

ANAIS DO  
IX SIMPÓSIO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DOS  
PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS DE HISTÓRIA

(Florianópolis, 17 a 23 de julho de 1977)  
Organizados pelo Prof. Eurípedes Simões de Paula

Publicados pela Profa. Alice Piffer Canabrava  
Secretário Geral da ANPUH

# O HOMEM E A TÉCNICA

Volume I

SÃO PAULO - BRASIL

1979

## RELÓGIO MECÂNICO, PRODUTO DA TECNOLOGIA MONÁSTICA MEDIEVAL A SERVIÇO DA SOCIEDADE INDUSTRIAL (\*)

---

NIKO ZUZEK

da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Para os manuais de história as grandes transformações na indústria começaram com a invenção da máquina a vapor de Watt, enquanto que os livros convencionais de economia conferem maior importância à introdução da maquinária automática na fiação e tecelagem. Sem que rer entrar no mérito da questão, ambas as suposições sugerem a impressão que a denominada Revolução Industrial estourou de um dia para o outro com efeitos drásticos sobre a vida humana.

Evidentemente, seria injusto querer desmerecer o valor dos grandes inventos tecnológicos dos dois últimos séculos, como também seria anti-histórico não enxergar as conseqüências sempre mais determinantes advindas da sua aplicação industrial, não somente na vida particular dos que têm contato direto com a indústria, mas também na própria estrutura da sociedade atual, magistralmente dissecada por Marcuse no seu livro "Ideologia da Sociedade Industrial" (1).

Contudo, também neste caso vale o dito: "*Natura non facit saltus*". Se olharmos para o passado com o espírito de objetividade histórica, seremos obrigados a reconhecer que a Revolução Industrial não foi resultado de uma erupção inesperada, mas de um longo e orgânico processo, tendo suas raízes mais distantes na Antigüidade e mais próximas na Idade Média.

Não pretendemos começar com Adão e Eva. Para este fim os trabalhos de Gordon Childe (2) e Graham Clark (3) seriam de maior utilidade. Queremos contudo, antes de entrar no nosso assunto, lembrar a so

---

(\*) - Comunicação apresentada na 1a. Sessão de Estudos, Equipe A, no dia 18 de julho de 1977 (Nota da Redação).

cidade contemporânea, orgulhosa do seu mundo de máquinas, que estas não são um fenômeno exclusivo da época moderna. Os três tratados Dioptra, Mecânica e Catôptrica (4) - atribuídas ao matemático e engenheiro alexandrino de nome Hierão - como também seus inventos tecnológicos tais como uma bomba com pistão e válvulas, uma espécie de máquina a vapor, portas automáticas acionadas por polias movidas por diferentes volumes de água, talvez provoquem surpresa aos leigos em história antiga (5). Mas o Livro X de Vitrúvio, (6), consagrado integralmente à descrição de vários tipos de máquinas em uso na época é a melhor demonstração da nossa afirmação. Através do Bizâncio e dos árabes as conquistas tecnológicas da Antigüidade, às vezes em forma aperfeiçoada, foram transmitidas para a Idade Média Ocidental.

É verdade que as máquinas na Antigüidade e da Idade Média diferem sob vários aspectos das modernas: elas foram fruto mais do empirismo do que da aplicação da ciência; elas são menos complexas nos seus componentes e se servem de fontes de energia mais simples tais como correntes de vento e de água; a padronização nos termos atuais não preocupava muito os tecnólogos antigos. Outra diferença importante diz respeito à própria finalidade da máquina. Na Antigüidade e durante a Alta Idade Média ela às vezes servia mais para fins de curiosidade e de diversão do que de utilidade e menos ainda para a sua aplicação industrial. Como ilustração podem servir os numerosos truques mecânicos inventados por Al-Gazari para divertir os califas de Bagdá (7), e o já mencionado Hierão que, apesar de ter feito funcionar a primeira máquina a vapor, não desempenhou o papel de Watt.

Contudo, contra a costumeira impressão de que a Idade Média foi na sua totalidade um período estagnado, especialmente do ponto de vista tecnológico, já começam a afirmar-se opiniões diferentes, fruto de sérias pesquisas, que têm a coragem, para não dizer a ousadia, de falar da "Revolução Industrial da Idade Média" (8), demonstrando que no apogeu da mesma estava processando-se uma radical mudança na utilização da máquina na produção humana. Baseando-se nesta mudança coube ao homem ocidental transformar as primitivas máquinas e os ingênuos brinquedos da Antigüidade e da Alta Idade Média em poderosos complexos da moderna produção industrial, em rápidos engenhos de transporte, em sofisticados sistemas de comunicação e de controles e

letrônicos.

Se não houve, conforme indicamos acima, uma descontinuidade no desenvolvimento técnico na história humana, houve porém na época moderna, uma aceleração tão marcante do mesmo que a simples continuidade de dele não pode ser mais considerada uma explicação suficiente.

Mas porque, a partir de certo momento, o homem ocidental tornou-se tão eficazmente prometêico? Trata-se da pergunta fundamental que me cere uma resposta no mesmo nível.

É nossa firme opinião que a história do desenvolvimento tecnológico não pode ser escrita simplesmente como uma seqüência de paulatino aperfeiçoamento da ciência e da tecnologia, mas também como uma mudança de mentalidade. Se de um lado a máquina modificava os hábitos, era por outro lado necessária uma profunda mudança de mentalidade para que o terreno fosse preparado para a aceitação da tecnologia e de seu predomínio. A máquina tinha que ser ideológica e socialmente desejada antes de se tornar rainha do mundo atual. Em outras palavras, era necessário que o homem se fizesse mecânico antes de adquirir a capacidade de excogitar e fabricar as máquinas para fins industriais.

Quando e como se processou esta mecanização da mente humana? Seria pretencioso querer responder satisfatoriamente a uma pergunta tão abrangente com uma breve comunicação. Tentarei, contudo, esboçar o caminho do que me parece uma explicação razoável.

No capítulo introdutório do seu livro "Technics and Civilization" (9), Mumford Lewis sustenta a tese que a origem do processo da paulatina mecanização do homem foi o desejo da ordem. De acordo com a sua opinião "a ordem apareceu nos mosteiros, no exército e no banco antes que finalmente se manifestasse na fábrica" (10). Entre os três elementos aqui citados escolhemos para a nossa comunicação somente o primeiro, o mosteiro. Pretendemos estudar de que modo a ordem dos mosteiros medievais concorreu, embora não intencionalmente, para a mecanização da mente humana.

Entre várias datas citadas pelos historiadores como significativas para o começo da Idade Média, consta também a fundação do mos

teiro de Monte Cassino por São Bento em 529. Evidente, as épocas históricas não começam na data certa, é preferível falar em períodos de transição. Neste sentido o prazo de cerca de dois séculos, entre o Edito de Milão (312) e a fundação de Monte Cassino, é tipicamente transitório; da lenta, mas inexorável agonia da Antiguidade para o tímido brotar de novos valores e formas da Idade Média. Portanto, também na minha periodização, a obra de São Bento representa um marco, especialmente para a história ocidental. A irradiação do espírito monástico sobre o indefinido mundo dos Reinos Bárbaros, dos pontos de vista religioso, cultural, econômico, técnico e organizacional, é simplesmente determinante para a lenta formação da nova sociedade medieval que após Carlos Magno pode chamar-se Cristandade. Esta, sem a obra de São Bento, historicamente, não teria razão da sua existência.

De fato, em contraposição à confusão decorrente das migrações germânicas através do território do Império do ocidente em processo de melancólico esfacelamento, em gritante contraste com a dizimação da população e da devastação dos campos provocadas pela luta sucessória entre os ostrogodos após a morte de Teodorico e pela longa guerra bizantino-ostrogoda (533-553) durante o governo de Justiniano, o mosteiro de Monte Cassino, como outros mosteiros que dele se desprenderam, eram verdadeiros oásis de paz, fruto da ordem contida na regra monástica instituída por São Bento. Se antes dele, São Pacômio e São Basílio sobressaem-se como iniciadores da vida cenobítica, é característica da regra beneditina a preocupação com a ordem no sentido mais amplo do termo.

São Bento, descendente de antiga família romana, ainda imbuído de valores clássicos e, entre eles, de agudo senso de equilíbrio - tão bem expresso no adágio "virtus in medio" - exibiu um exemplo de genuína ascese cristã, exatamente quando as falsas interpretações dos conselhos evangélicos provocaram inúmeras desvirtuações na vida prática. Contra o perigo do individualismo da vida eremítica ele opõe a vida comunitária, onde a caridade, a virtude cristã por excelência, tinha que ser exercida constantemente; contra as extravagâncias dos estilitas, acoimetes e incluso (*εγκλειστοι*) (11) ele preenche o dia com oração, estudo, trabalho manual e descanso, dentro de um esquema de períodos entre si harmonicamente entrelaçados; contra o es

pírito aventureiro dos monges itinerantes e pascolantes (βοσκοί) (12) ele exige dos seus confrades o voto de estabilidade. A comunidade as sim constituída dá testemunha ao mundo dilacerado por paixões que a desordem não é congênita à natureza, nem produto do Criador, mas do próprio homem que é o único a estar fora da ordem.

Por não saber usufruir da sua superioridade sobre outras criaturas, quer dizer da sua inteligência e do seu livre arbítrio, ele é o responsável pelo marasmo da prepotência, do ódio e da desconfiança de si mesmo, achando que a desordem é inevitável, a ordem inalcançável. Para que a humanidade se entrosasse de novo com a harmonia do universo - diziam as comunidades beneditinas - era necessário, antes de mais nada, um esforço consciente para refletir sobre o alfa e o omega da vida humana e depois, através da disciplina, endereçar racionalmente o nosso caminho para o fim último, confiando também na ajuda sobre natural para vencer os obstáculos. Os mosteiros beneditinos representam uma vitória do consciente contra o instintivo, do racional contra o irracional, da ordem contra a desordem, da paz contra a confusão.

No seu profundo anseio pela ordem os monges preocupavam-se seriamente com a observância de períodos destinados a vários tipos de atividade. Contudo a oração, que dá a tônica na vida da comunidade, era o "princeps analogatum", em função do qual as outras atividades eram devidamente organizadas. A história das Horas Litúrgicas e do Ofício Divino, especialmente dos mosteiros, (13) se deu na época de São Bento.

Os monges egípcios reuniam-se para a oração comum somente duas vezes por dia, exatamente para Matinas e Vésperas, os da Síria e Palestina acrescentaram mais três períodos diurnos, correspondentes a as sim chamadas "horas apostólicas" (15) de origem judaica, em amplo uso pela primitiva cristandade. Nos séculos V e VI os monges ocidentais fizeram proceder o ciclo de oração diurna por Laudes e Prima (16) e São Bento acrescentou, para terminar o ciclo, a Completa a ser rezada antes do repouso.

Para que toda a comunidade pudesse reunir-se no mesmo local para a oração ou começar simultaneamente outra atividade era necessário um

sinal. Por isso o papa Sabiniano (604-606), sucessor de Gregório-o-Magno, movido pelo zelo da estrita observância da vida comunitária, prescreveu que o começo de cada hora canônica fosse indicado pela percussão de uma campana ou de um objeto sonoro (17). No intuito de tornar a percussão das horas canônicas mais exata foi criada nos mosteiros a função do encarregado de relógio, chamado "conservador do relógio" (18).

Conforme o costume da época os monges também usavam simultaneamente os dois modos básicos de calcular o tempo. O dia e a noite eram divididos em horas e períodos, idênticos em número durante todo o ano, mas de duração variável de acordo com as variações da duração da luz solar. Os relógios solares eram constituídos de modo a poder registrar estas variações e os relógios de água, podiam ser adaptados para medir as horas variáveis conforme as estações do ano, ainda que o seu mecanismo fosse feito para medir intervalos iguais de tempo.

Os astrônomos preferiam calcular o tempo em horas iguais, considerando como base as horas do equinócio (19).

Para fins monásticos o primeiro método de duração variável de horas não satisfazia plenamente. Se as Laudes e as Vésperas podiam ser rezadas respectivamente ao surgir e ao por do sol, já as Matinas tinham que ser rezadas de noite na mesma hora, independentemente da estação do ano. O mesmo valia também para a Terça, Sexta e Nona. A variação dos períodos inicial e final do dia desconcertava a regularidade dos horários, a harmônica proporcionalidade entre vários tipos de atividades prescritas pela regra.

Era do interesse dos mosteiros adotar paulatinamente o segundo método de calcular o tempo, em períodos iguais durante todo o ano. Ficou assim introduzida na antiga percepção e medição do tempo uma nova psicologia: o tempo é calculado por intervalos entre uma e outra hora canônica. O tempo como medida do movimento sideral na percepção de processos bio-psicológicos começa a perder a sua preponderância.

O desejo de quantificar o tempo por intervalos matematicamente sempre mais iguais, para melhor dividir, controlar e coordenar as diferentes atividades dos monges, levou à procura de mecanismos mais

perfeitos. Discordamos portanto, neste aspecto, de Usher que confere à vida civil maior interesse no estabelecimento de horas invariáveis (20) apesar de concordarmos com ele que este "sistema não avançou muito até aos fins dos séculos XIV" (21), como também afirmamos que a partir deste século o tempo "quântico" invade toda a vida civil. Mas foram os mosteiros os principais incubadores deste novo modo de ver e de medir o tempo.

Para medir o tempo o "conservador do relógio" podia servir-se do quadrante solar. Mas este só servia de dia, quando o céu não estava coberto e para fornecer - pelo menos regularmente os intervalos de duração variável. As clepsidras, destinadas a medir os intervalos iguais, eram imprecisas. Quando o líquido do qual se serviam não congelava no inverno, então a variação de temperatura alterava a densidade específica do mesmo como também as dimensões do orifício do escoamento. Além destes inconvenientes as clepsidras exigiam a presença contínua do conservador do relógio para interpretá-lo e emitir os respectivos sinais. A vigília noturna ao lado da clepsidra não era muito agradável e o menor cochilo perturbaria a regularidade da vida da comunidade. Os relógios de água, tais como descritos no Livro IX de Vitrúvio (22) eram de maior utilidade. O seu mecanismo era por si destinado a medir os intervalos iguais de tempo e com dispositivos extremamente simples era possível provocar emissão de um sinal sonoro, marcando o início ou o fim de um período. Imaginemos um objeto flutuante que cai do recipiente em cima de uma placa metálica quando a água atinge determinado nível. É um gongo mecânico, é um carrilhão em esboço. Ele dispensa a vigília do conservador do relógio. Este só deve preocupar-se com a manutenção do aparelho: eliminar a sujeira das tubulações, evitar depósitos calcáreos nos recipientes e manter na medida do possível constante a temperatura tanto do líquido quanto do ambiente. Trata-se de cuidados tecnológicos primitivos, mas básicos no campo da mecânica dos fluidos, dirigidos para a obtenção do produto final desejado, quer dizer o tempo em intervalos iguais, os mais breves possíveis, para serem exatos.

O resultado desta preocupação só será considerado satisfatório com o aparecimento do relógio mecânico. Na verdade a denominação "relógio mecânico" deveria ser submetida a uma análise semântica, pois,



conforme a acepção mais ampla do termo os relógios de água também eram mecânicos. Contudo os autores habitualmente se servem deste termo para relógio que possuía um peso como fonte da força motriz, em grenagens como meio de transmissão e um escape para regular a aplicação da força motriz.

Quando surgiu o primeiro relógio mecânico?

O uso de pesos como mecanismo de acionamento não é uma novidade, pois já remonta à era pré-cristã. O emprego das engrenagens não é desconhecido na Antigüidade, mas se alastra e se aperfeiçoa durante a Idade Média na indústria de moagem e afins. Durante muito tempo estes elementos não podiam ser empregados para a medição do tempo, por falta de meios para controlar a força do peso em queda que sem um breque, sem um escape, moviam-se em ritmo acelerado. A invenção do escape e depois, a sua aplicação à medição do tempo pelo relógio, tornaram-se portanto o passo principal na confecção do relógio mecânico.

O monge Gerberto, depois Papa Silvestre II (999-1003), foi até o começo deste século considerado como inventor do primeiro relógio mecânico. Esta persuasão era tão universal que fazia parte do conhecimento enciclopédico. À guisa de ilustração podemos mencionar o conhecido "Dizionario de Erudizione Ecclesiastica" do fim do século passado que endossa como indiscutível a seguinte afirmação de Maurini: "Entre as invenções úteis, fruto dos seus estudos, antes de subir ao Pontificado, o mais importante é o relógio a balanço que perdurou em uso até 1640, quando foi substituído pelo relógio a pêndulo" (23). A tradição apoiava-se no testemunho de Guilherme Malmesbury (William of Malmesbury) conforme o qual Gerberto fabricou para o mosteiro de Magdeburg um relógio que indicava o tempo de dia e de noite, explicitando que o aparelho foi feito segundo princípios mecânicos: "Horologium arte mechanica compositum" (24). Hoje em dia porém tudo indica que o artefato de Gerberto não passava de um sofisticado relógio de água (25), pois a primeira descrição de um escape é muito posterior, por volta de 1250. Trata-se do escape de cordas descrito no "Album" de Villard de Honnecourt (25). O aparelho é tão ingênuo e apresenta tão poucas semelhanças específicas com um escape utilizado no relógio que "a natureza do dispositivo só foi compreendida após duas ge

rações terem estudado as gravuras publicadas desse manuscrito" (27). Na opinião geral dos autores contemporâneos o surgimento dos primeiros relógios mecânicos se deu no período entre as últimas décadas do século XIII e a fabricação do relógio erigido em Milão na torre da Capela do Palácio dos Visconti no ano 1335 ao qual, junto com o relógio do Palácio da Carrara em Pádua, constituído em 1336, temos referência na obra do famoso Muratori (28). Os autores fundamentam suas preferências com argumentos mais ou menos sólidos, contudo não apodícticos. Convém por prudência optar pelo termo "post quem". Neste sentido a posição de Usher nos parece a mais correta: "A crítica moderna chega à conclusão de que as características essenciais do relógio mecânico eram já conhecidas em 1335. Três, ou possivelmente quatro relógios construídos no decurso dos doze anos seguintes. Pelo menos oito relógios foram construídos entre 1352 e 1360; treze entre 1361 e 1369; cinco em 1370. A lista sugere que a data de 1335 nos leva bastante perto da data do invento original. Nenhum dos relógios anteriores tinha sobrevivido" (29).

A partir do ano 1368 possuímos as mais antigas e bastante completas descrições do escape e do balanço do relógio mecânico. Trata-se de dois documentos quase contemporâneos: o tratado do Giovanni Dondi - "De Conficiendis Horologiis" (30) e o poema de Froissart "L'Horloge Amoureux" (31). O primeiro descreve um relógio vulgar, supostamente bem conhecido pelo grande público, enquanto que o segundo se inspira no famoso relógio erguido no Palácio da Justiça em Paris por Henrique de Vic (Henri de Vic), obra começada em 1364 e terminada em 1370.

Embora as conclusões da crítica moderna levem a negar a primazia do invento ao monge Gerberto, permanece contudo sintomática a persuasão medieval, conservada pela tradição, de que o relógio mecânico foi fruto dos cuidados dispensados pelos monges à medição do tempo, que o seu berço foi o mosteiro e o seu inventor um monge. A desmistificação do nome do inventor em nada diminuiu a persuasão tradicional ligando o surgimento do relógio mecânico ao ambiente monástico.

A história não interessa tanto o nome quanto as circunstâncias que levaram a determinadas consequências. A atmosfera monástica, a vida ordenada da comunidade dentro da mais exata divisão do tempo, as

técnicas dos "conservadores do relógio" foram o hūmus propício para o surgimento do relógio mecânico; ainda que não exclusivamente o mosteiro foi a nosso ver, o fator preponderante na confecção de relógios bem mais perfeitos até chegar-se ao relógio mecânico.

É neste sentido que fica justificado também o título da presente comunicação.

A proliferação de relógios mecânicos com a expansão urbana - exibidos artística e jocosamente das torres das igrejas góticas - transferre para o mundo extramonástico a ordem da mais exata e perceptível divisão de tempo.

Esta, além de reforçar os ideais religiosos da época, coordena através do som dos carrilhões as complexas atividades da nova comunidade urbana, dinamizando-as tornando-as mais eficazes. Eis como se sente a marcante presença do relógio na vida da sociedade burguesa emergente, conforme já mencionada passagem de Muratori: "Existe aī um maravilhoso relógio (relógio de Milão de 1335), pois tem um grande badalo que bate num sino vinte e quatro vezes, segundo as XXIV horas do dia e da noite e, assim, ā primeira hora da noite dā um toque, ā segunda dois, ā terceira três e ā quarta quatro; e assim se distingue uma hora da outra, o que ē da maior utilidade para homens de todas as classes" (32). O homem urbano dos séculos XIII e XIV vive cada vez menos de acordo com o tempo bio-psicológico ou natural e cada vez mais segundo frações de tempo indicadas pelo relógio da torre.

Quando por volta de 1345 a divisão de horas em sessenta segundos foi comumente aceita (33), embora os relógios da época sō tivessem capacidade potencial de indicar estas subdivisões de origem sideral, toda a atividade humana, como o seu modo de pensar serão regidos, comparados e medidos por este abstrato padrão de divisão de tempo. O ato de Carlos V de França que, depois da instalação do seu novo relógio, ordenou que as horas e os quartos de horas soassem em todas as igrejas de Paris segundo o relógio do Palácio da Justiça, pode ser considerado como a estatização da nova mentalidade na medição do tempo.

A partir deste momento, todos os relógios públicos, inclusive os carrilhões das igrejas monásticas, não mais indicavam as horas canõ-

nicas, mas as frações matematicamente iguais de tempo. Antes das teorias quânticas surge portanto o modo de viver quantitativo decorrente da divisão mecânica do tempo. À medida que o relógio se populariza, invade as casas e depois os bolsos, à medida que se aperfeiçoa, sua influência sobre a sociedade torna-se sempre mais benéfica mas também mais dominadora.

Por quanto primitivo e pouco exato, se comparado com a posterior tecnologia da relojoaria, o relógio mecânico medieval é a primeira máquina de características tipicamente modernas. Os moinhos de água ou de vento, anteriores a ele, não têm estas características que podemos resumir como se segue: uma força motriz cuja transmissão é regulada pela máquina, de modo a produzir sempre o mesmo e igual produto. A estandarização no consumo de energia, de tempo e do produto final. O relógio portanto - além de oferecer a sua própria tecnologia a outros engenhos congêneres - é o símbolo daquela padronização à qual todas as máquinas aspiram. Por outro lado a padronização é medida pelo relógio, que para tanto tem que ser sempre mais aperfeiçoado. A cronometria moderna, especialmente a industrial, serve-se do invento medieval para controlar e otimizar a produção das máquinas modernas.

O relógio, cujo produto são minutos e segundos, dissocia o tempo dos eventos humanos, transformando-o num ser abstrato de sequências mensuráveis existente num mundo matemático, no mundo da ciência moderna. Antes que Kant explicitasse filosoficamente a idéia do tempo em forma de categoria a priori, esta já moldurava a vida humana. O próprio homem começa a medir-se pelo tempo matemático.

No século XVI quando os relógios portáteis ainda eram privilégio da aristocracia, o ideal burguês era tornar-se "tão regular quanto o relógio" (34). A padronização do comportamento e das atividades humanas resultou em maior produção e o dito "o tempo é dinheiro" começava a ser justificado em termos de investimentos industriais e não mais de usura. As máquinas controladas pelo tempo matemático levaram à revolução industrial. A ela, por sua vez, o homem sujeitou-se, batendo o ponto na entrada e na saída da linha de produção, como se não passasse de uma simples peça do conjunto industrial na qual atua. Assim, ao som e no ritmo do relógio nasce e vive a contemporânea sociedade

dade industrial.

O relógio mecânico, fabricado no fim da Idade Média como fruto da preocupação de coordenar a vida monástica, abre a porta à mecanização da época moderna e domina todos os aspectos da sociedade contemporânea.

Poderíamos imaginar a sociedade industrial sem petróleo, mas não sem relógio. Por isso também, o relógio é a máquina universalmente mais usada; ela foi a principal responsável pela mecanização da mente moderna.

\*        \*  
\*  
\*  
\*

#### NOTAS

- ( 1 ) Veja Marcuse, Herbert - Ideologia da Sociedade Industrial Rio 1967, Ed. Zahar.
- ( 2 ) Childe, Gordon - Evolução Cultural do Homem, Rio 1975, Ed. Zahar; O que aconteceu na história, Rio 1973, Ed. Zahar.
- ( 3 ) Clark, Graham - A pré-história, Rio 1962, Ed. Zahar.
- ( 4 ) É incerta a data da publicação destes tratados; Pauly. Wissowa põe-na em 50 a.C. - Veja: Hierão de Alexandria - Opera quae supersunt omnia, editado por Wilhelm Schmidt - Leipzig 1899 - 1914.
- ( 5 ) Recomendamos a leitura de:
  - a) Usher, Payson Abbot - A history of Mechanical Inventions, New York 1929 - Vol. I.  
Veja tradução portuguesa - História das Invenções Mecânicas, Lisboa 1973, Ed. Cosmos. Vol. I.
  - b) Mach, E - La mécanique, exposé historique et critique de son développement, trad. francesa por. E. Bertrand, Paris 1925 - Libraire Scientifique.
- ( 6 ) Vitruvius, M.P. - De Architectura - Lib. X - in Collection des Auteurs Latins, sob direção de M. Nisard, Vol. Ceise, Vitruve, Censorin, Frontin. pgs. 154 - 179.
- ( 7 ) Veja Mumford, L - Technics and Civilization, New York, 1934 - Ed. Harcourt, Brace and Company, pg. 14.
- ( 8 ) Gimpel, Jean - A Revolução Industrial da Idade Média - Rio

de Janeiro, 1977 - Ed. Zahar.

- ( 9) Vide nota 7.
- (10) Mumford, op.cit. pg. 3.
- (11) Estilistas viviam acima de uma coluna, entre os quais o mais famoso é São Simão (+459); havia também mulheres estilistas.
- Acoïmetes, quer dizer insones, que divididos em muitos coros, rezavam ininterruptamente.
  - Inclusos ou reclusos, os quais se faziam fechar ou murar por muito tempo ou para sempre numa cela ou local angusto. Veja: Bihlmeyer K. e Tuechle, H. História da Igreja - Vol. I. pgs. 369 - 370. São Paulo, 1964 - Ed. Paulinas.
- (12) Itinerantes ou girôvagos, que perambulavam de um mosteiro para outro detendo-se como hóspedes de dois a quatro dias por vez (genus monachorum gyrovagorum).
- Pascolantes, na Síria e nas províncias vizinhas, que vagueavam sem pausa através dos campos e se alimentavam de verduras cruas.
- Veja: ibidem.
- (13) Veja: Bäumer, S. - Geschichte des Breviers, Freiburg 1895  
Battifol, P. - Histoire du Brévier Romain, Paris 1911.  
Alfonso, P. - I riti della chiesa, le Ore canoniche, Roma 1945.
- Dalmals, H. J. - Origine et Constitution de l'office, in La Maison - Dieu, 21 (1950) pp. 21-39, Paris 1950.  
Hanssens, J.M. - Aux Origines de la prière liturgique-Nature et genèse de l'Office des matines, in Annalecta Gregoriana, Roma 1952.
- (14) Horae Maiores (Matutinum, Laudes e Vesperae) e as outras cinco denominadas Horae Minores são organizadas como se segue:
- Matutinum - oração noturna
  - Laudes - ao surgir o sol
  - Prima - às 6 horas da manhã
  - Tertia - às 9 horas
  - Sexta - às 12 horas
  - Nona - às 15 horas

- Vesperae - ao por do sol
- Completa - antes do descanso.
- (15) Act. 2, 15; 10, 9; 3, 1.
- (16) Froger, J. - Les origines de Prime, Roma 1946, apud Enc.Cat.  
- Uffício Divino - pg. 692.
- (17) Criveluccl, A. - Il pontificato di Sabiniano I, in Studi  
Storici Roma 1899 - Vol. 8, pgs. 203 - 211.
- (18) Sheridan, P. - Les inscriptions sur Ardoise de l'Abbaye de  
Villers, in Annales de la Sociêté d'Archéologie de Bruxelles,  
Bruxelles 1896, Vol. X, pgs. 203 - 215 e 404 - 451.
- (19) Veja Vitruvius - Liber. IX, in cit. pg. 149.
- (20) Usher, A.P. - História das Invenções Mecânicas, Lisboa 1973,  
Ed. Cosmos, trad. portuguesa, Vol. I - pg. 296.
- (21) Ibidem.
- (22) Vitruvius - Liber. IX, in op. cit. pgs. 151 - 154.
- (23) Moroni - Dizionario di Erudizione Storico Ecclesiastica, Vol.  
49, pg. 126, col. 1.
- (24) William of Malmesbury - editado por Stubbs, Vol. 2, pg. 196  
apud Usher, op.cit. Vol. I, pg. 275 - nota nº 9.
- (25) Veja a discussão no Usher, op. cit. Vol. I pgs. 276 - 297.
- (26) Para toda a obra deste engenheiro e arquiteto medieval veja:  
Album de Villard de Honnecourt, manuscrito publicado em fac  
símile e anotado por L. B. Lassus, Paris 1858.  
Para o desenho do primeiro escapo veja: The Sketchbook of  
Villard de Honnecourt, Londres, 1859, pg. 161, ed. R. Willis;  
também Usher, op. cit. Vol. I, pg.277.
- (27) Usher, op. cit. Vol. I, pg. 276.
- (28) Baillie, G.H. - Watches, Their History, Decoration, and Me-  
chanism, pg. 32 - London 1929.  
- Robertson, J.D. - The Evolution of Clockwork, pg. 32 - Lon-  
don, 1931.
- (29) Usher, op. cit. Vol. I, pgs. 281 - 288.
- (30) O título original é: Joannes de Dondi, De conficiendis Horo-  
logiis Omnium Planetarium.  
A reprodução do desenho do relógio apud Usher, op. cit. Vol.  
I, pg. 285.
- (31) Froissart - L'orloge Amoureux. Poesias de J. Froissart publi

cadastros por J.A. Buchon, Paris, 1829 - p. 143 - sq.

(32) Veja nota nº 28.

(33) Mumford, op. cit pg. 16.

\* \*

\*

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 01 - Dondi, Joannes de - De Conficiendis Horologiis Omnium Planetarium (1364? - 1416). Blaise of Parma, Tractatus de Ponderibus, Parma 1476.
- 02 - Hierão de Alexandria - Opera quae supersunt omnia - editado por Wilhelm Schmidt - Leipzig, 1899 - 1914.
- 03 - Froissart - L'orloge amoureux. Poesias de J. Froissart, publicadas por J.A. Buchon, Paris, 1829.
- 04 - Villard de Honnecourt - Álbum de Villard de Honnecourt, editado por Lassus, L.B. - Paris, 1858.  
The Sketchbook of Villard de Honnecourt, editado por Wille, R. - Londres, 1854.
- 05 - Vitruvius, M.P. - De Architectura libri decem, Lib. IX e X, in Collection des Auteurs Latins, sob direção de M. Nisard; Vol. Celse, Vitruve, Censorin e Frontin.
- 06 - Baillie, G.H. - Watches, Their History, Decoration and Mechanism, Londres, 1929.
- 07 - Bihlmeyer K. e Tuechles, H. - História da Igreja - Vol. I - trad. do alemão, Edições Paulinas, São Paulo, 1964.
- 08 - Crivelucci, A. - Il pontificato di Sabiniano I, in Studi Storici, Vol. 8, Roma, 1899.
- 09 - Dalmais, H.J. - Origine et Constitution de l'Office, in la Maison Dieu, nº 21 (1950), Paris, 1950.
- 10 - Gimpel, J. - A Revolução Industrial da Idade Média, trad. do francês, Ed. Zahar, Rio, 1977.
- 11 - Hanssens, J.M. - Aux origines de la prière liturgique. Nature et genèse de l'Office des matines, in Analecta Gregoriana, Roma, 1952.
- 12 - Lloyd, H.A. - Some outstanding Clocks over seven Hundred Years - 1250 - 1950, ed. Leonard Hill, Londres, 1958.
- 13 - Mach, E. - La mécanique, exposé historique et critique de son développement, trad. do inglês, Librairie Scientifique, Paris, 1925.



- 14 - Milham, W. J. - Time and Time Keepers, ed. Mac. Millan, New York, 1923 - 1941.
- 15 - Moroni - Dizionario di Erudizione Storico Ecclesiastico, Vol. 49.
- 16 - Mumford, L. - Technics and Civilization, Ed. Harcourt, Bra ce and Company, New York, 1934.
- 17 - Robertson, J. D. - The Evolution of Clockwork, ed. Mac Millan, Londres, 1931.
- 18 - Sheridam, P. - Les inscriptions sur ardoise de l'abbaye de Villers, in Annales de la Sociêtê d' Archéologie de Bruxelles, Vol. X, Bruxelas, 1896.
- 19 - Usber, P.A. - História das Invenções Mecânicas, trad. do in glês, Vol. I, ed. Cosmos, Lisboa, 1973.

\* \*

\*

## INTERVENÇÕES

Do Prof. *Raul de Andrada e Silva* (Universidade de São Paulo).

Pergunta:

- a) Pode a clepsidra, malgrado suas imperfeições, ser considerada como um relógio mecânico, ou um precursor deste último?
- b) Por que os grandes centros de cultura islâmica, como Bagdá , não chegaram a inventar o relógio mecânico?

\*

Do Prof. *Valberto Dirksen* (do Curso de Pós-Graduação da Universi dade de São Paulo).

Indaga:

Como o Autor explica a defasagem entre as teorias (lembre-se o al to grau de especulação filosôfica na Grécia) e a aplicação prática das teorias na invenção das máquinas?

\*

Da Profa. *Victoria N.EL Murr* (da Universidade de São Paulo).

Disse:

Dentro da sua conceituação caberia a idéia de que a verdadeira

escravidão do homem é a escravidão do homem pelo homem e sim do homem pela máquina. Nesta visão cabe ao relógio um lugar de destaque.

\*

Da Profa. *Maria Regina da Cunha Rodrigues Simões de Paula* (da Universidade de São Paulo).

Considerando que a História acontece no *tempo*, pergunta:

- a) Quando surgiu o relógio com mola e qual a sua finalidade?
- b) A nível de hipótese gostaria de saber se os antigos relógios de água não poderiam ser considerados relógios mecânicos?

\*

Do Prof. *Yessai Ohannes Kerouizian* (da Universidade de São Paulo).

Pergunta:

De que época são os dois ponteiros indicadores respectivamente das horas e dos minutos?

\*

Do Prof. *Waldomiro Bettoni* (do Centro de Ensino Superior de Erechim. R.S.).

A divisão do tempo, tendo por base o sistema sexagesimal, cuja criação é atribuída à Babilônia, guiou o processo de fabricação dos relógios antigos:

Pergunta:

Qual a relação deste processo com o conhecimento da esféricidade da terra ( $360^{\circ}$ ) e da mecânica celeste?

\*            \*

\*

#### RESPOSTAS DO PROF. NIKO ZUZEK

Ao Prof. *Raul de Andrada e Silva*.

- a) A clepsidra é um precursor do relógio de água, o qual a sua vez pode ser considerado um relógio mecânico no sentido mais amplo do termo, pois funciona segundo os princípios da mecânica dos fluidos. No sentido mais restrito do termo, conforme explicamos na comu

nicação por extenso, nem a clepsidra nem o relógio de água podem ser considerados mecânicos.

b) Apesar da grande perfeição atingida pelos árabes na construção de relógios de água (Vide: Wiedeman E. - *Über die Uhren in Be reich der Islamischen Kultur*, Halle, 1915), a sociedade islâmica não sentia a necessidade premente de regular a sua vida conforme os intervalos de tempo tão exatos quanto os monges beneditinos. A pergunta confirma a tese definida pela comunicação.

\*

Ao Prof. *Valberto Dirksen*.

A pergunta mereceria uma resposta ampla em vários planos. Limitar-me-ei a duas respostas breves. Em primeiro lugar, o "momento grego" deve ser considerado essencialmente como o período da descoberta das leis que regem a natureza e não como a época das suas aplicações tecnológicas. Em segundo lugar, não devemos esquecer que a mão de obra constituída por escravos dispensava a necessidade da máquina nos trabalhos cotidianos.

\*

À Profa. *Victoria N. El Murr*.

O termo escravidão deve ser compreendido segundo suas várias acepções. Não tem dúvida que, socialmente falando, a sujeição do homem pelo homem é a principal acepção do termo escravidão. Mas com justiça se pode afirmar que somos escravos dos nossos vícios ou do nosso meio social. A máquina é a técnica constante da nossa época e, tanto no sistema do capitalismo individual como naquele estatal, o homem moderno é medido pela sua capacidade de manusear as máquinas, que não podem parar ou diminuir seu ritmo, nem desgastar-se, enquanto que o seu servo pode tranquilamente ser sacrificado para o bom funcionamento da indústria. A cronometria da máquina transferiu-se para a cronometria do homem. Eis os heróis modernos chamados "Stakhanovistas" - os vencedores de corrida contra o relógio. Todos nós esperamos os assim chamados "fins de semana", onde o principal descanso consiste não dever consultar tantas vezes o relógio.

\*

À Profa. *Maria Regina da Cunha Rodrigues Simões de Paula*

a) A confecção do primeiro relógio com mola é tradicionalmente atribuída a Peter Henlein, relojoeiro de Nuremberg, que de certo produziu em 1511 o primeiro relógio de reduzidas dimensões que podia ser transportado na algibeira. Há contudo, pelo menos, dois relógios acionados por molas, que precedem o trabalho de Henlein. (Veja: Usher, op. cit. Vol. II, pags. 129 - 133). Não tem dúvida que a mola servia para reduzir o tamanho de relógio e, ao mesmo tempo, permitir que funcione em qualquer posição, o que com os pesos não era possível.

b) Vale a resposta dada ao Prof. Raul de Andrada e Silva.

\*

Ao Prof. *Yessai Ohannes Kerouzian*.

Antes do século XIV, os relógios da torre tocavam as horas e os quartos de hora, mas não possuíam um ponteiro para indicar as horas ou suas divisões. (Usher, op. cit. Vol. I. pag. 14). A partir do século XIV existe um só ponteiro por meio do qual se podia visualizar o tempo entre uma e outra hora. Não sabemos com certeza quem usou pela primeira vez o ponteiro de minutos, mas de certo este ponteiro existiu no primeiro relógio de Cristino Huygens (1657), cientista e filósofo holandês, que escreveu importante obra, *Horologium oscillatorium* (1673). É também certo que foi o próprio Huygens que se serviu pela primeira vez do mesmo eixo para acionar ambos os ponteiros. (Veja: Britten, F.W. - Manual del Reparador de Relojes, trad. do inglês por P. Reverté, ed. Gustavo Gili S.A. - Barcelona MCMLXV, pgs. 7 - 8; Usher, op. cit. Vol. II, pgs. 136 - 141).

\*

Ao Prof. *Waldomiro Bettoni*.

Na Antiguidade, o círculo foi dividido em 360 graus, cada grau em 60 minutos e cada minuto em 60 segundos. Trata-se portanto de uma divisão geométrico-matemática do espaço esferoidal. Por outro lado, o tempo resulta da medição de movimento. O movimento sideral por ser mais constante e universal serviu como base para a medição do tempo. E o movimento sideral é circular.

Conforme a sombra de um ponteiro de relógio solar percorria os

graus, os minutos e os segundos do quadrante indicador repetindo o movimento sideral a relação entre o sistema sexagesimal geométrico e o sistema sexagesimal de se calcular o tempo, embora com imperfeições, surgia espontaneamente.