência ocupou o plano central e teve um papel revolucionário, porque a partir dela, o mundo poderia ser transformado e um futuro melhor ser construído para o homem, pelo homem. Como os humanistas, Verne acreditava que o ser humano deveria ser a medida de todas as coisas, pois, como ele afirmou em *O Eterno Adão*, "o homem era grande, maior do que um universo imenso, que dominaria como mestre, num dia próximo."

Segundo Capítulo

ENERGIA E MÁQUINA

"O homem havia penetrado nas entranhas da terra e delas extraído a hulha abundante fonte de calor; havia liberado a força latente da água, e desde então o vapor movimentava os pesados comboios através de tiras de ferro ou acionava inúmeras máquinas poderosas, delicadas e precisas; graças a essas máquinas, ele também tecia as fibras vegetais e podia manipular à vontade os metais, o mármore e a rocha."

Jules Verne in *O Eterno Adão*

2-Conceituação de Energia.

Jules Verne, em 1900, escreveu *A Caça ao Meteoro*, onde fez a seguinte definição de energia: "... por muito que se decomponha (a matéria) em moléculas, átomos e partículas, sempre restará uma última fração através da qual se recolocará integralmente o problema e seu eterno recomeço, até o momento em que se admita um princípio primeiro que já não será matéria. Este primeiro princípio imaterial é a energia."

A palavra energia, do grego *energeia*, que significa "força em movimento", originou-se da junção dos vocábulos *energes* e *ergon*, que podem ser traduzidos, respectivamente, pelas palavras *ativo* e *trabalho*. [60]

Por se tratar de uma construção teórica, uma vez que não podemos ver ou tocar a energia, podemos apenas lidar com as diversas formas pelas quais ela se apresenta, a Física a define "como a capacidade de realizar trabalho". Trabalho é conceituado como "o fator responsável por algum tipo de mudança em relações físicas, seja de forma, tempo ou lugar" [9] [6] alguns autores, entretanto, fazem

objeções a esta definição por entenderem que ela omite os desdobramentos contidos no conceito.[6]

Barry Commoner em seu livro *Energias Alternativas - Novas Energias para um Mundo Novo*, considera que " Toda atividade humana - agricultura, indústria, transporte, comunicação e inclusive, nossa sobrevivência biológica - é absolutamente dependente do trabalho e portanto da energia, a única fonte de trabalho."O autor afirma ser a energia "absoluta e universalmente insubstituível. Ela é a fonte de todo trabalho realizado no sistema de produção".[14]

Podemos encontrar também ligada à energia a idéia de conversão, presente em todas as etapas da história humana. Para Eduardo Gianneti Fonseca, "Intrinsecamente associada à noção de energia, imprescindível para uma primeira aproximação do real significado da energia na vida econômica, é a noção de conversão. Prosseguindo nesta linha de pensamento, ele afirma: "Para que os fluxos de energia que constituem as condições naturais de sua existência possam ser aproveitados economicamente, isto é, como valores de uso pelo homem, é necessária a intervenção do conversor de energia." O autor cita o organismo humano, em seu processo de digestão, como o primeiro conversor existente, uma vez que este se apropria da energia química contida nos alimentos e a transforma em combustível para gerar calor e movimento, seja muscular ou cerebral.[9]

A conceituação de Energia passou por diversas mudanças ao longo dos séculos. Estas transformações estão relacionadas ao modo pelo qual uma sociedade, em uma determinada época, se apropria e faz uso dos recursos energéticos. Citado no livro de Darcy Ribeiro, *O Processo Civilizatório. Etapas*

da Evolução Sóciocultural, o antropólogo Leslie White, ao escrever sobre o desenvolvimento social, considerou como critério de avaliação do estágio cultural de uma comunidade, o controle e a utilização que esta fazia das fontes energéticas; daí ter feito a classificação de uma Idade da Caça e da Coleta, Idade dos Cereais e Idade do Carvão.[42]

Desde os primórdios da existência do homem sobre a terra, que este aprendeu a conhecer e a utilizar a sua energia muscular, a energia do sol, das águas, dos ventos, do fogo, assim como a tração animal. No entanto, durante um longo período, a introdução de qualquer aperfeiçoamento capaz de otimizar o sistema empregado, ou mesmo a busca de uma nova fonte energética, se deparava com o obstáculo que constituía a energia humana sob a forma de escravidão ou servidão. *

A desqualificação social do trabalho teve origem na antiguidade clássica, com a instituição do trabalho escravo. A exploração do trabalho era exercida baseada no direito de propriedade sobre a pessoa do trabalhador. A escravidão passou a ter uma influência que se estendeu a todos setores da sociedade. A partir daí, verificou-se uma separação entre a teoria e a prática, entre a filosofia- a ciência da natureza - e as artes mecânicas ou artesanais. Enquanto a primeira era considerada uma atividade nobre, condizente com a cidadania, as artes manuais, segundo os valores vigentes, passavam a ser consideradas atividades próprias para escravos.

Na Grécia Antiga, verificamos que essa separação tornou-se visível, principalmente na medicina, onde o médico transferiu ao farmacêutico a função

de administrar os remédios ao doente e ao barbeiro, a de operá-lo, enquanto que a sua atividade ficava limitada ao diagnóstico da doença e ao tratamento a ser seguido. Platão, em *Diálogos*, censurou Arquitas de Tarento pela invenção e utilização de instrumentos mecânicos, com a finalidade de encontrar soluções para a geometria. Aristóteles, em *Política*, temia que as máquinas pudessem gerar o desemprego e as classificava em duas classes: as inanimadas e as animadas ou seja, os escravos.[27]

Entre os cristãos, o trabalho era considerado como castigo ou expiação, cuja existência era justificada devido a transgressão do homem à autoridade divina. Para os romanos, a atividade produtiva correspondia a idéia que se tinha da palavra trabalho, do latim *tripaliare*, cujo significado era torturar. [19]

A concepção do escravo como um "instrumento animado"[41]firmou-se no mundo ocidental, onde os governantes acreditavam que a utilização de qualquer máquina que pudesse otimizar o trabalho humano, poderia levar à subversão do regime. Esta visão não sofreria grandes modificações até a Idade Contemporânea. No século XVI, enquanto as novas descobertas, invenções e tratados sobre a técnica adquiriam um novo impulso, o Parlamento Inglês, em 1552, aprovou uma lei que proibia o uso de um moinho mecânico. Em 1623, o rei inglês Carlos I mandou destruir uma máquina de fabricar agulhas. Daí, os avanços técnicos obtidos, relacionados a otimização dos recursos energéticos, terem sido muito lentos, até a Revolução Industrial.

2.1- Conceituação e Potência Estimada das Máquinas na Antiguidade Clássica, Idade Média e Idade Moderna.

Os primeiros moinhos de água, movidos por rodas verticais ou horizontais, foram registrados por volta do século II a.C., na Grécia e em Roma e tinham por função realizar a moagem de cereais. O geógrafo grego Estrabão, no século I a.C., escreveu sobre um moinho existente no palácio do rei do Ponto, Mitríades, na cidade de Cabira (Ásia Menor), cuja potência era de 0,5 hp. [9]

Vitrúvio, arquiteto romano do século I a.C., registrou a sua arte e experiência nos dez volumes do Tratado De Architectura. No livro sobre as máquinas, o volume X, fez uma descrição detalhada de um moinho hidráulico. Ao escrever sobre a "tremonha suspensa sobre a mó", indicou a presença de um "dispositivo auto-regulador" ou automático, o que tornou necessária a conceituação de máquina.[28]

A palavra máquina origina-se do grego mekhanos, cujo significado é artifício, artil. A sua similar latina é a machina, definida pelos mecânicos de Alexandria como "um artifício constituído de sólidos geometricamente simples, articulados segundo uma ordem predeterminada, necessária e suficiente para que, aplicada uma força ao conjunto, realize este movimento em um objeto (exterior à máquina) que, sem o conjunto, não seria possível."[28]

São as máquinas que possibilitam a transformação da matéria em energia. Na Antiguidade Clássica, os gregos já conheciam as chamadas

"máquinas simples", ou seja, aquelas que apareciam quase como um prolongamento do corpo humano, potencializando as suas habilidades e direcionando uma força natural: a alavanca, a roda, a roldana, o plano inclinado, a cunha e o parafuso ou hélice, a biela e o pêndulo.[39]

Na Antiguidade, já existia a noção de que a água aquecida pode se transformar em vapor. Nessa época foi registrada a existência da primeira máquina movida a vapor, atribuída à Heron de Alexandria, cujo nome era aeolipile. Os inventos a vapor, entretanto, permaneceram esquecidos durante vários séculos.[39] A escravidão dispensava a aplicação de tecnologias mais sofisticadas e as máquinas de funcionamento mais simples e resistentes eram as adotadas.

Vitrúvio fez uma estimativa do número das máquinas existentes na sua época e o uso que se fazia delas:

máquinas para elevar a água, usadas na irrigação, 5;

máquinas para transportar peso, usadas na construção, 5;

máquinas para transportar matéria-prima, no caso, cereais, 1;

máquinas de guerra, 8

máquinas para a produção de "efeitos especiais": máquina de calcular chamada odômetro, 1 e máquina musical (orgão) hidráulica, 1.

Os materiais usados na confecção dessas máquinas eram a madeira, o metal - principalmente o cobre - e a corda. As máquinas utilizavam energia animal e energia hidráulica.[28]

No começo da Idade Média, a potência dos moinhos de água era de cerca de 3 hp. Os servos e os vilões eram obrigados a moerem seu cereal nos moinhos dos senhores feudais e apesar do imposto que incidia sobre o seu uso, a banalidade ou poia,[40] os moinhos tornaram-se muito populares no decorrer de todo período medieval. Uma estimativa feita no século XI, mostra que somente na Inglaterra foram contados 5.624 moinhos hidráulicos.[9]

Os moinhos de vento foram introduzidos na Europa pelos árabes, por volta do século VIII e o seu uso tornou-se comum nas cidades banhadas pelo Mediterrâneo, Báltico e Mar do Norte. A capacidade de produção de um moinho de vento era determinada pela envergadura de suas velas e pela velocidade do vento. Com potência semelhante aos hidráulicos, os moinhos de vento, popularizados pela literatura medieval, foram empregados também na mineração e na drenagem dos pântanos. No século XVII, as Províncias Unidas (Holanda e Bélgica) possuíam cerca de 8.000 moinhos de vento.[28]

A passagem da Idade Média para a Idade Moderna assinalou o aparecimento de sociedades por ações, cujos acionistas investiam em especiarias, vinho, lã, na construção naval, na abertura de canais e em moinhos - hidráulicos e de vento - que produziam papel, serravam mármore e madeira.

Em 1558, Agostino Ramelli, em Paris, ao escrever sobre a técnica em *Diverse et Artificiose Machine*, inventariou 195 máquinas existentes, entre elas:

máquinas para a elevação de água, 97;

máquinas para moer cereais, 20;

máquinas para a construção, 20;

- máquinas de guerra, 35;
- máquinas para a drenagem, 11;
- máquinas para serrar mármore, 2;
- máquinas para serrar madeira, 1;
- máquinas para movimentar foles para forja, 1.

Destas máquinas, um terço delas usavam energia hidráulica; três utilizavam energia eólica e as outras eram movimentadas pela energia humana e animal.

Até o século XVII, a potência média de um moinho hidráulico e de um moinho de vento era a mesma, ou seja, cerca de 5 hp. Entretanto, uma vez que os ventos se restringiam a uma determinada área da Europa, a água foi a principal força motriz empregada.

Segundo Mário G. Losano, em seu livro *História de Autômatos*, "À medida que o século XVII progride, o saber científico realiza progressos revolucionários. Em sua primeira metade, virão à luz as obras de Galileu Galilei (1564-1642). Na mecânica dos fluídos, a superação das noções clássicas ocorre com a experiência de Evangelista Torricelli, discípulo de Galileu Galilei, em 1644." A mecânica clássica sustentava que as bombas de sucção baseavam-se no princípio segundo o qual a natureza repele o vácuo; entretanto Torricelli demonstrou em seu experimento que a água não saía do tubo atraída pelo vácuo, mas era mantida a uma certa altura devido à pressão atmosférica.

No livro *As Máquinas e as Cidades - Uma Introdução à História da Máquina*, Júlio Roberto Katinsky fez a seguinte observação sobre a experiência de Torricelli: "A importância prática desta revolucionária descoberta não passou despercebida dos contemporâneos: a possibilidade de utilizar a pressão atmosférica como fonte de energia já será sugerida por Otto Guericke em 1654 e Huygens em 1670. Mas enquanto Huygens engenhosamente pensava utilizar a explosão da pólvora para conseguir o vácuo necessário no interior do cilindro, Papin sugeriu o uso do vapor d'água."

Em *Histoire Générale des Techniques*, no capítulo Meios Tradicionais a Vapor, publicado sob a direção de Maurice Daumas, verificamos vários pesquisadores, quase que simultaneamente, estudaram e realizaram experiências com a utilização do vapor: Giambatista della Porta, Edward Somerset - Marquês de Worcester-, Huygens, Otto Guericke, Thomas Savery, Newcomen e Denis ou Daniel Papin.

Um documento datado de 1685, atribuído ao Mecânico-mor do rei Carlos II, Sir Samuel Morland, diz o seguinte: "Quando a água é evaporada pelo fogo, os vapores exigem um espaço maior, aproximadamente 2.000 vezes o espaço ocupado pela água. Ao serem submetidos a confinamento, eles farão explodir uma peça de artilharia. Mas sendo controlados levam sua carga tranquilamente como bons cavalos, e assim podem ser de grande utilidade para a humanidade..."[39]

Na Europa, verificou-se o surgimento das primeiras fábricas instaladas junto aos rios, cujas águas deveriam possuir força suficiente para acionar as suas

máquinas. Quando isto não acontecia, tornava-se necessária a construção de barragens e quedas d'água. Daí, as primeiras máquinas a vapor terem a função de elevar a água dos córregos até o nível dos reservatórios, ou ainda, retirar a água infiltrada das minas de carvão.[34]

A máquina a vapor de James Watt, patenteada em 1769, fez parte de uma série de invenções, que se mostraram de grande utilidade para as indústrias e apressaram o seu crescimento:

1763 - a lançadeira volante de John Kay;

1764 - a máquina de fiar de Hargreaves, a Spinning Jenny;

1769 - a Water Frame de Richard Arkwright;

1779 - a Mule, máquina de fiar hidráulica de Samuel Crompton;

1785 - o tear mecânico de Cartwright;

1792 - a lançadeira automática de Kelly.

Em 1793, Watt criou a unidade cavalo-vapor para designar a potência capaz de "levantar 33.000 libras à altura de um pé, em um minuto", considerando que um cavalo poderia executar o trabalho diário executado por cinco ou seis homens.[28] Jules Verne, em 1870, quando escreveu *Vinte Mil Léguas Submarinas*, demonstrou aos seus leitores o entusiasmo que sentia em relação ao assunto: "Um cavalo-vapor não é sujeito nem à fadiga, nem a doença. Por todos os tempos, sob todas as latitudes, sob o sol, sob a chuva, sob a neve, ele segue sem se esgotar."

Podemos observar, em outro de seus livros, a mesma disposição. Em *A Casa a Vapor*, publicado em 1880, ele declarou, através de seu personagem,

Banks: " Um cavalo-vapor equivale em força a três ou quatro cavalos de sangue e essa força ainda é suscetível de aumentar. Um cavalo-vapor não tem de recear os ataques das feras e a mordedura das serpentes, o ferrão dos mosquitos e de outros temíveis insetos. Não precisa do aguilhão do carreiro, do chicote do condutor. Não descansa, não dorme. O cavalo-vapor é superior a todos os animais que a Providência pôs à disposição da humanidade. Um pouco de azeite ou gordura, um pouco de carvão ou de lenha, é tudo quanto consome."

Um levantamento realizado por J.R. Forbes mostrou que em 1800, a Grã-Bretanha possuía quatrocentas e noventa e seis máquinas de Watt, empregadas em diferentes setores, como metalúrgicas, minas de hulha, fábricas têxteis e cervejarias. Dessas máquinas, trezentas e oito eram rotativas, cento e sessenta e quatro, bombeadoras e vinte e quatro de jato a ar. A potência média das máquinas era calculada em 16 hp, enquanto que a máxima podia chegar a 40 hp.

À medida que a ciência avançava em relação às pesquisas sobre a mecânica, a expansão dos gases, o calor e a pressão atmosférica, a máquina a vapor passava por contínuos ajustes, cujo objetivo era obter maior eficiência térmica, o que permitiria um maior rendimento. As atividades científicas eram desenvolvidas em laboratórios e seus resultados aplicados à produção de mercadorias.

O desenvolvimento da siderurgia forneceu os alicerces da indústria moderna, ao substituir as máquinas, que até então eram feitas de madeira, pelas de ferro. Segundo Paul Mantoux, "Os moinhos a vapor, conhecidos como *albion*

mills , montados entre 1785 e 1788, pelo engenheiro John Renne, de acordo com as plantas de Watt, são considerados o primeiro estabelecimento importante, no qual todas as peças do equipamento - eixos, rodas, cumeeiras, eixos-motores - eram de metal." Essas substituições deixaram de ser um fato isolado e em pouco tempo se estenderam a todos os estabelecimentos industriais.[34]

2.2 A Energia como Mercadoria. O Maquinismo e a Automatização da Produção.

A energia, que foi o principal agente de transformação dessa época, passou a ser considerada como um bem econômico, passível de acumulação e armazenamento. Com a introdução de novas forças motrizes, a posse da terra, que era até então a maior fonte de riqueza, foi superada pela posse das fontes de energia, base da indústria [23]

Com a advento da Revolução Industrial, a energia foi colocada no mercado, sob as mais diversas formas, todas ligadas à satisfação das necessidades básicas do homem: vestuário, transportes, cocção de alimentos, iluminação e aquecimento das residências, entre outras [9]

O valor da energia foi incorporado ao bem produzido, como veremos na explicação fornecida por Marx, em *O Capital*: "certos meios de produção não entram materialmente no produto, a saber, as matérias auxiliares que são consumidas pelos meios de trabalho em seu funcionamento, como o carvão da maquina a vapor, ou que apenas auxiliam o processo, como o gás de iluminação etc. Seu valor circula na circulação do produto. É o que tem em comum com o

capital fixo." Este exemplo pode ser aplicado também à energia elétrica, que não entra na composição do produto que ajuda a fabricar: " ao acionar máquinas ou ao iluminar fábricas, o valor da eletricidade se transmite às mercadorias no próprio processo produtivo ."[47]

Ao potencializar o trabalho humano, a energia viabilizou o aumento da produção, o que, posteriormente, iria alterar toda a estrutura produtiva. O trabalho individual ou familiar que era feito nas residências dos trabalhadores, foi substituído pelo coletivo e passou a ser executado nos estabelecimentos industriais, as fábricas. A força de trabalho, transformada em mercadoria, era vendida pelos seus possuidores, homens, mulheres e crianças, em jornadas que duravam de 12 a 18 horas, em troca de um salário que lhes permitisse a manutenção das suas condições de existência.

A divisão do trabalho tornou-se cada vez mais especializada. A máquina começou a substituir os trabalhadores em múltiplas tarefas e a ser usada nos diversos setores da produção. "O trabalhador, em vez de produzir passa a ser necessário apenas para regular, carregar e acionar a máquina e depois para desligá-la, descarregá-la e pô-la novamente em condições de funcionar. De produtor, o operário é literalmente reduzido a servente de um mecanismo, com cuja força, regularidade e velocidade ele não pode competir."[51]

A automatização da produção e a busca de novas fontes de energia dinamizaram a vida econômica e transformaram as relações sociais: "O mundo industrial tornou-se como uma imensa fábrica, onde a aceleração do motor, sua

desaceleração e suas paralisações modificam a atividade dos operários e regulam a produtividade." [34]

O uso das máquinas foi, mais uma vez, associado ao desemprego, uma vez que para os operários, aquelas eram responsáveis pela desestruturação do sistema corporativista de trabalho, pela queda vertiginosa de seus salários e pelas suas privações. Verificou-se, então, o acirramento de um movimento revoltoso que visava a destruição das máquinas, assim como a aparição de leis especiais para reprimí-lo: data de 1769 a lei que punia com a morte os participantes deste movimento. Esta lei foi reiterada em 1811, pelos governantes da Inglaterra e aplicada, apesar de ter sido contestada em 1812, na Câmara dos Lordes, por um de seus mais ilustres membros, Lord Byron.[26]

Jules Verne, em 1865, quando publicou o primeiro volume da coleção *Viagens Extraordinárias*, o livro *Cinco Semanas em um Balão*, advertiu os seus leitores sobre a proximidade de uma época onde "se realizarão descobertas ainda mais assombrosas que o vapor ou a eletricidade (...) em que a indústria absorverá tudo em proveito próprio! Por inventarem as máquinas, os homens serão engolidos por elas! "

Segundo Antonio Carlos Bôa Nova, em *Energia e Classes Sociais no Brasil*, "O advento das máquinas industriais assinala uma etapa importante na evolução instrumental e poderia ser considerado um verdadeiro salto qualitativo no processo de exteriorização do corpo humano. Primeiro, pela ruptura da barreira orgânica que restringia o trabalhador a manejar apenas uma ferramenta de cada vez. Ao colocar em ação o mecanismo da máquina, ele passa a operar

vários instrumentos simultaneamente e, em consequência, realiza uma produção muito maior, no mesmo intervalo de tempo. Em segundo lugar, pela exteriorização da habilidade instrumental acumulada, que se corporifica na máquina. Esta já é "programada" a fim de "fazer" a tarefa, e para isso basta acionar o seu mecanismo e alimentá-la de matéria-prima."

Teve início a "era do maquinismo", caracterizada por Paul Mantoux como um "fenômeno de ordem secundária", mais uma consequência do desenvolvimento do comércio e da divisão especializada do trabalho. Para ele, "O que é recente não são as máquinas, é o maquinismo." Assim, a utilização das máquinas, de forma sistemática, é o que diferencia e "caracteriza a nova forma de produção em relação a todas as precedentes." Pois, "O progresso da produção e das trocas são tão estreitamente ligados e exercem entre si tantas influências recíprocas que, frequentemente, é difícil encontrar sua real filiação. Ora é o desenvolvimento da indústria que, obrigando-a a encontrar novos mercados, aumenta e multiplica as relações comerciais; ora é, ao contrário, a extensão do mercado comercial, com as novas necessidades que provoca, que suscita a empresa industrial. Atualmente, o primeiro caso é o mais comum. A grande indústria movida por uma força interior - a do maquinismo - arrasta em sua marcha o comércio e o crédito, que para ela empreendem a conquista do mundo. Aliás, parece natural que pela produção se regulem os outros fenômenos da vida econômica, da qual ela é, ao que parece, o ponto de partida necessário." [34]

Marx, em *O Capital*, conceituou maquinismo da seguinte forma: "Quando a ferramenta propriamente dita se transfere do homem para o mecanismo, a máquina toma o lugar da simples ferramenta." Nesta obra, Marx

fez uma análise sobre as máquinas e as dividiu em três partes: o motor, a transmissão e a máquina ferramenta ou a máquina de trabalho. "O motor é a força motriz de todo o mecanismo. Produz sua própria força motriz, como a máquina a vapor, a máquina a ar quente, a máquina eletromagnética etc, ou recebe o impulso de uma força natural externa adrede preparada, como a roda hidráulica, o impulso da água, as asas do moinho, a força do vento etc. A transmissão é constituída de volantes, eixos, rodas dentadas, turbinas, barras cabos e cordas, dispositivos e engrenagens de transmissão da mais variada espécie. Regula o movimento, transforma-o quando necessário, de forma, por exemplo, perpendicular em circular, distribui-o e transmite às máquinas ferramentas que se apodera do objeto de trabalho e o transforma de acordo com o fim desejado. É desta parte da maquinaria, a máquina ferramenta, que parte a Revolução Industrial do século XVIII. E a máquina ferramenta continua a servir de ponto de partida sempre que se trata de transformar um ofício ou manufatura em exploração mecanizada".[34]

J. R. Forbes em *A História da Tecnologia* fez uma estimativa sobre as máquinas existentes a partir do século XVIII, o que nos fornece uma visão do progressivo melhoramento delas:

- 1702, máquina de Thomas Savery, 1 hp;
- 1717, máquina de Savery (São Petesburgo), 5,5 hp;
- 1732, máquina de Newcomen (França), 12hp;
- 1765, máquina atmosférica de Smeaton, 4,5 hp;
- 1772, máquina de Smeaton (Long Benton), 40 hp;
- 1778, máquina de Watt (Soho), 13,8 hp;
- 1793, máquina atmosférica de Thompsom, 48 hp;

- 1807, máquina marítima de Fulton, 20 hp;
- 1812, máquina de alta pressão de Evans e Trevithick, de 100 hp;
- 1837, máquina de Cornwall (para as águas de Londres), 135 hp;
- 1846, máquina de Corliss (excepcional para a época), 260 hp;
- 1850, máquina composta de Woolf, 40-50 hp;
- 1870, máquina de Sulzer, 400 hp;
- 1876, máquina de Corliss (para a exposição de Filadelfia), 2.500 hp;
- 1881, máquina de estação de energia do Edson's Pearl Street, 175 hp;
- 1900, máquinas de estações de energia elétrica, 1.000 e mais de 1.000

hp[28]

A partir da análise dos dados obtidos, podemos concluir que embora as fontes energéticas fossem conhecidas e utilizadas, desde milênios a.C., a exploração delas só seria sistematizada e intensificada a partir do século XVIII. Assim como aconteceu com as máquinas, que só alcançaram um desenvolvimento pleno, quando o contexto econômico e político da sociedade permitiu. Verificamos, como afirma Paul Mantoux, que "a história das invenções não é somente a dos inventores, mas da experiência coletiva que pouco a pouco resolve os problemas postos pelas necessidades coletivas".

Assim, para que o uso da máquina se difundisse e o maquinismo se estabelecesse, foi necessária a existência de um mercado consumidor forte, o que pressupunha a abolição da servidão e da escravidão e a instituição do trabalho assalariado. Por sua vez, para que tal fato ocorresse, houve uma transformação nos valores da sociedade. A terra, que era valorada como a maior fonte de riqueza, constituindo o chamado bem de raiz, tornou-se secundária em relação

aos bens gerados pela posse das fontes de energia. Daí, as fontes energéticas serem chamadas por nomes que evidenciavam esta realidade: Indias Negras, para as jazidas carboníferas; Ouro Negro para o petróleo e Fada Elétrica para a eletricidade.

Terceiro Capítulo

AS FONTES ENERGÉTICAS NAS VIAGENS EXTRAORDINÁRIAS

"Quando a Cidade do Carvão se iluminava com os raios dos seus discos elétricos, suspensos nos pilares da cúpula e nos arcos das naves, o seu aspecto era completamente fantástico e justificava integralmente as recomendações que faziam desta povoação subterrânea os guias de viagem."

Jules Verne in *As Indias Negras*.

3.1 O Carvão: *As Indias Negras, Os Quinhentos Milhões da Begum e Fora dos Eixos*.

Em 1877, Jules Verne escreveu *As Indias Negras*, um romance ambientado na Escócia, nas minas de carvão de Aberfoyle, condado de Stirling. A escolha do nome deste livro recebeu a seguinte justificativa do seu autor: "Os ingleses deram ao conjunto das vastas hulheiras que possuem, um nome extremamente significativo. Deram às minas, com muita razão, o nome de Indias Negras, as quais têm decerto contribuído mais que as próprias Indias Orientais para o fabuloso desenvolvimento de sua imensa riqueza. É nelas com efeito que, noite e dia, vive uma população inteira de mineiros, ocupada em extrair do subsolo do Reino Unido o carvão-de-pedra, precioso combustível - elemento hoje indispensável às exigências da vida industrial."

O historiador Paul Mantoux, em *A Revolução Industrial no Século XVIII*, conferiu ao carvão mineral (graefa, vocábulo de origem germânica, carvão de pedra ou carvão do mar, porque extraído na orla marítima) um papel de destaque no processo de industrialização inglesa: "O carvão consumido em Londres vinha, principalmente, de Newcastle: era objeto de um comércio muito

importante, que fizera dessa cidade um grande porto e um dos principais centros de recrutamento da Marinha Real. Esse comércio abrangia os países estrangeiros e dava tais lucros que se comparava, sob esse aspecto, às empresas coloniais: as minas de Northumberland já eram as "Índias Negras".[34]

Jules Verne mostrou aos seus leitores a origem das jazidas de hulha, procurando familiarizá-los com o assunto: " Que se passou neste cadinho imenso, onde se acumulava a matéria vegetal soterrada em diferentes profundidades? Uma verdadeira operação química, uma espécie de destilação. Todo carbono que os vegetais continham se foi aglomerando, dando lugar a que a hulha se formasse gradualmente sob a dupla influência de uma pressão enorme e da elevada temperatura que lhe fornecia o calor interno. Assim pois, nesta lenta mas irresistível reação, um reino substituíu o outro. Transformava -se em mineral o vegetal. Petrificavam-se as plantas que, sob a poderosa seiva dos primeiros dias, haviam tido uma existência vegetativa. Algumas dessas substâncias, encerradas em tão vasto herbário e ainda não de todo transformadas, deixavam a sua forma esculpida em outros produtos, que, por se mineralizarem mais depressa, as apertavam e comprimiam, como poderia fazê-lo uma prensa hidráulica de força incalculável. Ao mesmo tempo, várias conchas e zoófitos, tais como estrelas-do-mar, pólipos, esperíferas e até mesmo peixes e lagartos, arrebatados pelas águas, estampavam sobre a hulha ainda branda a sua impressão com a máxima nitidez."

A composição química do carvão mineral - carbono, oxigênio e hidrogênio- e a proporção que esses elementos constitutivos se combinam no tempo geológico, determinam os diferentes tipos de carvão e o seu poder calorífero. Desta forma, quanto mais antigo for o depósito de carvão, maior será o teor de carbono e menor o de oxigênio e hidrogênio. Essa diferenciação foi explicada por Jules Verne em função da pressão existente no interior da terra:

"Efetivamente, é à força da pressão que se devem as diversas espécies de hulha de que se serve a indústria. É por isso que nas mais baixas camadas do terreno hulheiro se encontra a *antracite* (antracito) que, privada quase completamente de material volátil, encerra extraordinária quantidade de carbono. Nas camadas superiores, pelo contrário, aparecem a *lenhite* (linhito) e a *madeira fóssil*, substâncias nas quais é infinitamente menor a quantidade de carbono. Entre estas duas camadas, segundo o grau de pressão por que elas foram passando, é que se observam os filões de *grafites* e as *hulhas gordas ou magras*."

Os registros sobre o uso do carvão mineral como combustível foram citados por Verne: " Sem investigar arqueologicamente se os gregos e os romanos fizeram uso da hulha, se os chineses se utilizaram das minas de carvão-de-pedra muito antes da era cristã, sem discutir se o combustível mineral deve realmente o nome que tem ao ferrador Houillos, que vivia na Bélgica pelo século XII, pode-se contudo afirmar que as bacias hulheiras da Grã-bretanha foram as primeiras cuja exploração se encetou regularmente. No século XI já Guilherme, o Conquistador, dividia entre os seus companheiros de armas o produto das jazidas de Newcastle. No século XII aparece também Henrique III concedendo licença para ser explorado o carvão marinho. Finalmente, nos últimos anos desse mesmo século, já começa a fazer-se menção aos depósitos da Escócia e do principado de Gales."

A hulha foi utilizada com regularidade, na Inglaterra, desde a Idade Média. Paul Mantoux escreveu sobre um documento de 852, citado no *Anglo-Saxon Chronicle*, onde há referências ao seu fornecimento, como parte dos tributos anuais pagos à Abadia de Medhamstead. No século XVII, encontramos dados sobre a luta dos mineiros e carvoeiros de Newcastle, contra o monopólio do comércio da hulha, concedido pela rainha Vitória aos *hoastmen*. Em 1738, foi enviada ao Parlamento uma petição, em nome dos "vidreiros, cervejeiros,

destiladores, refinadores, fabricantes de sabão, ferreiros, tintureiros, ladrilheiros, caleiros, fundidores, estampadores de indianos", pedindo providências contra os altos preços do carvão.[34]

A exploração da hulha na Grã-Bretanha pode ser explicada pela abundância das minas de ferro lá existentes e pela falta de combustível. O carvão vegetal, que durante muito tempo foi usado para o tratamento do minério de ferro, concorreu para a destruição das florestas inglesas, ameaçando a construção naval e colocando em risco o comércio marítimo. Assim, desde o século XVI, várias leis foram promulgadas visando a proteção das florestas : em 1581, a rainha Elizabeth obrigou vários proprietários de forjas, em Sussex, a se transferirem para outras localidades.

Desta forma, a destruição que começara na Inglaterra, foi transferida para o País de Gales e para a Irlanda, embora continuasse a ocorrer o desmatamento nos bosques ingleses. Em 1607, John Norden em *The Surveyor's Dialogue* fez o seguinte comentário: "Quem, outrora viu as matas de Sussex, Surrey e Kent, esse grande viveiro de carvalhos e faias, nele encontrará, em menos de trinta anos, uma singular transformação; ainda mais alguns anos tão desastrosos quanto os precedentes, e bem poucas dessas belas árvores permanecerão em pé."[34]

A solução encontrada para deter a devastação das florestas inglesas foi a utilização da hulha como combustível. Em 1612, Simon Stutervant obteve patentes para "tratamento de minério de ferro com fogo de hulha" e apesar dos seus planos para aumentar a produção e diminuir os custos da indústria metalúrgica, descritos no livro *Treatise of Metallica*, um ano depois ele teve seu privilégio cassado por abandono da empresa.[34]

Em 1619, Dud Dudley, dirigente das forjas de Pensnet, em Worcestershire realizou as primeiras experiências com carvão mineral, modificando a estrutura da fornalha e obtendo um metal de boa qualidade, embora, segundo ele, "A quantidade deixava a desejar, não ultrapassando três toneladas por semana." As amostras que ele apresentou ao rei Jaime I foram consideradas "de bom ferro comercial", fato que lhe proporcionou a obtenção da patente que pertencera anteriormente a Stutervant. A inundação dos altos-fornos que construiu na região de Birmingham, mais a invasão e o saque de seu estabelecimento, em Staffordshire, pelos operários da região, aliada a eclosão da guerra civil, impediram a continuidade de seus projetos. Escreveu, em 1665, o livro autobiográfico, *Metallum Martis, or iron made with pit-coal, sea-coal etc., and with the same fuel to melt and fine imperfect metals, and refine perfect metals*, dedicado "ao honorável Conselho de Sua Majestade". Ele esperava reaver os seus direitos, com a restauração. Como isto não aconteceu, seu segredo desapareceu com a sua morte, ocorrida em 1684.[34]

Somente no século XVIII, através da família Darby, de Coalbrookdale, conhecida como "uma dinastia de mestre ferreiros" foram superadas as dificuldades para a utilização do carvão mineral na obtenção de ferro de boa qualidade. Em 1709, após ter conhecido o método empregado por fundidores holandeses, Abraham Darby realizou as primeiras experiências reduzindo o carvão a cinzas. Em 1713, no *Memorandum* escrito pelo filho de Darby foi relatado o uso "de uma mistura de coque, turfa e poeira". A partir de 1730, com o terceiro Darby na direção do estabelecimento, ocorreu o aperfeiçoamento dos processos empreendidos e através da utilização de substâncias reativas, ele conseguiu produzir ferro em barras.[34]

A descoberta de jazidas de carvão mineral em alguma localidade fornecia os pré-requisitos para que esta pudesse atingir o desenvolvimento dos grandes centros urbanos, porque trazia consigo os elementos primordiais para que se desse tal transformação: a máquina a vapor, o capital, os trabalhadores, e conseqüentemente, o aumento da indústria e do comércio .

Com o crescimento da produção e da demanda do carvão mineral surgiu na Inglaterra a necessidade da expansão e melhoria dos transportes. A criação de uma extensa rede fluvial, com canais e eclusas, a partir da segunda metade do século XVIII, tornou mais fácil o escoamento da hulha, diminuindo o seu preço: "Quanto mais pormenorizadamente estudamos a história da navegação interna inglesa, mais a vemos confundir-se com a história da hulha." [34]

No século XIX, as locomotivas concorreram para ampliar o desenvolvimento obtido pelo comércio do carvão mineral, levando-o através de diferentes regiões, uma vez que, do ponto de vista econômico, a função das ferrovias era transportar bens de uma área produtora para "as zonas industriais e urbanas do mundo". Em *Robur, o Conquistador*, Jules Verne se referiu ao número de estradas de ferro existentes: "O globo terráqueo possuía, naquela época, quatrocentos e cinquenta mil quilômetros de vias férreas, ou seja, onze vezes a volta da terra pelo equador." Um levantamento realizado indicou que na Europa, em 1845, nove países possuíam estradas de ferro com mais de 1.000 quilômetros em trilhos e três países alcançavam mais de 10.000 quilômetros. Em 1855, esse número modificou-se: quatorze países com mais de 1.000 km e seis com mais de 10.000 km. Em 1875, havia, respectivamente, com essas quantidades, dezoito e quinze países.[25a]

Eduardo Giannetti da Fonseca, em *Energia e a Economia Brasileira*, declarou: "A industrialização e a generalização do transporte ferroviário provocam a definitiva transferência do centro de gravidade da economia para as cidades. A nova organização espacial da população, concentrada em cidades, repercute na estrutura de produção e consumo de energia...."[9]

Jules Verne em *As Indias Negras* fez um levantamento sobre a produção e o consumo do carvão mineral: "O país mais abundante em hulha é inquestionavelmente o Reino Unido...A mais importante das suas bacias hulheiras, a de Newcastle, que ocupa o subsolo do condado de Northumberland, produz por ano cerca de trinta milhões de toneladas, isto é, quase o terço do consumo inglês e mais do dobro da produção francesa. A bacia hulheira do principado de Gales, que em Cardiff, em Swansea e em Newport concentra verdadeira população de mineiros, dá anualmente dez milhões de toneladas dessa excelente hulha, conhecida no mercado pelo nome da sua procedência. No centro exploram-se as hulheiras dos condados de York, de Lancaster, de Derby e de Stafford, menos produtivas, mas de extração ainda considerável. Enfim, nessa parte da Escócia situada entre Edimburgo e Glasgow, entre esses dois mares que tão profundamente a recortam, dilata-se uma das mais vastas jazidas hulheiras que possui o Reino Unido. O conjunto dessas diferentes bacias não compreende menos de um milhão e seiscentos mil hectares, produzindo anualmente cem milhões de toneladas do negro combustível."

Para Phyllis Deane, "o feito mais importante da Revolução Industrial foi que ela converteu a economia britânica de uma economia baseada na madeira e na água para uma alicerçada no carvão e no ferro." Em 1880, a participação do carvão mineral no consumo energético mundial foi de 97%. A partir desses dados podemos entender porque a Revolução Industrial, em sua primeira fase,

conhecida como a revolução do ferro e do carvão, foi uma revolução energética. Além do emprego sistemático das máquinas e do uso do carvão mineral ocorreu também a transformação de uma população, anteriormente constituída, essencialmente de agricultores.[16]

Jules Verne falou sobre a divisão social do trabalho nas minas de carvão das *Índias Negras* : "No telheiro da galeria principal achavam-se agora reunidos os barreneiros, os estivadores, os cantoneiros, os peões, os pesadores, os ferreiros, os carpinteiros, todos aqueles, enfim - homens, crianças, velhos e mulheres - , que compunham a corajosa e ativa população da hulheira." Mais adiante, fez outra referência àqueles que trabalhavam nas minas, descrevendo as suas tarefas : "Mineiros que fendem as rochas com as suas picaretas e barrenas, trabalhadores que transportam o carvão, condutores de trabalhos, carpinteiros que especam as galerias, cantoneiros aos quais compete a conservação dos caminhos, serventes que carregam a pedra para os locais de onde se extrai a hulha- todos esses operários enfim, mais diretamente empregados nos trabalhos anteriores, vieram fixar a sua residência na Nova Aberfoyle, aumentando progressivamente a Cidade do Carvão, situada debaixo da ponta oriental do lago Catarina, ao norte do condado de Stirling."

Os personagens de Verne viam beleza nas minas de carvão de Nova Aberfoyle, nas suas quarenta milhas de extensão, dotadas de montanhas, mares, lagos e rios, onde " por disposição caprichosa dos terrenos secundários, por inexplicável retraimento das matérias minerais durante a época geológica da solidificação desta massa - a própria natureza se encarregara de multiplicar ali as galerias e os túneis...() Mas, diga-se ainda uma vez, nenhum hipogeu da época egípcia, nenhuma catacumba da época romana, poderia comparar-se às grandiosas proporções desta nova bacia hulheira."

Um personagem de Verne, sugeriu a ocupação das minas de Aberfoyle como solução para o problema habitacional da Inglaterra, no século XIX, descrito nos romances de Charles Dickens (1812/1870) e analisado por Friedrich Engels (1820/1895). Ele alegava que o local "prestava-se admiravelmente para conter um grande número de habitantes. E quem sabe, a esses centros de invariável temperatura, se no fundo dessas hulheiras de Aberfoyle, de Newcastle, de Aloa ou de Cardiff - quando já de todo estiverem esgotados os seus depósitos - não pedirá refúgio qualquer dia a população indigente do poderoso Reino Unido ? "

A aparição dos centros industriais ingleses, foi registrada no decorrer do século XVIII. Manchester, que em 1700 era apenas uma povoação, em 1800 passou a possuir uma população com cerca de 100 mil habitantes; Birmingham, em 1740, contava com 25 mil habitantes, em 1800, este número chegou à 70 mil.[27] Como as indústrias se estabeleciam em volta das cidades, perto dos rios e das minas de hulha, o aumento da população era mais rápido nestes locais.

Algumas cidades mineiras eram chamadas de *Black Country* "pelo excesso de gases, pó, fumaça, poluição generalizada. São em geral tristes, feias, sujas, sem conforto, pelas concentrações geradas momentaneamente, pela falta de qualquer ordenamento." [27] A Cidade do Carvão descrita por Verne constituía uma exceção neste contexto, pois ao contrário do que acontecia, os trabalhadores de Nova Aberfoyle eram bem remunerados, possuíam habitações decentes e "mostravam-se orgulhosos de sua cidade". Na maior parte das minas, entretanto, os mineiros, além das péssimas condições em que viviam, enfrentavam problemas como a umidade constante, os desabamentos das galerias e a intoxicação causada pela ingestão do grisú.

Sobre o grisú, Verne escreveu o seguinte: "O grisú, também chamado hidrogênio protocarbonado ou gás dos pântanos, incolor, quase inodoro, é completamente impróprio à respiração. Seria tão difícil a um mineiro viver num local cheio desse gás nocivo como é difícil viver no meio de um gasômetro cheio de gás de iluminação. À semelhança deste último, que se compõe de hidrogênio bicarbonado, o grisú forma também um misto explosivo desde que o ar entre nele numa proporção de oito e mesmo talvez de cinco por cento. Quando qualquer circunstância concorre para o inflamar, a explosão é instantânea, acompanhada quase sempre de catástrofe assombrosa."

Jules Verne foi um dos primeiros intelectuais a fazer a correlação entre o meio-ambiente e o consumo de energia, apontando os efeitos negativos decorrentes da atividade humana sobre a natureza. Nesta época, juntamente com o crescimento das cidades industriais e da poluição gerada pela queima do combustível fóssil, verificamos o aparecimento das primeiras pesquisas sobre o ambiente atmosférico e suas influências sobre a vida animal e vegetal. Alexander von Humboldt (1769-1859), em *Cosmos*, demonstrou como o clima pode afetar as condições de existência da vegetação. Em 1872, Robert Argus Smith escreveu *Air and rain: the beginnings of a chemical climatology*, onde estabeleceu, uma relação entre a combustão do carvão , a qualidade do ar da cidade de Manchester e o pH da chuva, citando pela primeira vez, o termo *chuva ácida*. Posteriormente, Svante Arrhenius, que recebeu o Prêmio Nobel em 1903, calculou que se a produção sistemática de dióxido de carbono - iniciada com a Revolução Industrial - dobrasse, ocorreria o aquecimento global da terra, provocando um aumento da temperatura em cerca de 9 graus Fahrenheit

A idéia das minas de carvão extinguirem-se devido a sua crescente utilização foi colocada por Jules Verne no seguinte trecho: "Na ocasião em que principia esta narração, ainda estava longe o tempo em que poderia ocorrer a

definitiva extinção das minas carboníferas. Ninguém tinha receio de ver um dia escassear o carvão mineral. Havia ainda muito a explorar, em larga escala, as jazidas carboníferas dos dois mundos. As oficinas e os mais diversos ramos de trabalho, as locomotivas, os barcos a vapor e as fábricas de gás podiam continuar portanto na sua labutação, que não lhes faltaria tão depressa o alimento indispensável às mil bocas das suas fornalhas. O consumo tinha, porém, tomado proporções tais nos últimos anos, que algumas das minas já estavam esgotadas até os últimos filões. Desertas agora, essas minas sulcavam inutilmente o solo com seus poços em ruínas e as suas galerias tão silenciosas."

Insistindo nesse ponto de vista, Jules Verne voltou a abordar a possibilidade da finitude do carvão mineral: " Um dia a hulha há de faltar, como está previsto. Se algum novo combustível não vier substituir o carvão, as máquinas do mundo inteiro hão de fatalmente ver-se expostas a uma forçada paralisação. Dentro de um período mais ou menos remoto, desaparecerão as jazidas carboníferas, restando apenas aquelas que na Groenlândia e nas proximidades do mar de Baffin existem debaixo de eterna camada de gelo, cuja exploração é quase que absolutamente impraticável. Eis a sorte que não se pode evitar. Os terrenos hulheiros da América, ainda que extraordinariamente ricos, e os do lago Salgado, do Oregon e da Califórnia, verão também findar um dia a sua atual abundância. O mesmo sucederá às hulheiras do cabo Breton e do rio São Lourenço, às jazidas de Allegheny, da Pensilvânia, da Virgínia, do Illinois, da Indiana e do Missouri. Se bem que a riqueza carbonífera da América do Norte seja dez vezes superior à do resto do mundo inteiro, em menos de cem séculos esse monstro armado de milhões de bocas - a indústria - há de ter seguramente devorado o último pedaço de hulha, oculto nas entranhas do globo."

A exaustão das jazidas de hulha, fato que poderia ocorrer " mais cedo do que se pensa", uma vez que "nem o globo poderá jamais encontrar-se em condições de renová-las", levou o personagem de Verne a condenar à Inglaterra pela exportação de energia. Ao alimentar a máquina a vapor, o carvão mineral produziu as riquezas que asseguraram a este país uma posição de destaque, o que não seria obtido apenas "pelo ouro que as outras nações lhe dão em troca". Segundo Hobsbawm, na década de 1840, o volume do comércio mundial de carvão foi de 1,4 milhão de toneladas, enquanto que na década de 1870, "31 milhões de toneladas de carvão atravessaram os mares." [25a]

Um dos personagens de Verne lamentou que o globo terrestre não fosse todo constituído de carvão mineral, pois isto faria com que houvesse "combustível para alguns milhares de séculos". O personagem central, entretanto, o engenheiro James Starr, "um desses sábios que juntam a prática à teoria e a quem a Inglaterra deve a sua prosperidade", contestou esta proposição, alegando que se isto acontecesse, os homens queimariam o globo terrestre inteiro: "A terra teria ido alimentar, até seu último pedaço, as fornalhas das locomotivas, dos locomóveis, dos barcos a vapor, das fábricas de gás e seria assim que um belo dia havia de desaparecer o nosso mundo!"

Vemos nestas declarações uma crítica à atitude predatória do homem, em relação ao meio ambiente e ao seu próprio futuro. Como no trecho abaixo, a ironia de Verne nos remete ao caráter aleatório que marcou o início das atividades da exploração de minerais: "Levaremos as nossas galerias até debaixo das águas do mar. Furaremos o leito do Atlântico como se fora uma escumadeira! Com o auxílio das nossas ferramentas, corramos a abraçar os nossos irmãos dos Estados Unidos através do subsolo do Atlântico. Escavemos até o centro do

globo, se for preciso, para lhe arrancarmos das entranhas o seu último pedaço de combustível."

Dois anos mais tarde, em 1879, quando publicou *Os Quinhentos Milhões da Begum*, Jules Verne escreveu de forma mais contundente sobre a poluição do carvão e as condições de vida dos mineiros. Através da comparação entre as duas cidades projetadas por cientistas, movidos por objetivos diversos, ele mostrou as adversidades de uma cidade industrial da segunda metade do século XIX.

A Cidade de França, embora se mantivesse independente, ficava situada ao norte do estado de Oregon, nos Estados Unidos. Fundada "em condições de higiene moral e física próprias para desenvolver todas as qualidades da raça e para formar jovens gerações fortes e valorosas", a Cidade de França observou algumas regras fixas na sua construção: cada família habitaria uma residência, erguida em "terreno plantado com árvores, gramas e flores", de tal forma que o ar e luz não encontrassem obstáculos; seria provida de luz artificial e água, além de um "ascensor, movido por força mecânica". Os cômodos da casa que fossem dotados de lareiras possuiriam "uma abertura ligada com o ar exterior" e a fumaça "em vez de ser expelida pelos telhados", era levada através de "condutos subterrâneos" para fornos especiais, onde "era despojada das partículas de carvão e descarregada no estado incolor na atmosfera a uma altura de trinta e cinco metros." Abolidos os papéis de parede e os tapetes da decoração, considerados "ninhos de miasmas e laboratórios de venenos", as roupas eram lavadas em lavanderias "munidas de máquinas a vapor, secadoras artificiais e principalmente câmaras de desinfecção"; os esgotos eram "centralizados fora da cidade, tratados por processos que lhe permitiam a condensação e o transporte diário para os campos."

Podemos observar na edificação da cidade, através das leis que a regiam, um firme propósito de proteção ao homem e ao meio-ambiente. Traçada sobre "bases rigorosamente científicas", a Cidade de França, "essa cidade da saúde e do bem estar", abrigaria "todas as famílias honestas que a pobreza e a falta de trabalho tenham varrido das regiões superpovoadas. Aquelas também a quem a conquista estrangeira formou cruel necessidade de exílio encontrariam conosco o emprego de sua atividade, a aplicação de sua inteligência e nos trariam riquezas morais, mil vezes mais preciosas que as minas de ouro e de diamantes."

Sobre a Cidade do Aço, uma "usina-modêlo" que reunia trinta mil trabalhadores de origem alemã e onde não se encontrava vestígio "daquela liberdade que fundamentou a potência da república dos Estados Unidos", encontramos o seguinte texto: (lá) "não se ouve o harmonioso murmúrio da vida misturado ao grande silêncio da montanha." Mas, pode-se perceber " ao longe os surdos golpes do grande martelo de forja e, sob seus pés, as abafadas detonações de pólvora.(...) O ar está carregado de fumaça e pesa como capa sombria sobre a terra. Nem um pássaro sequer o atravessa. Até os insetos parecem fugir e ninguém se recorda jamais de ter visto ali uma borboleta."

A Cidade do Aço possuía "dezoito povoados de operários, pequenas casas de madeira uniformes e cinzentas, trazidas todas já construídas de Chicago."Esta localidade pertencia ao alemão Schultze, "ex-professor de química de Iena, que se transformou, em virtude dos milhões da Begum, no maior magnata do ferro , e especialmente, no maior fundidor de canhões dos dois mundos." Lá, era extraído o minério de ferro e a hulha, que se transformava no aço dos canhões.

Marcel Bruckmann, um dos personagens centrais, defensor dos ideais de liberdade da Cidade de França, e entusiasticamente definido por Verne como "cheio de vida e de ação, máquina orgânica com o máximo de tensão e rendimento", empregou-se na Cidade do Aço, para conhecer os planos do professor Schultze. Lá, hospedou-se na casa da senhora Bauer "viúva de um mineiro sacrificado quatro anos atrás, em um daqueles cataclismos que fazem da vida do mineiro ininterrupta batalha." Esta senhora recebia uma "pequena pensão anual de trinta dólares, à qual acrescentava o minguado produto de um quarto mobiliado e o salário que lhe trazia todos os domingos seu pequeno filho Carlos."

Por meio deste personagem, que teve uma curta aparição na aventura, Jules Verne formulou uma denúncia sobre a exploração do trabalho de crianças nas minas de carvão e a precariedade em que viviam. O filho da viúva, embora tivesse apenas 13 anos, já trabalhava na mina de carvão da Cidade do Aço e a sua vida "passava-se quase inteiramente a quinhentos metros abaixo do solo terrestre. Somente aos domingos, pela manhã, tornava à superfície e podia aproveitar por algumas horas aqueles patrimônios comuns a todos os homens: o sol, o céu azul e o sorriso materno." O fato de ficar uma semana confinado no subsolo da mina, dava-lhe a aparência de "um limpador de chaminés ou negro africano", além de possuir um tamanho "exíguo para sua idade. Aquela vida sem sol tornava-o tão anêmico quanto uma alface. Sem dúvida alguma, o contador de glóbulos do doutor Sarrasin, revelaria grande deficiência da moeda hemática." A vida de Carlos teve pequena duração: devido à falta de um sistema de ventilação nas galerias, que "exalavam gás deletério por uma espécie de destilação lenta e insensível", morreu asfixiado pela absorção de gás carbônico.

Em 1889, Jules Verne voltou a abordar a questão energética no livro *Fora dos Eixos*. Nesta aventura, os membros do Gun Clube, que anteriormente

havam empreendido uma viagem à lua, formaram uma sociedade com o objetivo de adquirir terras na região ártica, ricas em hulha. Estes empreendedores, sabiam que "a Conferência de Berlim formulara um código especial para uso das grandes potências que desejam apoderar-se dos bens de outrem a pretexto de colonização ou de criação de mercados comerciais; não pareceu porém que este código fosse aplicável nestas circunstâncias, visto não ser o território polar ainda habitado. Entendendo, contudo, que o que não pertence a alguém é de todos, a nova sociedade não pretendia *apoderar-se*, mas *adquirir*, a fim de evitar futuras reclamações". Baseados na teoria de M. Blandet, os membros da North Polar Practical acreditavam que "na época das formações geológicas, o volume do sol era tal, que a diferença de temperatura entre o equador e os pólos não era apreciável. Nesse tempo, imensas florestas cobriam as regiões setentrionais do globo, bem antes da aparição do homem, quando o nosso planeta estava sujeito à ação permanente do calor e da umidade. Ora, estas florestas, acamadas no tempo das enormes convulsões que abalaram o globo antes dele tomar a sua forma definitiva, devem, certamente, transformar-se em hulheiras, sob a ação do tempo, da água e do calor central".

Para contornar o obstáculo que representava um clima excessivamente frio e facilitar o acesso às terras situadas no paralelo 84, onde estariam localizadas as jazidas carvão mineral, os novos proprietários dos domínios polares, inspirados por Arquimedes de Siracusa, pretenderam mudar o eixo da terra, modificando o seu movimento de rotação: "Inventemos máquinas, achemos um ponto de apoio e levantemos o eixo da terra. Pois bem (...) As máquinas estão inventadas, o ponto de apoio foi encontrado e é ao levantamento do eixo da terra que vamos aplicar os nossos esforços!"

Ao criarem um novo eixo, a rotação diurna do planeta seria modificada, sem, no entanto, alterarem a sua duração. Deslocando o polo atual para o 67 paralelo, a terra ficaria como Júpiter, "cujo eixo é quase perpendicular ao plano de sua órbita. Ora este deslocamento de vinte e três graus e oito minutos bastará para que o nosso imóvel polar receba uma quantidade de calor suficiente para derreter os gelos acumulados há milhares de séculos!" Desta forma, o local se tornaria acessível, passaria a ter um clima ameno, possibilitando a exploração das riquezas minerais, pois, "não podendo o homem ir ao pólo, será este que virá ter com o homem".

As consequências econômicas, geográficas e climáticas de tais transformações, trariam benefícios para os membros da North Polar Practical Association e para alguns países, como os Estados Unidos e parte da Europa, embora, pudessem ser de proporções catastróficas para outros, principalmente aqueles que se encontravam em regiões "mais selvagens". A possibilidade de que os mares pudessem sair de seus leitos naturais e o nível dos oceanos baixasse, deixando cidades submersas ou isoladas pela nova altitude, ainda que as estações fossem de "igualdade constante e segundo a latitude, *à vontade dos consumidores*" gerou protestos no mundo inteiro: "Os povos ameaçados, dividiam-se em duas categorias: os asfixiados e os inundados".

Preocupados apenas com a realização seu objetivo e acreditando modificar o mundo para o bem estar da humanidade, os sócios do Gun Clube não conseguiram realizar o seu intento devido a alguns erros de cálculos. Verificamos, no entanto, que Jules Verne, através de uma narrativa fantasiosa e sugestiva, procurou mostrar a importância que adquiriu a energia gerada pelo carvão na vida do homem do século XIX, um bem econômico, capaz de proporcionar progresso e desenvolvimento. Não esqueceu, porém, de advertir

mais uma vez os seus leitores, que os recursos minerais são finitos: "O combustível mineral não faltará, pois, num espaço de tempo que se conta por centenas de anos. A extração do carvão, todavia, de que a Inglaterra produz só por si cento e sessenta milhões de toneladas, eleva-se anualmente a quatrocentos milhões de toneladas em todo o mundo. Ora, este consumo não parece dever cessar de aumentar com as crescentes necessidades da indústria. Se a eletricidade se substituir ao vapor, como força motriz, haverá sempre despesa igual de hulha para a produção desta força. O estômago industrial alimenta-se exclusivamente de carvão: não come outra coisa. A indústria é um animal *carbonívoro*; é indispensável alimentá-lo."

À medida que a ciência foi ampliando os seus horizontes, tornou-se possível aumentar a utilização do carvão, pois como podemos verificar no trecho seguinte: "o carvão não é apenas um combustível, é também a substância telúrica da qual a ciência tira, atualmente, mais produtos e subprodutos para usos diversos. Com as transformações, por ele sofridas nos cadinhos dos laboratórios, pode-se tingir, adoçar, aromatizar, evaporar, purificar, aquecer, iluminar e ornar, produzindo o diamante."

Mais adiante, Jules Verne reforçou esta idéia: "Ora a hulha tornou-se a origem de toda a indústria moderna. Não falando no carvão e no coque, utilizados no aquecimento, e do seu emprego na produção do vapor e da eletricidade, será preciso citar-vos os seus derivados? As cores de garança, urzela, anil, fucsina e carmin; os perfumes da baunilha, amendoa amarga, rainha-dos-prados, cravo-da-índia, *winter-green*, anis, cânfora, timol e heliotropina; os picratos, o ácido salicílico, o naftol, o fenol, a antipirina, a benzina, a naftalina, o ácido pirogálico, o hidroquinone, o tanino, a sacarina, o alcatrão, o asfalto, o breu, os óleos de

unturas, os vernizes, o prussiato amarelo de potássio, os amargos, etc., etc., etc.?

"

Para Jules Verne, o carvão forneceu a energia capaz de levar a sociedade a promover a Revolução Industrial, alimentá-la e expandi-la, do seu centro produtor, a Inglaterra, para os outros países do mundo. Condenando a exportação de energia realizada através da venda do carvão, ele mostrou aos seus contemporâneos que esta fonte de riquezas não era renovável e que, num horizonte limitado de tempo, as indústrias humanas acabariam com ela, daí a necessidade de se pesquisar outros recursos para substituir o carvão. A sua visão da questão energética como um todo, privilegiando o sujeito - o homem- em relação ao objeto - os recursos energéticos- , fez também com ele apontasse a exploração do trabalho realizado nas minas de carvão e mostrasse os efeitos nocivos que a queima deste combustível trazia ao meio ambiente, antecipando, em cerca de cem anos, os impactos que se produziriam com o *efeito estufa* e aquecimento global do planeta.

A resposta encontrada por Jules Verne para solucionar os problemas ambientais gerados pelo carvão foi mostrada em *A Ilha de Hélice*: o petróleo. Este combustível, cujo poder calorífero é maior que o do carvão, fez a sua aparição na segunda metade do século XIX e iria promover em vários setores a sua substituição.

3.2 O Petróleo e a *Ilha de Hélice*.

O petróleo, formado por hidrocarbonetos, pode ser encontrado no estado líquido, sólido ou gasoso, em rochas sedimentares e teve sua origem no período Cretáceo, há cerca de 225 milhões de anos, fazendo parte da era

geológica Mesozóica ou Secundária. Seu nome significa, literalmente, *óleo de pedra*.

Verificamos que a fonte mais antiga sobre o petróleo é a Bíblia, onde encontramos várias referências de sua utilização. No livro *Genesis*, 6-8, o personagem bíblico Noé, teria recebido orientação divina para calafetar o seu barco com *betume* e assim escapar ao dilúvio universal; em outra passagem, 10-11, podemos observar que os construtores da Torre de Babel, usavam-no como liga para cimentar os blocos dessa edificação. No livro *Exodo*, 1-2, Moisés quando criança, teve seu cesto impermeabilizado com *betume*, para que, além de uma maior durabilidade, este flutuasse melhor nas águas do Nilo e o livrasse da morte; o versículo 9, sobre o apóstolo Isaías, faz o relato de uma profecia sobre rios e terras que se transformarão em *pez ardente*.

O historiador grego Heródoto (484-425 a.C.), que empreendeu uma série de viagens aos países situados na região da Mesopotâmia e entrou em contato com povos como os fenícios, persas, egípcios, sumérios e outros, relatou nos seus escritos sobre a *História da Grécia e do Oriente*, como se dava a exploração das jazidas petrolíferas, que afloravam à superfície da terra, principalmente, na área correspondente ao atual Iraque.[59] Os povos da Antiguidade deram diversos nomes ao petróleo: os sânscritos o chamavam de *betume*; entre os medos, persas, caldeus, hebreus, acádios e árabes era conhecido como *nafta* e para os gregos, era *asfalto*. Há cerca de 1000 a.C., os chineses já empregavam o gás natural; posteriormente, iriam explorá-lo e canalizá-lo com o emprego de bambus e tubos de cobre.

Na Idade Média, o *betume* era utilizado no Mediterrâneo, não só como medicamento, mas, também, como arma incendiária, o conhecido fogo grego.

Nesta época, o escritor árabe Sciangia mostrou como construir uma lâmpada permanente sobre um depósito de petróleo; em 1665, sua experiência foi reproduzida por Athanasius Kircher, que declarou ser esse tipo de lâmpada inextinguível.

No início de século XVIII, em 1712, D'Eirimis, obteve, na Suíça, uma concessão de trinta anos para explorar uma mina de asfalto: a destilação era feita em um alambique, e ele conseguiu obter nafta, betume e um tipo de óleo combustível. No final do mesmo século, Quinquet anunciou a invenção da lâmpada a petróleo e a iluminação no território norte-americano, que até então era obtida a partir do óleo de baleia, começou a ser substituída. Em 1859, o norte-americano Edwin Drake, ao perfurar um poço, encontrou petróleo. Tal fato, possibilitou que ele, associado a vários grupos financeiros, criasse a Seneca Oil Company, inaugurando a indústria do petróleo.

A indústria petrolífera, que tem como característica principal a forte concentração de capitais, o que lhe fornece as condições propícias para a criação de oligopólios e cartéis, compreende vários estágios até chegar ao produtor final: a pesquisa, realizada em bacias sedimentares; a prospecção, quando o produto é extraído e transportado até as refinarias; e o refino, quando, através da destilação, o petróleo é fracionado em subprodutos, como, gasolina, querosene, óleo diesel, óleo combustível, óleo lubrificante, asfalto, propano, butano, parafinas, gases de frações leves e resíduos.[13]

Segundo Eric Hobsbawm, em *A Era do Capital*, o petróleo que já possuía um mercado como combustível para lâmpadas, "rapidamente encontrou novos usos através do processamento químico. Em 1859, apenas dois mil barris haviam sido produzidos, mas por volta de 1874 quase 11 milhões de barris (a

maioria proveniente de Pensilvânia e Nova York), já davam meios a John D. Rockefeller (1839-1937) para estabelecer um cerco à nova indústria pelo controle de seu transporte através da sua Standard Oil Company."

Os preços do petróleo também se mostravam competitivos, principalmente, em relação ao carvão importado da Inglaterra, pois, embora os Estados Unidos possuíssem jazidas carboníferas, a exploração destas ainda não era sistemática e não conseguia suprir o mercado interno. Em 1859, ano em que começou a exploração industrial do petróleo, o preço do barril atingiu US\$ 25; em 1860, baixou para US\$ 13 ; em 1861, custava US\$ 2 e em 1862, era vendido por US\$ 0,10.

Jules Verne, em 1871, quando escreveu a *Ilha de Hélice*, localizou-a em frente ao litoral da Califórnia, no território norte-americano. Possivelmente, tal fato tenha se verificado porque, nos Estados Unidos já existia uma estrutura de produção de petróleo, o combustível usado na *cidade flutuante* para proporcionar todo o conforto que naquele momento era o sinônimo de *civilização*. Desta forma, ele procurou apresentar o petróleo aos seus leitores, principalmente, a partir das vantagens que este oferecia: menor poluição, facilidade de manuseio, transporte e estocagem.

Nossas afirmações podem ser observadas no seguinte texto : "Mas eis que aparece uma fábrica, com suas chaminés de folha de ferro, dominando os telhados baixos de vidro despolido. As chaminés sustentadas por hastes de ferro, pareciam com as de um vapor a navegar, cujas possantes hélices movidas por cem mil cavalos, com a diferença que, em vez de fumo negro, só delas saíam leves fios *que nem sujavam a atmosfera*. A fábrica cobria a superfície de um hectare.(...) Uma fábrica com aparelhos evaporatórios de petróleo."

O petróleo era usado para gerar a energia elétrica que abastecia toda a ilha. Um dos visitantes da cidade flutuante, ao interrogar seu cicerone sobre o que fabricava aquele estabelecimento, recebeu a seguinte resposta: "Energia elétrica, que é distribuída por toda cidade, pelo parque, pelos campos, produzindo força motriz e luz. Ao mesmo tempo a oficina alimenta os nossos telégrafos, os nossos telautógrafos, os nossos telefones, os nossos telefotos, as nossas campainhas, os nossos fogões de cozinha, as nossas máquinas de trabalho, os nossos aparelhos de arco voltaico e de incandescência, as nossas luas de alumínio, os nossos cabos submarinos...() que ligam a cidade a diversos pontos do litoral americano."

Na segunda metade do século XIX, o carvão ocupava o lugar central das relações econômicas e a indústria do petrolífera, embora fosse incipiente nesse período, era considerada por Jules Verne como promissora, fato que se tornaria realidade após o aperfeiçoamento do motor de quatro tempos. Na *Ilha de Hélice*, a sua locomoção era realizada por meio de dinamos que acionavam as hélices: "Cada um deles desenvolve cinco milhões de cavalos-vapor, graças às suas centenas de caldeiras aquecidas com blocos de petróleo, menos sujo do que a hulha e mais rico em calor."

Em *Os Quinhentos Milhões da Begum*, embora o carvão fosse o energético utilizado na Cidade de França e na Cidade do Aço, foi feita uma breve referência ao petróleo. Na Cidade de França, as regras existentes sobre a sua edificação previam o uso do petróleo como impermeabilizante, tanto nos telhados, quanto nas ruas.

No livro escrito em 1904, *O Senhor do Mundo*, Jules Verne mencionou uma prova automobilística, organizada pelo Automóvel Clube de

Wisconsin, onde seria admitida a participação de diversos tipos de motores, "das melhores marcas". A corrida se daria numa estrada de cerca de trezentos e setenta quilômetros, onde os concorrentes, de países diversos, apresentariam-se em máquinas capazes de alcançar a velocidade de cento e trinta a cento e quarenta quilômetros por hora. Entre os inscritos, encontravam-se aqueles que utilizavam carros a vapor, *petróleo*, álcool e eletricidade.

Neste livro, ele descreveu um aparelho que se movia sob a água, alcançava o fundo do mar e podia se deslocar em terra chamado *Protector*. Possuía dois motores, "sendo um elétrico, de setenta e cinco cavalos, acionando duas hélices gêmeas, e outro, a gasolina, de duzentos e cinquenta cavalos."

Foi a eletricidade, entretanto, avaliada como a maior invenção do século XIX, que despertou a admiração de Verne e ocupou a maior parte das páginas das *Viagens Extraordinárias*, possibilitando aos homens a realização de seus projetos mais remotos, transformando continuamente a realidade.

3.3 A Eletricidade.

No início do século XIX, após as experiências realizadas no campo do magnetismo, do calor e da eletricidade, por estudiosos como Luigi Galvani, Alessandro Volta, André-Marie Ampère, Humphry Davy, Joule, Joseph Henry, Michael Faraday, Oerstedt, George Ohm e outros, a energia elétrica apareceu no cenário internacional como uma nova fonte capaz de libertar o homem dos limites geográficos que as outras fontes energéticas lhe impunham, uma vez que podia ser armazenada e conduzida para locais distantes de seu centro produtor. Através dos fios, que se multiplicavam em intrincadas redes e passaram a

constituir uma nova paisagem nos campos e nas cidades, foi realizado o transporte da eletricidade.

As transformações que se sucederam nas ciências e foram imediatamente incorporadas às indústrias, produziram impactos em todos os setores da vida social. No mundo inteiro, as grandes metrópolis acendiam as suas luzes, apresentando novas opções para os habitantes, modificando a sua rotina ao aumentar o seu tempo útil, lhes oferecendo concepções artísticas e ideológicas baseadas no fenômeno que representava a eletricidade. Em 1882, Thomas Edison inaugurou em Nova York a primeira central elétrica capaz de gerar energia em corrente contínua; nessa mesma época, outros pesquisadores procuravam desenvolver um transformador polifásico, que possibilitasse o uso da corrente alternada e ampliasse o raio de ação da eletricidade.

A eletricidade, considerada por Jules Verne como "a alma do universo" chegava até o consumidor final sob a forma de diversos objetos que começaram a fazer parte do cotidiano das classes mais abastadas, constituindo o acervo material do *progresso*. Verne demonstrou nos seus livros o entusiasmo com que seus contemporâneos viam a eletricidade, a força que "ilumina com a regularidade e continuidade que não possui a luz do sol", e por isso, conhecida também como a *Fada Elétrica*. Karl Marx, em julho de 1850, havia declarado: "Sua majestade, o vapor, que durante o século passado tinha revolucionado o mundo, havia terminado o seu reinado e entregava o cetro a outra força incomparavelmente mais revolucionária: a corrente elétrica. O problema já está resolvido e as consequências são incalculáveis." [7]

No livro *Vinte Mil Léguas Submarinas*, escrito em 1870, um capítulo inteiro sugestivamente chamado *A Eletricidade Reina*, foi dedicado ao *milagre* da ciência, a eletricidade. O Capitão Nemo, idealizador do submarino Nautilus, ao referir-se a força que o movimentava, explicou ao seu visitante, o professor

Aronnax: "Há um agente poderoso, obediente, veloz, de fácil manejo, que se amolda a todos os usos e que reina como senhor absoluto a bordo do Nautilus. Ele, aqui, tudo faz. Ilumina, aquece, é vida e alma de meus aparelhos mecânicos. Este agente onímodo é a eletricidade."

O aperfeiçoamento das turbinas proporcionou a utilização da energia das águas de forma mais eficiente, em todos os setores da atividade humana, aumentando a produção e os lucros do capital, além de causar menos impactos ao meio ambiente. Segundo H. Pasdermadjian, em *La Segunda Revolución Industrial*, "até aquele momento qualquer empresa industrial que desejasse utilizar energia mecânica se havia visto quase sempre obrigada a ter sua própria instalação: uma máquina a vapor ou um motor hidráulico. A partir daquele momento podia comprar uma energia mecânica produzida em outro lugar e servida a domicílio, como se serve a água ou o gás, em forma de energia elétrica."

Nos anos de 1874 e 1875, quando Verne escreveu *A Ilha Misteriosa*, a energia hidrelétrica conquistava adeptos no mundo inteiro. Estes, se reuniam através de associações comerciais para explorar o potencial hidrelétrico dos países onde a água era um recurso abundante. O personagem central, Cyrus, juntamente com os outros náufragos moradores da ilha, explodiram uma espécie de dique natural que retinha as águas de um rio, para que estas, se precipitando a uma altura "de trezentos pés" pudessem movimentar o mecanismo de um elevador hidráulico. Cyrus explicou aos seus amigos que "terminado o carvão poder-se ia recorrer à água. Água para os barcos a vapor e locomotivas. Água composta nos seus elementos constitutivos e decomposta pela eletricidade. _ É verdade amigos, estou convencido que a água será o combustível do futuro. Água é o carvão do futuro."

Em *As Tribulações de um Chinês na China*, escrito em 1879, Jules Verne reforçou a idéia do vapor e da eletricidade como geradores do progresso: "Pelo cabo telegráfico sabia os preços correntes das sedas em Lyon e de ópio em Calcutá. Ao contrário da maior parte dos chineses, que sob a influência dos mandarins e do governo, têm por sistema reagir contra os agentes do progresso, como o vapor e a eletricidade, Tchoung-Héou compreendia e sabia aproveitar-se desses poderosos elementos da civilização, que pouco a pouco vão diminuindo o prestígio das autoridades chinesas."

Em *Robur, o Conquistador*, publicado em 1886, Verne explicou que a origem da riqueza de seu personagem, conhecido como tio Prudente advinha do fato deste ser possuidor de grande parte das ações das Cataratas do Niágara. Eis os dados fornecidos por ele sobre o empreendimento: "Naquela época havia sido fundada; em Búfalo, uma sociedade de engenheiros para a exploração das cataratas. Negócio magnífico. Os sete mil e quinhentos metros cúbicos que o Niágara fornece a cada segundo produzem sete milhões de cavalos-vapor. Essa enorme quantidade de energia distribuída entre todas as fábricas localizadas dentro de um raio de quinhentos quilômetros, produzia, anualmente, economia de quinze milhões de francos, dos quais uma parte entrava nos cofres da sociedade e, em particular, nos bolsos do tio Prudente."

Em outro trecho desse livro, ao se referir aos avanços obtidos em relação à direção dos globos aerostáticos, Verne fez a seguinte colocação: "Os motores elétricos haviam pouco a pouco substituído as máquinas a vapor de Henri Giffard e o emprego da força muscular de Dupuy de Lome. As baterias de bicromato de potássio, formando elementos montados em tensão Tissandlier, proporcionaram velocidade de quatro metros por segundo. As máquinas

dinamométricas dos capitães Krebs e Renard, produzindo força de doze cavalos, proporcionaram velocidade de seis metros e meio, em média. Nessa questão de motores, então, os engenheiros e os eletricitas haviam tentado o mais possível aproximar-se desse ponto ideal que poderia ser chamado de um cavalo-vapor dentro de uma caixa de relógio. Assim é que, gradativamente, os efeitos da pilha, cujo segredo haviam guardado os capitães Krebs e Renard, foram alcançados e superados e, depois disso, os aeronautas estavam empregando motores cuja leveza aumentava simultaneamente com a potência."

Para Jules Verne, "a característica das nossas invenções reside no fato de que elas se difundem instantaneamente pela terra inteira". Em *O Eterno Adão*, ele fez a seguinte narrativa: "Os demais convidados, por sua vez, aproveitaram para dizer uma palavra e ingressou-se no vasto campo das invenções práticas que haviam transformado tão profundamente as condições de vida da humanidade. Exaltaram os trens e os navios a vapor, em relação ao transporte das mercadorias pesadas e incômodas, as aeronaves econômicas utilizadas pelos viajantes que têm tempo disponível, os tubos pneumáticos ou eletro-iônicos, que cruzavam todos os continentes e todos os mares, adotados pelas pessoas mais apressadas. Exaltaram as inúmeras máquinas, cada uma mais engenhosa que a outra, das quais, uma única, em certas indústrias, efetua o trabalho de cem homens. Exaltaram a impressão, a fotografia das cores e da luz, do som, do calor e de todas as vibrações do éter. Celebrou-se principalmente a eletricidade, esse agente tão ágil, tão dócil, cujas propriedades e essências eram tão perfeitamente conhecidas, e que permite, sem o menor conector material, acionar qualquer mecanismo, dirigir uma nave marítima, submarina ou aérea, assim como escrever, falar ou ver a qualquer distância."

Para o autor, a eletricidade poderia ser gerada de várias formas, utilizando diversas fontes, das mais convencionais até as mais inusitadas para a

época, como por exemplo, o aproveitamento energético dos raios de sol, desde que cumprisse a sua finalidade como recurso da natureza transformado pelo trabalho teórico e prático do homem , que é a de proporcionar bem-estar às comunidades.

Quarto Capítulo

ENERGIA E ANTECIPAÇÃO TECNOLÓGICA

"Vivemos uma época em que tudo acontece, e em que, aliás, quase tudo tem acontecido. Se a nossa narrativa não é verossímil hoje, pode sê-lo amanhã, graças aos recursos científicos que são a promessa do futuro e ninguém pensaria em pô-la na categoria das lendas.

Jules Verne in O Castelo dos Cárpatos.

A antecipação tecnológica se fez presente na obra de Jules Verne sob o aspecto de aplicação e uso da energia. Energia esta, que utilizada em suas diversas formas, constituiu a matéria-prima dos projetos de construção de um mundo socialmente mais justo, e eficiente, do ponto de vista tecnológico.

Ao analisarmos a antecipação tecnológica nas *Viagens Extraordinárias* verificamos que esta foi favorecida pela verossimilhança científica com que Jules Verne dotou os seus romances. Através desta característica, que permeou o universo do autor, ele procurou desvendar, principalmente para o público infanto-juvenil, a gênese das ciências, mostrando que estas, antes de adquirirem estatuto científico, passam pela categoria de sonho.

Antonio Gramsci, em *Cadernos do Cárcere*, estudou a antecipação tecnológica e concluiu que "Nos livros de Verne jamais há algo completamente impossível: as 'possibilidades' de que dispõem os heróis de Verne são superiores às realmente existentes na época, mas não muito superiores e, particularmente, não muito 'fora' da linha de desenvolvimento das conquistas científicas realizadas, a

fantasia do leitor já conquistado pela ideologia do fatal desenvolvimento do progresso científico no domínio e no controle das forças naturais."[24]

Nós acreditamos que Jules Verne, por ser possuidor de uma cultura bastante ampla, sabia em qual patamar as ciências se encontravam e qual fora o caminho percorrido para atingí-lo. Sabia também como se articulavam a economia, a política e a ideologia e como a existência, em grande quantidade ou não, de um recurso energético ou de uma determinada matéria-prima poderia imprimir nova diretriz à tecnologia de um determinado local, numa certa época. Mais ainda, conseguia calcular quais modificações poderiam advir, em curto, médio ou longo prazo e quais os tipos de impactos que ocasionaria.

Essa capacidade de analisar o momento histórico, ver e sentir os problemas vivenciados pela sociedade de sua época, sintetizá-los de modo didático, sugerindo idéias, propondo soluções e mostrando, principalmente, que cabia a cada um exercer o seu papel de cidadão através da conquista do conhecimento, foi expressa nos seus livros. Neles, quando criava uma máquina, pesquisava o que já fora realizado, acrescentando ao objeto novas virtudes, que o diferenciavam e deveriam mostrar-se úteis para um número maior de pessoas, pois, para ele, a máquina existia para estar à serviço do homem.

Para Francis Lacassin, a melhor contribuição de Jules Verne à ficção científica foi a interação que fez entre a ciência e os meios de transportes: "Se não inventou, pelo menos pressentiu: o helicóptero, o submarino, o hidroavião, os grandes transatlânticos, as naves interplanetárias e, num setor bem diferente, o cinema falado, a televisão. Seus canhões procedem menos da imaginação do que da ampliação das dimensões das armas já conhecidas."[22]

No artigo sobre Jules Verne *Um Revolucionário Subterrâneo*, Marcel Moré, que vê a influência do filósofo Nietzsche nos últimos livros das *Viagens Extraordinárias*, afirmou que a "nova ciência" se encontrava presente na obra do autor através das máquinas, usadas de forma singular por seus inventores, de forma a aumentar "consideravelmente a sua vontade de poder", ou seja, enfatizando uma perfeita simbiose entre homem e máquina, expressa na frase do capitão Nemo, ao afirmar ser o Nautilus "carne de sua carne" .[24]

Jules Verne, em 1893, na entrevista que concedeu ao repórter Robert Sherard, da revista *McClure's Magazine*, declarou-se um grande admirador das máquinas e admitiu sentir mais prazer em ver uma máquina em funcionamento, do que uma obra de arte. Ele acreditava que ao acionar socialmente a máquina substituindo a energia humana pela energia dos combustíveis, o trabalhador obteria mais tempo para se dedicar à construção do futuro. Futuro este, onde o ideal revolucionário de 1789 se tornaria real através da educação, fornecendo a cada indivíduo meios para que obtivesse da natureza todo o necessário para a satisfação de suas necessidades.

Assim, encontramos, nas *Viagens Extraordinárias*, tudo o que a junção da ciência e da tecnologia podia ofertar àqueles que "ousavam saber" e podiam sonhar: ruas com esteiras rolantes, aviões, submarino, foguete espacial, postos de "energia musical", cabines telefônicas onde os assinantes tinham acesso às últimas notícias do jornal "falado", livros de leitura digestível, quer dizer, impressos com tinta de chocolate sobre fina massa, telefoto, que transmitia imagens via "correntes elétricas", o "telautógrafo", "que permite assinar eletricamente cheques ou ordens de pagamento", os "acumuladores que condensam, uns a força contida nos raios solares, outros a eletricidade armazenada no seio do globo..." e mais uma

quantidade incrível de máquinas cuja finalidade era proporcionar conforto ao homem.

Em nossa pesquisa procuramos mostrar que a antecipação tecnológica feita por Jules Verne tinha raízes no desenvolvimento da ciência e da tecnologia de sua época e poderia por isso ser também qualificada de "prolongamento científico". Além disto, o profundo conhecimento do contexto econômico-político-cultural do século XIX e da importância nele adquirida pela energia, mais o seu talento para visualizar e realizar cenários para o futuro, possibilitou que ele se lançasse em vãos maiores que a ciência contemporânea teria ousado, como poderemos verificar no texto abaixo, extraído do livro *Fora dos Eixos* :

"Que um Lesseps proponha, qualquer dia, abrir um canal de grande corte através da Europa e da Ásia, desde as costas do Atlântico até os mares da China; que um poceiro de gênio se decida a furar a terra para atingir as camadas de silicatos, que ali se encontram no estado fluido, abaixo do ferro em fusão, a fim de extrair a substância do próprio foco do fogo central; que um empreendedor eletricista pretenda reunir as correntes disseminadas na superfície do globo para formar uma inesgotável fonte de calor e luz; que um engenheiro ousado tenha a idéia de armazenar, em vastos receptores, o excesso de temperaturas estivais, para restituir no inverno, às zonas açotadas pelo frio; que um extraordinário especialista em hidráulica tente a utilização da força viva das marés a fim de produzir, segundo as conveniências, calor ou trabalho; que se criem sociedades anônimas ou em comandita para levar a bom fim cem projetos desta natureza, serão os americanos os primeiros na lista dos subscritores! Rios de dólares precipitar-se-ão nos cofres sociais como os grandes rios da América do Norte vão perder-se no seio dos oceanos."

Veremos a seguir, algumas das principais "antecipações tecnológicas" citadas nas *Viagens Extraordinárias*, que, como será possível observar, nada têm

de *premonição* ou *profecia*, ao contrário, possuem uma explicação fundamentada na lógica e no desenvolvimento da ciência.

4.1 Hidrogênio, o Combustível do Futuro.

O primeiro volume da coleção *Viagens Extraordinárias* publicado em 1863, *Cinco Semanas em um Balão*, relatou uma viagem através da África, feita por três personagens, cujo objetivo era realizar o mapeamento e a definição cartográfica daquele continente. Sobre o balão, meio de transporte usado nessa aventura, o Dr. Fergusson, personagem central do livro e autor do projeto fez a seguinte declaração: "Sem ele, estarei sujeito aos perigos e obstáculos naturais das outras expedições. Com ele, nem o calor, nem as torrentes, as tempestades, o simum, os climas insalubres ou os animais selvagens me fazem medo. Se fizer muito calor, subo. Se fizer frio, desço. Ultrapasso montanhas e transponho precipícios. Atravesso as torrentes, como pássaro! Caminho sem me cansar e paro sem ter necessidade de repouso. Pairo sobre as cidades novas! Vôo com a rapidez do furacão, tanto nas maiores altitudes como a trinta metros da terra e o mapa africano se desenrolará aos meus olhos no maior atlas do mundo!

Verificamos que a máquina, alimentada pela energia, começava, neste século, a ultrapassar as barreiras impostas pela constituição física do corpo humano, ampliando as suas forças e fornecendo os meios para os homens realizarem seu sonho de voar. E embora o balão não possa ser considerado como uma criação de Verne, que apenas o popularizou, o combustível utilizado por este, sem dúvida, o foi.

Jules Verne, em seu livro, optou pela construção de dois balões, um colocado no interior do outro, e lhe deu o nome de *Vitória*. O *Vitória* era

alimentado por hidrogênio, gás cuja característica principal, segundo os cálculos do Dr. Fergusson, era a de ser "quatorze vezes e meia mais leve que o ar". A força ascensional do balão se devia a "diferença entre o peso do gás contido no balão e o peso do ar circunvizinho": "Os meios que emprego para a ascensão ou descida consistem unicamente em dilatar ou comprimir, por temperaturas diversas, o gás contido no interior do aerostato."

O abastecimento do balão não representava nenhuma dificuldade. O Dr. Fergusson entre as caixas que transportava consigo, levava uma que, segundo ele, continha cento e doze litros de água, à qual adicionava algumas gotas de ácido sulfúrico "para aumentar sua condutibilidade" e a decompunha "por meio de forte pilha de Bunsen." Didaticamente, ele explicava aos leitores: " A água, como sabem, compõe-se de dois volumes de gás hidrogênio e um de gás oxigênio.(...) Cento e doze litros de água decompostos em seus elementos constitutivos dão noventa quilos de oxigênio e onze quilos e quatrocentas gramas de hidrogênio. Isto representa, na pressão atmosférica, setenta metros cúbicos do primeiro e cento e quarenta metros cúbicos do segundo, perfazendo o total de duzentos e dez metros cúbicos de mistura.(...) Meus cento e doze litros de água representam, assim, para mim, seiscentas e trinta horas de navegação aérea, ou um pouco mais de vinte e seis dias. Pois bem, posso descer à vontade, e renovar minha provisão de água pelo caminho, minha viagem poderá ter duração indefinida".

O balões tornaram-se o alvo das atenções dos cientistas - que desejavam provar a sua dirigibilidade - e das multidões que se aglomeravam nas cidades para vê-los subir. Iniciava-se a era de exploradores, arqueólogos, aventureiros e heróis, que se dirigiam a locais nunca antes visitados e desnudavam aos olhos do mundo ocidental cidades enterradas, cidades proibidas, relíquias religiosas e tesouros perdidos. A utilização do balão como meio de transporte fez as distâncias se

tornarem menores e as viagens menos desconfortáveis. O hidrogênio, cujas vantagens foram enunciadas por Verne, passou a ser usado como combustível nos balões e "dirigíveis" como os do conde Zeppelin e, posteriormente, com o desenvolvimento dos foguetes militares, seu uso foi ampliado, ocupando um lugar de destaque no cotidiano da tecnologia espacial.

O hidrogênio apareceu pela primeira vez na história, através do relato de Paracelso, nome pelo qual era conhecido o médico e químico suíço Teofrasto Bombast von Hohenheim (1493-1541). Henry Cavendish (1731-1810) foi quem separou e recolheu o hidrogênio, em 1766, quando explodiu, com auxílio da eletricidade, uma mistura de oxigênio e hidrogênio. Coube ao químico francês, Antoine Lavoisier (1743-1794), conhecido pelos seus trabalhos em iluminação, a denominação do hidrogênio: hidro, que significa água, e genes, que quer dizer forma, formador da água.[50]

O hidrogênio passou a ser produzido, em pequena escala, desde o início do século XX. Após a 2.a guerra mundial, sua produção foi intensificada, principalmente, a partir da descoberta das novas tecnologias para a sua geração, que tornaram menores o seu custo, concorrendo para o crescimento do consumo. Embora não seja uma fonte primária de energia, o hidrogênio pode ser produzido, através de diversos processos, de fontes primárias, renováveis ou não. Pode também "ser reconvertido em muitos casos na fonte primária original, ou em outra forma de energia, ou ainda outro energético."

Devido a estes fatores, o pesquisador Ennio Peres da Silva, autor do livro *Introdução à Tecnologia e Economia do Hidrogênio*, confere a este gás a característica de "vetor energético, servindo de elo de ligação e meio de conversão entre diferentes fontes e formas de energia, além de poder ser utilizado como meio

de armazenamento de energia". Para ele, no futuro, caberá ao hidrogênio" figurar como uma "moeda energética", contribuindo com um papel ativo para diversificar as fontes e o mercado de energia.

Os processos de produção do hidrogênio podem ser classificados a partir dos insumos usados, seja a eletricidade, o carvão, o petróleo, o gás natural e outros. Quanto aos seus métodos de produção, estes podem ser convencionais, quer dizer, os que são comumente utilizados, ou avançados, isto é, aqueles que estão em fase experimental nos laboratórios e necessitam ainda de um maior grau de eficiência, para que possam ser adotado.

Atualmente, além de ser comum o seu uso em veículos espaciais, observamos que são várias as aplicações energéticas do hidrogênio, devido ao poder calorífico que possui, superior ao dos combustíveis líquidos usuais.

O Hidrogênio apresenta também inúmeras vantagens econômicas e ambientais. Em 1989, o cientista e engenheiro Aleksander Tupolev publicou na revista soviética *Ciência e Vida*, o artigo "Uma opção para manter o céu limpo". Nele, o autor, responsável pela escolha do hidrogênio como combustível do novo avião TU-155, declarou o motivo de sua opção: " Porque o produto de sua combustão é a água".

No início de 1992, a fábrica de automóveis japoneses, Mazda, desenvolveu o protótipo HR-X, um carro movido a hidrogênio. Com um motor rotativo muito potente - 100 hp para 998 centímetros cúbicos - em vez de pistões, ele foi dotado de um rotor horizontal, ficando a câmara de combustão e o receptáculo do combustível separados, de modo a impedir que a explosão ocorra fora do cilindro. O HR-X não produz monóxido ou dióxido de carbono, como os

outros veículos, uma vez que o seu combustível é obtido a partir da eletrólise da água.

Segundo o cientista Barry Commoner " O rápido desenvolvimento da tecnologia baseada no hidrogênio é particularmente importante, uma vez que este elemento não é somente um meio de armazenar energia proveniente do sol, mas também uma forma de distribuir energia solar de modo que possa ser utilizada em transportes. A praticabilidade do uso direto do hidrogênio como combustível de automóveis e ônibus, com pequenas modificações nos motores a gasolina está bem comprovada: um ônibus movido a hidrogênio circula em Provo, Utah." [14]

Em 1863, Jules Verne questionava a possibilidade de dirigir um balão: "É puro e simples sonho, ainda que eu acredite que, se um dia essa questão for resolvida, será com uma máquina mais pesada que o ar, segundo o princípio do pássaro, que consegue voar, embora seja mais pesado que o ar em que se desloca."

4.2- O Princípio do Pássaro e a "Prata de Argila"

"O homem começou por viajar com as mãos pelo chão, depois, um belo dia, só nos dois pés, depois numa carroça, depois em uma caleça, em seguida passou a viajar em diligência, e por fim em trem. Pois bem! O projétil é a viatura do futuro..."

Jules Verne in Da Terra à Lua.

O desejo de voar, de locomover-se através do espaço, acompanhou os homens desde os primórdios de sua existência, fazendo parte de seu ideário mitológico. O artista plástico e inventor ateniense, Dédalo, conhecido como o construtor do Labirinto de Cnossos, em Creta e um dos mais hábeis criadores de autômatos, desejando escapar da prisão em que se encontrava, confeccionou para si e para seu filho Ícaro, asas mecânicas cobertas com penas de pássaros e coladas com cera. O vôo teria fascinado Ícaro de tal forma, que este, aproximou-se

demasiadamente do sol. O calor fez derreter a cera e as penas se desprenderam das asas, jogando o jovem no Mar Egeu, num lugar conhecido como "Mar de Ícaro".

Jules Verne ao fazer um levantamento histórico sobre os projetos de locomoção aérea, verificou que "a idéia das máquinas destinadas a mover-se na atmosfera" já se encontrava presente na produção de Arquitas de Tarento, Dante de Perusa e Leonardo Da Vinci Este último, engenheiro, inventor e artista plástico do Renascimento, cuja obra Verne conhecia e admirava, realizou uma série de estudos sobre as asas das aves e a partir deles, fez esboços de asas mecânicas, chegando posteriormente a concepção de uma máquina voadora, semelhante ao moderno helicóptero.

Durante os séculos seguintes, dando continuidade ao desejo de viajar no espaço, os inventores realizaram inúmeras experiências nesse campo: asas mecânicas, aparelhos com uma ou mais hélices, helicóptero movido por corda de relógio, helicóptero a vapor, aeroplanos, papagaios, balões e máquinas acionadas por alavancas.

No fim do século XVIII, em 1783, os irmãos Montgolfier, inspirados na fumaça que subia pelas chaminés das fábricas, construíram o balão de ar quente. O balão media 19 metros de altura e tinha 13,50 metros de diâmetro. Seu primeiro vôo, em Versalhes, na França, teve o rei como expectador e durou oito minutos. Nesse rápido trajeto, contou com uma tripulação composta por uma ovelha, um pato e um galo. Este acontecimento, que teve repercussão mundial, estimulou o aparecimento de um grande número de invenções, além de uma vasta literatura sobre a locomoção aérea.

Viajar pelo espaço, com destino ao Sol ou à Lua, foi um dos temas mais abordados, desde os tempos mais remotos, pelos que escreviam ou contavam histórias, quando a tecnologia ainda não possuía os meios de realizar tais projetos. Luciano de Samosate, por volta de 160 d.C, escreveu *História Verdadeira*, que trata de "uma viagem através do espaço, uma aterrissagem em outro planeta, a sua descrição e a viagem de retorno". Maomé (571-632) seguidor do Corão, também teria ido à Lua, embora tivesse para isto, utilizado um jumento. O astrônomo Kepler (1571-1630), escreveu *Somnium* (Sonho), onde descreveu uma viagem ao satélite da Terra. O historiador Francis Godwin (1562-1633), sob o pseudônimo de Domingo Gonsales, escreveu de forma bem-humorada sobre o assunto; seu meio de transporte, no entanto, foi um pedaço de madeira, transportado por um bando de cisnes selvagens. Esta obra teria inspirado o livro de Savinien de Cyrano de Bergerac (1619-1655), *História Cômica dos Estados e Impérios da Lua*. [38] Outra publicação, que foi traduzida para diversos idiomas e teve ampla repercussão, a *Descoberta Lunar, Uma Extraordinária Viagem Aérea pelo Barão de Hans Pfaall*, escrita por Edgar Allan Poe. Fontenelle, autor de *Sobre a Pluralidade dos Mundos*, apresentou as teorias de Copérnico e Descartes através de uma narrativa agradável, demonstrando acreditar que, brevemente, o homem chegaria até à Lua.[38]

Conhecedor dessa temática, em 1865, Jules Verne escreveu *Da Terra à Lua* . O livro relatou a viagem de três tripulantes, em uma cápsula de alumínio, com destino à lua.O propósito desta aventura foi explicitado por ele, logo nas primeiras páginas: "Talvez esteja para nós reservado sermos os Colombos desse mundo desconhecido."

Convém lembrar que no início do século XIX, os meios de transportes passaram por inúmeras transformações, que visavam torná-los mais eficientes, atendendo a um número cada vez maior de pessoas e mercadorias. Originalmente

construídos em madeira, os veículos começaram, gradativamente, a utilizar o ferro em sua construção. A idéia de se usar alumínio nos transportes era algo inédito, embora o alume, cujo nome deu origem ao alumínio, fosse conhecido desde a antiguidade.

Em 1746, o cientista Pott descobriu que o alume é derivado da alumina, nome que recebe o hidróxido de alumínio. O hidróxido de alumínio constitui a maior parte das pedras preciosas, assim como o rubi e a safira, além de ser encontrado sob a forma de bauxita. Em 1754, Marggraf conseguiu isolá-la da argila, enquanto Lavoisier, em 1782, declarou ser a alumina óxido de um metal desconhecido. Humphrey Davy, em 1807, aqueceu a alumina com potassa, tentando reduzi-la e realizar uma eletrólise. Orsted, em 1825, obteve alumínio metálico, aquecendo cloreto de alumínio com amálgama de potássio. O físico alemão, Frederico Wohler, em 1827, decompôs o cloreto de alumínio e somente anos mais tarde, em 1854, o químico Henry Saint-Claire Deville conseguiria "obter alumínio em massa compacta".

Nesse período, ainda se acreditava que apenas metais como ferro, cobre, estanho, chumbo, mercúrio, ouro e prata tinham possibilidades de exercerem um papel importante na economia. No entanto, o personagem de Verne, Impey Barbicane, apresentou os benefícios do uso deste metal na confecção de seu veículo espacial: "Ora, esse precioso metal tem a brancura da prata, a inalterabilidade do ouro, a tenacidade do ferro, a fusibilidade do cobre e é leve como vidro; modela-se com facilidade, está espalhado em profusão pela natureza, visto que a alumina é base da maior parte das rochas. É três vezes mais leve que o ferro e parece ter sido expressamente criado para fornecer-nos matéria para o nosso projétil".

Em 1864, a produção mundial de alumínio, a "prata de argila" foi de 11 toneladas e somente após a implantação do processo eletrolítico para a fabricação do alumínio, realizado por Héroult, na França e por Hall nos Estados Unidos, a produção mundial deste metal cresceu, tornando-se imprescindível para várias atividades industriais.[64]

Atualmente, o alumínio é um dos metais mais usados pelas indústrias aeronáutica, automobilística, química, fotográfica, de condutores elétricos, eletrodomésticos, explosivos, além da construção civil e outras. Uma vez que é encontrado em grandes quantidades na crosta terrestre, para que a produção de alumínio se torne viável é necessária a existência de energia elétrica abundante, com preços acessíveis. Para a produção de 1 tonelada de alumínio, necessita-se de 5 toneladas de bauxita, 3 toneladas de carvão, 450 quilos de coque de petróleo, 250 quilos de óleo combustível, 150 quilos de soda, 100 quilos de criolita e cerca de 17.000 quilowatts / hora de energia elétrica [64]

O foguete idealizado por Jules Verne foi considerado um exemplo surpreendente de antecipação tecnológica, não apenas pelo material usado na sua confecção, mas também pelas condições semelhantes que apresentou em relação a Apollo 11, a nave espacial que conduziu os astronautas Armstrong, Aldrin e Collins até a lua, em 20 de julho de 1969.

Em Da Terra à Lua, o foguete preparado pelos membros do Gun Club, a "viatura do futuro", foi lançado da Flórida, a 27 graus de latitude e tinha as seguintes dimensões: 4,8 metros de altura e 2,7 m de largura. A viagem durou 97 horas, 13 minutos e 20 segundos. A Apolo 11 partiu também da Flórida, Cabo Kennedy, a 28 graus de latitude, e media 3,7 metros de altura por 3,9 metros de

largura. Levou três tripulantes numa viagem que teve a duração de 103 horas e 30 minutos. Ambos os veículos, em seu retorno à Terra, caíram no oceano Pacífico.

Em 1886, com a publicação de *Robur, O Conquistador*, Jules Verne afirmou : "Do mesmo modo que (o homem) se fez senhor dos mares por meio do barco, a remo, a vela, a roda ou a hélice, far-se-à também o senhor do espaço atmosférico, por meio de aparelhos mais pesados que o ar..."

Com Robur, ele colocou em prática o seu "princípio do pássaro": "o progresso não está nos globos aerostáticos, cidadãos globistas. Está nos aparelhos voadores. O pássaro voa e não é globo. É máquina." Justificando a sua teoria, ele declarou: Na realidade o pássaro se faz hélice e seu vôo é helicóptero. Assim é que o motor do futuro será a hélice."

Certo de que "o futuro pertence às máquinas voadoras" Robur lembrou aos seus ouvintes que o problema do avião fora resolvido "no dia em que De Lucy comunicou que o besouro, inseto que pesa apenas dois gramas, é capaz de levantar peso de quatrocentos, ou seja, duzentas vezes seu próprio peso."

O aparelho de Robur, o "Albatroz" foi construído com a "fuselagem de papel laminado e mantinha-se no ar por meio de 74 pás giratórias" . A força motriz que o movia era a eletricidade, "esse agente que, dentro em breve, haveria de ser a alma do mundo industrial. Por outro lado, não empregava qualquer máquina eletromotriz para produzi-la, mas somente pilhas e acumuladores."

Sem revelar os elementos que entravam na composição das pilhas e dos acumuladores, Robur conseguiu obter "correntes cuja amperagem se contava em números desconhecidos até então. Daí uma potência em cavalos de força

eletromotriz, por assim dizer, infinita, acionando as hélices que davam ao aparelho forças de sustentação e de propulsão superiores a todas as suas necessidades em qualquer circunstância. "A velocidade do "Albatroz" era de vinte e cinco léguas por hora, cerca de cento e sessenta e cinco quilômetros por hora, podendo atingir duzentos km/h em sua potência máxima.

A convicção de Jules Verne, fundamentada na ciência da época, inspirou um de seus leitores, o inventor Santos Dumont, a construir um aparelho voador mais pesado que o ar. Este, que em 1901, já havia provado a dirigibilidade dos balões ao contornar a Torre Eiffel, construiu em 1906, o "14-Bis", uma máquina frágil, feita de bambu e seda, que se elevou do solo cerca de sessenta metros, demonstrando a veracidade dos cálculos de Verne.

Jules Verne conseguiu em seus livros ultrapassar os limites tecnológicos do século XIX, projetando seus sonhos para um futuro, que acreditava próximo. No início do século XX, em 1904, foi publicado O Senhor do Mundo. Nele, o escritor, através de Robur, nos apresentou o "Assombro", um engenho que possuía múltiplas funções: "era, ao mesmo tempo, automóvel, barco, submersível, e aeronave. Terra, água e ar. Através desses três elementos, ele podia mover-se. E com que força, com que rapidez ! Alguns instantes eram-lhe suficientes para operar essas maravilhosas transformações ! A mesma máquina comandava essas locomoções diversas".

Sabemos que o primeiro vôo bem sucedido em um hidroavião foi feito por Henri Fabre, no ano de 1910, na França. O "Hovercraft", o barco que introduziu uma série de mudanças na navegação de superfície, foi inventado por Christopher Cockerel, em 1955, e, permaneceu secreto durante os quatro anos seguintes, quando foi apresentado à imprensa.

4.3 A Aventura da Energia Geotérmica: Uma Viagem ao Centro da Terra

"Meus olhos estavam preparados para toa das as surpresas. E a minha imaginação , para todos os espantos."

Jules Verne in Viagem ao Centro da Terra.

A imagem da Terra como uma esfera ôca foi atribuída aos antigos gregos, sob forma de relato mitológico ou literário. Durante a Idade Média, a obra de Dante Alighieri (1265-1321), de Florença, *Divina Comédia*, reforçou a tese da Terra como um espaço cônico e ôco. Através da poesia - tercetos dodecassílabos - e sob a ótica da filosofia medieval, foram narradas as aventuras do poeta em companhia de Virgílio, durante a viagem que fizeram ao Inferno, Purgatório, e Paraíso. Estas regiões, organizadas espacialmente segundo critérios sociais da época, compreendiam nove círculos concêntricos.

Na idade Moderna as mudanças que ocorreram em todos os setores da vida social foram precipitadas, não somente pelas "grandes navegações", mas, principalmente, pela difusão cultural decorrente delas. À medida que o europeu tomava conhecimento da existência de outros continentes, com flora e fauna distintas, habitados por povos com línguas e costumes diversos, ia sendo gerado um movimento de reflexão e questionamento. Este movimento abriu caminho para o aparecimento de teorias e hipóteses sobre a origem, forma e composição da Terra.

Em 1543, Nicolau Copérnico escreveu o livro *Sobre a Revolução dos Orbes Celestes*, onde expôs o Heliocentrismo, ou seja, o movimento dos planetas em torno do sol e descreveu a rotação da Terra em seu próprio eixo. Apesar da publicação ter sido dedicada ao papa Paulo III, deu início a uma polêmica que colocou em lados opostos religião e ciência, uma vez que o resultado das pesquisas

de Copérnico levava à contestação dos conceitos defendidos por Aristóteles e pela Igreja, sobre a hierarquização do espaço cósmico.

Galileu Galilei (1564-1642), defensor do método experimental, em 1609, construiu um telescópio e com ele conseguiu realizar uma série de estudos sobre a trajetória dos planetas. Em 1613, ampliando as informações fornecidas por Copérnico, escreveu *História e Demonstração da Máquina Solar*, cuja publicação o levou a julgamento pelo Tribunal da Santa Inquisição, por crime de heresia.[37]

René Descartes (1596-1650) acreditava que a nova astronomia anunciada por Copérnico e sustentada por Galileu deveria se expressar por meio de relações matemáticas, dentro de uma postura racionalista que marcou os *tempos modernos*. Descartes considerava a Terra como resultado de uma massa incandescente que havia se resfriado, conservando, porém, o calor no seu núcleo. Neste período, os estudos astronômicos, físicos, químicos e botânicos não haviam de dissociado das pesquisas geológicas.

A partir do século XVIII as ciências alcançaram um grande desenvolvimento, passando a delimitar as suas áreas, definindo e redefinindo seus objetos, sistematizando seus métodos, e usando cada vez mais a observação, experimentação e quantificação. O lugar que o homem ocupava na natureza passou a ser tema de estudos variados. As viagens empreendidas por cientistas como Alexander Von Humboldt e Charles Darwin em muito contribuíram para aumentar a quantidade e a qualidade do conhecimento.

A geologia passou a se desvincular das outras ciências e a trilhar seu próprio caminho. Em 1830, foi publicado o livro *Princípios da Geologia*, de

Charles Lyell (1797-1875), onde este procurou demonstrar que a Terra era mais antiga do que se supunha.

Em 1864, Jules Verne escreveu *Viagem ao Centro da Terra*, trazendo à tona antigas discussões. O livro contava as aventuras do professor Lidenbrock e de seu sobrinho Axel, que após terem encontrado o manuscrito de um sábio medieval, resolveram empreender uma viagem ao interior do planeta, percorrendo o mesmo caminho de seu predecessor.

Com esta publicação, segundo Isaac Asimov, Jules Verne deu continuidade à concepção da Terra como uma esfera ôca e "situou a entrada desse "ôco" nas regiões polares - na Islândia, onde vulcões e fontes termais indicavam a existência de atividades no interior da terra": "O terreno tinha sido violentamente removido por alguma comoção subterrânea. O maciço terrestre desloca-se por ação de fortíssimo impulso, deixando o grande ôco onde nós, habitantes da superfície, acabávamos de penetrar".

Neste livro, Jules Verne colocou o homem diante de seu passado geológico, através da descrição dos processos ocorridos há milhares de anos: "Toda a história do período da hulha estava escrita naquelas paredes, cujas diversas fases um geólogo podia facilmente distinguir. Os leitos de carvão estavam separados por camadas de argila muito compacta. Na idade do mundo que precedeu o período secundário, a Terra cobriu-se de vegetações imensas, devido à ação combinada do calor tropical e de uma umidade persistente. Uma atmosfera de vapores circundava completamente o globo terrestre, privando-o dos raios do Sol. Nisso se fundamenta a teoria de que as temperaturas elevadas dessa época não provinham do Sol, que possivelmente ainda não se achava no estado de proporcionar calor. Os climas ainda não existiam, mas em toda a superfície da Terra reinava um calor tórrido,

igualmente intenso no Equador e nos pólos. De onde vinha esse calor? Das entranhas da Terra."

Aparentemente, a preocupação do autor era a de verificar as teorias de Poisson e de Humphry Davy. Enquanto o primeiro "demonstrou que se nas entranhas da Terra fizesse uma temperatura de dois milhões de graus, os gases de ignição procedentes das substâncias fundidas adquiririam uma tal força, que fariam com que o mundo explodisse como se fosse uma caldeira sob pressão do vapor", o segundo acreditava que o interior da Terra não poderia ser líquido, porque "essa massa líquida se encontraria exposta, como acontece com os oceanos, à influência da Lua, produzindo-se então duas marés interiores diárias, que levantando a crosta terrestre, originariam terremotos constantes."

Ao desvendar a geologia, revelando-a sob a forma de romance, através da aventura do Professor Lidenbrock, Jules Verne chamou a atenção para a necessidade de serem realizados estudos específicos neste campo, assim também como de se aplicar o resultado desses estudos, no sentido de aproveitar os recursos oferecidos pela natureza, em benefício do homem.

Em *Viagem ao Centro da Terra*, Jules Verne declarou que as águas dos rios e dos mares, ao penetrarem nas falhas da crosta terrestre, aumentariam gradativamente de temperatura: "Segundo estudos, este aumento pode calcular-se pelo menos no que respeita às camadas exteriores do planeta, em um grau centígrado por cada trinta metros de profundidade." Pierre Kohler, no seu livro *As Grandes Fontes de Energia*, concorda com essa afirmação, acrescentando outras: "Em média, o aumento é de um grau cada vez que se desce trinta metros - em algumas regiões porém é mais rápido: um grau para cada dez metros na Alsácia, por exemplo e um grau para cada metro no norte da Itália."

A possibilidade de se usar a variação de temperatura da crosta terrestre para se obter energia foi uma idéia colocada em prática pelos romanos, que, alguns séculos antes de Cristo, já utilizavam a água aquecida "geotermicamente" para o banho. [36] Pioneiros na técnica de aproveitamento do calor que flui no interior da Terra, os italianos, em 1907, iniciaram a produção de energia elétrica em Larderello, em cujo poço, a temperatura do vapor chega a 200 graus centígrados. Na década de 60, as usinas a vapor em Larderello, produziram dois bilhões de kWh.

A energia geotérmica é também uma forma de energia nuclear, uma vez que seu calor decorre da decomposição radioativa de isótopos da crosta terrestre. As vantagens da utilização da energia geotérmica do ponto de vista ambiental são inúmeras, embora seja um recurso limitado às áreas vulcânicas ou de atividade sísmica, onde o aproveitamento geotérmico ocorre por meio da captação de água quente, em poços próximos da superfície.

As jazidas geotérmicas podem ser classificadas a partir das suas temperaturas: alta energia, quando atingem uma temperatura de 1000 a 1200 graus centígrados e permitem a geração de eletricidade; energia média, quando atingem a temperatura de até 90 graus centígrados, também produzem energia elétrica; e baixa energia, de 20 a 50 graus centígrados, utilizadas para aquecimento de habitações, estufas e piscinas [29] A partir do uso de modernas tecnologias, tornou-se viável a exploração de jazidas cuja temperatura é de cerca de 50 graus centígrados.

Na França, na região de Soultz-sous-Forets, foi construído um reator capaz de gerar 10 MW, em sua primeira fase. Caso a experiência obtenha êxito, ou seja, a energia gerada alcance um preço competitivo no mercado, os reatores

nucleares poderão ser substituídos. A vantagem desta substituição, segundo especialistas, é que a energia geotérmica é *limpa*, não polui e nem oferece os riscos implícitos no uso da energia nuclear.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo realizou um levantamento sobre o potencial geotérmico do Brasil, estimado em 3.000 MW, o "equivalente a um quarto da geração da Usina de Itaipu". Em quase todo território brasileiro pode ser encontrada água com temperatura em torno de 70 graus; em Fernando de Noronha e em Trindade essa temperatura atinge 150 graus centígrados. O primeiro poço geotérmico no Brasil foi furado em 1979, em Presidente Prudente, no interior de São Paulo. Com 1.400 metros de profundidade, sua produção é de 100 mil litros por hora a 63 graus centígrados. Um segundo poço foi aberto com uma temperatura de 68 graus centígrados e a profundidade de 1.900 metros, produzindo 250 mil litros/hora. Juntos, abastecem um conjunto de indústrias, hospitais e hotéis.

A utilização da energia geotérmica pode ser uma alternativa para o Brasil e outros países que gastam parte significativa de suas economias na importação de petróleo. Os cientistas do Laboratório de Geotermia do IPT, iniciaram um projeto, em 1990, financiado pela FINEP, com o objetivo de estudar os recursos geotérmicos no território de Fernando de Noronha e no Ceará. Atualmente, o IPT busca recursos junto a Organização Latino-Americana de Energia- OLADE- para dar continuidade aos estudos sobre as fontes geotermiais da bacia do rio Paraná, visando o aquecimento urbano do sul do país, além da integração energética entre Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina.

4.4 Mobilis in Mobili :Nautilus, o Submarino.

"Permita-me dizer-lhe que não lamentará o tempo passado em meu navio. O senhor vai viajar pelo país das maravilhas. O espanto e a estupefação serão provavelmente o estado habitual de seu espírito. O senhor não se fartará tão cedo do espetáculo que vai ser constantemente oferecido a sua vista.

Jules Verne in *Vinte Mil Léguas Submarinas*.

Em 1870, ano de publicação de *Vinte Mil Léguas Submarinas*, a Europa, no plano das relações internacionais, assistia ao movimento de unificação alemã, principalmente após a derrota da França, ao mesmo tempo em que se lançava à partilha da África e da Ásia. Os Estados Unidos, recém-saídos da guerra civil que devastara seu território, entre 1861 e 1865, libertavam seus escravos e recebiam a imigração chinesa e irlandesa para intensificar a construção das ferrovias, que por sua vez, iriam permitir o escoamento da produção algodoeira, a expansão do garimpo e da criação de gado.

No continente europeu, a industrialização prosseguia incessantemente, gerando um movimento de abandono dos campos e consequente aumento da população urbana. A péssima qualidade de vida dos trabalhadores, a precariedade de suas instalações e os baixos salários que recebiam proporcionavam o aparecimento dos sindicatos, que lutavam pela regulamentação do trabalho. Em 1864, os líderes de diversos países do incipiente movimento operário haviam fundado a Associação Internacional de Trabalhadores, conhecida como a I Internacional e que reunia entre os seus membros, sindicalistas, socialistas e anarquistas.

As descobertas feitas no campo das ciências tinham aplicação quase que imediata nos estabelecimentos industriais, acelerando seu crescimento: a

invenção da dinamite pelos irmãos Nobel, além do seu natural efeito devastador, ampliou o mercado da indústria bélica. Com a criação do dínamo, por Siemens, as experiências feitas com freio a ar comprimido por Westinghouse e o desenvolvimento do motor a gasolina por Nikolaus Otto e Langem, fornecia-se os meios para o posterior estabelecimento da indústria automobilística.

O aperfeiçoamento dos cabos submarinos facilitou as comunicações e favoreceu o crescimento da indústria náutica, que, desde a implantação do vapor à navegação, teve o seu volume de importações e exportações aumentado. O historiador Eric Hobsbawm calculou que entre 1850 e 1880, a tonelagem a vapor cresceu 440% no mundo, enquanto que no Império Britânico teria crescido cerca de 1.600%. O transporte de passageiros, que havia se multiplicado nesse período - tendo contribuído para isso as migrações, ocasionadas por motivos políticos ou econômicos - voltava-se em direção às viagens de lazer. As companhias de navegação passaram a fazer propaganda de seus serviços, oferecendo "voltas ao mundo", além de passeios a lugares *exóticos* ou *místicos*.

Dentro deste contexto, apareceu o *Nautilus*, o submarino criado por Jules Verne, levando aos homens a possibilidade de participarem do espetáculo que a natureza oferecia sob a profundidade das águas : "O mar é tudo! Cobre sete décimos do globo terrestre. O seu ar é puro e salvável. É um imenso deserto em que o homem jamais está sozinho, porque sente o frêmito da vida em volta de si. O mar não é apenas veículo de uma existência prodigiosa e sobrenatural. Não é apenas movimento e amor. É o infinito vivo, como disse um de seus poetas."

A idéia de navegação submarina é antiga. O primeiro projeto teve a autoria de Leonardo Da Vinci, que também se dedicou, entre outras atividades, aos estudos anatômicos, à música, à escultura, à física, à balística, à criação de

"engenhos de guerra" e aos planos de irrigação. O submarino de Da Vinci possuía um periscópio e não foi melhor detalhado pelo seu criador, intencionalmente, uma vez que este acreditava que "os homens poderiam abrir rombos nos cascos de outras embarcações, afundando-as com seus tripulantes."

Em 1624, o holandês Cornelius Van Drebbel lançou no rio Tâmesa, em Londres, um submarino feito de táboas, cobertas de couro untado com graxa e presas com tiras de ferro. Baseado no princípio de Arquimedes que diz que "todo corpo submerso num fluido perde uma parte de seu peso igual à do volume do fluido que se desloca", o submarino de Drebbel teria usado água como lastro. Além da multidão, o evento contou com a presença do rei Jaime I e de sua corte."

O norte-americano David Bushell, em 1776, confirmando as previsões de Da Vinci, criou o submersível "Turtle", que foi usado como arma na guerra de Independência dos Estados Unidos. Feito com aduelas de barril e tiras de ferro, possuía tanques de lastro, torre de observação com escotilha, tubos para entrada e saída do ar, além de duas hélices. Acoplada à popa, levava uma carga de cerca de 80 quilos de pólvora."

Em 1797, outro norte-americano, Robert Fulton, famoso por estabelecer a navegação a vapor nos rios dos Estados Unidos, ofereceu a França o submarino que construía, o "Nautilus". Recusado por este país e pela Inglaterra, o projeto de Fulton não teve continuidade. O primeiro submarino com hélices acionadas por um motor de ar comprimido foi construído na França, em 1863, fazendo com que a navegação submarina deixasse a ficção para se converter em realidade. A partir daí, os submarinos foram constantemente aperfeiçoados, graças às descobertas dos cientistas."

O submarino de Jules Verne, o "Nautilus", se diferenciava de seus precursores em vários aspectos, principalmente dimensionais. Construído a partir de uma concepção humanista, quer dizer, com a finalidade de servir aos homens e não o contrário, o submarino alcançava mil metros de profundidade e suportava uma pressão de cem atmosferas - "isto é, pressão de cem quilogramas por centímetro quadrado". Possuía forma cilíndrica, com setenta metros de comprimento e oito metros de largura, divididos entre sala de jantar, biblioteca, despensas, cozinha, banheiro, com água fria e quente, camarotes, alojamentos da tripulação e casa de máquinas.

Movido a eletricidade, o "Nautilus" era abastecido por pilhas de sódio. A seguinte explicação foi fornecida pelo Capitão Nemo: (o sódio) "Misturado ao mercúrio forma amálgama que substitui o zinco. O mercúrio nunca se gasta. Só o sódio é consumido e este me é fornecido pelo próprio mar. Além disso, devo dizer-lhe que as pilhas de sódio geram mais energia e a sua força eletromotriz é o dobro da gerada pelas pilhas de zinco".

O sódio era extraído do mar com a ajuda "do calor do carvão de pedra" existente nas minas submarinas exploradas pela tripulação do Capitão Nemo, que admitia: "Tudo devo ao oceano. Ele produz a eletricidade e esta dá ao Nautilus calor, luz e movimento, numa palavra - a vida."

A pilha havia sido inventada em 1799, por Alessandro Volta, após uma série de experiências com eletricidade. Capaz de armazenar a energia e fornecê-la de modo constante, a pilha de Volta era formada por discos de cobre e zinco, colocados alternadamente em camadas de tecido molhado em solução salina."

A descoberta da pilha representou um marco importante na história da ciência eletroquímica. Através dos anos, as pilhas passaram por sucessivas transformações, que visavam melhorar a sua eficiência, aumentando a sua durabilidade e o seu uso. Entre os que contribuíram para isto, podemos citar Leclanché, Giovanni Zamboni e Planté, este último responsável pela criação do "acumulador" ou bateria".

No início do século XX, apesar do aproveitamento industrial do petróleo na indústria automobilística, foram produzidos, em maior quantidade, carros elétricos. Atualmente, ante a possibilidade de esgotamento do petróleo e o endividamento das nações que não possuem este recurso energético, surgem possibilidades de utilização de fontes alternativas de energia. Esta medida é uma tentativa de proteger o meio ambiente, controlando a poluição e os impactos ambientais causados pelas emissões dos combustíveis fósseis.

Estudos realizados nos EUA, em 1967, mostraram que algumas cerâmicas, especialmente a "Beta-Alumina", possuem uma estrutura cristalina que permite a condução de ions de sódio. A partir destes dados, um grupo de pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT - vem trabalhando desde 1987, para desenvolver a bateria de sódio e enxofre no Brasil. Paralelamente, foram registradas pesquisas nesta área nas universidades paulistas, como a UNESP e UFSCAR.

A vantagem da Bateria Beta é a de não necessitar de materiais estratégicos para a sua produção: enquanto as baterias tradicionais usam o chumbo, que é relativamente escasso, ela usa sódio e enxofre, que existem na natureza em grande escala, representando uma diminuição nos custos. Além da alta densidade energética da Bateria Beta - em média, cinco vezes maior que a de chumbo-ácido -

sua vida útil pode chegar a dez anos ou "2.500 ciclos (carga e descarga)", tendo diversas aplicações, principalmente na indústria de carros elétricos.

De certa maneira, podemos considerar que as pilhas de sódio que movimentavam o "Nautilus", lhe permitindo alcançar a velocidade de cinquenta milhas por hora - cerca de 92,6 km/h - anteciparam em mais de cem anos as potentes baterias de sódio e enxofre. Em 1870, o submarino comandado pelo capitão Nemo, viajou para o Polo Sul, sob o gelo. Em 1958, quando foi anunciado o primeiro submarino nuclear norte-americano, verificamos que este se dirigiu ao Polo Norte, navegando sob o gelo ártico, durante quatro dias. Suas dimensões - 100 metros de comprimento por 8 metros de diâmetro - se aproximavam do submersível criado pelo capitão Nemo, embora atingisse uma velocidade bem menor que ele, ou seja, 25 milhas por hora.

Jules Verne considerava a natureza suficientemente rica para prover todas as necessidades humanas. Para ele, o mar era a manifestação mais completa da vida por abrigar nela os " três reinos - mineral, vegetal e animal ", constituindo, deste modo, um "vasto reservatório da natureza". O mar era também uma fonte de energia, a medida que a eletricidade poderia ser obtida "estabelecendo circuito entre fios mergulhados a profundidades diversas gerando-a assim, graças à diversidade de temperatura", conforme assegurava o Capitão Nemo.

A idéia de Jules Verne encontrou um adepto no físico francês Arsene d'Arsonval, que em 1881, publicou um artigo sobre a energia dos mares, na revista *Scientifique*. Este cientista, que já havia feito uma experiência com diferentes temperaturas de água doce - 30 graus centígrados do poço de Grenelle e 12 graus centígrados do Sena - usando o SO₂ como fluído intermediário, propôs nessa

publicação a utilização deste tipo de energia térmica e sugeriu a realização de uma experiência no mar equatorial.

Em 1928, Georges Claude, especialista em liquefação e aluno de d'Arsonval colocou em prática os seus ensinamentos em Ougrée, na Bélgica, usando a variação da temperatura e a tensão do vapor para movimentar uma turbina. Em 1930, na Baía de Matanzas, em Cuba, conseguiu obter a potência elétrica de 22 kW, a partir de uma variação de temperatura de cerca de 14 graus centígrados. Em 1940, foi elaborado um novo projeto visando obter 40 MW, através da instalação de uma central flutuante, já que a primeira, construída em terra firme, havia sido destruída por uma tempestade.

Devido aos custos técnicos elevados, a viabilidade econômica da exploração da energia térmica dos mares foi demonstrada apenas na década de 1950 e atualizada através dos estudos das universidades norte-americanas a partir de 1960, que adotaram, após uma série de pesquisas, além da usina flutuante, o amoníaco como fluido e turbinas de pequenas dimensões. Atualmente, os cientistas consideram a possibilidade de gerar cada vez mais energia elétrica a partir da energia dos mares, uma vez que a fonte deste tipo de energia é infinita.

Estudos recentes mostram que, embora o homem aproveite pouco o potencial energético que existe nos oceanos, ele começa a avançar neste sentido. Alguns países já instalaram usinas para usar a energia gerada pelo movimento das marés, as usinas maremotrizes, em locais onde existem grandes desníveis entre as marés. Convém lembrar que embora seja recente a construção de usinas maremotrizes - a Usina de Rance, na França foi inaugurada em 1966 - no século XVIII, em 1737, o livro de Belidor, *Tratado de Energia Hidráulica*, já assinalava que as condições necessárias para a obtenção da energia das marés eram: grande

diferença de nível entre as marés alta e baixa e a existência de uma bacia que se pudesse represar com facilidade.

Michel Foucault, em seu artigo sobre Jules Verne apontou para a necessidade de "observar que em geral os grandes calculadores de Júlio Verne atribuem-se ou recebem uma tarefa bastante precisa: impedir que o mundo se detenha por causa de um equilíbrio que lhe seria mortal; encontrar fontes de energia, descobrir o fogo central, prever uma colonização planetária, escapar à monotonia do reino humano. Em suma, trata-se de lutar contra a entropia."

4.5 - A Ilha de Hélice ou uma cidade flutuante.

"Já em fins do século XIX, com o seu instinto pelo grandioso, a sua admiração pelo enorme, os americanos haviam formulado o projeto de instalar a algumas léguas da costa uma jangada gigantesca, surta sobre âncoras. Deveria ser, não diremos uma cidade, mas pelo menos uma estação do Atlântico, com restaurantes, hotéis, clubes e teatros, onde os turistas teriam encontrado todas as distrações das terras e das águas mais em moda. Pois fora esse projeto agora realizado e completado. Porém, em vez de jangada fixa, criou-se a ilha movediça."

Jules Verne in A Ilha de Hélice.

A Ilha de Hélice, publicada em 1871, contou as aventuras de quatro instrumentistas franceses, mundialmente conhecidos - o Quarteto de Concertos - na Cidade do Bilhão, capital da Ilha Padrão, uma cidade flutuante visualizada por Jules Verne.

Construída, em quatro anos, pela companhia norte-americana Ilha Padrão Companhia Limitada, possuidora de um capital de quinhentos milhões de dólares, o material empregado nos vinte e sete quilômetros quadrados da cidade flutuante foi o aço. Duzentos e setenta mil compartimentos de aço, com dezesseis metros e sessenta e seis centímetros de altura por dez de comprimento e dez de largura, "rebitados e encavilhados uns nos outros" compunham a estrutura da ilha.

"O seu volume era de quatrocentos e trinta e dois milhões de metros cúbicos, e o seu deslocamento, ou os três quintos do volume, era de duzentos e cinquenta e nove milhões de metros cúbicos."

A Ilha Padrão movimentava-se, sempre, segundo consultas meteorológicas, entre os paralelos trinta e cinco sul e trinta e cinco norte, sempre perto dos trópicos e entre os meridianos cento e trinta e cento e oitenta. A velocidade máxima que atingia era de oito nós por hora, desenvolvida pelos dez milhões de cavalos de suas máquinas : "Nessa época, por fortuna, os eletricitas tão longe levaram os seus progressos, que tudo foi possível exigir à eletricidade, esta alma do universo. A ela pois se confiou a locomoção da ilha."

A energia elétrica da Ilha Padrão era gerada em duas oficinas, que "bastavam para dar movimento a seus dinamos, de força por assim dizer infinita, fornecendo energia elétrica em corrente contínua com voltagem moderada de dois mil volts. Mais adiante, Jules Verne explicou os diversos usos da eletricidade naquela cidade: "A energia elétrica, fabricada pelas duas oficinas, recebe outras aplicações, além da locomoção da ilha-navio. É ela que gera por detrás da lente dos faróis o intenso foco luminoso, cujos feixes, projetados no mar largo, assinalam de longe a presença da ilha de hélice e previnem todas as probabilidades de colisão. É ela que fornece as diversas correntes utilizadas pelos serviços telegráficos, telefônicos, telautógrafos, telefônicos, para as necessidades das casas particulares e dos bairros mercantis. Ela, enfim, é que alimenta as luas artificiais, de potência igual a cinco mil velas, que podem iluminar uma superfície de quinhentos metros quadrados."

Uma vegetação, onde poderia se encontrar flores, frutos, legumes e cereais e pastos para poucos rebanhos, cobria vinte e um quilômetros quadrados da

Ilha, ou seja, três quartos dela, fornecendo alimentação para os seus dez mil habitantes . O uso da energia se verificava também na cultura intensiva, como podemos constatar : "Ali se emprega em larga escala a eletrocultura, isto é, a influência de correntes contínuas, que se manifesta por uma aceleração extraordinária e pela produção de legumes de dimensões inverossímeis, tais como rabanetes de quarenta e cinco centímetros e cenouras de três quilos."

Os habitantes da Ilha Padrão, "com tanta justiça, denominada a *Jóia do Pacífico* ", eram todos norte-americanos, solução encontrada para se evitar discussões internacionais; oriundos da classe alta, " inverossimilmente ricos, ao pé dos quais fazem figura medíocre os soberanos da Europa ou os nababos da Índia", além de serem grandes consumidores de energia elétrica, conforme eles mesmos admitiam. Cabos submarinos ligavam a cidade flutuante ao litoral americano, daí eles empregarem "frequentemente o *telautógrafo*, aparelho aperfeiçoado, que transporta a palavra escrita como o telefone transporta a palavra falada, sem nos esquecermos do *cinetógrafo*, que registra os movimentos, sendo para os olhos o que o fonógrafo é para os ouvidos, e o *telefoto*, que reproduz as imagens."

Possuíam os "aparelhos mais modernos e aperfeiçoados : torneiras graduadas termometricamente para água quente e fria, bacias que se esvaziavam por um dispositivo automático, aquecedores para banhos e para ferros, pulverizadores de essências perfumadas que funcionam ao sabor dos hóspedes; escovas mecânicas, às quais basta apresentar a cabeça, a outras a roupa ou os sapatos, para obter limpeza ou brilho completos."

As habitações da Cidade do Bilhão, edifícios públicos ou igrejas utilizavam materiais "a um tempo leves e resistentes" : Pedra artificial, cubos de cimento, argamassa, ladrilhos de vidro transparente e estruturas metálicas. Como

na arquitetura naval, " O metal inoxidável, que predomina nessas construções, é o alumínio, sete vezes mais leve que o ferro em volume igual, o metal do futuro, o qual se presta a todas as necessidades de uma edificação sólida."

A modernidade se fazia representar pela eletricidade na cidade onde "também circulavam carruagens elétricas, rodando pelas calçadas com a suavidade de uma bola sobre o tabuleiro de um bilhar." Em todas as ruas se verificavam a presença de "bondes, carros, carretas, movidos a eletricidade. Algumas das principais artérias eram providas de passeios movediços, puxados pela tração de uma cadeia sem fim, por cima dos quais se anda como dentro de um comboio em movimento, participando da sua velocidade própria."

A água da Cidade do Bilhão, ao contrário daquela "substância geralmente insalubre, microbiana e tífígena", "onde uma gota do tamanho da cabeça de um alfinete pode encerrar quinze bilhões de micróbios" era fabricada lá, "higiênica, isenta de impurezas, e até gasosa ou ferruginosa, conforme se queira..." Assim, a água produzida era "doce, destilada, eletrolisada" .E era também distribuída, quente ou fria, assim como "a luz, o som, a hora, o calor, o frio, a força motriz, os agentes anti-sépticos, a eletrização por auto condução" Lá havia até a "chuva de encomenda", quer dizer, a "que se espalha por forma regulamentar, oportuna e prática, mediante canalizações abertas no subsolo" sem "sujeitar-se às fantasias dos climas."

A expectativa de vida dos seus moradores era alta e tal fato foi atribuído às suas condições de existência. Conforto material, boa alimentação, temperaturas amenas, e a presença de poucos médicos contribuíam para fazer "decair a mortalidade a uma percentagem irrisória, mesmo porque cada habitante conhece exatamente a sua constituição, a sua força muscular medida pelo *dinamômetro*, a

sua capacidade pulmonar medida pelo *sirômetro*, o poder contrativo do seu coração medido pelo *esfignômetro* e, finalmente, o grau de sua força vital, medido pelo *magnômetro*."

A descoberta de que a música, além de ser uma manifestação artística, podia ser empregada como "agente terapêutico", produziu agradáveis resultados na manutenção da saúde dos cidadãos de Bilhão, uma vez, segundo o autor, que ela "exerce ação reflexa sobre os centros nervosos, as vibrações harmoniosas tem por efeito dilatar os vasos arteriais, influir sobre a circulação, aumentá-la ou diminuí-la, conforme as necessidades. A música determina uma aceleração das palpitações do coração e dos movimentos respiratórios, em virtude da tonalidade ou da intensidade dos sons, não deixando de ser auxiliar da nutrição dos tecidos. Por isso, na Cidade do Bilhão funcionam postos de energia musical, transmitindo as ondas sonoras para as habitações por via telefônica."

Para Jules Verne, a eletricidade ocupava um papel predominante, no desenvolvimento da sociedade do século XIX, não apenas no campo científico, mas também no artístico: "Nessa época, já haviam chegado ao último grau de perfeição as invenções do ilustre Edson. O fonógrafo já não era aquela caixa de música. Graças ao seu admirável inventor, o talento efêmero dos executantes instrumentistas ou cantores conserva-se para admiração das raças futuras com tanta nitidez como a obra dos estatuários ou dos pintores. Eco, se assim quiserem, mas eco fiel como uma fotografia, reproduzindo as gradações, as delicadezas do canto ou da execução instrumental em toda a sua inalterável pureza."

A imagem do progresso se encontrava fortemente ligada à iluminação elétrica e aos aparelhos que surgiram a partir de seu emprego. Eric Hobsbawm, ao referir-se sobre a década de 1870, na Europa, concluiu o seguinte: "o mundo estava

prestes a entrar na era da luz e forças elétricas, do aço e ligas de aço, do telefone e fonógrafo, das turbinas e máquinas a explosão."

Mais de cem anos após a publicação da *Ilha de Hélice*, em 1979, foi apresentado um projeto para a instalação de uma cidade flutuante, feita de aço, de autoria do arquiteto Kiyonori Kikutake. Chamada de *Aquápolis*, a cidade futurista, deverá ocupar uma plataforma flutuante de dez mil metros quadrados, no Rio Negro, próximo à cidade de Manaus, no Amazonas. Construída com financiamento da Mitsubishi, da Honda e de mais de trinta empresas que formam o grupo "Amigos da Amazônia", a *Aquápolis* será totalmente informatizada, "do preparo do café da manhã ao controle de maremotos - regulados a partir de um centro gravitacional.", segundo a publicação do jornal Folha de São Paulo, de 19/06/91.

Kiyonori Kikutake justificou a sua concepção de cidade marinha, diante dos problemas colocados pela superpopulação. Em artigo para o jornal *Folha de São Paulo*, de 10/02/92, ele escreveu sobre a *Aquápolis*- a sua contribuição para o futuro" - que possui, atualmente, as condições necessárias para deixar de ser uma utopia : "No desenvolvimento de fontes energéticas, ocorrem progressos na geração elétrica por variação térmica em estruturas aquáticas, ondas, ventos, calor solar etc, além de energia nuclear. Para o suprimento de água já existe uso prático de água dessalinizada, água de chuva e novas tecnologias de reciclagem. As telecomunicações permitem a troca de informações em tempo real. Quanto aos elementos "básicos" das cidades marinhas, o novo tipo de plataforma flutuante foi inaugurado em 1968 com o término do navio de observação marítima, o "Phillips", dos EUA. Com ele, ficou provada a estabilidade mecânica de uma estrutura flutuante de tipo vertical."

Quinto Capítulo

CONCLUSÕES

O objetivo de Jules Verne, iniciar o jovem no amor à pesquisa e à prática científica, foi, em parte, alcançado. Através de seus livros, traduzidos em diversas línguas, suas idéias foram difundidas e influenciaram várias gerações, cujas realizações contribuíram para aumentar o acervo cultural do homem.

Verificamos que Alberto Santos Dumont, considerado o pioneiro da aviação, era leitor e admirador de Jules Verne. Ele admitiu haver encontrado, nas páginas das *Viagens Extraordinárias*, o estímulo necessário para se projetar nos céus e realizar as suas experiências no campo da Aeronáutica. Ao se recusar a patentear os seus inventos, alegou que estes pertenciam à humanidade. Atitude idêntica foi tomada por Pierre e Marie Curie, em relação ao Radium: não podiam registrar como pertencente à eles, um conhecimento que deveria ser de todos. Em *A Estrela do Sul*, particularmente, encontramos o mesmo tipo de situação, quando o criador do diamante artificial se recusou a manter sigilo sobre sua descoberta, em prol da manutenção de um equilíbrio financeiro no mercado do diamante. Para Cipriano Mère, a ciência era o legado cultural de homens, cujas experiências, durante dezenas e centenas de anos, se somaram para produzirem um determinado resultado; daí considerar um crime esconder ou falsear qualquer informação científica.

Esta visão do conhecimento como um bem comunitário pode ser encontrada em cada um dos livros de Jules Verne. Ao qualificar o estudo como

Quinto Capítulo

CONCLUSÕES

O objetivo de Jules Verne, iniciar o jovem no amor à pesquisa e à prática científica, foi, em parte, alcançado. Através de seus livros, traduzidos em diversas línguas, suas idéias foram difundidas e influenciaram várias gerações, cujas realizações contribuíram para aumentar o acervo cultural do homem.

Verificamos que Alberto Santos Dumont, considerado o pioneiro da aviação, era leitor e admirador de Jules Verne. Ele admitiu haver encontrado, nas páginas das *Viagens Extraordinárias*, o estímulo necessário para se projetar nos céus e realizar as suas experiências no campo da Aeronáutica. Ao se recusar a patentear os seus inventos, alegou que estes pertenciam à humanidade. Atitude idêntica foi tomada por Pierre e Marie Curie, em relação ao Radium: não podiam registrar como pertencente à eles, um conhecimento que deveria ser de todos. Em *A Estrela do Sul*, particularmente, encontramos o mesmo tipo de situação, quando o criador do diamante artificial se recusou a manter sigilo sobre sua descoberta, em prol da manutenção de um equilíbrio financeiro no mercado do diamante. Para Cipriano Mère, a ciência era o legado cultural de homens, cujas experiências, durante dezenas e centenas de anos, se somaram para produzirem um determinado resultado; daí considerar um crime esconder ou falsear qualquer informação científica.

Esta visão do conhecimento como um bem comunitário pode ser encontrada em cada um dos livros de Jules Verne. Ao qualificar o estudo como parte constitutiva da felicidade, ele enfatizou a ciência, enquanto exercício da

razão crítica, como o pré-requisito para se alcançar o bem-estar coletivo. Nas aventuras narradas em *Viagens Extraordinárias* encontramos a sua proposta para transformar o ensino em educação, transmitindo o conhecimento por meio de conceitos de fácil entendimento, de exemplos práticos e de imagens que, muitas vezes, apareciam para reforçar o que havia sido dito.

Assim, cada objeto de estudo, foi pesquisado por ele através de seus diversos ângulos, da multiplicidade de suas formas, além da sua ocorrência em um tempo e um espaço determinados, para se chegar a uma compreensão quase total dele, ou, pelo menos, a um consenso. Um trecho por nós encontrado em *Da Terra à Lua*, tornou esse discurso mais explícito: "Entrava-lhes a ciência em casa sob todas as formas; penetrava-lhes pelos olhos e pelos ouvidos; era impossível ser um asno... pelo menos em assuntos astronáuticos."

Pensamos que este procedimento representou, para os seus leitores que se destacaram em várias áreas do saber, uma diretriz a ser seguida. Marcel Proust, Guilherme II, Fritz Lang, Jean-Martin Charcot, Raymond Roussel, Konstantin Tsiolkovski, Hermann Oberth e outros nomes que se tornaram conhecidos no campo das artes e das ciências, leram os livros de Jules Verne e os apreciaram. A eficácia do romance científico como meio de comunicação e como fonte de inspiração para a criação de um novo produto cultural, pode ser mensurada através, principalmente, das realizações dos seus leitores.

Na entrevista concedida ao *The Pittsburgh Gazette*, em 1902, Jules Verne falou um pouco de seus propósitos: " Os livros nos quais inseri profecias sobre as descobertas mais recentes da ciência não foram, na realidade, senão meios para atingir um fim. Talvez o surpreenda saber que não me sinto particularmente orgulhoso por ter escrito sobre o automóvel, o submarino e o

dirigível antes que entrassem no domínio das realidades científicas. Quando falei deles em meus livros como de coisas reais, já estavam meio inventados. Simplesmente me limitei a realizar uma ficção sobre o que depois se tornaria um fato; e meu objetivo ao fazê-lo, não era profetizar, mas estender o conhecimento da geografia entre a juventude, revestida de forma mais atrativa possível. Cada informação geográfica ou científica contida em qualquer de meus livros foi examinada com muito cuidado e é escrupulosamente exata." Desta forma, nas *Viagens Extraordinárias*, muitas vezes, a ciência se transformou no componente mágico do mundo das novas fontes de energia.

A antecipação tecnológica apresentada a partir de uma ótica científica, exerceu uma atração irresistível sobre os jovens, especialmente aqueles que viveram sob a euforia das Exposições Internacionais, pois os incentivava a tentarem a realização de antigos sonhos. Máquinas voadoras, motores à explosão, navios transatlânticos, gramofones, relógios de pulso, novos materiais, enfim, tudo o que a imaginação pudesse criar e a ciência fundamental, a indústria procurava colocar em prática. No fim do século XIX, a Europa e os Estados Unidos passaram por uma fase de efervescência cultural que se refletia, principalmente, na quantidade de obras de arte, teorias científicas e invenções tecnológicas que datam deste período.

Sabemos que a Revolução Industrial na Inglaterra, forjada pelo carvão e pelo ferro, havia criado mercados nos locais mais distantes do globo, onde, muitas vezes, seus produtos tinham melhor aceitação que a ação missionária. Entretanto, para poder acompanhar o crescimento do mercado, tornava-se necessário aumentar a produtividade e promover uma renovação nos setores produtivos, estimulando a pesquisa de novas fontes energéticas.

Jules Verne conseguiu apreender as expectativas deste contexto e transportá-las para as suas aventuras. Nas *Viagens Extraordinárias*, ele abordou a questão energética sob diversos ângulos: econômicos, políticos, sociais e ambientais. No caso do carvão, por exemplo, ele mostrou a ampla utilização e a sua provável esgotabilidade, assim como as condições precárias do trabalho nas minas e o impacto ambiental produzido pela exploração das jazidas.

A necessidade da descoberta de novas fontes foi apontada por ele, daí a aparição do petróleo no cenário mundial ter sido registrada nas páginas de *Ilha de Hélice*, onde foi mostrado o seu potencial como energético, além das vantagens que apresentava em relação ao meio-ambiente, por ser menos poluente do que o carvão.

A eletricidade, fosse gerada pela combustão do carvão, do petróleo ou pela força das águas, estivesse contida nas pilhas e baterias ou obtida a partir de uma fonte qualquer, como por exemplo o hidrogênio, ocupou um lugar de destaque nas *Viagens Extraordinárias*. Coube a ela levar o progresso às regiões distantes do mundo, sob a forma de valores de uso e de troca. A construção de uma sociedade igualitária, com bases científicas, era uma tarefa que requeria o uso da energia elétrica e das máquinas alimentadas por ela.

Quando dizemos que o alvo de Jules Verne foi apenas em parte atingido, nos referimos, principalmente às dimensões do seu projeto. Verificamos que ele exerceu uma influência marcante sobre os intelectuais e pesquisadores europeus e norte-americanos da segunda metade do século XIX e da primeira metade do século XX. Baseados na sua obra, alguns filmes foram produzidos e muitas peças teatrais encenadas, mas, uma grande parte de críticos concordou

que, talvez pela falta de um roteiro preciso ou de uma direção brilhante, nas telas e nos palcos, muito do vigor original dos temas se perdeu.

Atualmente, as transformações no campo da ciência e da tecnologia se processam muito mais rapidamente que na época de Jules Verne. As informações científicas assimiladas e incorporadas aos objetos materiais, tornam-se obsoletas em um pequeno espaço de tempo. Percorrer o mundo, viajar pelo espaço e conhecer o fundo dos oceanos deixou de ser fantasia para fazer parte do cotidiano de algumas pessoas. No entanto, as pesquisas nos indicam que, como no século passado, os países que detêm os índices mais baixos de analfabetismo e investem mais em pesquisas científicas, obtêm um desenvolvimento maior em um prazo menor.

Tais fatos nos levam a concluir que é necessário dar continuidade à proposta educacional de Jules Verne, principalmente, no sentido de descaracterizar o ensino como um direito das elites e torná-lo extensivo à todas as classes sociais, combatendo as limitações impostas pela vigência de uma política cultural voltada para a formação de mão-de-obra qualificada para o mercado de trabalho. A educação, para não se tornar alienante, deve ser vista como o processo de apropriação cultural do homem da sua própria história. Mantendo-se crítica, deve levar à reflexão e à mudança, procurando desenvolver a criatividade e a imaginação.

Umberto Eco [17], ao comentar a questão da alienação do homem no processo produtivo, colocada por Karl Marx, acrescentou que um trabalhador "sofre ao não reconhecer neste trabalho um fim, mas um simples meio a que é obrigado para sobreviver" e que a solução seria "um regime de produção coletiva no qual o homem, trabalhando conscientemente não mais para os outros mas para

si e para os seus semelhantes, sinta como obra própria aquilo que faz e se torne capaz de integrar-se nela." Sabemos que uma sociedade com bases mais justas só poderá ser construída na medida em que todos os seus membros estiverem envolvidos na sua construção.

Entendemos que levar adiante o projeto de Jules Verne significa questionar continuamente os conhecimentos científicos, no sentido de aprimorá-los, difundí-los e utilizá-los, de forma racional, em benefício de todos. Isto requer uma transformação nos vários níveis das atividades sociais, repensadas a partir de uma ótica humanista. As opções ideológicas devem considerar a preservação da espécie humana, em condições satisfatórias de vida e isto implica em melhores moradias, alimentação adequada, atendimento médico, transportes, trabalho bem remunerado, educação e lazer acessível, igualmente, a todos os membros da sociedade. A necessidade em promover a manutenção da biodiversidade no planeta apoiará uma política que caminhe nesta direção e aja preventivamente, quer dizer, conscientizando o homem da importância de conservar o meio-ambiente, até mesmo como uma forma de sobrevivência, procurando humanizar a natureza e tornar os homens naturais.

A energia, para que retome as atribuições de "agente da civilização e do progresso", que possuía em meados do século XIX, deverá ser melhor planejada, gerada de fontes renováveis e seguras, buscando-se uma melhoria em sua qualidade e maior eficiência no seu uso. As chamadas energias alternativas - que incluem a energia solar, a geotérmica, a dos ventos, das marés, da biomassa e outras - embora algumas sejam conhecidas há milênios, somente agora atingiram um desenvolvimento técnico capaz de torná-las competitivas e permitir a sua utilização em grande escala, daí tornar-se imprescindível, que haja uma participação maior delas na matriz energética dos países.

Uma política energética que possa atender todos os segmentos da sociedade deve possuir programas de conservação de energia, de cogeração, de reciclagem de produtos e aproveitamento de resíduos orgânicos. Desta forma, poder-se-á imprimir um direcionamento à produção industrial, no sentido de serem fabricados produtos mais duráveis, menos descartáveis e socialmente úteis, incentivando o uso de componentes recicláveis e evitando-se assim, que haja desperdício dos recursos energéticos e degradação do ambiente.

Ao relemos Jules Verne, vemos que ele acreditava que uma melhor distribuição da energia seria a solução para os conflitos que envolviam as relações sociais das comunidades européias, no fim do século XIX. E isto aconteceria porque o acesso aos recursos energéticos, que seria dado pelo saber, democratizado, contribuiria para formar pesquisadores, cientistas e acima de tudo, pessoas conscientes dos direitos e deveres que implica o exercício da cidadania.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ARRUDA, José Jobson. História Moderna e Contemporânea, Editora Ática, São Paulo, 1978.
- [2] ASIMOV, Isaac. No Mundo da Ficção Científica, Francisco Alves Editora S.A., Rio de Janeiro, 1984.
- [3] BARRACLOUG, Geoffrey. Introdução à História Contemporânea, Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1964.
- [4] BARTHES, Roland. Mitologias, Editora Bertrand Brasil S.A., Rio de Janeiro, 1989.
- [5] BENITEZ, J.J. Eu, Júlio Verne, Editora Mercuryo, São Paulo, 1988.
- [6] BOA NOVA, Antonio Carlos. Energia e Classes Sociais no Brasil, Edições Loyola, São Paulo, 1985.
- [7] BRANCO, Catulo. Energia Elétrica e Capital Estrangeiro no Brasil. Alfa-Omega, São Paulo, 1975.
- [8] BRIGNOLI, Hector Perez e CARDOSO, Ciro Flamarion. Os Métodos da História, Graal, Rio de Janeiro, 1986.
- [9] CALABI, Andréa Sandro (org.) e outros. A Energia e a Economia Brasileira, FIPE/Pioneira, São paulo, 1983.
- [10] CARANDEL, José M. As Utopias, Salvat Editora do Brasil S.L., Rio de Janeiro, 1979.
- [11] CHAUI, Marilena. O que é Ideologia? Abril Cultural/Brasiliense, São Paulo, 1989.
- [12] CHESNEAUX, Jean. Une Lecture Politique de Jules Verne, François Maspero, Paris, 1971.
- [13] COELHO, Marcos Amorim e NATAKA, Hirome Geografia Geral, Editora Moderna, São Paulo, 1986.
- [14] COMMONER, Barry. Energias Alternativas- Novas Energias para um Mundo Novo, Record, Rio de Janeiro, 1986.

- [15] CROALL, Stephen e SEMPLER, Kalanders Energia Nuclear - Proposta Editorial, São Paulo, 1984.
- [16] DEANE, Phyllis. A Revolução Industrial, Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1969.
- [17] ECO, Umberto. Obra Aberta - Editora Perspectiva, São Paulo, 1969.
- [18] ENGELS, Friedrich. Para a Questão da Habitação, Edições Avante, Lisboa, 1984.
- [19] FERLINI, Vera Lúcia Amaral. A Civilização do Açúcar, Editora Brasiliense, São Paulo, 1987.
- [20] FERNANDES, Florestan (org.) Marx/ Engels- História, Editora Ática, São Paulo, 1989.
- [21] FORTES, Luiz R. Salinas. O Iluminismo e os Reis Filósofos, Brasiliense, São Paulo, 1982.
- [22] FOUCAULT, Michel e outros. Júlio Verne, uma Literatura Revolucionária, Editora Documentos Ltda., São Paulo, 1969.
- [23] GEORGE, Pierre. Geografia de la Energia, Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1952.
- [24] GRAMSCI, Antonio. Literatura e Vida Nacional, Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 1986.
- [25] HOBBSAWM, Eric. A Era do Capital, Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1988.[25a]
A Era das Revoluções, Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1989.[25b]
- [26] HUBERMAN, Leo. História da Riqueza do Homem, Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1979.
- [27] IGLÉSIAS, Francisco. A Revolução Industrial, Brasiliense, São Paulo, 1987.
- [28] KATINSKY, Júlio R. e outros. A Invenção da Máquina a Vapor, FAUUSP, São Paulo, 1976.
- [29] KOEHLER, Pierre. As Grandes Fontes de Energia, Hachette, Paris, 1985.

- [30] LOSANO, Mario G. Histórias de Autômatos, da Grécia Antiga à Belle Époque, Companhia das Letras, São Paulo, 1992.
- [31] MARTINS, José de Souza. Sobre o Modo Capitalista de Pensar, Hucitec, São Paulo, 1986.
- [32] MARX, Karl e ENGELS, F. Manifesto do Partido Comunista, Edições Avante, Lisboa, 1984.
- [33] MANNERING, Douglas A Arte de Leonardo Da Vinci, Ao Livro Técnico S.A., Rio de Janeiro, 1965.
- [34] MANTOUX, Paul. A Revolução Industrial no Século XVIII, UNESP/Hucitec, São Paulo, 1957.
- [35] MEHRING, Franz Carlos Marx: História de sua Vida, Editorial Grijalbo, México, 1957.
- [36] MELHEM, Adas. Panorama Geográfico do Brasil, Editora Moderna, São Paulo, 1989.
- [37] MOTA, Carlos Guilherme. História Moderna e Contemporânea, Editora Moderna Ltda., São Paulo, 1989.
- [38] MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. Astronomia e Astronáutica, Francisco Alves, Rio de Janeiro, 1981.
- [39] O'BRIEN, Robert. AS Máquinas, Biblioteca Científica life, José Olimpio Editora, Rio de Janeiro, 1968.
- [40] PIRENNE, Henri. História Econômica e Social da Idade Média, Editora Mestre Jou, São Paulo, 1968.
- [41] PIRENNE, Jacques Henri. Panorama da História Universal, Difusão Européia do Livro/EDUSP, São Paulo, 1973.
- [42] RIBEIRO, Darcy. O Processo Civilizatório, Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 1968.
- [43] ROSCOE, Kent. Exploração Submarina, Edições Melhoramentos/EDUSP, São Paulo, 1979.
- [44] ROSSI, Paolo. Los Filósofos y las máquinas, Nueva Colección Labor, Barcelona, 1966.

- [45] ROUANET, Sergio Paulo. As Razões do Iluminismo, Companhia das Letras, São Paulo, 1987.
- [46] RUSSOMANO, Victor H. Introdução à Administração de Energia na Indústria, Pioneira/EDUSP, São Paulo, 1987.
- [47] SAES, Flávio. A Grande Empresa de Serviços Públicos na Economia Cafeeira, Hucitec, São Paulo, 1988.
- [48] SENNA, Orlando. Alberto Santos Dumont, Ares Nunca Dantes Navegados, Brasiliense, São Paulo, 1984.
- [49] SEVCENKO, Nicolau. O Renascimento, Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.
- [50] SILVA, Ennio Peres. Introdução à Tecnologia e Economia do Hidrogênio, UNICAMP, Campinas, 1991.
- [51] SINGER, Paul. O Capitalismo, sua Lógica e sua Dinâmica. Editora Moderna, São Paulo, 1989.
- [52] SPALDING, Tassilo Orpheu. Deuses e Heróis da Antiguidade Clássica, Cultrix / MEC, São Paulo, 1974.
- [53] TAZIEFF, Haroun e outros. L'Energie, Bordas, Paris, 1981.
- [54] WEFFORT, Francisco C. (org) Os Clássicos da Política, II volume, Editora Ática, São Paulo, 1989.
- [55] WILSON, Mitchel. A Energia, José Olimpio Editora, Rio de Janeiro, 1967.
- [56] ZOLA, Emile Germinal, Abril Cultural, São Paulo, 1981.
- [57] BIBLIOTECA CIENTÍFICA LIFE As Máquinas, José Olimpio Editora, Rio de Janeiro, 1968
- [58] PANORAMA DA ELETROTERMIA Procel, Rio de Janeiro, 1989.
- [59] ATLAS HISTORIQUE Livraria Stock, Paris, 1968.
- [60] DICIONÁRIO ILUSTRADO FORMAR São Paulo, 1966.
- [61] ENCICLOPEDIA BRASILEIRA MÉRITO Editora Mérito, São Paulo, 1959.

[62] HIPOTESE PARA UM ENEL- Ente Nazionale per l'Energia
MUSEU DE ENERGIA Elettrica, Roma, 1989.
ELÉTRICA

[63] MODERNA Editora Edigraf, MEC, Vol.IV São Paulo,
ENCICLOPÉDIA DE 1988.
CIÊNCIAo

[64] ENCICLOPÉDIA Editorial Verbo, Lisboa, 1963.
LUSO_BRASILEIRA DE
CULTURA

[65] VERNE, Jules

VIAGENS EXTRAORDINÁRIAS.
1863-Cinco Semanas em um Balão.
1864-Viagem ao Centro da Terra.
1865-Da Terra à Lua.
1866-O Capitão Háteras.
1867-1868-Os Filhos do Capitão Grant.
1870-Vinte Mil Léguas Submarinas.
1871-A Cidade Flutuante.
1872-Três Russos e Três Inglêses.
1873-O País das Peles.
1873-A Volta ao Mundo em 80 Dias.
1874-O Doutor Ox.
1874-75-A Ilha Misteriosa.
1875-O Chanceler.
1876-Miguel Stogoff.
1877-Hector Servadac.
1877-As Indias Negras.
1878-Um capitão de 15 anos.
1879-Tribulações de um Chinês na China.
1879-Os 500 Milhões da Begum.
1880-A Casa a Vapor.
1881-A Jangada.
1882-A Escola dos Robinsons.
1882-O Raio Verde.
1883-Keraban.
1884-A Estrela do Sul.
1884-O Arquipélago em Chamas.
1885-Matioas Sandorf.
1886-Robur,o Conquistador.
1886-O Bilhete de Loteria.
1887-O Caminho da França.
1887-Norte Contra sul.
1888-Dois Anos de Férias.
1889-Fora dos eixos.
1889-Família Sem Nome.
1890-Cesar Cascabel.
1891-A Mulher do Capitão Branican.

- 1892-O Castelo dos Cárpatos.
1892-Claudius Bombarnac.
1893-O Pequeno Bom Homem.
1894-As Assombrosas Aventuras do Mestre Antifer.
1895-A Ilha de Hélice.
1896-Clóvis Dardentor.
1896-Em frente da Bandeira.
1897-A esfinge dos gelos.
1898-O Soberbo Orenoco.
1899-O Testamento de um Excêntrico
1900-A Segunda Pátria.
1901-A Aldeia Aérea.
1901-Histórias de Jean-Marie Cabidoulin.
1902-Os Irmãos Kip.
1903-Bolsas de viagem.
1904-O Senhor do Mundo.
1904-Um Drama na Livônia.
1905-A Invasão do Mar.
1905-O Farol do Fim do Mundo.
1906-O Vulcão de Ouro.
1907-A Agência Thompson & Cia.
1908-A Caça ao Meteoro.
1908-O Piloto do Danúbio.
1909-Os Náufragos do Jonatan.
1910-O Segredo de Wilhelm Storitz.
1910-Ontem e Amanhã.
1920- A Assombrosa Aventura do Mestre Antifer.

Estes livros foram publicados pelas seguintes editoras:

Artes Gráficas Bisordi S.A., São Paulo, 1972.

CODIL- Companhia Distribuidora de Livros, São Paulo, 1972.

Editora Clube do Livro Ltda, São Paulo, 1974.

Editor Victor Civita, Rio de Janeiro, 1972.

Hemus Editora Limitada, São Paulo, 1982.

Livraria Francisco Alves, Editora Paulo de Azevedo Ltda, Rio de Janeiro, 1958.

Livraria Bertrand, Amadora, Portugal, 1966.

Anexo 1 -

Data	Teoria / Invenção	Autor/ Inventor
Idade Paleolítica	cunha, alavanca, plano inclinado	desconhecido
5.000 a.C	cerveja	egípcios
4.500 a.C.	anzol	desconhecido
4.241 a.C.	calendário	egípcios
3.000 a.C.	roda , eixo e vela	desconhecido
2.500 a.C.	vinho	egípcios
	esgotos	indianos
1.500 a.C.	objetos de ferro, sapatos	desconhecido
1.100 a.C.	alfabeto	fenícios
1.000 a.C.	água encanada	romanos
Séc. VIII a.C.	roldana	desconhecido
Séc. VII a.C.	biblioteca	assírios
Séc. IV a.C.	teoria atômica	Leucipo de Mileto e Demócrito de Abdera
Séc. III a.C.	rôscas de água	Arquimedes
	bloco , cordoalha e geometria	Euclides
	numeração decimal	hindus
	bomba	Ctesíbio
Séc. II a.C.	tôrno	desconhecido
	forma da Terra	Eratóstenes de Alexandria
Séc. I a.C.	roda hidráulica horizontal	desconhecido
	roda hidráulica vertical	desconhecido
Séc. I d.C.	papel	chineses
Séc. VII	moinho de vento horizontal	desconhecido
	pólvora	chineses
Séc. IX	manivela e volante	desconhecido
1185	moinho de vento vertical	desconhecido
Séc. XII	catapulta	desconhecido
1298	roda de fiar	desconhecido
1300	canhão	desconhecido
1334	relógio mecânico	italianos
1453	imprensa de tipos móveis	Johann Gutenberg
1500	fuzil	desconhecido

1502	relógio portátil	P. Henlein
1512	heliocentrismo	Nicolau Copérnico
1520	fuzil com tambor	desconhecido
1589	máquina de fazer malha	William Lee
1596	termômetro	Galileu Galilei
1600	fuzil de carregar pela culatra	desconhecido
1609	telescópio	Galileu Galilei
1615	fuzil com espoleta	desconhecido
1618	trajetória dos planetas	Johannes Kepler
1632	rotação e translação da Terra	Galileu Galilei
1637	geometria analítica	René Descartes
1642	máquina de calcular	Blaise Pascal
1654	bomba de ar	Otto von Guericke
1656	pêndulo	Christian Huygens
1665	cálculo diferencial e integral	Isaac Newton
1687	gravitação universal	Isaac Newton
1698	bomba a vapor	Thomas Savery
1701	máquina semeadora	Jethro Tull
1705	órbita dos cometas	Edmund Halley
1712	máquina a vapor	Thomas Newcomen
1714	termômetro de mercúrio	Daniel Fahrenheit
1719	feitura de papel c/ fibra de madeira	R. Forchault Réaumur
1728	decomposição da luz	James Bradley
1729	lápiz de grafite	Nicolau Conté
1733	lançadeira mecânica	John Kay
1742	termômetro com escala centigrada de 0 a 100	Anders Celsius
1748	fenômeno da mutação (oscilação da Terra sobre seu eixo)	James Bradley
1752	pára-raios	Benjamin Franklin
1753	livro sobre a demonstração das cargas elétricas nos condutores "Da Eletricidade Natural e Artificial"	Giovan Battista Beccaria
1763	carril metálico	Richard Reynolds
1764	máquina de fiar spinning jenny	James Hargreaves

1764	máquina de vapor a condensador	James Watt
1769	carro acionado a vapor	N. Joseph Cugnot
1769	máquina de fiar de armação hidráulica	Richard Arkwright
1771	composição da água	Henri Cavendish
1776	submarino	David Bushnell
1779	máquina de trançar	Samuel Crompton
1779	primeira ponte metálica	Samuel Crompton
1780	lentes bifocais	Benjamin Franklin
1783	balão de gás	J. E. e E. M. Montgolfier
1784	forno de pudelar	Henry Cort
1785	primeiro barco de ferro	Henry Cort
1785	eletrostática	Charles de Coulomb
1785	decomposição da água	Antoine L. Lavoisier
1786	tear mecânico	Edmund Cartwright
1786	máquina de debulhar	Andrew Meikle
1786	máquina de fazer pregos	Ezekiel Reed
1789	Tratado Elementar de Química	Antoine L. Lavoisier
1789	urânio	Martin H. Klaproth
1790	barco a vapor	John Fitch
1790	máquina para cortar pregos	Jacob Perkins
1791	adota-se o sistema métrico decimal	
1793	descaroçadeira de algodão	Eli Whitney
1795	prensa hidráulica	Joseph Bramah
1795	efeito dos germens no corpo humano	Alexandre Gordon
1796	litografia	Aloys Senefelder
1796	vacina anti-nariólica	Eduardo Jenner
1797	termo-lâmpada	Philippe Lebon
1797	arado de ferro fundido	Charles Newbold
1798	máquina de fazer papel	Nicolas- Louis Robert
1799	pilha de cobre e zinco	Alessandro Volta
1800	tôrno mecânico	Henry Maudslay
1801	submarino	Robert Fulton
1802	lei da destilação dos gases	Louis- Joseph G. Lussac
1804	foguete de guerra	Willian Congreve
1804	locomotiva a vapor de alta pressão	Richard Trevithick

1804	tear de Jacquard	Joseph Marie Jacquard
1807	máquina de entalhar madeira	Marc I. Brunel
1807	navio a vapor comercial	Robert Fulton
1808	teoria atômica da matéria	John Dalton
1809	lâmpada de arco a carvão	Sir Humphry Davy
1809	polarização da luz	Etienne Louis Malus
1810	máquina de ceifar	Peter Gaillard
1810	comida enlatada	François Appert
1811	impressora a vapor	Friedrich Koenig
1814	construção da primeira locomotiva a vapor	George Stephenson
1815	teoria ondulatória da luz	Augustin Jean Fresnel
1816	máquina tricoteadeira circular	Marc I. Brunel
1818	torno copiador	Thomas Blanchard
1818	peso atômico	Jöns Jakob Berzelius
1819	arado de ferro fundido moderno	Jethro Wood
1820	cultivador	Henry Burden
1820	desfibrador de borracha	Thomas Hancock
1820	conexão eletricidade e magnetismo	Oersted
1822	motor elétrico	Michael Faraday
1822	máquina de calcular	Charles Babbage
1824	máquina de fazer alfinetes	L. W. Wright
1826	fotografia	Joseph N. Niepce
1827	turbina hidráulica	Benoit Fourneyron
1827	unidade de resistência elétrica	George Simon Ohm
1828	síntese da uréia	Friedrich Wöler
	alumínio	Friedrich Wöler
	titânio	Friedrich Wöler
1829	escrita em relevo	Louis Braille
1830	máquina de costura	Barthelemy Thimonnier
1831	dinamo	Michael Faraday
1831	indução elétrica	Michael Faraday
1831	análise quantitativa do C e H	Justus Von Liebig
1833	eletrólise	Michael Faraday
1834	segador	Cyrus H. McCormick
1834	máquina de fazer gelo	Jacob Perkins

1834	máquina analítica (computador)	Charles Babbage
1835	revólver	Samuel Colt
1835	escavadeira a vapor	William S. Otis
1836	funcionamento do primeiro Metrô	
1837	telégrafo	Samuel F. B. Morse
1837	arado de aço	John Deere
1839	primeira fotografia sobre o papel	William Henry Fox Talbot
1939	martelo a vapor	James Nasmyth
1839	vulcanização	Charles Goodyear
1840	bicicleta	Kirkpatrick MacMillan
1843	enunciada a lei de Joule	
1846	planeta Netuno	Urbain Le Verrier
1847	impressora rotativa	Richard M. Hoe
1847	nitroglicerina	Ascânio Sobrero
1849	turbina Francis	James B. Francis
1849	torno revólver	Frederick W. Hoew Richard S. Lawrence Henry D. Stone
1849	velocidade da luz	Hippolyte Fizeau
1850	atadeira de cereais	John E. Heath
1851	máquina de lavar	James T. King
1856	conversor de aço	William Kelly Sir Henry Bessemer Frederick e William Siemens
1857	forno siderúrgico	
1857	máquina para costurar sapatos	Lyman R. Blake
1857	elevador de passageiros	Elisha G. Otis
1857	fermentação	Louis Pasteur
1859	evolução	Charles Darwin
1860	motor de combustão interna	Etienne Lenoir
1860	pilhas secundárias ou acumuladores chamadas "baterias"	Planté
1862	máquina de fresagem universal	Joseph R. Brown
1865	fechadura de cilindro com interruptor	Linus Yale Jr.
1867	máquina de escrever	Christopher L. Sholes Carlos Glidden

1869	freio de ar ferroviário	George Westinghouse Jr.
1869	aspirador a vácuo	Ives W. McGaffey
1869	classificação dos elementos químicos	Dmitri I. Mendeleiev
1871	broca pneumática	Simon Ingersoll
1876	telefone	Alexander Graham Bell
1876	frigorífero	Linde
1876	motor a gasolina de quatro tempos (motor de Otto)	Nikolaus August Otto e Eugen Langen
1877	gramofone	Thomas A. Edison
1879	caixa registradora	James Ritty
1881	bonde elétrico	Werner von Siemens
1882	ferro elétrico	Henry W. Seely
1882	ventilador elétrico	Schuyler S. Wheeler
1884	máquina linotipo	Ottmar Mergenthaler
1884	turbina a vapor	Sir Charles Parsons
1885	automóvel	Karl Benz
1885	ditafone	Charles S. Tainter
1887	máquina monotipo	Talbert Lanston
1888	câmera cinematográfica	E. J. Marey
1890	tabulador de cartão perfurado	Dr. Herman Hollerith
1891	projektor cinematográfico	Thomas A. Edison
1892	motor diesel	Rudolf Diesel
1894	tear automático	James H. Northrop
1895	locomotiva elétrica	desconhecido
1896	radiotelegrafia	Guglielmo Marconi
1896	fogão elétrico	William S. Hadaway Jr.
1896	radioatividade	Antoine H. Becquerel
1896	raio x	Antoine H. Becquerel
1898	radium	Marie e Pierre Curie
1899	gravador magnético	Valdemar Puolsen
1900	submarino de acionamento elétrico	John P. Holland
1900	máquina para fotocópias	René Graffin
1901	radiotelefone	Reginald A. Fessenden
1901	primeiro vôo	Santos Dumont
1902	desintegração radioativa	Ernest Rutherford e Frederick Soddy
1903	avião	irmãos Wright
1904	rubi sintético	Auguste V. L. Verneuil
1905	teoria da Relatividade ($E=mc^2$)	Albert Einstein

1905	máquina de fazer garrafas	Benjamin Holt
1907	trator de assentar trilhos	James M. Spangler
1907	aspirador elétrico	Alva J. Fisher
1910	descoberta dos isótopos	Frederick Soddy
1911	descoberta do núcleo pesado no átomo	Ernest Rutherford
1911	máquina de lavar elétrica	Charles F. Kettering
1911	motor de arranque para automóvel	Benjamin Holt
1911	colhedeira -debulhadeira	Willis H. Carrier
1913	condicionamento de ar	A. H. Goss
1913	refrigerador	Thomas A. Edison
1915	cinema falado	Friedrich Dessauer
1918	aparelho de irradiação terapêutica	Charles Strite
1919	desintegração do nitro- gênio em oxigênio e hidrogênio (primeira reação nuclear vista)	Ernest Rutherford
1923	torradeira automática	Vladimir K. Zworykin
1924	buldôzer	Hermann Lemp
1925	locomotiva a motor diesel	J. P. Maxfield
1926	fonógrafo elétrico	Dr. Robert H. Goddard
1928	emissão de partículas alfa do núcleo	Edward Condon Ronald Gurney George Gamov
1928	foguete a combustível líquido	Dr. Vannevar Bush
1928	computador mecânico	Philo T. Farnsworth
1928	televisão	Jacob Schick
1928	barbeador elétrico	John Rust
1930	apanhador mecânico de algodão	Frank Whittle
1931	deutério, isótopo pesado do hidrogênio	Harold Urey
1932	transformação do núcleo de lítio em núcleos de hélio	John Cockcroft Ernest Walton
1932	motor a jatopropulsão	Robert G. LeTourneau
1932	nêutron (chave para a fissão nuclear)	James Chadwick

1933	átomos estáveis mudam para isótopos instáveis (radioatividade artificialmente induzida)	Irène e Frédéric Joliot-Curie
1933	raspador de terra	Edwin H. Armstrong
1935	rádio FM	William Merrill
1936	arrumador mecânico de lixo	Sir Robert A. Watsonwatt
1938	radar	Chester Carlson
1938	a energia solar advém da reação de fusão	Hans Bethe
1938	xerografia	J. Ross Moore
1939	bário, como produto da reação do bombardeamento de urânio com nêutrons	Otto Hahn e Fritz Strassmann
1939	secador automático de roupas	Igor Sikorsky
1940	plutônio	Glenn Seaborg e Edwin McMillan
1942	helicóptero	
1942	reator nuclear	Enrico Fermi
1943	aparelho de rim artificial	Dr. Willem Kolff, B. R. e N.I. Lazarenko
1945	primeira explosão atômica/ primeira bomba atômica	
1945	máquinas-ferramentas de descarga elétrica	E. G. Klingberg
1945	máquina de fotocomposição	H. R. Freund
1946	computador eletrônico ENIAC	John W. Mauchly
1947	minerador contínuo de carvão	Harold F. Silver
1952	máquina-ferramenta de controle numérico	Frank Stuelen
1953	aparelho de coração e pulmão	Dr. John H. Gibbon
1953	diamante sintético	Cia. sueca ASEA
1954	bateria solar	Gerald L. Pearson Daryl M. Chapin Calvin S. Fuller

FONTES:

ATLAS HISTORIQUE, Stock, Paris, 1968.

AS MÁQUINAS, BIBLIOTECA CIENTÍFICA LIFE, José Olímpio Editora, Rio de Janeiro, 1968.

A ENERGIA, BIBLIOTECA CIENTÍFICA LIFE, José Olímpio Editora, Rio de Janeiro, 1967.

ENCICLOPÉDIA MIRADOR INTERNACIONAL.

HIPÓTESE PARA UM MUSEU DE ENERGIA ELÉTRICA- ENEL

MANTOUX, PAUL in A Revolução Industrial no Século XVIII, UNESP-HUCITEC, São Paulo, 1957.

PANORAMA DA ELETROTERMIA, PROCEL, Rio de Janeiro, 1989.

REVISTA SUPER-INTERESSANTE - Encarte especial História das Grandes Idéias.