

## **ESTUDO SOBRE A FÍSICA NA IDADE MÉDIA.** Ricardo Cesar Giorgetti Landim, Fernando Dagnoni Prado – Inter-áreas – Física – Departamento de Física – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Câmpus de Rio Claro.

Durante a Idade Média, o conhecimento científico ocidental era baseado no saber dos gregos – a Física, em particular, tinha suas bases em Aristóteles –, e este conhecimento se dava por intermédio de resumos e comentários traduzidos. O desenvolvimento da ciência foi lento nesse período, estudos revolucionários e experiências científicas eram praticamente inexistentes. A ciência como a conhecemos hoje só começaria a surgir com o fim da Idade Média e, para entendê-la melhor, é necessário buscá-la antes de seu nascimento. Para compreendermos a trajetória do pensamento científico na suposta Idade das Trevas é essencial colocá-lo no contexto de sua época.

No início da Idade Média, os estudiosos eram clérigos cujas mentes estavam mais inclinadas a temas como a salvação e a glorificação de Deus do que a questionar o universo natural. Estes estudiosos viviam em uma época que condenava a investigação e o pensamento independente. O conhecimento do mundo natural era baseado em comentários que divulgavam alguma coisa das idéias gregas, embora de forma deturpada e truncada. Isto era consequência natural do senso de prioridades eclesiástico.

A influência do conhecimento grego surgiu primeiro sob a forma de traduções e comentários árabes sobre os textos gregos de Aristóteles. Mais tarde, os textos gregos tornaram-se disponíveis em latim e em poucas outras línguas. As universidades de Paris e de Oxford foram as primeiras a serem afetadas por essas fontes de conhecimento.

Santo Agostinho (354-450) era atraído pelas doutrinas religiosas maniqueístas, pelos filósofos gregos e pelo neoplatonismo. Não escreveu nada em matéria de ciência, nem fez observações científicas. Acreditava que o mundo era essencialmente bom, o universo, que fora criado por Deus, também deveria ser bom. Portanto, o estudo do mundo só poderia ser bom e conduziria a um maior apreço da sabedoria divina. Acreditava que o mundo era uma progressão num sentido único (diferente dos gregos que achavam que a história era um progresso cíclico), partindo de um princípio em direção a um fim. Rejeitava a astrologia, pois sabia que o homem tinha a liberdade de escolher entre o bem e o mal. Acreditava que a fé estava acima do conhecimento, para ele a teologia era a “rainha das ciências”. A ciência nessa época concentrava-se mais em problemas práticos, como a determinação da páscoa e em problemas agrícolas (epidemias e fracasso de colheita), não em questões teóricas, como as que os gregos haviam feito.

Metade do que Beda, o Venerável (672 ou 673) escreveu refere-se à interpretação da Bíblia e o restante refere-se a matérias úteis para o ensino nas recentes escolas monásticas. Algumas destas obras tratavam de ciência como, por exemplo, um estudo de avaliação do tempo e do cálculo das datas. Foi o primeiro no ocidente a criar – ou pelo menos a ter registrado – um calendário com base no ciclo lunar de dezenove anos. Foi, também, o primeiro a usar como data inicial o nascimento de Cristo. Estudou as marés.

Robert Grosseteste (1168-1253), Bispo de Lincoln, foi a figura central do movimento intelectual inglês na primeira metade do século XIII e é considerado o fundador do pensamento científico em Oxford. Tinha grande interesse no mundo natural e escreveu textos sobre temas como som, astronomia, geometria e óptica. Afirmava que experimentos deveriam ser usados para verificar uma teoria, testando suas consequências; também foi relevante o seu trabalho experimental na área da óptica.

Alberto Magno (1193-1280) foi o principal representante da tradição filosófica dos dominicanos. Tornou-se famoso por seu vasto conhecimento e por sua defesa da coexistência pacífica da ciência com a religião. Alberto foi essencial em introduzir a ciência grega e árabe nas universidades medievais, mas nunca hesitou em duvidar de Aristóteles.

Roger Bacon (1214-1294) ingressou para a Ordem dos Franciscanos por volta de 1240. Dedicou-se a estudos nos quais introduziu a observação da natureza e a experimentação como fundamentos do conhecimento natural. Bacon propagou o conceito de “leis da natureza” e contribuiu com estudos em áreas como a mecânica, a geografia e principalmente a óptica. As pesquisas em óptica de Grosseteste e Bacon possibilitaram o início da fabricação de óculos, no século XII. Futuramente,

esses conhecimentos seriam também imprescindíveis para a invenção de instrumentos como o telescópio e o microscópio.

Santo Tomás de Aquino (1227-1274) foi um frade dominicano que fez a síntese do cristianismo com o aristotelismo. Talvez tenha sido aluno de Alberto Magno. Quase sozinho fez a faculdade teológica mudar de rumo. Quando se tratava de ciência, os gregos revelavam o mundo de Deus, quando se tratava de salvação, a Igreja e as Escrituras eram a autoridade reveladora. Achava que só com a razão não se podia decidir se o mundo fora criado num determinado momento de tempo. Depois de sua morte, percebeu-se o quanto Aquino progredira com a reconciliação da ortodoxia cristã com a ciência grega e, dentro de 50 anos, já era considerado pela Igreja Católica ocidental como seu mestre mais representativo.

John Duns Scot (1266-1308) foi membro da Ordem Franciscana. Formado no ambiente acadêmico da Universidade de Oxford, onde ainda pairava a aura de Robert Grosseteste e Roger Bacon, distinguiu a experiência e o raciocínio científico da teologia. Declarava que Deus podia sobrepujar as leis físicas e naturais se assim o quisesse, porém Ele nunca podia fazer coisas auto-contraditórias.

William de Occam (1285-1350), foi um frade franciscano discípulo de Duns Scot que levou ainda mais longe a distinção entre o conhecimento científico e o revelado, que Duns Scot estimulava uma geração antes. Apoiava a atitude deste em relação à ciência. Criador da famosa *navalha de Occam: se há várias explicações igualmente válidas para um fato, então devemos escolher a mais simples*. Essa idéia serviu para eliminar muitos absurdos da teoria científica. Morreu vítima da peste negra.

Jean Buridan (1300-1358) foi um filósofo e religioso francês. Embora tenha sido um dos mais famosos e influentes filósofos da Idade Média tardia, está hoje entre os nomes menos conhecidos do período. Uma de suas contribuições mais significativas foi desenvolver e popularizar a *teoria do Ímpeto*, que explicava o movimento de projéteis e objetos em queda livre. Essa teoria pavimentou o caminho para a dinâmica de Galileu e para o famoso *princípio da Inércia*, de Isaac Newton.

Nicole d'Oresme (c.1323-1382) foi um gênio intelectual e talvez o pensador mais original do século XIV. Teólogo dedicado e Bispo de Lisieux, foi um dos principais propagadores das ciências modernas. Além de suas contribuições estritamente científicas, Oresme combateu fortemente a astrologia e especulou sobre a possibilidade de haver outros mundos habitados no espaço. Foi o último grande intelectual europeu a ter crescido antes do surgimento da peste negra, evento que teve impacto bastante negativo na inovação intelectual no período final da Idade Média.

O impulso para inovações técnicas existia desde o início da Idade Média, particularmente na melhor utilização da terra e no maior uso de máquinas. Houve a substituição das ações humanas por ações mecânicas, de força muscular do homem pela dos animais e pela energia hidráulica. Na verdade, os gregos e romanos seriam capazes de realizar tais inovações, mas a estes faltava o incentivo essencial, a necessidade de produzir mais trabalho com menos gente.

O primeiro grande momento de recuperação intelectual foi iniciado no século IX por Carlos Magno (que era analfabeto). Criou as escolas palacianas, mas o esforço foi anulado por novas invasões bárbaras. Só no século X, com a reforma monástica iniciada em Cluny, é que a Igreja começa a construir uma organização capaz de controlar a vida e o pensamento de reis e servos. Nos dois últimos séculos da Idade Média a Igreja se enfraqueceu perante a influência crescente das cidades e a centralização do poder da realeza.

A Igreja tinha imprimido de tal maneira sua marca no pensamento intelectual e social que as discussões de política e de ciência dos séculos mais próximos iriam se processar em termos religiosos. Para a recuperação da Cristandade no século X necessitava-se de bases intelectuais mais sólidas. Era preciso ensinar o clero a pensar e escrever, afirmar e defender os direitos espirituais e temporais da Igreja. Foram criadas escolas junto às catedrais, como em Chartres e Reims. No século XII essas escolas tinham se desenvolvido e se transformado nas universidades, com cursos organizados onde se ensinavam as sete artes liberais, a filosofia e a teologia. Porém, a idéia de universidade já existia em outros lugares. Já na antiguidade havia as escolas de Atenas e o museu de Alexandria; os muçulmanos tinham as escolas nas mesquitas.

De início, e até épocas bem recentes, as universidades foram instituições destinadas à preparação do clero. O ensino fazia-se através de conferências e discussões. Aprendia-se o *trivium* (gramática, retórica e lógica), para falar corretamente e para escrever com rigor, em latim, e o

*quadrivium* (aritmética, geometria, astronomia e música). Só depois era possível estudar filosofia e teologia. Lei e medicina eram ensinadas em faculdades separadas e história e literatura não eram ensinadas. Seria esta omissão que causaria, em parte, a reação humanista contra o sistema escolástico.

Havia pouco contato (e também pouco desejo) pelo mundo da natureza e das artes práticas, mas existia amor pelo saber e certo interesse em discussões. No fim da Idade Média, as universidades haviam se transformado em barreiras a todo o progresso cultural (ao contrário do início, que eram o foco da vida intelectual). As diferenças entre as ciências árabe e ocidental são ocasionadas por diferenças geográficas e econômicas. Entre os séculos XI e XII os clássicos árabes e gregos são traduzidos para o latim, feitos na Espanha e na Sicília.

Historiadores recentes, impressionados com o fato de a ciência moderna ter nascido da escolástica medieval, elogiam a qualidade de argumentação que permitiu aos escolásticos construí-la. Quem criou a ciência moderna foram homens como Leonardo, Bacon, Galileu, que repudiaram os propósitos e os métodos escolásticos. A tarefa mais difícil e demorada foi romper os laços acumulados ao longo de idades. Sem tais obstruções, a realização das tarefas levaria 200 anos em vez de mil. Pensando nisto, sentimo-nos menos inclinados a reverenciar aqueles que estabeleceram as doutrinas que tão eficazmente travaram o progresso da ciência.

Os homens da Idade Média eram competentes para raciocinar, imaginar e executar experiências, porém, assim como as dos gregos e dos árabes, eram essencialmente demonstrações e não conduziam a qualquer avanço decisivo. Apesar de merecerem muito crédito pelas suas realizações, esses poucos experimentais medievais pouco uso fizeram de seus métodos para investigar a natureza, e menos ainda para a controlar. Não tinham qualquer incentivo para o fazer e muitas razões para dissuadir. Como eram todos eclesiásticos, tinham outras preocupações. A atividade científica, para esses homens, nunca passou de “ocupação de horas vagas”.

A atrelagem do cavalo, o relógio, a bússola, o leme de popa, a pólvora, o papel, a imprensa são as principais invenções que se desenvolveram durante a Idade Média e que vieram do Oriente, a maior parte da China. Invenções que existiam na China no século I só apareceram na Europa ocidental no século X ou mais tarde. A nova atrelagem do cavalo facilitou a respiração do animal, o que aumentou cinco vezes sua capacidade de tração. Os cavalos começaram a substituir os bois, o que melhorou o cultivo da terra.

O moinho de água, criado no período clássico, foi amplamente utilizado na Idade Média (parece ter havido cerca de cinco mil). Moíam cereais, geravam força motriz. Os moinhos de vento chegaram à Europa vindos da Pérsia por volta de 1150. Eram usados para serrar madeira, forjar ferro e pisar panos. Só após a Revolução Industrial foram usados para fiar, tecer ou moer cereais. O uso do moinho para diversos fins mostra a carência de mão-de-obra e da íntima relação entre essa carência e os progressos técnicos e científicos. Criou-se a profissão de construtores de moinhos, foram os primeiros mecânicos no sentido moderno da palavra. Compreendiam a construção e o funcionamento de engrenagens. Eram peritos também em barragens e eclusas (engenheiros hidráulicos).

A bússola era um objeto de admiração. A bússola com rosa dos ventos é uma criação italiana do século XIII. A ciência foi invocada para explicar seu funcionamento. Foram escritos alguns trabalhos com conhecimentos práticos e teóricos sobre magnetismo e eletricidade. A influência do magneto sobre a bússola forneceu base científica às doutrinas de influência e indução, que até aí tinham sido consideradas puramente mágicas. Forneceu o modelo à doutrina de atrações que iria permear toda a ciência e seria o elemento guia da síntese que Newton realizaria.

O desenvolvimento da navegação requeria observações e cartas astronômicas e forneceu estímulo ao desenvolvimento de uma astronomia capaz de fazer previsões rigorosas, de uma geografia quantitativa e de instrumentos apropriados ao uso a bordo. O problema de determinar a longitude ocuparia grandes astrônomos do século XVII. Profissões como construtores de cartas e mostradores são criadas devido à necessidade de bússolas e instrumentos de navegação.

A descoberta de lentes levou em 1350, ao que se parece na Itália, à criação dos óculos. O uso destes deu incremento ao estudo da óptica. Grosseteste, Bacon e Dietrich de Freiburg explicaram o funcionamento das lentes, tanto na focalização como na ampliação de objetos. A procura por óculos deu origem às novas profissões dos polidores de lentes e oculistas.

Devido à criação da pólvora e do canhão originaram-se ciências novas para explicar o movimento de projéteis. A força da explosão e a expulsão do projétil pelo cano do canhão eram um

indicativo da possibilidade de usar as forças naturais, particularmente o fogo. Isso inspirou a criação da máquina a vapor.

O papel foi introduzido na Europa no século XII através dos árabes. Mesmo no final da Idade Média, poucas pessoas teriam a consciência da necessidade de produzir grandes quantidades de livros de papel. No oriente o papel foi utilizado na reprodução de orações taoístas e budistas, e depois na fabricação de notas. No ocidente foi usado, com grande popularidade, nas cartas de jogar (originalmente uma forma de magia divinatória) e na impressão de indulgências papais, orações e imagens sagradas. Os novos livros impressos, muito mais baratos, encorajavam a leitura criando a necessidade de produzir mais livros, criando uma espécie de reação em cadeia.

No passado ignorou-se a contribuição da Cristandade medieval à ciência. Hoje o perigo é exagerar sua importância. Floresceu apenas nos séculos XII e XIII, já no século XV havia degenerado em um pedantismo obscuro, que justifica e explica o desprezo que os homens do Renascimento sentiam pelo barbarismo gótico. A ciência medieval é considerada como a fase final da adaptação bizantino-siriaco-islâmica da ciência helenística às condições da sociedade feudal. A sobrevivência da ciência, embora muitos dêem mérito à Igreja, deve-se aos seus sucessos em lidar com o mundo real, bem onde a fé falhava. A aceitação de soluções óbvias, como a evolução darwinista, foi atrasada dezenas de anos só porque não podiam ser conjugadas com a aceitação da Gênese. Mas dizer isto não é censurar os clérigos ou a Igreja, que fizeram o melhor que sabiam e podiam de acordo com suas idéias, e sim censurar aqueles que hoje deviam pensar com mais justeza. A ciência ter evoluído lentamente durante a Cristandade não foi por causa da Igreja, mas sim por causa das condições econômicas que durante tanto tempo a mantiveram no seu papel obscurantista.

#### **Referências Bibliográficas**

BERNAL, John D. *Ciência na História*, Vol II. Lisboa, 1969.

Le GOFF, Jacques. *A civilização do ocidente medieval*. Lisboa, 1983.

RONAN, Collin A. *História Ilustrada da Ciência*, Vol II. São Paulo, 1983.