

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E PEDAGÓGICAS

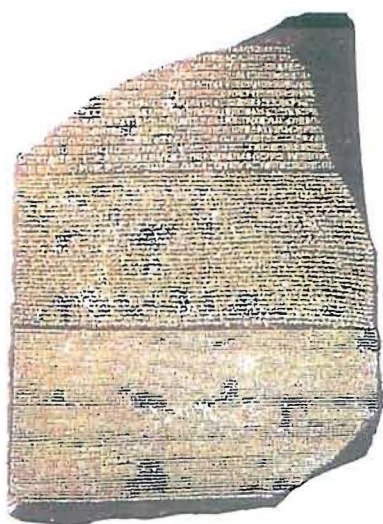
1. Introdução

A Ciência e a Tecnologia do mundo actual são os produtos da sociedade humana construídos ao longo de milhares de anos. Neste artigo, tecem-se algumas considerações centradas na interacção ciência-tecnologia-sociedade, com todas as limitações que o espaço e o tempo disponível para o escrever impõem. É dedicado a todos os leitores desta publicação, mas em especial aos professores da disciplina de Educação Visual e Tecnológica e Educação Tecnológica com quem o autor teve oportunidade de contactar directa ou indirectamente nestes últimos anos.

2. A relação técnica do ser humano com o mundo

Todo o ser vivo que sobreviveu adaptou-se ao mundo, através de mecanismos importantes para o seu desenvolvimento e modo de vida. É o caso dos olhos, dos ouvidos, das pernas e braços, dos dedos, das asas dos pássaros, das membranas natatórias dos peixes, etc. Muitos destes mecanismos são mais aperfeiçoados em muitos animais do que no ser humano, mas este desenvolveu um cérebro mais complexo e evoluído do que os restantes animais com o qual se elevou à condição de ser racional. Para tal, muito contribuiu também o facto de dispor de um dedo polegar, situável em frente dos outros dedos, o que lhe permite a manipulação fácil dos mais variados objectos do mundo e a apropriação e transformação dos mesmos em seu benefício. Podemos afirmar que o ser humano tem com o mundo uma relação algo análoga à de um sistema tecnológico com a matéria-prima. O homem primitivo é já um técnico ao produzir armas grosseiras e outros utensílios em pedra lascada ou em osso. É um técnico que se vai aperfeiçoando rapidamente. Conhecemos artefactos de rara beleza datados de há milhares de anos, como é o caso do selo cilíndrico representado na figura junta.

Selo cilíndrico mesopotâmico, feito com lápis-lazúli e ouro. Pertence à colecção do Museu Britânico e tem mais de 4000 anos.



Duas das mais influentes conquistas dos seres humanos que contribuíram para o seu progresso foram o domínio da linguagem falada e escrita. Permitiram-lhes ir «negociando» entre si as suas representações do mundo e ir transmitindo de geração em geração a mais rica das heranças: a cultura.

A célebre pedra da roseta, património do Museu Britânico. Trata-se de um documento egípcio datada de 196 a.C. Forneceu a chave de decifração dos hieróglifos.

3. A libertação da subserviência às necessidades práticas

É notável a capacidade técnica dos grandes impérios egípcio, mesopotâmico, índico e chinês. Os mais diversos artefactos antigos de metal e de cerâmica são disso um exemplo. É notável o facto de, e isto é um exemplo apenas, por volta do 4º milénio antes de Cristo, os mesopotâmicos já terem uma grande familiaridade com técnicas químicas actuais, tais como a destilação a sublimação, e outras.

É importante dizer-se que toda a ciência quer do Egipto quer da Mesopotâmia tinham um carácter essencialmente empírico e utilitário. Havia uma autêntica subserviência da ciência às necessidades práticas. Os papiros egípcios e as tábuas mesopotâmicas descobertas não deixam margem para dúvidas: os conhecimentos que revelam eram colecções de processos de resolução de problemas do dia-a-dia, como se vê na pequena porção de um texto egípcio do II milénio a.C. que a seguir se transcreve:

"Exemplo para fazer um celeiro redondo de 9 (e de) 10.

Subtrairás $1/9$ de $9:1$. Resta 8.

Multiplica 8 por 8; dá 64.

Multiplicarás 64 por 10; dá 640.

(...)

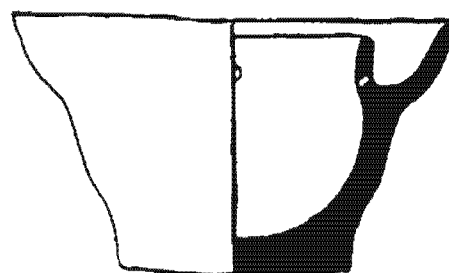
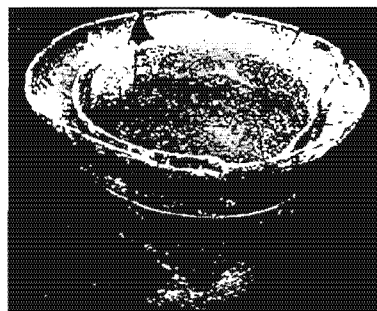
Forma do seu procedimento

1 8 1 64 $1/10$ 96.

2 16 $1/10$ $640 \times 1/20$ 48.

(...)"

Foram os pensadores gregos que conseguiram libertar o pensamento da submissão às necessidades práticas, começando a reflectir sobre os grandes enigmas do universo e acerca da natureza do seu conhecimento. É, pois, na antiga Grécia que nasce a Filosofia e, com ela, o saber desinteressado, isto é, o saber pelo saber. Entre todos os sábios gregos, num trabalho desta natureza, interessa destacar Arquimedes, que conseguiu pela primeira vez, com grande êxito, estabelecer um equilíbrio entre ciência e técnica, proporcionando uma interpretação racional ao funcionamento de vários produtos técnicos antigos, dos quais se destaca a alavanca.



Aparelho de destilação utilizado na Mesopotâmia, por volta de 3500 a.C.

4. Os obstáculos ao progresso científico e tecnológico no período que antecedeu a Idade Média

Quer os gregos quer os romanos, mas principalmente estes últimos, aperfeiçoaram muitas conquistas técnicas anteriores e produziram alguns empreendimentos de grande valor, de que facilmente nos apercebemos hoje ao contemplar as magníficas obras de engenharia e arquitectura que são as pontes, os aquedutos, as igrejas, construídos no tempo do império romano, para além dos vestígios de estradas, sistemas de aquecimento por meio da circulação de água e de ar, e outras realizações menos conservadas. Mas...que obstáculos teriam contribuído para que os gregos não tivessem traduzido em grandes realizações técnicas o seu elevado poder de reflexão teórica? E a que se deverá o facto de os romanos não terem sabido explorar as suas enormes potencialidades tecnológicas para desenvolverem de forma metódica e frutuosa a ciência? A resposta a estas questões é sociológica: centra-se na diferença de mérito atribuído ao trabalho manual e ao trabalho intelectual. "Quando a lançadeira andar sozinha, os escravos serão inúteis", teria dito Aristóteles, um dos pensadores gregos que mais observações experimentais teria feito. São também célebres as suas observações no domínio da

zoologia e da botânica, apesar da sua nítida predilecção pela lógica dedutiva. Foi um factor influente, do ponto de vista do progresso técnico e científico, o desprezo dos grandes pensadores gregos pelo trabalho manual, eles que pertenciam em muitos casos a uma classe privilegiada. Mais ainda: profundamente influenciados pela crença pitagórica num universo em que imperam os números, e pelo predomínio platónico do mundo das ideias sobre o mundo dos sentidos, muitos dos filósofos gregos acreditavam que era através do pensamento puro, não contaminado pelos sentidos, que iriam chegar ao conhecimento verdadeiro do mundo. Por sua vez, os romanos, tal como os seus antecessores gregos, não estavam interessados em acabar com a escravatura. Investiram muito nas grandes construções que ocupavam os escravos e os exploravam como fontes de energia, e pouco investiram na exploração de outras fontes de energia que economizassem a força de braços e dignificassem o ser humano. Não admira, pois, que assistissem ao abaixamento progressivo do rendimento de exploração da energia dos escravos e, com isso, a uma sucessão de crises de produção e circulação de riqueza que contribuíram para a queda do seu império.

5. A Ciência e a tecnologia na Idade Média

Costuma considerar-se a Idade Média como uma longa época de obscurantismo em que a ciência e a técnica efectuam a penosa «travessia do deserto»... Não sejamos injustos. Algo de importante também aconteceu; principalmente no seu último período. Para não referir outros exemplos por falta de espaço e tempo, lembram-se aqui os trabalhos dos nominalistas, em especial de Guilherme Ockham, que contribuíram para o desprestígio do sistema filosófico aristotélico, os de Johannes Philoponos, Jean Buridan e os mertonianos, que contribuíram para o estabelecimento da teoria do ímpeto, que procurava suprir as imperfeições do modelo aristotélico, no que se refere aos movimentos forçados, os trabalhos de Jordanus Nemorarius, no domínio da Estática, os de Robert Grosseteste, Roger Bacon e Dietrich de Freiberg, no domínio da Óptica (trabalhos com lentes já importantes, de que

destacamos a produção de sistemas ópticos de amplificação), etc.⁽¹⁾

No que se refere à tecnologia, há um avanço notável em áreas como a dos transportes, da utilização da energia e da agricultura. Um facto importante a registar é o aumento de rendimento de aproveitamento da energia dos animais de transporte, com a introdução da coelheira. Outro facto é o notável aperfeiçoamento do moinho de água e, a partir do século XII, um uso sistemático e cada vez mais aperfeiçoado dos moinhos de vento, o que não se tornou nada fácil pela necessidade de tornar as velas adaptáveis à direcção variável do vento. E, enfim... as ordens religiosas não tiveram apenas o efeito negativo de que tanto se fala a propósito do seu conservadorismo filosófico institucional. Fomentaram a tecnologia agrícola, ao desenvolverem a colonização agrícola, o desbravamento das terras, a valorização dos solos e, em consequência, a melhoria das culturas.

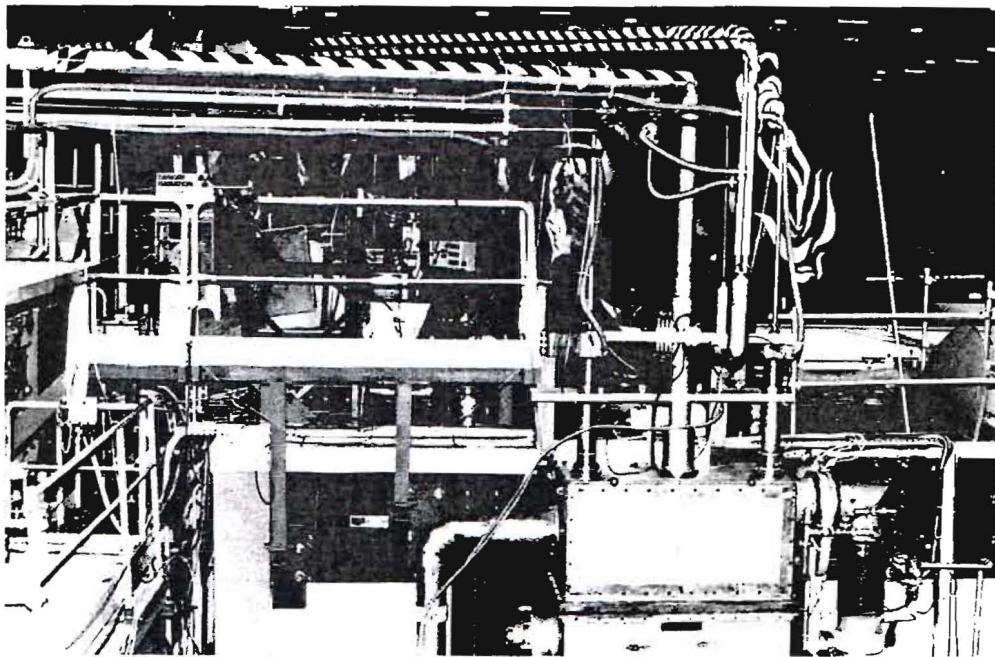
6. A grande reabilitação da ciência e da tecnologia, cada uma ao serviço da outra

É com o Renascimento, e sob o impulso de um novo espírito científico, nascido com base numa dignificação do ser humano e na libertação do seu pensamento, espírito esse que está patente em grandes homens da cultura como Leonardo da Vinci e Galileu Galilei, que a Ciência e a Técnica, tendo por suporte uma nova Filosofia, se aliaram na árdua tarefa de construir um novo mundo. O acesso aos mais notáveis trabalhos gregos em toda a sua pureza, aqueles que se não perderam com crimes de lesa-cultura, como foram o da destruição da biblioteca de Alexandria, também contribuiu para a criação desse novo espírito. Como exigência da ciência e da melhoria da condição humana, passa a haver cada vez mais o investimento em tecnologias variadas que vão da produção de instrumentos técnico-científicos cada vez mais perfeitos ao aproveitamento cada vez mais rendível dos recursos energéticos. A interacção ciência-tecnologia ao serviço de uma sociedade de cultura e bem-estar é cada vez maior: cada uma ao serviço da outra. É a interacção entre as tecnologias de navegação, ópticas e de medição

(1) Para desenvolvimento deste tema consultar, por exemplo, Olaf Pedersen, *Early Physics and Astronomy, a Historical Introduction*, Cambridge University Press, capítulos 14, 15, 16 e 17.

do tempo e a astronomia (não esquecer o problema da medição da longitude no mar e no ar), entre a tecnologia de aproveitamento das fontes de calor e a física dos gases e termo-

dinâmica, a tecnologia das transmissões e a teoria electromagnética da luz, e um grande número de outros exemplos que nem sequer podem aqui ser citados.



Quem visitar hoje um centro de pesquisa em Física das altas energias como é o CERN não pode deixar de se sentir fascinado com aquele mundo onde ciência e tecnologia «andam de mãos dadas».

Sem um elevado investimento tecnológico, não seria possível cominhar-se no conhecimento do mundo sub-nuclear e dos primeiros instantes do nosso universo.

7. Algumas considerações de natureza didáctica

Advoga-se hoje que a ciência não deveria ser ensinada à revelia da Tecnologia e da Sociedade. Os programas de ciências deverão ter subjacente uma perspectiva C-T-S-A (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Este pequeno trabalho tenta contribuir de modo necessariamente modesto para que esta perspectiva seja aceite. Isto não significa que não se tenha em conta que o conhecimento científico está estruturado e há que respeitar essa estrutura. A sequência dos temas não pode estar sujeita ao livre arbítrio. Segundo muitos estudiosos do fenómeno social que é o ensino e do processo individual e idiossincrásico que é a aprendizagem, o factor mais importante a ter em conta, a cada momento, é aquilo que o aprendiz já sabe. Daí a importância de uma avaliação eficaz do ponto de vista cognitivo e formativo. Mas, as ligações à sociedade e ao mundo de hoje têm de estar sempre presentes nas mais diversas situações de aprendizagem. O envolvimento dos alunos em pesquisas teórico-experimentais convenientemente orientadas e em projectos volta-

dos para o mundo actual é decisivo. Aos professores, e em particular àqueles a quem dediquei este trabalho, aqui fica um conselho: invistam na vossa formação científica e pedagógica o mais que puderem, pois dela colherão os vossos alunos os melhores frutos. Deixo-vos com as seguintes palavras de Miguel Torga (Diário X, Coimbra Editora, 1968):

"Técnica, técnica e mais técnica. Não ouço outra palavra à mocidade que, convictamente, repete o que aprende. E lá vou alimentando também o fogo sagrado. Barragens, pois. E foguetões, porque não?"

É circuitos abertos e fechados, e antenas e máquinas electrónicas com fatura. Mas depois da progressiva girândola mecânica, meto na conversa, como quem não quer a coisa, um cheirinho de lirismo. Ponho-me a falar de rouxinóis, de paisagens, de noras a chiar. Reajo como posso contra uma pedagogia que se esquece de acrescentar às lições de quantas ciências ensina que as aves cantam, que as águas sussurram, que só há um acto que o homem pode repetir eternamente com originalidade: olhar a natureza." Palavras, para quê?

Professor Dr. Jorge Valadares
Docente da Universidade Aberta

A Agulha de Marear

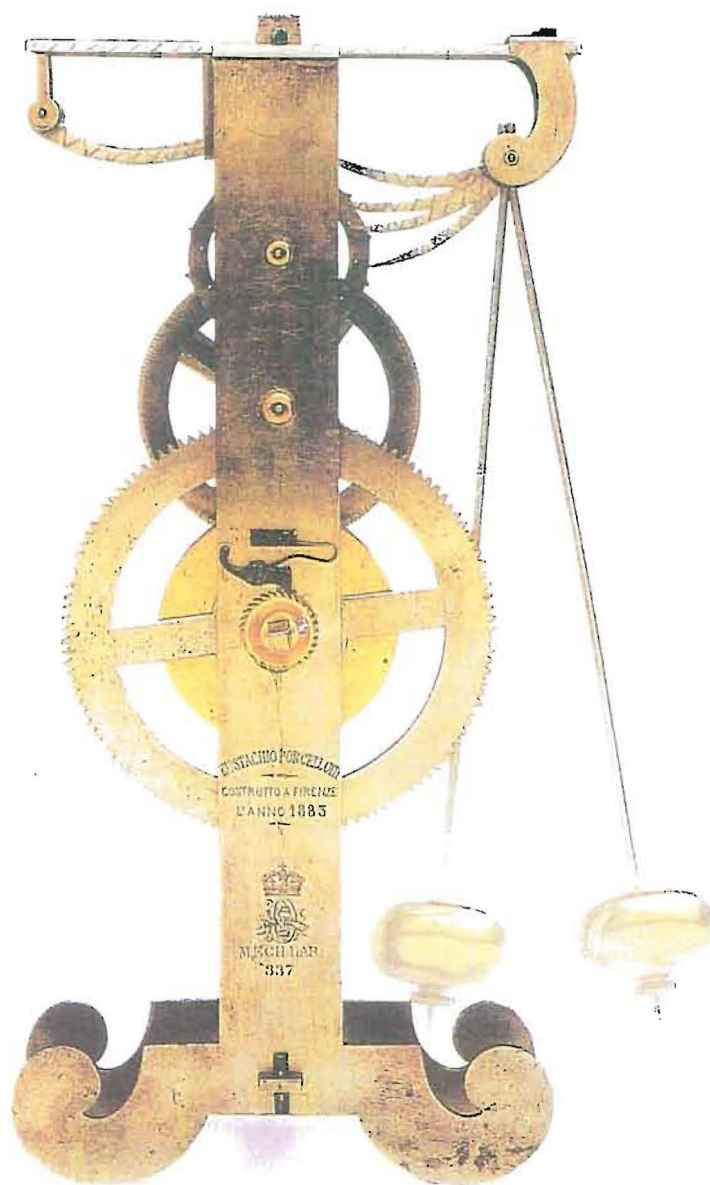


Departamento de Ciências e Tecnologia

Nº 3

Janeiro 2000

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE



- **EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA:
UMA ÁREA INTERDISCIPLINAR**
- **ENERGIA RENOVÁVEL E O
AMBIENTE**

A Agulha de Marear



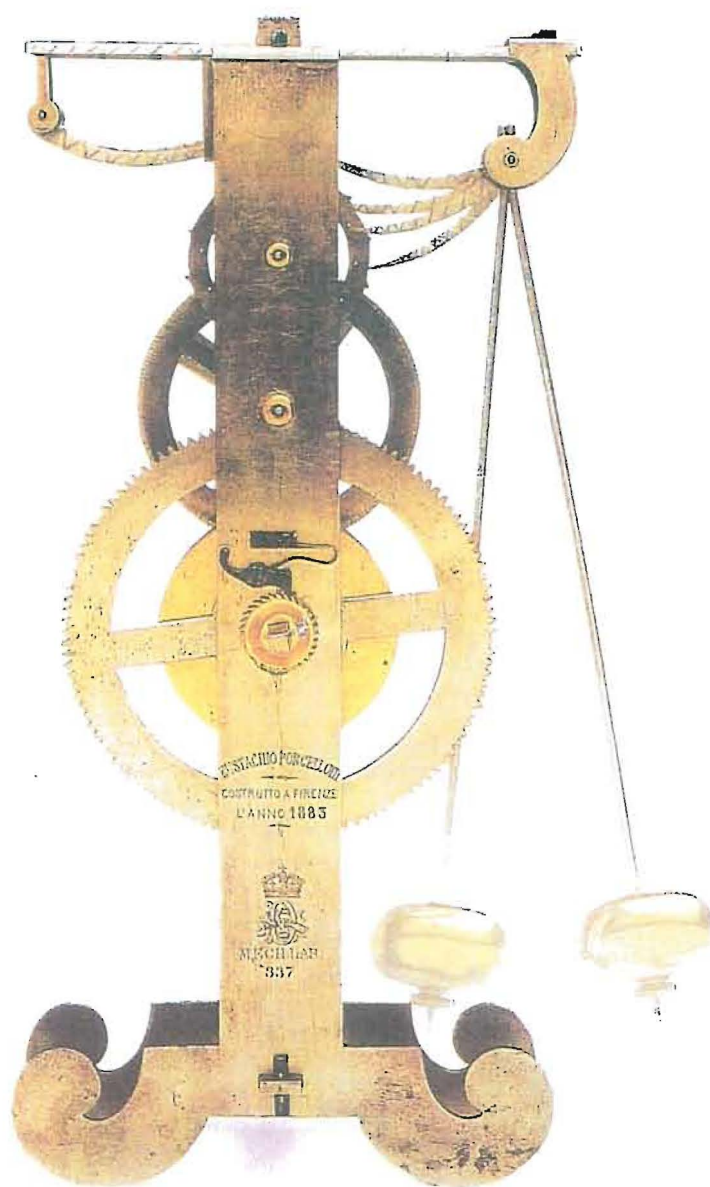
aleceop

Departamento de Ciências e Tecnologia

Nº 3

Janeiro 2000

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE



- **EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA:
UMA ÁREA INTERDISCIPLINAR**
- **ENERGIA RENOVÁVEL E O
AMBIENTE**