

A CIÊNCIA DA IDADE MÉDIA

5
aula

META

Mostrar como a ciência pode alterar (ou ser alterada pelo) o desenvolvimento da sociedade.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- descrever as grandes contribuições científicas do Período Helenístico;
- definir como a sociedade da Idade Média gerou a estagnação do conhecimento científico;
- identificar como a dissociação entre a religião e a ciência pode contribuir para a evolução do conhecimento;
- identificar e contextualizar as grandes contribuições científicas ocorridas na Idade Média;
- definir a visão dos pensadores da Idade Média acerca dos fenômenos físicos e como a violação à liberdade de opinião e expressão pode ser altamente prejudicial ao desenvolvimento das ciências e da humanidade; e
- reconhecer como a ciência pode influenciar o pensamento social e político de um povo e vice-versa.



Santo Agostinho (Fonte: <http://www.suemedei-ros.kit.net>).

PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá fazer uma reflexão sobre as sociedades dominadas pela religião e o desenvolvimento científico atual.

Olá! Você lembra que na aula passada vimos como a civilização grega chegou ao seu apogeu? E que seus grandes pensadores influenciavam diretamente na grandeza dessa sociedade? Pois é, na aula de hoje, veremos mesmo que a ciência não está

INTRODUÇÃO

desvinculada das atividades políticas, culturais e religiosas de um povo, mas é frequentemente influenciada por elas, e também as influencia drasticamente. Veremos como o descaso com o conhecimento e a ausência de um desenvolvimento científico pode ajudar a degradar até mesmo um grande império, e que por isso, os governantes e os líderes religiosos sempre tiveram medo do poder que a ciência tem de instruir o povo.



Mosaico romano, representando Alexandre III em seu cavalo, Bucéfalo (Fonte: <http://quico97.no.sapo.pt>).

A Grécia, particularmente a cidade de Atenas, viveu seu momento de maior esplendor cultural no século V a.C., época de apogeu da democracia, em que a cidade combinou guerra e desenvolvimento. Porém, as constantes guerras foram responsáveis por grande mortalidade, gastos e destruição, enfraquecendo o “mundo grego”. Como você deve imaginar, esse enfraquecimento facilitou as invasões estrangeiras. Os macedônios liderados por Filipe II conquistaram o território grego em 338 a.C. Dois anos depois, na seqüência do assassinato, seu filho, Alexandre, o Grande, aos vinte anos, tornou-se rei da Macedônia e senhor de toda a Grécia. Durante o seu curto reinado de treze anos, Alexandre realizou a conquista de territórios mais rápida e espetacular da Antiguidade: conquistou um império que ia dos Balcãs à Índia, incluindo também o Egito e a Bactria (região do atual Afeganistão).

OS HELENOS

Preceptor

Educador particular de criança ou jovem.

Cânone

Fundamento, padrão.

A astronomia da Grécia antiga, como outros aspectos de sua cultura, foi comprometida por essa invasão dos macedônios. No entanto, Alexandre, que teve como **preceptor** o filósofo Aristóteles, era educado nos **cânones** da cultura grega (o helenismo) e fez o que pôde para levar e difundir essa cultura aos territórios que conquistava antes de sua morte prematura, aos 33 anos, provavelmente malária.

Esse grande general tinha uma visão científica e cultural incrível: ele pretendia criar um grande estado multiétnico, onde os conhecimentos de todos os povos, por ele conquistados (gregos, persas e asiáticos), coexistiriam à cultura macedônica. Alexandre fundou no Egito Alexandria em 332 a.C, considerado o início da civilização helênica que perdurou até o final do século IV d.C. Essa cidade viria a se tornar o maior centro cultural, científico e econômico da Antigüidade por mais de 300 anos (mais ou menos como Nova York ou Paris nos dias de hoje), até ser substituída por Roma. Lá existiram as mais importantes instituições culturais da civilização helênica: o *Museu*, diferente do que hoje conhecemos, era uma espécie de universidade de sábios. Estima-se que a grande biblioteca de Alexandria, que teria parti-

do da biblioteca pessoal de Aristóteles, concentraria mais de 400.000 rolos de papiro, podendo ter chegado a 1.000.000. Essa biblioteca foi parcialmente destruída diversas vezes e teria sofrido destruição completa em 641 em um grande incêndio, uma perda imensa para a humanidade!

Solstício de verão

Época em que o Sol está mais longe do equador, ao Norte ou ao Sul.

O período helenístico, normalmente entendido como um momento de transição entre o esplendor da civilização grega e o desenvolvimento da cultura romana, caracterizou-se pela difusão da cultura grega numa vasta área que se estendia do mar Mediterrâneo oriental à Ásia Central. Durante esse período, a Ciência alcançou um grande desenvolvimento, não sendo ultrapassada nas suas realizações durante muitos séculos. Para que você conheça alguns dos grandes nomes da época, vou citar: na Matemática, Euclides de Alexandria, autor de *Elementos*, lançou nesta obra as bases da geometria como ciência, hoje conhecida como geometria euclidiana, dos quais decorrem várias relações geométricas conhecidas, incluído o famoso teorema de Pitágoras; Apolônio de Perga estudou as seções cônicas. Heron de Alexandria (séc. II D.C.), no

O Sol cruza o equador celeste em dois pontos associados aos equinócios da esfera celeste. Esses dois pontos correspondem aos lugares onde os dias têm a duração igual a da noite (21 de março e 22 de setembro). Hiparco se deu conta de que havia um deslocamento lento, mas perceptível dos equinócios. Tal fenômeno, chamado de “*precessão dos equinócios*”, se deve ao fato de que o eixo de rotação da Terra não é fixo. Na realidade, ele descreve um cone no espaço (em torno de uma linha imaginária e perpendicular à órbita) com período de 26.000 anos.

seu livro *Pneumática*, concebeu o precursor da máquina à vapor e apresentou o princípio do Sifão.

O diâmetro da Terra foi medido por Eratóstenes Cirene (275 a.C.-194 a.C.), e incrivelmente para a

época difere em menos de 1% do tamanho real da Terra. Essa precisão ele conseguiu usando apenas a diferença de inclinação do Sol no **solstício de verão** ao meio dia, em duas cidades de diferentes latitudes cuja distância era conhecida. Um grande astrônomo do período helenístico, Aristarco de Samos (310 - 230 a.C.) determinou o tamanho da Lua, a partir da sombra da Ter-

ra na lua durante um eclipse lunar, através da sua duração e da velocidade angular aparente da Lua. Com isso, também foi possível calcular a distância da Terra à Lua e estimar a distância da Terra ao Sol. Essas medidas estavam baseadas no diâmetro da Terra de Erastótenes, de modo que as demais dimensões astronômicas dela derivadas forneceram uma razoável estimativa de sua ordem de grandeza, o que indica o grau de refinamento atingido pela astronomia da época. Considerado o Copérnico da época, Aristarco formulou uma teoria *Heliocêntrica* dos movimentos planetários, ou seja, defendeu que o Sol era o centro e os planetas giravam ao seu redor (inclusive a Terra), teoria que gerou polêmica na época e foi contestada por Arquimedes e Hiparco de Niceia (190 - 120 a.C.). Este último foi o descobridor do fenômeno conhecido como “precessão dos equinócios” e foi o responsável pela atribuição ao ano solar da duração de 365 dias, 5 horas, 55 minutos e 12 segundos, um cálculo errado apenas por 6 minutos e 26 segundos. A partir de suas observações ele compilou um catálogo contendo a localização de 1.080 estrelas, utilizado por muitos séculos.

Cláudio Ptolomeu (100 - 170 d.C.) ampliou o catálogo de estrelas de Hiparco e calculou de maneira sistemática os raios (relativos) e velocidades de cada planeta. Ptolomeu consolidou o modelo geocêntrico de Aristóteles. Esse astrônomo descreve os movimentos planetários com esferas giratórias em círculos com movimentos uniformes. Seu modelo, aliado a alguns artifícios, permitia a descrição das posições dos planetas com grande precisão, obtendo um sucesso sem precedentes. Os cálculos e demonstrações desse sistema encontram-se em duas obras: *Almajest*, (do hispano-árabe Al-Majisti - O Grande Tratado) e *Hipótese dos Planetas*, que chegaram até nós através de traduções árabes. São atribuídas a Ptolomeu outras grandes obras: *Tetrabiblos* (sobre Astrologia), *Geografia* e *Harmonia Musical*.

Mas o mais famoso cientista da época, um dos maiores pensadores desse período e considerado um dos maiores gênios da antiguidade, foi Arquimedes de Siracusa (287 - 212 a.C.). Você já

No seu livro *Sobre os corpos flutuantes*, Arquimedes estabeleceu as leis fundamentais da hidrostática (lei do empuxo), explicando por que os corpos “perdem peso” quando submersos. Segundo consta, Hierão, seu amigo e rei de Siracusa, lhe pediu para determinar se uma coroa, que havia acabado de receber do ourives, era realmente de ouro ou se tratava de uma liga de prata, mas suas determinações não podiam estragar a coroa. Entrando em uma banheira cheia para seu banho, notou que a água transbordava. Ocorreu-lhe que a quantidade de água transbordada era igual em volume à parte do corpo nela mergulhada. Raciocinou então que, se mergulhasse a coroa na água, poderia determinar seu volume pela subida do líquido e, comparando este dado com o volume de um pedaço de ouro de igual massa. Excitado pela sua descoberta, Arquimedes teria pulado para fora da banheira, e, completamente nu, corrido pelas ruas de Siracusa até o palácio real aos gritos de Eureka! Eureka! (do grego Achei! Achei!).

deve ter ouvido a palavra *Eureka*, não? Arquimedes, que era filho de um astrônomo, acreditava que nada do que existe é tão grande que não possa ser medido. Criou um método para calcular o número π com aproximação notável para a época. Considerado por alguns historiadores como o pai da Mecânica, Arquimedes incorporou na descrição dos fenômenos observados, um certo formalismo matemático, que permitiu a quantificação dos fenômenos. São atribuídas a ele algumas invenções, tais como a rosca sem fim, a roda dentada e a roldana (polia) móvel. Arquimedes teria criado ainda aparatos bélicos para defender sua cidade, Siracusa, do poderoso exército romano, como catapultas para lançar blocos de pedra sobre as galeras inimigas e um enorme espelho para incendiar os navios romanos a distância, uma vez que refletiam os raios solares. Foi também

Arquimedes quem desenvolveu o princípio da alavanca, que explica por que um grande bloco de pedra pode ser levantado por um pé de cabra, por exemplo, que é apresentado em seu livro “Sobre o Equilíbrio dos Planos”, em que discute a determinação do centro de gravidade dos corpos.

O período helenístico foi marcado pela continuidade da predominância da cultura grega nos reinos helênicos da Macedônia, Síria e Egito. Tais reinos acabaram por ser progressivamente integrados, mais tarde, ao Império Romano. Infelizmente para a ciência, o final do helenismo se dá com a transição para o domínio e apogeu de Roma. Apenas textos

do século I, que usaram fontes que copiaram os textos originais, restaram conectados a esse período.

O IMPÉRIO ROMANO E A CIÊNCIA ÁRABE

“A conquista dos domínios romanos pelos “bárbaros” marca o fim da Antigüidade e o início da Idade Média”, que durou cerca de mil anos. No império romano houve, em particular, grande evolução na teoria e na prática do Direito, mas os romanos não tinham muito interesse pelas outras ciências. Esse desinteresse existia também entre os proprietários feudais e a Igreja. Por isso, os romanos não formaram novas instituições que buscassem especificamente entender o mundo natural.

Como a classe rica do Império Romano era bilíngüe, os tratados científico-filosóficos produzidos pela civilização grega não eram traduzidos. Entretanto, era comum encontrar compilações resumidas das principais correntes do pensamento grego em latim. Esses resumos eram lidos e discutidos nos espaços públicos. Durante o processo de destruturação do Império Romano do Ocidente, houve uma perda de contato com o oriente e com a língua grega. Desse modo, a Europa Ocidental perdeu o acesso aos tratados originais dos filósofos clássicos, ficando apenas com as compilações traduzidas. Imagine só, é como se nos dias de hoje perdêssemos quase todos os trabalhos científicos e sobrasse apenas parte dos textos de revistas destinadas ao consumo popular.



Coliseu (Fonte: <http://www.portadaestrela.com>).

O Império Romano do Ocidente era unido pela língua latina, mas incluía diversas culturas. Após a desintegração política de Roma no século V, debilitado pelas migrações e invasões e isolado do resto do mundo pelo império islâmico no século VII, o Ocidente Europeu se tornou um aglomerado de populações rurais e povos semi-nômades. O definhamento da vida urbana e a desorganização política culminaram em uma degradação da vida cultural e científica do continente. A vida, quase sempre insegura e economicamente difícil dessa primeira parte do período medieval, mantinha o homem voltado para as dificuldades do dia-a-dia. Em meio à desagregação do Império Romano, a Igreja conseguiu manter-se como instituição social organizada, difundindo o cristianismo entre os povos bárbaros e preservando muitos elementos da cultura greco-romana, então chamada de pagã.

À medida que o cristianismo avançou no Império Romano, a civilização helenística passou a representar o espírito pagão que resistia à nova religião. Assim, a ciência permaneceu praticamente estagnada nos domínios da Igreja Católica por muitos séculos. Porém, o espírito grego não desapareceu com a vitória dos valores cristãos. O império construído pelos árabes, sob a religião muçulmana desde o século VIII, integrava territórios onde a ciência tinha-se desenvolvido em épocas passadas, como o Egito dos Ptolomeus e a Pérsia. Mais tarde, o Império Islâmico passou a assimilar sistematicamente conhecimentos científicos e tecnológicos dos países conquistados, o que contribuiu para a recuperação dos conhecimentos da Antigüidade Clássica. Os árabes impuseram uma cultura distinta a dos europeus na Idade Média, e que felizmente manteve a tradição científica helênica e egípcia.

Nesse período, floresceu no mundo islâmico uma cultura

muito rica e uma ciência com contribuições originais em várias áreas do conhecimento, sobretudo em Matemática, Astronomia e afins, mesmo que sábios islâmicos tenham usado a

matemática com objetivos religiosos, como para a elaboração



Abu Jafar Mohamed ibn Musa al-Khwarizmi, matemático persa-muçulmano, descobridor do Sistema de Numeração Decimal e dos dez símbolos, hoje conhecidos como algarismos indo-arábicos (Fonte: www.brasilecola.com).

A Europa conhece, pelos árabes, os algarismos indo-arábicos, (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) só em 1275.

do calendário e para a orientação da cidade sagrada de Meca, no sentido da qual se devem realizar as orações. Os árabes desenvolveram, por exemplo, a álgebra (derivado de árabe *al-jabr* - “reconstrução”), que não era conhecida pelos gregos. Introduziram na Europa a bússola e os dez símbolos hindu-arábicos de numeração por volta de 1275.

No ano 800, Haroun Al-Rashid (aquele da história das *Mil e uma noites*) fundou uma escola de ciências em Bagdá. Para Al Razi (864-930), filósofo e talentoso médico persa, os elementos básicos eram: criador, o espírito, a matéria, o espaço e o tempo. Em um de seus livros chamado *De negócios (Kitab-al-Asrar)*, ele ensinava a preparação de materiais químicos e de sua utilização. No séc. 9, Muhammad ibn Musa, em seu *Movimento astral e A força da atração*, descobriu que havia uma força de atração entre os corpos celestes, antecipando a lei universal de gravitação de Newton.

O cientista iraquiano Ibn Al - Haytham (Alhazen) discutiu a teoria da atração entre massas, e parece que ele estava ciente da magnitude da aceleração devido à gravidade. Alhazen, (965-1039) que era estudioso da ótica, tornou-se o primeiro a propor que os olhos funcionam como lentes para captar a luz. Para ele, as pessoas vêem porque detectam a luz refletida pelos objetos, tal como se concebe hoje. Alhazen descobriu ainda que as lentes curvas aumentam os objetos. Seus trabalhos influenciaram toda a óptica medieval e moderna, sendo o principal deles o *Opticae Thesaurus*. Este livro era inspirado na obra de Ptolomeu sobre reflexão e refração e entre vários assuntos, descreveu a estrutura do olho, o aumento aparente dos astros no horizonte, a duração do crepúsculo do Sol, a reflexão em espelhos esféricos. Também fez medidas detalhadas de ângulos de incidência e refração, estudou espelhos esféricos e parabólicos e o papel da lente na visão. Em 1121, Al - Khazini, em *O Livro da balança da sabedoria*, diferenciou entre força, massa e peso, descobriu que a gravidade varia de acordo com a distância do centro da Terra, e acreditava ainda que o peso dos corpos aumentam com a distância ao centro da Terra.

Foram traduzidos para o árabe diversos textos clássicos de autores como Aristóteles, Arquimedes, Euclides e Ptolomeu. O saber do mundo grego foi parcialmente preservado no Império Islâmico, de onde ele seria mais tarde reabsorvido com muitas inovações pelo Ocidente, através do contato com o mundo oriental e árabe com as Cruzadas e do movimento de Reconquista da Península Ibérica. As traduções desses textos, pelos europeus, permitiram importantes avanços nos conhecimentos da astronomia, da matemática, da biologia e da medicina, na qual se tornaram o gérmen da evolução intelectual europeia dos séculos seguintes.

Além dos árabes, outros povos também continuaram o desenvolvimento científico. Por exemplo, há vários registros astronômicos, como o que ocorreu em 1054, em que astrônomos chineses observaram uma estrela que ficou cerca de 4 vezes mais brilhante do que Vênus e foi visível durante o dia, pelo período de 23 dias. Em 1155, o matemático indiano Bhaskara (lembra-se da sua fórmula usada na resolução de equações de segundo grau?) descreveu uma roda provida de diversos recipientes de mercúrio ao longo da extremidade, denominada de roda de “movimento perpétuo”. O princípio de funcionamento era simples: fazer com que um lado da roda sempre estivesse mais pesado que o outro, garantindo eternas revoluções.

A EUROPA NA IDADE MÉDIA

Apesar do desenvolvimento científico dos árabes, na Europa, esse período foi caracterizado por uma estagnação científica na Europa. O declínio do Império Romano se deu devido a diversas disputas políticas e a uma série de invasões bárbaras. Essa fragmentação política conduz a sociedade europeia a um padrão de vida muito baixo, basicamente rural e com rivalidades da nobreza feudal. A Igreja passa, então, a exercer um importante papel político e cultural acima dos interesses nacionais na sociedade medieval europeia. Tendo também conquistado ampla riqueza material, ao tornar-se

proprietária de aproximadamente um terço das áreas cultiváveis da Europa ocidental, a Igreja pôde estender o seu poder a diferentes regiões européias. Devido ainda ao uso restrito da escrita e de livros, a ciência também fica monopolizada pela Igreja Católica e os **clérigos** se tornaram os únicos estudiosos dos conhecimentos naturais.

Imagine só: se você quisesse estudar nesse período deveria ser padre!!

A autoridade da Igreja impunha sua doutrina como verdade que não podia ser discutida. Do mesmo modo, alguns escritores antigos, como Aristóteles, gozavam de tratamento semelhante. A esta ciência foi dado o nome de **escolástica**, e sua finalidade principal era demonstrar a verdade da doutrina da Igreja Católica. O saber filosófico não pode mais ser caracterizado como uma investigação racional em busca do conhecimento e da verdade, porque a fé religiosa se torna o fundamento da sabedoria humana ao invés da razão. Segundo essa orientação, a verdade seria revelada por Deus através das Sagradas Escrituras e da doutrina da Igreja. A Igreja, temendo perder sua autoridade, reprimia toda idéia que poderia traçar novos caminhos para a ciência, impedindo seu livre desenvolvimento. A luta entre a Igreja e a Ciência refletia a luta de classes entre o feudalismo e a então progressista burguesia. Entretanto, depois da vitória, a própria burguesia se aliou à religião, a fim de desviar a atenção das massas populares exploradas e mantê-las em estado de submissão. Por isso, segue um período com poucas possibilidades para o desenvolvimento científico.

Nesse período, os sábios medievais acreditavam no sistema geocêntrico e que a Terra tinha forma de disco. Somente no século XIII, a idéia dela ser uma esfera obteve alguma aceitação por



Capa do *Index Librorum Prohibitorum* (Fonte: <http://net.lib.byu.edu>).

Clérigos

Sacerdotes.

Escolástica

Ensino teológico-filosófico da Idade média ocidental.

alguns sábios que vieram a ter conhecimento da teoria de Ptolomeu. Porém, ainda acreditavam que a Terra era o centro do universo.

Uma primeira preparação para a renovação cultural e científica se deu com Carlos Magno (747 – 814) que conseguiu reunir grande parte da Europa sob seu domínio e decidiu, que para unificar e fortalecer o seu império, faria uma reforma na educação. Os novos rumos da cultura eram inevitáveis e a Igreja se apercebia disto. O monge inglês Alcuíno elaborou um projeto de desenvolvimento escolar que buscou reviver o saber clássico. A partir do ano 784, Carlos Magno decretou que, em todo o império, todas as **abadias** deviam ter escolas anexas.



Planeta Terra (Fonte: <http://open-site.org>).

Abadia

Igreja ou mosteiro dirigido por abade (superior de ordem religiosa).

Após a contenção das ondas de invasões estrangeiras no século X na Europa por tribos bárbaras, seguiu-se uma fase de relativa tranquilidade em relação às ameaças externas, que também coincidiu com um período de condições climáticas mais amenas. A Europa Ocidental passa então por mudanças sociais, políticas e econômicas.

Em 1179, a Igreja Católica reconheceu que as escolas clericais não eram suficientes e, sem abrir mão do controle, foi permitido a licença docente a todos que fossem considerados aptos por ela. Deste modo, surgiram as escolas privadas, embora ainda sob o monopólio da Igreja. Na Europa, no séc. XII, algumas das escolas se destacaram por seu alto nível de ensino e ganharam a forma de Universidades.

A primeira universidade medieval fundada foi a de Bolonha, em 1100, na Itália, seguida por Paris na França e Oxford e Cambridge na Inglaterra. Em 1500 já eram mais de setenta! Esse foi efetivamente o ponto de partida para o modelo atual

de universidade, visto que não se tratavam apenas de instituições de ensino, mas eram também locais de pesquisa e produção do saber, onde havia vigorosos debates.

As ciências naturais começaram a mostrarem-se independentes, porém, quem se interessasse pelos segredos da natureza e ousasse investigá-la, ficava comprometido em perigosa associação com os mágicos, feiticeiros e alquimistas. Mesmo com o desprezo dos religiosos pela filosofia grega, vários pensadores cristãos defendiam o conhecimento da filosofia grega, porque sentiam a possibilidade de utilizá-la como instrumento a serviço da religião. Para eles, a conciliação entre a filosofia grega e a fé cristã permitiria à Igreja enfrentar os descrentes e demolir, com argumentação lógica, as heresias, isto é, as afirmações contrárias à verdade, entendida como a revelação de Deus através das doutrinas religiosas.

Daí a defesa das idéias de Platão e, principalmente, de Aristóteles sobre o universo. Santo Agostinho e São Tomás de Aquino foram representantes deste tipo de filosofia desenvolvida na Idade Média pelos pensadores cristãos. As novas ordens mendicantes, especialmente os *Dominicanos* e os *Franciscanos*, ao contrário das ordens monásticas, voltadas para a vida contemplativa nos mosteiros, se dedicavam à convivência no mundo leigo e defendiam a fé cristã pelo uso da razão e assim contribuíram para o florescimento intelectual.

O influxo de textos gregos, as ordens mendicantes e a multiplicação das universidades iriam agir conjuntamente nas cidades em crescimento. Em 1200 já havia traduções latinas razoavelmente precisas dos principais trabalhos dos autores da Antiguidade: Aristóteles, Platão, Euclides, Ptolomeu, Arquimedes e Galeno (que escreveu tratados sobre medicina). Escolásticos notáveis como: Robert Grossteste, Roger Bacon, Alberto Magno e Duns Scot (ou Scotus) começaram a trabalhar nas ciências contidas nesses textos, trazendo novas tendências para uma abordagem mais concreta e empírica, representando um prelúdio do pensamento moderno.



(Fonte: <http://akhen777.files.wordpress.com>).

Grossteste (1168-1253), fundador da *Escola Franciscana de Oxford*, iniciou os estudos críticos da obra de Aristóteles voltados à filosofia natural. O senso comum, baseado em Aristóteles e alimentado pelos sentidos, já sabia que o som era propagado por vibrações – ondas no ar. Mas até o século XIII, nada era considerado mais imaterial do que a luz, a qual, no entanto, propagava calor e assim podia modificar a matéria (cozinhan-

do o barro, derretendo o gelo, etc). Existia, assim, entre os pensadores como Grossteste a idéia da luz ter sido o primeiro elemento (baseados no Gênesis: “Faça-se a luz”). Grossteste explicava a estrutura do cosmos, relacionando a luz e sua energia como a base de toda causalidade da natureza. Por esta razão, as leis da óptica serviam de fundamento a todas as interpretações da natureza.

Discípulo Grossteste, Roger Bacon (1219-1292), também conhecido como *Doctor Mirabilis* (Doutor admirável), deu ênfase ao empirismo e ao uso da matemática no estudo da natureza. Ele vai um passo além de seu tutor e descreve o método científico como um ciclo repetido de observação, hipótese, experimentação e necessidade de verificação independente. Bacon registrava a forma em que conduzia seus experimentos em detalhes precisos a fim de que outros pudessem reproduzir seus experimentos e testar os resultados (Não parece com o que fazemos hoje?). Seus avanços nos estudos da Óptica, sobre focos dos espelhos côncavos, estudos sobre espelhos parabólicos e o princípio da câmara escura, possibilitaram a invenção dos óculos e seriam em breve imprescindíveis para a invenção de instrumentos como o telescópio e o microscópio. Roger Bacon foi condenado pela Igreja Católica ao encarceramento por ensinar que a experiência e a matemática eram a base da verdadeira ciência.

O magnetismo foi um dos poucos campos que avançou duran

te a Idade Média na Europa. No século XIII, Petrus Peregrinus, ou Pierre de Maricourt (c. 1220 - c. 1270/90) descreveu, em seu tratado *De Magnete* (1269), diversos experimentos que realizou com ímãs. Nesta obra, descreve uma bússola rudimentar, feita com um ímã natural em um disco de madeira flutuante, semelhante à inventada pelos chineses no ano de 1090 d.C.. Em outro experimento, Peregrinus torneou um ímã natural dando-lhe forma esférica e desenhou as linhas que correspondiam a posição da agulha da bússola, obtendo uma figura que se assemelhava aos meridianos. As anotações do francês são consideradas os primeiros tratados escritos de acordo com o método científico moderno.

Teodorico de Freiberg, em 1304, construiu uma esfera de vidro, preencheu-a com água e estudou o desvio da luz através dela (o efeito do arco-íris). Trezentos anos depois, Descartes usando também esse procedimento, iria redescobrir o mesmo.

O cenário que estava se desenhando, a partir do séc. XIII, era o do processo de passagem da física qualitativa de Aristóteles para uma física mais quantitativa. Tal processo somente viria a se consolidar no século XVII. A idéia da quantificação, no entanto, deve ser entendida como tentativa de utilizar procedimentos matemáticos no entendimento dos fenômenos físicos, e não como a utilização de instrumentos de medida (o que ainda não ocorria).

Para John Duns Scotus (1265-1308) as verdades da fé não poderiam ser compreendidas pela razão. A filosofia, assim, deveria deixar de ser uma serva da teologia. Os estudos sobre lógica de William de Ockham (1285-1349), discípulo de Scotus, levaram-no a defender o princípio hoje chamado de Navalha de Occam, que nós já falamos na aula 3. Este é um princípio filosófico que reza o seguinte: *se há várias explicações igualmente válidas para um fato, então devemos escolher a mais simples*. Era um defensor do poder leigo e da racionalidade. Segundo Ockham, em sua obra *Ordinatio*, todo conhecimento racional tem base na lógica, de acordo com os dados proporcionados pelos sentidos.

Acadêmicos franceses como Jean Buridan (1300 - 1358) e Nicole

d'Oresme (1323 – 1382) começaram a questionar aspectos da mecânica aristotélica. Em particular, Buridan desenvolveu a *teoria do ímpeto*, que explicava o movimento de projéteis. Essa teoria pavimentou o caminho para a dinâmica de Galileu e para o famoso *princípio da Inércia*, de Isaac Newton. Nicole d'Oresme foi conselheiro do rei Carlos V da França e um dos principais fundadores e divulgadores das ciências modernas. Ele combateu fortemente a astrologia e especulou sobre a possibilidade de haver outros *mundos habitados no espaço*. Oresme demonstrou que as razões propostas pela física aristotélica contra o movimento do planeta Terra não eram válidas e invocou o argumento da simplicidade (da navalha de ockham) a favor da teoria de que é a Terra que se move, e não os corpos celestiais. Ele foi o último grande intelectual europeu a ter crescido antes do surgimento da Peste Negra, evento que teve impacto bastante negativo na inovação intelectual.

Nessa mesma época, um grupo denominado de Calculatores de Merton College de Oxford, composto por Thomas Bradwardine, William Heytesbury, Richard Swineshead e John Dumbleton, elaboraram o Teorema da velocidade média. Usando uma linguagem simplificada, este teorema estabelece que *um corpo em movimento uniformemente acelerado percorre, num determinado intervalo de tempo, o mesmo espaço que seria percorrido por um corpo que se deslocasse com velocidade constante e igual à velocidade média do primeiro*. Mais tarde, esse teorema seria a base da “Lei da queda de corpos”, de Galileu.

Esses debates sobre filosofia natural estavam conduzindo a humanidade em direção ao que hoje é considerado *Ciência*. Mas em 1348, a *Peste Negra*, uma epidemia que atingiu a Europa, a China, o Oriente Médio e outras regiões do Mundo, até cerca de 1350, dizimou cerca de um terço da população europeia e proporções provavelmente semelhantes nas outras regiões. Por quase um século, novos focos da praga e outros desastres causaram contínuo decréscimo populacional. As áreas urbanas, geralmente o motor das inovações intelectuais, foram especialmente afetadas. Além da Peste Negra, a *Guerra dos Cem Anos*, uma série de conflitos armados, registrados de forma intermitente durante o

século XIV e o século XV envolvendo a França e a Inglaterra, deixaram um saldo de milhares de mortos em ambos os lados, e uma devastação sem precedentes nos territórios e na produção agrícola francesa. Foi durante essa Guerra que a pólvora foi pela primeira vez utilizada como arma em combate na Europa. Essas duas grandes calamidades para a humanidade levaram este período de intenso desenvolvimento científico a um fim repentino e que só puderam ser novamente retomados com melhores condições da população no séc. XV.



ATIVIDADES

1. Quais foram as principais contribuições de Alexandre o Grande para a Ciência?

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

A poderosa figura de Alexandre pertence ao reduzido grupo de homens que definiram o curso da história humana. Ele fundou Alexandria, cidade que viria a converter-se num dos grandes focos culturais da antigüidade. Educado por um dos homens mais sábios de sua época, Aristóteles, Alexandre sonhava em unir a cultura oriental à ocidental, fazendo o que pôde para expandir o helenismo. Devido ao seu sonho e seus esforços, após sua morte prematura, a influência da civilização grega no Oriente e a orientalização do mundo grego alcançaram sua mais alta expressão, que se prolongou até os tempos de Roma. Grandes descobertas provenientes deste período, e portanto contribuições indiretas de Alexandre, alteraram a história da ciência, como as bases da geometria, a descrição mais precisa do movimento dos planetas, a medida do diâmetro da Terra, a primeira teoria Heliocêntrica, a descoberta da “precessão dos equinócios” e os vários trabalhos de Arquimedes, como as leis fundamentais da hidrostática.

2. Durante a Idade Média, a região próspera era o Oriente Médio Islâmico, enquanto uma Europa ignorante permanecia pobre. Agora, naturalmente, os papéis do Oriente Médio Islâmico e do Ocidente estão invertidos. Comente a influência da ciência nisso.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

As duas regiões durante a Idade Média eram governadas religiosamente, uma pelo cristianismo e a outra pelo islamismo. É muito difícil fazer ciência em um ambiente hostil ao pensamento livre ou discordante, e assim a ciência só floresceu naquela que não reprimia os cientistas e o pensamento científico: o islamismo. O mundo islâmico dos séculos VIII a XV foi o “portador” ou “transmissor” das grandes tradições científicas clássicas, da fabulosa herança grega, até ao renascimento europeu. Porém, na atualidade a Europa não é mais dominada pela religião, enquanto o Oriente Médio, ainda dominado pela cultura islâmica, entrou numa fase histórica em que a ciência foi condenada como uma influência ocidental, um mal a ser evitado. Os dirigentes árabes não estimularam o investimento na ciência, e como resultado, suas sociedades não prosperaram tanto quanto poderiam e os europeus, pelo contrário, construíram sociedades bastante prósperas.

3. Durante a Idade Média não houve evolução do conhecimento científico? Comente sua resposta.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Com o avanço do cristianismo sobre o Império Romano, a ciência Européia permaneceu praticamente estagnada por muitos séculos. Porém, o império construído pelos árabes, sob a religião muçulmana, passou a assimilar sistematicamente conhecimentos científicos e tecnológicos dos países conquistados, o que contribuiu para a recuperação dos conhecimentos da Antigüidade e manteve a tradição científica helênica e egípcia. Mas, além das traduções dos textos da antiguidade, floresceu no mundo islâmico uma cultura muito rica e uma ciência com contribuições originais, sobretudo em Matemática, Astronomia e afins. Portanto, houve uma evolução científica desenvolvida principalmente pelos árabes.

4. Descreva qual finalidade da ciência durante a Idade Média?

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Durante a Idade Média, a produção de conhecimento tinha seu centro no seio das hierarquias estabelecidas pela Igreja Católica. O acesso à cultura e à ciência se restringia aos clérigos, sendo esses dedicados a cultivar o estudo de fenômenos naturais sempre do ponto de vista da religião. O conhecimento humano deveria estar voltado para fundamentar, legitimar e difundir as verdades contidas nas Sagradas Escrituras e, portanto, para glorificar o Reino de Deus, o que muitas vezes distanciava-se do pensamento racional. O conhecimento que não tivesse exatamente essa finalidade era condenado herege.

5. Recentemente, iniciativas vêm ocorrendo nos Estados Unidos com o propósito de coibir a divulgação de contribuições originais de conhecimentos científicos ou de aplicações tecnológicas potencialmente utilizáveis por nações ou grupos de indivíduos ditos “terroristas”. De acordo com essa última notícia, diretores de vários periódicos comprometeram-se a não publicar informações científicas que possam ajudar terroristas na fabricação de armas biológicas.

Comente como essas iniciativas podem gerar problemas para a ciência e para os cientistas e faça uma comparação com os fatos apresentados nesta aula.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

O princípio da universalidade da ciência busca evitar que cientistas sejam reféns de decisões políticas ou religiosas, como houve durante a Idade Média. Sendo assim, essas iniciativas podem provocar barreiras burocráticas com várias conseqüências negativas. Por exemplo, o acesso a laboratórios de pesquisa pode ser negado a cientistas estrangeiros, podem surgir novas regras de sigilo para pesquisas que sempre foram de domínio público, mas que agora são consideradas “críticas para a segurança nacional”, o intercâmbio ou colaborações científicas podem ser barrados ou interrompidos. Por exemplo, estudantes ou estagiários nos EUA (que são cerca de 750 mil) poderiam sofrer boicote, sendo “rastreados” (principalmente aqueles oriundos de países islâmicos). Erros inexpressivos ou pequenos equívocos sobre os dados desses estudantes e estagiários poderiam causar conseqüências drásticas nas suas futuras carreiras. Isso é uma forma de perseguição, como houve com os cientistas contrários as idéias religiosas, e que foram condenados durante a Inquisição. E mais, essas iniciativas podem servir como desculpa para identificar pesquisas avançadas do Terceiro Mundo que devem ser alvos potenciais para ações de boicote, monopolizando cada vez mais o conhecimento de ponta e a geração de riquezas apenas em países

desenvolvidos. O monopólio do saber, como foi visto, é uma forma de manipulação da população, que se torna menos desenvolvida e mais explorada, pois questiona menos os poderosos.

No período da Idade Média, a Ciência sofreu vários impedimentos por parte da Igreja Católica que impunha sua autoridade, influenciando em toda sociedade. Qualquer tentativa de contrariar suas doutrinas era perseguida e discriminada. Apesar disso, é importante observar que as poucas descobertas e teorias que surgiram nesta época tiveram grande relevância para desenvolvimento da ciência, provocando uma mudança de mentalidade, no sentido de dissociar a ciência da religião, que estavam intimamente ligadas, do mesmo modo que a ciência também estava associada à magia e à alquimia. Teorias que aí surgiram serviram de base para cientistas, que vieram depois, realizarem grandes descobertas.

CONCLUSÃO



Mosteiro medieval em Portugal (Fonte: <http://farm2.static.flickr.com>).

RESUMO



O período helenístico caracterizou-se pela difusão da civilização grega numa vasta área, que foi ideal de Alexandre o Grande. A Ciência alcançou um grande desenvolvimento nesse período. Dentre seus grandes cientistas destacaram-se Euclídeus, Aristarco de Samos e Arquimedes. Mas, os reinos helenísticos acabaram integrados ao Império Romano e com isso houve uma estagnação no pensamento científico.

Os romanos, assim como os proprietários feudais e a Igreja, não tinham muito interesse pelas ciências. Assim, ocorreu a perda ao acesso aos tratados originais dos filósofos clássicos. Isso e o definhamento da vida urbana com a desorganização política culminaram em uma degradação da vida cultural e científica do continente Europeu. A ciência ficou sob forte influência da Igreja Católica, que aliada à burguesia, reprimia toda idéia que poderia desenvolver a ciência, mantendo as massas populares exploradas sob ignorância e submissas. Porém, o saber do mundo grego foi parcialmente preservado no Império Islâmico, através das traduções dos textos clássicos pelos árabes. É de lá que este conhecimento seria mais tarde reabsorvido, com muitas inovações, pelo Ocidente através do contato com o mundo oriental e árabe. O cientista iraquiano Alhazen é o maior ícone dentre os cientistas árabes desse período.

Carlos Magno, no séc. 8, dá o primeiro passo para a renovação cultural, realizando a reforma educacional e criando centros de ensino, que deram origem às Universidades. Elas, juntamente com as ordens católicas mendicantes e a abundância de textos gregos clássicos, estavam conduzindo a humanidade ao que se considera Ciência hoje. Porém, esse desenvolvimento foi interrompido pela Peste Negra e a Guerra dos Cem anos que dizimaram a população.

PRÓXIMA AULA



Nossa próxima aula trata-se de um período caracterizado por grande desenvolvimento de todos os ramos da Ciência e o surgimento das sociedades científicas especializadas, com a consolidação do método científico baseado na experimentação e a ruptura da ciência com a religião e também a separação entre a ciência e a filosofia.

REFERÊNCIAS

FRANCO, H. **Curso de evolução dos conceitos da Física do IFUSP**. Disponível em <<http://plato.if.usp.br/1-2003/fmt0405d>>.

Acesso em 01/11/2007.

MACEDO, Cláudio Andrade. **Apostila do Curso de Introdução à Física da UFS**. São Cristóvão, 2006.

Portal de ensino de Física da USP. Disponível em <<http://efisica.if.usp.br>>, Acesso em 10/12/2007.

PRIMON, A. L. M. et al. História da ciência: da idade média à atualidade. **Psicólogo inFormação**, p. 35-51, 4, 2000.

VALERIO, Mário Ernesto G. **Notas de aula do Curso de Introdução à Física da UFS**. São Cristóvão, 2006.

<http://hpdemat.vilabol.uol.com.br/Biografias.htm>.

<http://scientia.artenumérica.org>.

http://www.ucb.br/prg/comsocial/cceh/textos_conhecimento_debate.htm.