

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/343318520>

Ciência: O prazer de descobrir

Book · July 2020

CITATIONS
0

READS
6

1 author:



[Marco Antonio Stanojev Pereira](#)

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

39 PUBLICATIONS 153 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Neutron Imaging Techniques applied to geosciences. [View project](#)



Neutron Radiography at the IEA-R1 Nuclear Research Reactor [View project](#)

CIÊNCIA

o prazer de descobrir

Marco A. Stanojev Pereira



Sagitarius Editora

Ciência
O Prazer de Descobrir

Aos meus irmãos de sangue e das Ciências.

Ao Prof. Dr. Reynaldo Pugliesi, meu pai na Ciência.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP, por proporcionar-me a vivência na Ciência desde 1995.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo atual suporte financeiro com a Bolsa de Estudos de Pós-Doutorado.

Ao sr. José A. L. de Araújo, sra. Maria de L. S. Araújo e srta. Julie A. S. Araújo, pela rede de amizade.



Sagitarius Editora

© 2020, Dr. Marco Antonio Stanojev Pereira, PhD.

Impresso no Brasil/Printed in Brazil
Impressão e distribuição por Clube de Autores.
Título: Ciência: o prazer de descobrir
E-mail: sagitariuseditora@gmail.com

Catálogo na Publicação (CIP)
Ficha Catalográfica feita pela Editora

P436l Pereira, Marco Antonio Stanojev. 1969 -
Ciência: o prazer de descobrir / Marco Antonio Stanojev Pereira, São Paulo :
Sagitarius Editora, 2020
259 p. : il. color. ; 21 cm

ISBN 978-85-923404-4-5

1. Ciência. 2. Pesquisa. 3. História da Ciência. 4. Humanidade. 1. Título

CDD: 509-2
CDU: 930.85

1ª Edição – São Paulo – Julho, 2020

Marco A. Stanojev Pereira

Ciência
O Prazer de Descobrir

São Paulo
Sagittarius Editora
2020

“Há verdadeiramente duas coisas diferentes: saber e crer que se sabe. A ciência consiste em saber; em crer que se sabe reside a ignorância.”

Hipócrates

Índice

<i>Exordium</i> -	9
Introdução -	27
Desmistificando -	31
Feira de Ciências -	47
O Ser Humano e a Ciência -	53
Latitude Ciências – Longitude Cientistas -	71
Do Teocentrismo ao Humanismo: A Regeneração Social, Artística e Científica ocidental –	193
Publicações -	241
Tipos de Pesquisas –	247
Capa da Presente Obra –	253
Anexo I – Relação de Sociedades Científicas e de Estudo –	257
Anexo II – Modelo de Plano de Trabalho -	259

Exordium

Saudações científicas!

Este livro foi pensado para o jovem que apresenta, já desde a infância, pendores científicos, ou seja, o desejo de querer saber, conhecer, descobrir.

Também foi pensado para ajudar os pais que, na maioria das vezes, são surpreendidos pelos filhos quando estes lhes respondem a velha pergunta sobre o que o pequeno quer ser quando crescer. Os pais também precisam aprender sempre, para ensinar seus filhos.

Igualmente foi pensado para auxiliar o colega Professor de Ciências, pois sabemos, por conhecimento de causa, que precisa superar grandes obstáculos diários para fazer acender em seus pupilos a chama da curiosidade, de que o aprender não está somente circunscrito no modelo de que todos reunidos em uma sala de aula, com a lição passada na lousa pelo professor ou aluno, onde este último passivamente sentado em sua cadeira, aprende as operações matemáticas, os verbos ou o sistema solar. O processo de aprendizado onde o professor é o instrumento de geração de informação e o aluno é corpo que apenas absorve, passivamente sentado, não se encaixa mais em nosso mundo, no dinâmico processo que é o ciclo do ensino-aprendizagem.

Por experiência própria, ao ser questionado sobre o que eu queria ser quando crescesse, na altura dos meus nove anos de idade, respondia simplesmente: cientista! Contudo, a pergunta de meus pais se desdobrava para outra, mais difícil: Cientista de quê?

E não adiantava consultar o velho e fiel “pai dos burros”, o dicionário Aurélio, pois no verbete se encontra apenas: “O que se dedica à ciência; especialista numa ciência”.

Não sabia responder esta questão! Sabia apenas que queria ser cientista. Desta forma foram importantes as experiências que comecei a ter contato, primeiramente em casa com meus pais, e posteriormente no ginásio (antiga 5ª a 8ª séries), com as professoras de Ciências e História, principalmente.

Com a professora de Ciências descobri a Biologia e as Ciências Naturais e, com a professora de História, a sra. Dora Entler, descobri a Arqueologia, minhas disciplinas preferidas até hoje.

Aos doze anos ganhei de presente um microscópio óptico com aumento de 300 vezes, e pude descobrir um mundo invisível aos olhos nus, o microcosmo, com todo o seu universo de vida e cores. Colocava uma gota de água de uma poça em uma lâmina de vidro, e observava na ocular várias formas de vida vivendo, respirando, reproduzindo-se naquele universo, indiferentes e ignorantes de que estavam sendo observadas.

Em uma certa aula de Ciências, minha professora desenvolveu conosco um projeto de plantas medicinais. Devíamos primeiro pesquisar em livros e publicações a descrição das espécies que eram empregadas em terapias, em seguida, entrevistar os mais velhos - de nossa família e da redondeza -, para saber a cultura popular acerca do conhecimento de ervas medicinais e doenças, e depois ir a campo colher amostras *in natura*.

Foi assim que eu tive meu primeiro contato com a Metodologia Científica, sem o saber.



Figura - Microscópio óptico da Olympus Tokyo.

Com as amostras na mão, aprendemos a desidratá-las colocando as folhas entre papéis de jornal ou entre as folhas da lista telefônica até secá-las.

Uma vez secas, colávamos as amostras em pranchas de papel cartão, classificando-as com seu nome científico e popular, descrevendo sua utilização como fitoterápicos e, finalmente, organizávamos as pranchas em ficheiros. A professora também nos ensinou que quem descobre batiza, e cada um de nós poderia escolher uma espécie e rebatizar com nosso nome. Escolhi a famigerada “Quebra-Pedra”, ou *Phyllanthus niruri*, na qual rebatizada passou a ser conhecida como *Phyllanthus stanoievius*.

Como no grupo havia um colega que desenhava muito bem, ele ficou incumbido de apresentar um desenho da planta com suas flores feito com lápis de cor e giz de cera, que ficou junto da prancha com a planta desidratada. Ganhamos um “A” com louvor.

Após, devíamos apresentar nossas conclusões em uma espécie de palestra na semana de ciências da escola, e era o momento áureo do trabalho, pois tínhamos que vencer a natural inibição da idade adolescente e falar em público.

Esta foi minha primeira atividade científica, propriamente dita, desenvolvendo todo um processo metodológico científico, do princípio ao fim, ou seja, começando por traçar o objetivo; depois consultar a bibliografia específica; definir uma metodologia; organizar os resultados; explicar as conclusões e, finalmente, a divulgação da pesquisa.

Este procedimento de pesquisa, coleta e descrição de material da flora e fauna é muito, muito antigo, e quando o Brasil foi descoberto uma legião de naturalistas europeus vieram para o Brasil para estudar sua grande biodiversidade, na qual deixavam os estudiosos fascinados pela sua exuberância. Um deles foi o alemão George Marcgrave, estudioso que veio para o Brasil com Maurício de Nassau, e que deixou em sua obra *Historia naturalis brasiliae*¹, o primeiro estudo científico publicado sobre a geografia e natureza do Brasil.

¹ Marcgrave, G. *Historia naturalis brasiliae*. Lugdun. Batavorum; Amstelodami: Franciscum Hackium; Lud. Elzevirium, 1648. 2 v. em 1. Disponível em: <https://www.obrasraras.fiocruz.br/media.details.php?mediaID=35>

As Figuras a seguir correspondem a capa do livro e uma página com a descrição de uma planta muito comum - o Cará -, também conhecido por Inhãme dependendo da região brasileira. Se tiver interesse do conteúdo, pode utilizar um programa de tradução *online* para entender a descrição.

Uma curiosidade digna de ser relatada é que somente uma pequena parte da flora brasileira foi estudada e catalogada. Milhares de princípios ativos que podem ser utilizadas pelas indústrias química e farmacêutica continuam guardadas neste grande repositório, dádiva da natureza, prontos para serem estudadas e empregadas pela civilização, e nossos índios, que são os guardiães deste manancial, com seu conhecimento milenar das matas, dotados da sabedoria do emprego que cada pedra, folha, flôr, raiz, casca, tronco e animal tem na manutenção da alimentação e saúde de sua coletividade, é a verdadeira riqueza de nosso país, pois é renovável, vital e única, daí a preocupação em se preservar as florestas e garantir a identidade dos índios como nações, pois suas existências estão diretamente ligadas à existência de nossa civilização, como a conhecemos hoje. Entre os milhares de exemplos destes princípios ativos encontrados na natureza e transformados em remédios e produtos gerais, podemos citar: **Espécies Alimentícias:** *Acca sellowiana*, *Annona crassiflora*, *Araucaria angustifolia*, *Butia catarinensis*. **Espécies Aromáticas:** *Capsicum flexuosum*, *Pimenta pseudocaryophyllus*, *Schinus terebinthifolius*, *Tropaeolum pentaphyllum*. **Espécies Medicinais:** *Achyrocline satureioides*, *Baccharis articulata*, *Baccharis crispa*, *Baccharis*

dracunculifolia, *Bauhinia forficata*, *Bromelia antiacantha*, *Casearia sylvestris*, *Cecropia glaziovii*, *Copaifera trapezifolia*.²

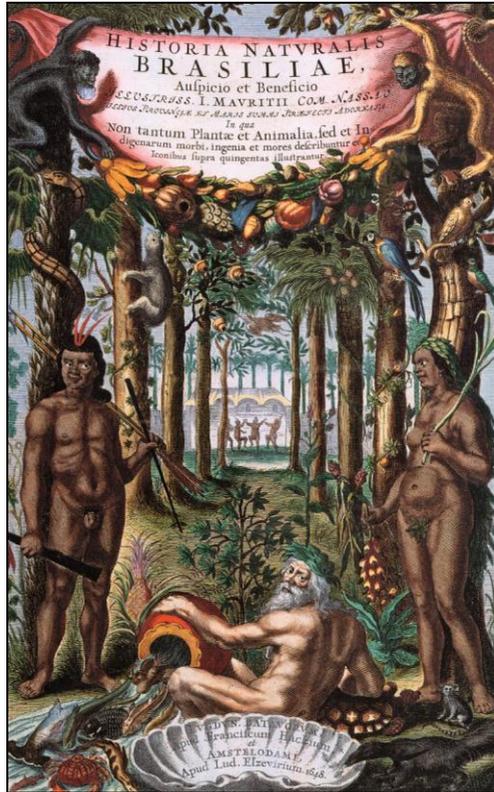


Figura – Fac-simile da Capa do Livro *Historia naturalis brasiliae* de George Marcgrave.

² Exemplos de Flora encontrados na região sul do Brasil: L. Coradin, Al. Siminski e A. Reis. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro - Região Sul, 2011. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf

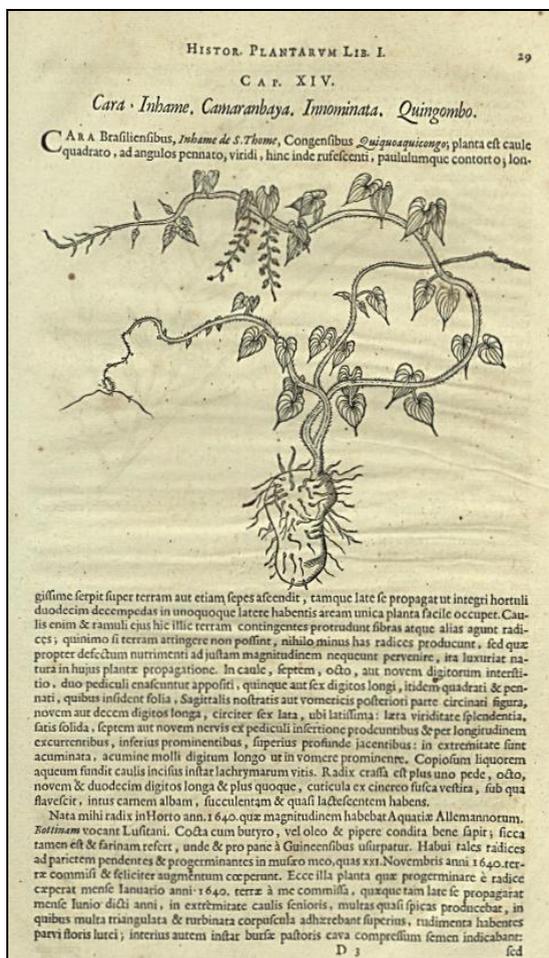


Figura – Fac-simile da página 19 do livro de Marcgrave com a descrição do tubérculo Cará.

Aos treze anos, ganhei de meu irmão mais velho um *kit* de química, com várias vidrarias, reagentes e um roteiro com experiências. Quando sumia das vistas de

todos, a resposta de meus pais e irmãos era: “Está fazendo as químicas dele!”.

Nesta época, existia no Brasil a Fundação brasileira para o ensino das ciências, a **Funbec**, situada dentro da Universidade de São Paulo, cujo objetivo era a construção de *kits* com experimentos que contemplavam diversas áreas das Ciências, e que eram vendidos em bancas de jornais. Posso afirmar com toda a segurança que estes *kits* são muito úteis para o primeiro contato da criança com as Ciências, e seria de grande valia didática e pedagógica que retornassem ao mercado, seja pela iniciativa pública ou privada. Em minha estada em Lisboa, como professor e pesquisador durante cinco anos, pude ver com alegria que a Universidade de Lisboa possui até hoje esta política de divulgação das Ciências. O Projeto chama-se “*Science4you*”³, onde os *kits* são vendidos em quiosques montados em *shoppings centers* e hipermercados. Comprei um *kit* de energia solar para mim e um de arqueologia para minhas sobrinhas. Este consistia de uma placa de barro com um esqueleto de dinossauro feito com resina em seu interior. Acompanhava o *kit* uma espátula, um buril com martelinho e uma escova. Minhas sobrinhas adoraram, mas minha irmã e cunhada não, pois fez uma sujeira danada. Contudo, Ciência é Ciência!

³Página da “Science4you”, Disponível em: <https://brinquedos.science4you.pt/>



Figura - Capa do impresso que acompanhava o *kit* de química contendo algumas experiências.

Meus pais proporcionavam para nós acesso à educação e cultura, fator importantíssimo para o crescimento da criança em seu desenvolvimento intelectual, pois, citando o grande Monteiro Lobato: “um país se faz com homens e livros”. Homens, no sentido de humanidade desenvolvida em seu significado e aspecto mais amplo, em intelecto e moral, em cidadania, em respeito a si e ao próximo e, Livros, como sendo a fonte e propagação do conhecimento, do desenvolvimento do sentido crítico do ser humano, ou seja, ler um texto e traçar conclusões, ser livre para interpretações, por exemplo: Dom Casmurro⁴ foi traído ou não?

⁴ Obra do escritor brasileiro Machado de Assis que faz parte da leitura obrigatória de todos os estudantes.

Pais leitores influenciam os filhos, parentela e agregados a serem leitores. Lendo, seja em livro físico ou digital, um mundo se descortina aos olhos, e naturalmente a criatividade brota, assim meus amigos, leiam para uma criança e estarão contribuindo para o futuro.

Em um destes acessos à educação e cultura patrocinado pelos meus pais, tive contato com o macrocosmo, quando estes nos levaram à uma exposição do céu com os planetas, estrelas e galáxias através das projeções do Planetário do Ibirapuera, em São Paulo. Foi um acontecimento que jamais esqueci, e hoje a cidade de São Paulo tem dois planetários, o do Parque do Ibirapuera e, mais recentemente o do Parque do Carmo, em Itaquera, bairro do subúrbio da capital paulista. Ambos com ampla programação para o público em geral e para as escolas, onde pode-se agendar uma visita para grupo por telefone ou em sua página na *internet*.

Em casa e na biblioteca da escola⁵ contava com acesso a livros variados, e nas aulas de Ciências e História antiga e medieval - a fase da história que mais gosto -, desfrutava da explanação de professores que realmente sabiam como prender nossa atenção - e que

⁵ Esta biblioteca foi instalada na escola por meio de uma ação encabeçada pela nossa chapa vencedora do Grêmio Estudantil, isso nos anos de 1983. O acervo era constituído por livros da própria escola e por doações, coletadas pelos alunos na vizinhança. Além da biblioteca, organizamos uma horta com plantas medicinais, fruto de nossa aula de ciências, descrito anteriormente, e um clube de ciências. Nossa chapa, denominada “Desenvolvimento Voluntário Estudantil”, com sigla “DVE”, sofria piadas dos colegas da escola, que liam a sigla como “devemos vender a escola”. Graças a esta piada, fundamos também um jornalzinho, com orientação de nossa professora da disciplina de Língua Portuguesa, rodado em Mimeógrafo e papel stencil a álcool, e que era distribuído na escola. Ainda tenho um exemplar deste pasquim.

eram mais valorizados que hoje -, que extraíam dos livros didáticos a essência necessária para que o processo de ensino/aprendizagem se completasse conosco, alunos, que por nossa vez tínhamos o direito de frequentar a escola e o dever de respeitar nossos mestres e a direção. Nosso dever era estudar e passar de ano por mérito, esforço e dedicação, fato comemorado com entusiasmo no final do ano por nós e pela família toda.

No caso das aulas de História, a civilização egípcia e grega nas aulas da Professora Dora na sétima e oitava série, tomavam uma dimensão que seduzia-me fortemente. As descrições e imagens dos livros ganhavam vida, e via-me fortemente inclinado à ser um cientista na arqueologia, contudo as outras ciências não me davam descanso, e a força de atração era igualmente forte, principalmente a química com suas transformações da matéria que eu realizava em casa com o *kit* que ganhei do meu irmão, em meu laboratório erguido em nosso quintal por meu pai, local que também funcionava como nosso clubinho e barracão das ferramentas dele.

Meu pai assinava uma revista chamada “Seleções”, e sempre trazia em seus textos curiosidades científicas. Em uma das edições eu, então no oitavo ano, vi o anúncio de um prêmio científico: o Rolex Awards for Enterprise. Pesquisando hoje na internet enquanto escrevia este parágrafo, vi que ainda existe, com premiações de dois em dois anos.

Com a ajuda de um dicionário inglês/português, pois ainda não existia os aplicativos de tradução, traduzi o texto palavra por palavra, e decidi escrever

pedindo o formulário para enviar uma experiência que bolei para participar. A ideia era saber qual cor do arco-íris influenciava mais no crescimento das plantas, pois já havia aprendido nas aulas de ciências que a cor branca da luz é uma composição de sete cores. Depois de um tempo, recebi em casa minha primeira correspondência internacional. Novamente com a ajuda do dicionário, preenchi o formulário e enviei o projeto escrito em português, contudo me devolveram e pediram para traduzir para o inglês. Naturalmente não reenviei, mas fiquei radiante com a correspondência trocada.

Passaram-se os anos e entrei no ensino médio, e ainda não sabia responder a pergunta básica: Cientista de quê?

Então, no fim do segundo ano do colegial, a sra. Izildinha e sra. Maria Lúcia, professoras de química da Escola Estadual de Segundo Grau Profa. Emília de Paiva Meira, resolveram organizar um curso de Técnico em Química e foram de classe em classe perguntando quem queria compor a nova turma.

Eu e mais onze alunos formamos a primeira turma do curso de Técnico em Química com duração de quatro anos. Parece que a resposta estava finalmente tomando forma? Não! Mas já era o início.

Terminei o Técnico e, para colar grau, era necessário um estágio na área. Consegui uma posição no Instituto Adolfo Lutz como técnico de laboratório de análises clínicas. Uma vez terminado o estágio, prestei concurso e passei no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), na Cidade Universitária. Nesta instituição foi onde tive minha primeira grande

experiência nas Ciências exatas e da terra, em pesquisas de petróleo. Mas estágio é estágio, e em órgão público não há efetivações, assim, depois de maravilhosos seis meses, terminou minha experiência gratificante.

No ano seguinte ingressei na Universidade, no curso de Licenciatura em Química, e hoje eu vejo como éramos - e ainda somos -, mal preparados no Brasil para as carreiras científicas, pois as universidades particulares sequer fazem a divulgação das Ciências, das atividades científicas, da vida acadêmica. Durante os quatro anos da graduação jamais tive um professor que mostrasse ou abordasse o que era uma metodologia da pesquisa científica, ou o que era um mestrado ou doutorado. As universidades particulares em especial se mostravam, e ainda se mostram, como uma simples instituição formadora de profissão, na verdade pior que isso, em sua maioria são empresas emissoras de certificados, sem compromisso nenhum com a verdadeira educação superior, cuja grade de ensino é composta em sua maioria por cansativas revisões dos tópicos que deveriam ter sido estudados no ensino médio, e devido a falência e inexistência de uma sólida e atual política educacional à nível estadual e federal, cada vez mais os alunos concluem o ensino médio com profundas deficiências de aprendizado, e chegam na universidade sem o básico necessário para o prosseguimento dos estudos superiores, fazendo com que os professores, por pressão dos coordenadores, diretores de áreas e reitores, marquem passo, e o resultado disso tudo é nossa posição atual junto aos órgãos de avaliação de cursos nacional e internacional. Uma decepção!

Assim como no ensino técnico, também no ensino superior o estágio era exigência para colar grau, assim formalizei meu cadastro no CIEE – Centro de Integração Empresa-Escola -, instituição que existe ainda hoje, e foi para mim uma grande e confiável ferramenta de ingresso no mercado de trabalho. Por este caminho consegui um estágio de um ano na multinacional alemã Hoechst, na área de química básica, e lá tive contato com pesquisadores e equipamentos de última geração. Conheci e tive meu primeiro contato com Doutores e doutorandos debruçados em seus projetos de pesquisas, cujo objetivo era investigar novos produtos e processos químicos, e eu como estagiário em química trabalhava no laboratório de um jovem pesquisador vinculado à Universidade de São Paulo, que desenvolvia seu projeto de doutorado na Hoechst, um projeto muito interessante e ainda atual, a síntese de biopolímeros a partir do exoesqueleto de crustáceos, mais exatamente da casca de camarão.

Aprendi muito e gostava de todos, contudo ainda faltava-me algo. O trabalho que eu realizava obedecia uma rotina, e isso não me satisfazia, pelo contrário. Em termos financeiros era satisfatório, mas em termos de realização profissional era um desastre.

Terminado o estágio, passei dois anos “perdido”, e atuava na rede pública como professor de Ciências no ensino fundamental e química no ensino médio, e costumava levar para a sala de aula o microscópio, que relatei anteriormente, e experiências em química e física, que eu mesmo fazia em casa com produtos do cotidiano. Devo dizer que os alunos adoravam estas

aulas práticas, e eu me realizava vendo suas observações e conclusões. No decorrer desta obra, sugiro algumas experiências que se pode desenvolver em sala de aula, para o ensino fundamental e médio, com custo mínimo, e até zero.

Foi então que através de uma conversa com os amigos do invisível, tive uma ideia de pesquisa na área nuclear para limpeza de rios e lagos poluídos, área que sempre me atraiu por estudos autodidáticos que fazia.

Enviei o projeto para várias personalidades, que sempre diziam que não podiam ajudar, até que um destes nos aconselhou a mostrar o projeto a um cientista de verdade, o primeiro que conheci: Dr. Cesar Lattes. Eu e meu pai fomos até Campinas no intuito de pedir a ele que conduzisse o trabalho, caso fosse viável, e eu o ajudaria como auxiliar de laboratório. Olhou o projeto, e disse que era viável, mas não poderia conduzir pois estava aposentado.

Chateado, aguardei então com o projeto engavetado, até que aos vinte e cinco anos de idade finalmente me reencontrei, quando comecei os estudos de mestrado em tecnologia nuclear no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), na Cidade Universitária em São Paulo, sob a orientação do segundo cientista de verdade que conheci, Dr. Reynaldo Pugliesi, maior especialista em nêutrons do Brasil, conforme estes amigos do invisível me disseram, e que depois constatei.

Desta forma, a velha pergunta que me deixava embaraçado podia agora ser respondida com satisfação: Sou um cientista em tecnologia nuclear, que graças a interdisciplinaridade da área, desenvolvemos trabalhos

de pesquisa em diversos campos do conhecimento, como a Arqueologia, Paleontologia, geração de energia, Química, Física básica e aplicada, Engenharia Civil, etc.

Publico esta obra no ano em que comemoro minhas bodas de prata na Ciência. Feliz, realizado e, mais curioso que nunca.

Para todos, alunos ou não, que me perguntarem se vale a pena seguir a carreira acadêmica, respondo que sim. Vale muito a pena, pois a satisfação pessoal de estudar um problema, obter dados sobre seu comportamento e divulgar suas conclusões para todos, em várias plataformas de comunicação, como revistas científicas, jornais, simpósios, congressos, etc, é uma emoção e experiência tão singular, tão gratificante, que devido a dificuldade de se explicar, diria que só quem passa por esta experiência compreende o que quero dizer.

Não é uma profissão que se vai ganhar rios de dinheiro, ao menos que seja contemplado com um Nobel ou crie uma patente de milhões. Mas vale a pena sempre trabalhar naquilo para o qual nasceu, para aquilo que seu dom lhe direcionou, em poucas palavras: trabalhar naquilo que te faz feliz, realizado, seja nas ciências exatas e da terra, seja nas ciências da saúde, seja em ciências humanas ou nas artes, como pesquisador de nossos costumes, música e folclore.

Assim meu jovem amigo, que na altura de seus questionamentos mais íntimos pergunta: O que vou fazer? Qual carreira seguir? Eu aconselho que siga teus instintos, tuas inclinações. É uma pergunta que somente você poderá responder.

Assistindo documentários, ou através de conversas, entrevistas ou visitas que fizer junto a profissionais de diversas áreas, você pode ter uma visão das atividades que a pessoa desenvolve, mas é você quem vai decidir por você. Tua felicidade e realização profissional é que importam. Não se deixe influenciar por aqueles que visam somente e exclusivamente o lado financeiro das profissões. Quantos médicos e advogados, engenheiros e economistas, bem como outros profissionais, são infelizes no que fazem pois desviaram-se de seus dons? O mundo lhe remunera com o dinheiro do mundo, a realização profissional lhe remunera com a satisfação, realização e paz de espírito.

Aqui também meu amigo leitor, é minha opinião, a qual deixo para você tirar suas conclusões.

Ciência
O Prazer de Descobrir

Introdução

Falar sobre Ciência é falar sobre a humanidade, sobre a busca do conhecimento para sobrepor-se à natureza, que sempre se apresentou desafiadora à aparente fragilidade do ser humano.

Falar de Ciência é falar de propostas apresentadas para explicações sobre acontecimentos observados no meio em que vivemos, no ponderável e no imponderável, plasmando ideias e sistemas.

Falar em Ciência é, fundamentalmente, observar a natureza e propor hipóteses e teses de sua mecânica.

Estes três parágrafos propõem a ideia da junção da filosofia e da ciência, como ferramentas complementares na abstração e concepção de uma teoria plausível, e a estas juntamos a religião, como o terceiro pé do banco que subimos para ver mais alto, pois ao contrário que muitos acham, a religião é também uma ferramenta importante na busca do conhecimento, na construção da Ciência, desde que não sejam sectárias, não dogmáticas.

Quando um cientista é religioso, quando acredita em um ser que transcende e é a causa primeira de tudo o que existe, ele não se abstém de Sua existência quando observa bactérias em seu microscópio ou o movimento rotacional da Galáxia de Andrômeda em seu telescópio.

Este é um ponto importante, pois a Ciência para se aproximar da verdade deve ser livre de qualquer dogma e rótulo, como por exemplo simplificar e exigir que o cientista siga uma doutrina específica, no caso obrigando-o que siga uma linha filosófica A ou B, se

baseie na teoria atômica do modelo padrão ou das cordas, se rotule como criacionista ou evolucionista, etc, abandonando ou relegando à um segundo plano a razão. Um cientista deve ser antes de tudo um livre-pensador, livre de dogmas ou preconceitos, inclusive acadêmicos. Deve sempre estar pautado na ética e respeito ao próximo, seja este a humanidade ou a natureza.

Quando se trabalha com Ciência, sabe-se que aquilo que o pesquisador de diversas áreas do conhecimento publica hoje, pode ajudar alguém daqui a um, dez, cem, mil anos ou mais na pesquisa que está realizando, basta ver o caso da ideia de átomos, desenvolvido primeiro no laboratório cerebral dos Gregos, cerca de quinhentos anos antes da Era Cristã por Leucipo e Demócrito, e novamente vindo à luz no princípio do século dezenove de nossa Era por John Dalton.

Esta presente obra tem por objetivo apresentar alguns aspectos das Ciências no objetivo da sua divulgação aos jovens, desmitificando ideias pré concebidas que se criam com base em informações errôneas e preconceituosas, bem como apresentar dados novos ou poucos conhecidos da grande contribuição à Ciência pelos árabes, judeus, chineses, e indianos.

Não se trata de um livro de biografias, contudo serão descritos alguns nomes e suas realizações, pois algumas vezes estas acabaram por romper drasticamente com a tradição reinante, com o senso comum das pessoas, o que nem sempre era recebido com satisfação pelas pessoas e instituições, e o

resultado era a desmoralização, a prisão, a fogueira, a ridicularização pública, etc.

E tudo isso para que pudéssemos subir um degrau do conhecimento e vermos as coisas do mundo que nos cerca sob outra óptica, o que nos faz lembrar do Mito da Caverna de Platão.

Ser cientista é ser um apaixonado. É Amar o que faz ao ponto de se perguntar que se não fosse cientista, o que seria de sua vida. Ao ponto de tirar dinheiro do próprio bolso para comprar um material qualquer para ser empregado em sua pesquisa ou aula.

Ser cientista é olhar para o céu e perguntar o porque é azul. Questionar se este conceito que temos hoje, nomear o céu de azul, é o mesmo para todas as civilizações modernas e, se foi para as civilizações antigas.

Ser cientista é ter uma ideia, postular, experimentar, obter os dados, escrever um artigo e vibrar quando este é aceito para publicação em uma revista científica.

Ser cientista é estudar, aprender e ensinar sempre. Questionar e propor, sem temor de se expor.

Por isso meus amigos, não fiquem acanhados de perguntar, de querer saber o por quê das coisas, pois foi este espírito que fez Galileu Galilei pegar uma luneta, que era usada para ver a movimentação dos inimigos no campo de batalha, e apontar para o céu. Este simples movimento de 90° revolucionou a ciência do que antes sabíamos, para o agora, que começamos a aprender a saber.

Não fiquem acanhados em levantar uma dúvida que tenha sobre algo que foi dito ou levantado, seja em

Ciência
O Prazer de Descobrir

sala de aula ou em uma palestra - claro que desde que não seja para aparecer para os colegas -, pois meu pai dizia que *“a turma que possui um aluno perguntador, todos ganham, inclusive o professor”*.

Boas pesquisas!

Desmistificando

Um cientista não é uma pessoa de outro mundo, que está no planeta Terra por descuido. É uma pessoa comum, com hábitos e características iguais à todos os outros da espécie humana.

O fato que talvez o diferencie dos demais é que ele não vê a natureza como um simples efeito do acaso. Não vê os resultados que obtém como meros dados frios, com significado apenas para ele e para uma meia dúzia de outros cientistas espalhados pelo mundo que trabalham na mesma área que ele.

Gosta de umas coisas e desgosta de outras. Tem amigos e desafetos. Tem sonhos e pesadelos. Come e bebe, faz a digestão e evacua como qualquer ser humano.

A diferença é que quando vai ao jardim não vê somente a planta e a flôr, quer saber o por que das folhas verdes. O por que das raízes. O por que das flores multicoloridas.

Por quê? Por quê? Por quê?

A fase da infância caracterizada por estas intermináveis indagações o acompanha por toda a vida.

Muitos destes que nascem com o dom da busca do conhecimento, e por não possuírem alguém na família que atendam suas necessidades interrogativas, ou pelo menos parte delas, acabam adotando uma postura introspectiva, comportamento que em certas circunstâncias levam os pais a suspeitarem de algum desarranjo comportamental e até mental.

Há outros casos, em que na infância e adolescência a criança e o jovem brincam e vivem intensamente sua vida. É ausente neles estas inquições constantes e comportamento introspectivo. A criança e adolescente, futuro cientista, é um terror na escola. Traquinas e bagunceiro. Estuda para passar de ano, sempre com as notas triscando no mínimo.

Contudo passada esta idade, assume o comportamento que leva os pais a suspeitarem de que o filho ou filha está doente, e necessita de médicos, pois seu comportamento mudou tão drasticamente que abandonou a vida agitada que tinha na companhia dos amigos em festas e curtidas, trocando tudo pelos velhos livros de Ciências, com vistas à entrada na Universidade.

Cientista não é somente aquele que gosta de Física ou Química, que veste um avental branco, e trabalha dentro de um laboratório manipulando vidrarias com líquidos coloridos e aparelhos eletrônicos.

Cientista é todo aquele que observa, e de sua observação tira conclusões. Cientista é todo aquele que com suas observações e conclusões gera conhecimento, em diversas áreas, e a compartilha com a sociedade através de vários tipos de mecanismos, como publicações em revistas científicas, jornais, conferências, *websites*, etc.

Um cientista é um apaixonado pelo conhecimento, e esta paixão o transporta no tempo e espaço, têmos estes que revolucionaram as Ciências na busca da explicação para si e para os outros: O que é o tempo? O que é o espaço? Questões levantadas e

explicadas com as pesquisas e teorias de dois gigantes da Ciência, Albert Einstein e Stephen Hawking, apoiados com o conhecimento de uma época.

Outro aspecto que precisa ser mudado é a visão de inferioridade que a maioria dos brasileiros possuem quanto a posição de nossa nação na produção científica, seja nacional, seja internacional. Muitos ignoram que uma Ciência de altíssimo nível é produzida em nosso país, principalmente nas Universidades e Institutos públicos da esfera Federal e Estadual, em todas as áreas do conhecimento. Isso sem falar nos cientistas brasileiros que trabalham no exterior desenvolvendo importantes estudos em destacadas instituições de ensino e pesquisa. Estes concluem sua graduação, em seguida ingressam nos cursos de Mestrado e Doutorado e, por falta de oportunidades em nosso país, precisam ir embora para poderem trabalhar na área que se formaram. Isso meus amigos, é o que se denomina de **fuga de cérebros**, que nada mais é do que a perda de divisas intelectuais, e infelizmente acontece muito em nossa pátria. Um dos motivos da falta de conhecimento da Ciência que se produz no Brasil é a deficiência, ou melhor, ausência na divulgação de atividades científicas por parte dos veículos de informação de massa, principalmente a televisão. Fiz uma coleta de dados certo dia assistindo a alguns telejornais da TV aberta, e a única notícia vinculada ao tema era em relação a um tipo de epidemia viral que já havia matado milhares de pessoas no mundo, inclusive no Brasil, e onde os cientistas de vários países estavam dedicados ao desenvolvimento de vacinas. Todos os esforços, rezas, orações e preces estavam sendo direcionadas

para os laboratórios do mundo, para que os cientistas descobrissem rápido um remédio. Qualquer anúncio de um avanço pelos pesquisadores era celebrado com grande entusiasmo.

Em um determinado momento da reportagem apareciam cenas diversas do interior de um laboratório com pessoas de avental branco, manipulando pipetas e tubos de ensaio com líquidos coloridos, que é a imagem padrão passada pelos meios de comunicação, e apreendida pelo público em geral do que é um laboratório de pesquisas, ignorando os anos de estudo, a dedicação, as renúncias familiares e sociais e o salário ínfimo que estes abnegados heróis se submetem por vocação, sim, esta é a palavra que bem define um cientista de qualquer área: **vocação**.

O Brasil possui mais de 500 anos de História, e desde sua descoberta no século XVI, atraiu para cá navegantes, curiosos e interessados na exploração, digamos, científica e pecuniária de seus recursos naturais. Com base na literatura deixada por alguns cronistas, podemos ver que a primeira atividade de pesquisa e desenvolvimento feito no Brasil aconteceu na ocasião do descobrimento, quando a esquadra de Pedro Álvares Cabral chegou aqui e logo descobriu a árvore *ibyratinga*⁶ - nome do Pau-Brasil para os índios -, que utilizavam a sua resina colorida de um forte vermelho para tingir as penas de seus acessórios de vestuário. Neste mesmo tempo na Europa, o

⁶ Do Tupi: *ibyra* (árvore, madeira, pau) e *pitanga* (vermelho). *Verbetes obtidos no Dicionário de Tupi de Moacyr Ribeiro de Carvalho* (1987) disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf

vermelho era a cor da moda, e os governos gastavam fortunas para descobrir novas fontes deste pigmento, que incluía espécimes da flora e fauna, como o inseto Cochonilha. Assim, o achado foi realmente uma grande descoberta, e rapidamente os navios de Cabral eram abastecidos com toneladas da preciosa madeira, cortadas e transportadas pelos índios para o interior das náus. Mas isso é uma outra história.

Mas se a descoberta do Brasil atraiu para cá aventureiros, também trouxe personalidades civis e religiosas que deixaram importantes obras de nossos primeiros tempos⁷. Em relação aos religiosos, não podemos deixar de citar a monumental contribuição antropológica dos Jesuítas, nas obras dos Padres Manuel da Nóbrega, José de Anchieta e Simão de Vasconcelos, que podem ser consultadas *online* na internet, e na qual fornecem inesgotável fonte de informações para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa científica^{8,9}.

Nos anos posteriores ao descobrimento, cientistas naturalistas europeus viajavam para o Brasil atraídos pela flora e fauna descritas como fantásticas e sobrenaturais, compostas de plantas exóticas, de monstros marinhos e terrestres, de tribos

⁷ TV Senado. Brasil no Olhar dos Viajantes. Documentário sobre os relatos estrangeiros das primeiras viagens feitas ao país, entre os séculos XVI e XIX. Eps. 1, 2,3 e 4 Disponíveis em:

<https://www.youtube.com/c/tvsenado/search?query=Brasil+no+olhar+dos+viajantes>

⁸ Obras do Padre Simão de Vasconcelos. Disponível em:

<https://archive.org/details/vidadovenerauelp00vasc/page/n11/mode/2up>

⁹ De Abreu, C. Cartas, informações, fragmentos históricos e sermões do Padre Joseph de Anchieta, S.J. Civilização Brasileira S.A., 1933. Disponível em: http://purl.pt/155/4/r-19794-v_PDF/r-19794-v_PDF_24-C-R0150/r-19794-v_0000_grav-569_t24-C-R0150.pdf

antropofágicas, descritas em mapas e textos de navegantes e aventureiros que realmente haviam visitado nossas costas, como Hans Staden e Américo Vespúcio:

“Depois começaram a brigar por minha causa: um deles dizia ter sido o primeiro a me achar, o outro, que tinha-me capturado. Enquanto isso, os outros batiam em mim com os arcos, e finalmente dois deles me levantaram do chão, onde eu estava estendido completamente nu; um deles me segurou por um braço, o segundo pelo outro, alguns à minha frente, outros atrás de mim, e assim caminharam rapidamente comigo pela floresta em direção ao mar, onde estavam suas canoas”¹⁰.

“Digo mais: até se admiram de como nós não comamos os nossos inimigos, nem fazamos uso de sua carne, que dizem saborosíssima. Suas armas são arcos e flechas; e quando se afrontam em ação não cobrem nenhuma parte do corpo para defender-se, e nisto são semelhantes aos animais. Procuramos dissuadi-los quanto nos foi possível destes bárbaros costumes, e eles nos prometeram deixá-los”. (Trecho da Carta *Mundus Novus* escrita ao rei de Portugal por Américo Vespúcio em 1503).

Ou por outros que simplesmente haviam ouvido falar da boca de marinheiros borrachos, nas tavernas dos portos do mundo, sobre as coisas fantásticas de além-mar, como o mitológico Eldorado.

¹⁰ Trecho do Livro “Duas viagens ao Brasil”, de Hans Staden, traduzido por Eduardo Bueno. Disponível em:
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnx3ZWJxdWVzdHBvcnR1Z3VlcZlwMTZ8Z3g6MWZlY2Q2NjE1NTgwODE4MA>

Uma destas obras científicas respeitadas em todo o mundo foi a de Marcgrave, citado anteriormente, que produziu um grande impacto no meio científico da época. Depois disso, verdadeiras expedições de pesquisa eram organizadas na Europa com destino ao Novo Mundo, nas quais podemos citar a Expedição Naturalista de Alexandre Rodrigues Ferreira (1783 a 1792)¹¹, a Expedição Econômica e Naturalista de Manuel Arruda Câmara (1794 a 1799), a Expedição Econômica de José Vieira Couto (1799 a 1801), A Expedição Naturalista de Henrique Koster, conhecido como Henrique da Costa (1808 a 1819)¹², A grande Expedição Naturalista do príncipe alemão Maximiliano (1815 a 1817), acompanhado pelos cientistas Freyreiss e Friedrich Sellow¹³, a famosa Missão francesa, ocorrida entre 1816 a 1822, com Auguste de Saint-Hilaire¹⁴, Auguste-Marie Taunay e seu irmão Nicolas-Antoine Taunay, Jean-Baptiste Debret e Joachim Lebreton, com importantes contribuições científicas para a futura nação independente que já despontava, contudo, se pudermos fixar uma data para o início de atividades científicas feita no Brasil, e que ficava no Brasil, este marco é 04 de novembro de 1796, quando a rainha D. Maria I, de Portugal, decretou por meio de Carta Régia a criação de um jardim botânico na cidade

¹¹ Livro disponível na íntegra em:

<https://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/457?mode=full>

¹² Os dados coletados na expedição resultou no livro “Travels in Brazil”, disponível no site: <https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/7190>

¹³ de Moraes, P. L. R., De Smedt, S., Hjertson, M. Notes on the Brazilian plants collected by Georg Wilhelm Freyreiss and published by Carl Peter Thunberg in Plantarum Brasiliensium. Disponível em:

https://huh.harvard.edu/files/herbaria/files/19_1_123_demoraes_etal_i.pdf

¹⁴ Auguste de Saint Hilaire. Disponível em: <http://bndigital.bn.gov.br/auguste-de-saint-hilaire/>

de Belém, da capitania do Grão-Pará, região do Brasil colônia mais rica e desenvolvida do que o sul, cuja capital era a Bahia.

Outras famosas expedições científicas continuaram ocorrendo em terras brasileiras durante o reinado de D. Pedro I, contudo o grande avanço científico e cultural aconteceu mesmo durante o longo e profícuo reinado de D. Pedro II, promotor e incentivador das artes, da literatura e do desenvolvimento da ciência e tecnologia nacional, um Mecenas, “*desvelado e magnânimo*”¹⁵.

¹⁵ Laudelino Freire. Desvelado e magnânimo, Rev. Inst. Hist. E Geog. Bras. Vol. 152, 1925.



Figura - Fac-símile da página do Livro “Viagem filosófica pelas capitânicas do Grão Pará, rio Negro, Mato Grosso e Cuiabá, 1783-1792, vol 1, do Capítulo dedicado aos “Gentios”, de autoria de Alexandre Rodrigues Ferreira⁸.

O Fac-símile abaixo, retirada da obra de J. B. de Lacerda¹⁶, traz uma crônica da época do Brasil Império, em que relata a divulgação científica que acontecia três vezes por semana no Museu Imperial, onde

As conferencias realizadas á noite, attrahiam ao salão do Museu uma sociedade distincta e escolhida, sendo raro que alli faltasse com a sua presença e animação o Imperador D. Pedro II.

Professores, deputados, senadores, altos funcionarios publicos, damas da alta sociedade, lá iam nos dias marcados ouvir, sobre diferentes ramos das sciencias naturaes, uma lição succulenta e proveitosa, illustrada com desenhos e estampas muraes, e com amostras dos objectos, aos quaes tinha de referir-se o prelector.

Assumptos de zoologia, de botanica, de geologia, de biologia, de agricultura, de anthropologia eram tratados sob uma fórma synthetica, de sorte a dar o prelector aos seus ouvintes uma resenha de factos e conclusões facil de reter e de assimilar.

Dessas conferencias tiravam-se extractos para serem publicados nos jornaes diarios e tambem em algumas revistas litterarias e scientificas.

As visitas ao Museu facultadas ao publico em tres dias da semana attrahiam para alli mensalmente milhares de pessoas, avidas de contemplarem os objectos expostos.

Assim achava-se o Museu em relação constante com todas as classes sociaes do paiz, desde o soberano da nação até os mais humildes representantes da plebe.

O Imperador, logo que o prelector terminava a conferencia, entre-tinha-se com elle durante algum minutos, applaudindo umas vezes, outras vezes discutindo pontos de sciencia em que as opiniões divergiam.

O Museu Imperial passou a ser o núcleo de desenvolvimento e divulgação científica mais importante do Império, situação que se manteve até a década de 1920/30, quando o Pólo de desenvolvimento científico e industrial mudou para São Paulo.

¹⁶ de Lacerda, J.B.. Fastos do Museu Nacional do Rio de Janeiro: recordações históricas e científicas fundadas em documentos authenticos e informações verídicas. 1905. Imprensa Nacional, p. 45.

Mas o centro do poder imperial estava no Rio de Janeiro, e lá, em 1880, já se fazia experiências em fisiologia, comandadas por João Batista de Lacerda e Louis Couty, este último trazido da França pelo imperador para ensinar biologia industrial na Escola Politécnica, deixando suas marcas profundas e benéficas no desenvolvimento das ciências biológicas no Brasil¹⁷.

D. Pedro II dedicava tanta importância à instrução fundamental, que sempre repetia:

“- Se eu não fosse imperador, quisera ser Mestre escola.”^{18,19,20,21}

Para se ter ideia de sua preocupação com o ensino e a instrução pública, certa vez quiseram-lhe erigir uma estátua eqüestre. Fizeram então uma subscrição pública e, quando o imperador soube, escreveu para o presidente do Conselho de Ministros pedindo que com o dinheiro levantado se construísse escolas primárias, surgindo assim quatro escolas públicas^{17,22,23,24,25,26,27,28,29,30}.

¹⁷ Schwartzman, S. Um espaço para a ciência: a formação da comunidade científica no Brasil. 4ª ed. Editora da Unicamp. 2015.

¹⁸ Masucci, F. Anedotas Históricas Brasileiras. Edaneec, SP, 1947, 268p. *in* Revivendo o Brasil Império, Leopoldo Bibiano Xavier, Artpress, 1991, 237p.

¹⁹ Jornal do Brasil. O Centenário de Pedro II. apud. RIHGB, vol. 152, 1925. *in idem* Ref. 18.

²⁰ Jornal do Brasil. D. Pedro II. RJ, 1892, 159p. *in idem* Ref. 18.

²¹ Milano, M. Heróis Brasileiros. Globo. Porto Alegre, 1943, 194p. *in idem* Ref. 18.

²² Mattoso, E. Cousas do meu tempo. Gounoullhou, Bordeaux, 1916, 338p. *in idem* Ref. 18.

²³ de Campos, H. O Brasil Anedótico. W.M. Jackson. RJ, 1951, 326. *in idem* Ref. 18.

²⁴ J.M.M.F. D. Pedro II. Jornal do Comércio, ed. 02/12/1925, apud. RIHGB, vol. 152, 1925. *in idem* Ref. 18.

Dom Pedro II foi coroado em 1841. Em 1844 havia no Rio de Janeiro 16 escolas públicas e 34 colégios particulares. Em 1860 já eram 3.516 as escolas públicas, reunindo mais de 115.000 alunos. Em 1889, ano da proclamação da república, os alunos já somavam 300.000, distribuídos em 7.500 escolas.³¹

Ao contrário do que muita gente pensa, o Brasil possui grandes cientistas e pensadores que atuaram e atuam em diversas áreas do conhecimento, que contribuíram e contribuem com o desenvolvimento das ciências em nossa pátria. Logo no princípio de nossa nação enquanto país independente, aparece a figura venerável do paulista natural de Santos, José Bonifácio de Andrada e Silva³². É considerado um homem multifacetado, atuando ativamente nas ciências, na literatura e em assuntos de Estado. Como não existiam cursos superiores no Brasil Colônia, José Bonifácio foi estudar na Universidade de Coimbra, formando-se em Direito e Filosofia Natural em 1787. Era um profundo conhecedor nas ciências naturais, estudioso em

²⁵ Jornal do Brasil. D. Pedro II. RJ. 1892, 159p. *in idem* Ref. 18.

²⁶ Jornal do Comércio. Traços Biográficos de D. Pedro II. RJ, ed. 2/12/1925, apud. RIHGB, vol. 152, 1925. *in idem* Ref. 18.

²⁷ Gurgel, L. do Amaral. O neto de Marco Aurélio. Fagundes, SP, 1937, 266p. *in idem* Ref. 18.

²⁸ Williams, M. W. Dom Pedro the Magnanimous. Univ. North Carolina. Chapel Hill, 1937, 414p. *in idem* Ref. 18.

²⁹ Teixeira M. O Imperador Visto de Perto. Leite Ribeiro, RJ., 1917, 273p. *in idem* Ref. 18.

³⁰ Sampaio, T. A Cultura Intelectual do Imperador. RIHGB. Vol. 152, 1925. *in idem* Ref. 18.

³¹ Muniz, H. O Segundo Reinado. Leite Ribeiro, RJ, 1928, 258p. *in idem* Ref. 18.

³² Varela, A. G.; Lopes, M. M.; da Fonseca, M. R. F. As atividades do filósofo natural José Bonifácio de Andrada e Silva em sua fase portuguesa (1780-1819). História, Ciências, Saúde Manginhos, vol. 11(3): 685-711, set.-dez. 2004.

química, e um grande mineralogista. Com seus conhecimentos descobriu quatro novos minerais, o espodumênio, a petalita, a criolita e a escapolita.

Esta aparente “simples descoberta de uma pedra” - como alguns podem pensar -, desencadeou outros grandes avanços científicos, com repercussão nos dias de hoje. Primeiramente possibilitou a descoberta de um novo elemento químico, o Lítio, pelo sueco Arfwedson, quando este analisou quimicamente a petalita³³. Em seguida, permitiu que o químico inglês Humphry Davy empregasse seu método de eletroquímica, também na petalita, para o isolamento do Lítio em sua forma metálica. E no início do século XX, o físico-químico americano Gilbert Lewis descobriu que este elemento químico poderia ser utilizado em baterias recarregáveis, encontradas nos dias de hoje nos celulares, *tablets*, *notebooks*, etc. Este é um dos exemplos de trabalhos encadeados feito por diversos cientistas ao longo dos anos, incluindo aqui um brasileiro, que legaram para as sociedades futuras um bem precioso, o conhecimento, a Ciência.

Por isso meus amigos é que se diz que uma nação que não desenvolve e incentiva as suas Ciências, em todas as áreas do conhecimento, acaba perdendo o seu lugar na história, e ao invés de saber fazer o parafuso, compra feito de nações que apostaram na Ciência, Educação Cultura e Inovação Tecnológica para crescerem.

Uma nação que negligencia ações firmes e diretrizes seguras e sólidas em suas políticas públicas

³³ Stanojev Pereira, M. A. Algumas histórias da química dos elementos. Clube de Autores, 1ª ed. 2012, São Paulo, ISBN: 978-85-913809-1-6, 354pp.

para a formação de recursos humanos com competência, bem como fornecer meios para que estes desenvolvam suas ideias e produtos originais, gera consequências desastrosas a médio e longo prazo para toda a sociedade que a compõe enquanto país.

Na Galeria de brasileiros e brasileiras dedicados às ciências, podemos citar o advogado, jornalista e antropólogo Luís da Câmara Cascudo, o médico Carlos Chagas, o Físico Manoel Amoroso Costa, o médico bacteriologista e epidemiologista Oswaldo Cruz, o físico de nêutrons Reynaldo Pugliesi, os antropólogos e sertanistas Orlando, Cláudio e Leonardo Villas-Boas, o inventor Padre Bartolomeu de Gusmão, o sociólogo Florestan Fernandes, o antropólogo Gilberto Freyre, o geólogo Djalma Guimarães, a agrônoma Johanna Döbereiner, o Físico Cesare Lattes, o biofísico Aristides Leão, o Físico Marcelo Dammy, o engenheiro Fernando Carneiro, o biofísico José Leite Lopes, a arqueóloga Niède Guidon, o médico Adolpho Lutz, a botânica Graziela Barroso, o naturalista e matemático Johann Müller, os matemáticos Leopoldo Nachbin e Jacob Palis, o educador Paulo Freire, o biólogo Crodowaldo Pavan, o antropólogo Darcy Ribeiro, o botânico João Barbosa Rodrigues, o geógrafo Milton Santos, o físico e crítico de artes Mário Schenberg, a bióloga Marta Vannucci, o inventor Alberto Santos Dumont, o cientista e vice-almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, o economista Celso Monteiro Furtado, o químico Mares Guia, o cientista e médico Maurício Oscar da Rocha e Silva, o médico e cientista Vital

Brazil, o Padre inventor Roberto Landell de Moura, entre muitos outros³⁴.

E que suas vidas e suas obras continuem a inspirar os jovens em suas futuras carreiras, nas áreas do conhecimento que escolherem, lembrando que tudo é possível, desde que queiramos.

Desta egrégia galeria de notáveis, podemos incluir Mário de Andrade, que não era apenas escritor, e sim um grande pesquisador da linda expressão da música brasileira e do rico folclore nacional³⁵. Isto meus amigos, também é ser cientista, e ele foi um grande e meticuloso pesquisador interessado em nossa gente. Uma de suas obras mais conhecidas - **Macunaíma o herói sem nenhum caráter** -, foi escrito em seis dias, depois do escritor constatar pessoalmente que os estrangeiros, no caso o estudioso alemão Koch-Grünberg, estavam mais interessados no estudo de nosso folclore do que nós mesmos.

Lamentavelmente, o pensamento de que o que vem de fora é muito melhor do que temos aqui ainda ocupa grande espaço no nosso país, haja visto o tratamento que nossa sociedade dá aos índios e ao folclore popular, aos indianistas e sertanistas que lutam para a preservação de nossa memória, nossa cultura.

Por isso, escrevam suas crônicas inspirados na gigantesca galeria de escritores, brasileiros ou não; fotografem e documentem sua época, inspirados em

³⁴ <http://www.canalciencia.ibict.br/ciencia-brasileira-3/notaveis/page2>

³⁵ Brumana, F. G. Mário de Andrade y la Misión de Pesquisas Folclóricas (1938): Una etnografía que no fue. Revista de Indias, 237, 2006, pp. 545-572.

Ciência
O Prazer de Descobrir

Sebastião Salgado e Araquém de Alcântara; leiam,
estudem, pesquisem, componham, pois isto é Ciência.

Feira de Ciências

A realização das Feiras de Ciência, Semana Cultural ou Semana Acadêmica dentro da unidade escolar com a massiva participação dos alunos, a partir do momento em que a disciplina de Ciências seja oferecida, é importantíssimo para a divulgação científica em seu sentido interdisciplinar para os alunos do ensino fundamental, médio e superior. Constar da grade de disciplinas do início de seus estudos é importante para despertar na criança o sentido crítico; no adolescente ajuda-lo a descobrir sua vocação; e no ensino superior apresentar para o formando áreas que pode desenvolver-se como cientista, dentro ou fora da área que graduou-se, em cursos de pós graduação stricto sensu – Mestrado ou Doutorado.

É, portanto, um evento que requer a participação de toda a sociedade, não somente da comunidade escolar:

- **Dos poderes públicos** – Prefeitura e Governo de Estado –, se espera que assegurem as condições financeiras e administrativas para que a unidade escolar tenha o mínimo exequível para cumprir seus objetivos enquanto instituição de ensino, podendo assim minimizar possíveis defazagens culturais que o aluno traga consigo devido suas condições sociais. Este mínimo é, por exemplo, possuir uma biblioteca que fique aberta para que os alunos possam conhecê-la e usufruírem seu espaço; uma sala de computadores ligados à internet, com uma pessoa na função de

monitor que ajude os alunos em suas necessidades - pois o fato das crianças de hoje dominarem o celular não significa que eles conheçam um computador de mesa e seus *softwares*; um palco para realização de peças de teatro e outros eventos culturais. Também espera-se que assegurem a contratação de pessoal de apoio e docentes qualificados, que saibam ensinar, bem como uma política de ampliação de seus conhecimentos acadêmicos obtidos no seu curso de graduação, como cursos de atualização, seminários, especializações, etc;

- **Da equipe da Direção** se requer o apoio para sua execução na unidade escolar em que são responsáveis, com a realização do evento previsto no calendário escolar. Também assegurar a representação dos anseios de sua comunidade escolar junto às autoridades, como segurança e materiais didáticos e de apoio administrativo, bem como trabalhar para que a sociedade participe da vida escolar, através de ferramentas já bem estabelecidas como a “Associação de Pais e Mestres” e eventos oficiais como a “Escola de portas abertas”;

- **Do Corpo de Docentes** se espera que trabalhem na salutar ordem interdisciplinar, com a participação efetiva na realização do evento, seja na proposta de atividades de arte e cultura, seja na orientação de experimentos que serão apresentados pelos alunos.

Para se ter uma ideia do que eu digo sobre interdisciplinaridade no ensino das Ciências, vou relatar uma experiência ocorrida quando lecionava Química para o EJA – Educação de Jovens e Adultos –, em uma

escola da rede estadual de ensino no subúrbio de São Paulo. Na preparação da Semana Cultural, organizamos uma mostra de artes plásticas com pinturas e esculturas criadas pelos alunos, e que ficariam expostas na escola durante o evento. Cada obra recebeu previamente um número de identificação, e na entrada o visitante era orientado para votar naquela que mais lhe agradasse. Compramos três troféus, e no último dia os entregamos para o primeiro, segundo e terceiro mais votado. O que mais me chamou a atenção, ouvindo os comentários das pessoas que visitaram a sala de exposição, era de que nunca haviam visto uma obra de arte, ou não haviam se dado conta do que era uma obra plástica. Isso é ensinar! Isso é Ciência, ou seja, produzir e divulgar o conhecimento.

- **Dos pais e/ou responsáveis** se requer que cumpram seu papel na sociedade como primeiros professores, assegurando que seu filho ou filha tenham o direito à instrução, bem social previsto na **Constituição da República Federativa do Brasil em seu Artigo 205, Seção I - Da Educação**. É dos pais, da vida familiar, do meio social em que vive, que o aluno constrói sua multicultura pessoal, vasta ou limitada não importa, pois na escola deverá ser ampliada, daí a responsabilidade do Poder Público, da Equipe de Direção e do Corpo de Docentes, descritos acima, em cumprirem seus papéis. Por isso é importante que os pais assegurem ao seu filho, pelo próprio bem de toda a sociedade onde todos estão inseridos, o direito que a criança e adolescente tem de frequentar a escola para aprender o que não sabe, e ensinar o que ele traz em sua

bagagem cultural, alargando seus horizontes e assim finalmente quebrar uma tradição nefanda de sermos um país com tantas defasagens na instrução - embora culturalmente ricos -; de possuímos ainda altos índices de analfabetismo e evasão escolar; de enterrarmos vários Newtons por ano sem ao menos ter dado a chance deles se pronunciarem, como citou certa vez o Professor Roberto Mangabeira Unger.

Para ilustrar o que eu disse acima, sobre o aluno frequentar a escola para aprender o que não sabe, e ensinar o que ele traz em sua bagagem cultural, certa vez entrou em minha turma um garoto transferido, cuja origem era o estado da Bahia. Conversando com ele, descobri que havia trabalhado na colheita do cacau em uma fazenda da região, e possuía um profundo conhecimento da arte desde a colheita até o beneficiamento das amêndoas -fermentação inclusive-, para fazer o chocolate. Resumindo: ele nos ensinou algo que trazia em sua bagagem cultural que todos nós desconhecíamos. Compramos uma fruta de cacauzeiro e o abrimos para ver as amêndoas em seu interior. Vale a pena dizer que nunca havíamos visto o fruto, contudo muitos já conheciam algo graças aos romances do escritor baiano Jorge Amado. Experimentamos a fruta e abrimos as sementes ao meio para observar e sentir seu cheiro característico. Deixamos secar e plantamos. Depois de um tempo germinaram, e finalmente todos nós pudemos ver uma muda da árvore de Cacau. Todos nós menos ele, que era o nosso orientador, pois já tinha o conhecimento, a Ciência do caso, nós não! Ele era o *expert*, o perito no assunto, nós os leigos.

A Feira de Ciências, em suma, é uma enorme ferramenta para que o aluno mostre seu potencial e o ajude a descobrir sua vocação, e o papel do professor é o de orienta-lo nos caminhos a seguir, aconselhando-o e incentivando-o. Neste sentido, destaco também a importância das Escolas de Verão e Inverno, onde são oferecidos nas universidades cursos dos mais diversos níveis e áreas, bem como o incentivo que deve ser dado à participação dos alunos do ensino médio nas Olimpíadas de Física, Matemática e outras disciplinas, eventos nos quais o Brasil sempre se destaca.

Ciência
O Prazer de Descobrir

O Ser humano e a Ciência

A Ciência é o próprio ser humano, pois quando um se desenvolve o outro floresce e, quando um se corrompe, o outro destrói.

Os cientistas de todas as áreas de estudo que acompanham o progresso do homem e das ciências ao longo dos tempos, são unânimes quando dizem que o período da história humana conhecido como Neolítico foi o momento inicial da grande marcha intelectual humana, e as inovações tecnológicas de hoje são a continuidade lógica de um princípio iniciado a cerca de cem séculos antes da Era Cristã.

Contudo, desde que o intuito neste capítulo é discorrer sobre o desenvolvimento da Ciência pela humanidade, é importante não dar um salto tão grande nas Eras e Períodos, a ponto de ignorar os rudimentos da observação e transformação da natureza que rodeavam as pessoas.

No Paleolítico inferior, os primeiros hominídeos espalhados pelo continente africano começaram a utilizar pedaços de pedra como ferramentas. Encontradas no chão ou lascadas artificialmente por meio de outras pedras, descobriram que quando se batia uma na outra produziam pedaços com pontas agudas e outras bem afiadas, utilizando-as como instrumentos de corte, pesca e caça. A fricção das pedras também levou o *Homo habilis* a descobrir que ele podia controlar o fogo, produzindo-o quando e onde quisesse para aquecer-se, iluminar sua morada à noite, cozinhar e se

proteger das feras³⁶. Esta foi uma grande revolução dos costumes e uma gigantesca evolução do conhecimento humano, com repercussões ainda nos dias de hoje, haja visto que o espaço foi conquistado através da propulsão a combustão, ou seja, fogo em combustíveis.

Com o passar dos tempos, milhares de anos, os antepassados do homem moderno começaram a produzir os primeiros artefatos em pedra polida, ou seja, pegavam uma pedra bruta, madeira ou osso e as trabalhavam de forma a deixá-las com corte ou com pontas, a fim de serem usadas como facas, machados e lanças. Neste instante do tempo estamos no período conhecido como Neolítico.

Caro leitor, o vislumbre mental deste momento não o faz pensar no grande avanço científico desta tecnologia, experimentado pelo antepassado de um cientista a cerca de 2,5 milhões de anos atrás? Alguém observou, pensou e fez. Eis a Ciência da teoria à prática!

Nesta epopéia do desenvolvimento da razão, do conhecimento, da Ciência portanto, a humanidade primitiva deixa o Paleolítico, paulatinamente, e troca sua vida nômade de caçadores e coletores de frutos para uma situação revolucionária, o sedentarismo!

Uma observação interessante é que ainda hoje muitos povos do mundo são nômades. Nossos índios, por exemplo, mudam periodicamente o local da tribo no intuito de proporcionar que a fauna e a flora

³⁶ Steven R. James. Hominid Use of Fire in the Lower and Middle Pleistocene: A Review of the Evidence. University of Chicago Press. 1989, Current Anthropology. 30, 1, pp. 1-26.

explorada recomponham-se naturalmente, e assim possa disponibilizar os víveres suficientes para a manutenção da aldeia novamente.

Na adoção do sedentarismo a tribo marcha para fora da segurança das cavernas e do perímetro conhecido, de onde coletavam seus alimentos no coração das florestas, e fixam suas aldeias próximas aos rios, pois algum cientista do Neolítico observou que nestes locais a fauna e a flora eram mais abundantes, sem falar que para a agricultura, tecnologia desenvolvida nesta época, não havia lugar melhor.

Começam a domesticar os animais para o ajudarem nas lavouras e na sua subsistência, assim é agregado ao seu convívio os caprinos, bovinos, canídeos, entre outros. Uma curiosidade sobre os canídeos é que a espécie figura entre o mais antigo animal domesticado pela humanidade. Alguns estudiosos postulam que os cães de hoje descendem do lobo cinzento, domesticado há mais de 100.000 anos.

Também é neste período que podemos observar que o trabalho de subsistência nas nascentes sociedades tribais sofre uma divisão na realização das tarefas. Passou a caber ao homem a realização dos trabalhos braçais, mais brutos, como a segurança da aldeia, bem como garantir a comida, oriunda da caça e pesca. À mulher competia a manutenção da agricultura, desde a semeadura até a colheita, bem como cuidar e educar os filhos. Uma observação muito curiosa é que esta divisão de trabalho e modo de vida do dia-a-dia ainda é vista da mesma forma em muitas tribos da África e entre os nossos índios. Graças ao monumental trabalho dos irmãos Villas Bôas, e outros nobres indianistas

como o Marechal Rondon e o antropólogo Darcy Ribeiro, sabemos que no Brasil, na região do Amazonas, ainda há tribos que vivem entre o Paleolítico e Neolítico. A Terra é uma escola aberta, e como disse o cientista brasileiro César Lattes, “*para se estudar a ciência, basta olhar a natureza*”³⁷.

Com o domínio das Ciências Agrícolas, inclusive com o conhecimento de ingerir os grãos e tubérculos menores e guardar os maiores e de melhor aspecto para plantar, indicando o gérmen da Ciência da Genética na Botânica com a manipulação e domesticação de espécies vegetais, as populações cresceram e a disponibilidade de alimentos aumentou, de modo que precisavam desenvolver modos de guardar o excedente e protegê-los das pragas. Muitos processos foram desenvolvidos, inclusive cavar profundos buracos na rocha dura - procedimento que ainda era usado nos castelos da idade média³⁸ -, contudo foi a invenção da cerâmica que novamente revolucionou a sociedade. Era possível não somente guardar os grãos protegendo-os dos insetos e roedores, mas também produzir jarros e estocar água dentro de suas casas; cozer os alimentos em panelas; utilizar como meio de gravação de informações; como cédula de votação; ingresso de teatro; imagens de divindades; e todo um universo de utensílios que na atualidade ainda estão presentes, no qual a cerâmica mostra-se indispensável para a vida de nossa sociedade.

³⁷Video com resumo de sua descoberta está disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=i6nqu-UEaIU>

³⁸ O Castelo dos Mouros, na cidade de Sintra, em Portugal, possui escavado na rocha vários destes fossos, disponíveis para observação pública.

Um destes utensílios foi a invenção do tijolo, utilizado para construção desde cerca de 7.500 anos antes da Era Cristã. A ideia de produzir com o barro blocos simétricos e utiliza-los para construir moradias seguras – casas, palácios, templos, muros, etc. -, simplesmente colocando um tijolo sobre o outro, transformou definitivamente a ideia de civilização e organização política e de segurança da sociedade. Grandiosas civilizações foram erguidas sobre tijolos, e uma delas foi a Babilônia, na Mesopotâmia, região entre os rios Tigre e Eufrates conhecida como o berço das civilizações³⁹. Neste lugar a 7.500 anos antes da Era Cristã parece que as atividades de construção estavam bem desenvolvidas, com a necessidade de serem criadas leis para organizar estas e outras atividades. Nasceu assim o Código do rei Hammurabi, onde podemos ver nos artigos abaixo a regulamentação desta prática, em especial a engenharia civil e arquitetura⁴⁰:

“228º - Se um arquiteto constrói uma casa para alguém e a leva a execução, deverá receber em paga dois siclos, por cada sar de superfície edificada⁴¹.”

229º - Se um arquiteto constrói para alguém e não o faz solidamente e a casa que ele construiu cai e fere de morte o proprietário, esse arquiteto deverá ser morto.

230º - Se fere de morte o filho do proprietário, deverá

³⁹ Stanojev Pereira, M. A. Dos deuses sanguíneos ao Deus de Amor. Lisboa, 2010. ISBN: 978-989-8389-26-8.

⁴⁰ Bouzon, E. O Código de Hammurabi. Tradução do original cuneiforme. Petrópolis, 1976, 3ª Edição. Editora Vozes.

⁴¹ As moedas usadas na Babilônia eram a prata, a cevada, ou outro tipo de grão, assim, dois ciclos refere-se a um pagamento de 16 gramas de prata por Sar construído, ou cerca de 36m².

ser morto o filho do arquiteto.

231º - Se mata um escravo do proprietário ele deverá dar ao proprietário da casa escravo por escravo, se abatida, ele deverá refazer à sua custa a casa abatida.

232º - Se destrói bens, deverá indenizar tudo que destruiu e porque não executou solidamente a casa por ele construída, assim que essa é abatida, ele deverá refazer à sua custa a casa abatida.

233º - Se um arquiteto constrói para alguém uma casa e não a leva ao fim, se as paredes são viciosas, o arquiteto deverá à sua custa consolidar as paredes”.

Assistindo recentemente um documentário na TV, pude ver o medo que envolve os aldeões de uma tribo no coração da África ao cair da noite. Morando em casas de frágeis paredes de barro no estilo pau a pique, temem o ataque de leões, onde os jovens - crianças na verdade -, são preparados para defender sua aldeia deste e outros perigos.

Mas voltando ao Neolítico, havia nas tribos pessoas especialistas na produção da melhor cerâmica, e podemos exercitar nossa imaginação reportando-nos ao local da antiguidade em questão. Nesta abstração, podemos observar uma pessoa que notou a necessidade de um tal utensílio na aldeia, e que facilitaria em muito sua vida e dos demais. Notou que certos insetos faziam suas casas com uma substância que traziam de perto dos leitos dos rios e montavam, pedaço por pedaço, sua estrutura. Observou também que com o tempo estas estruturas secavam de tal forma que resistiam até a pancadas.

Deslocou-se até o rio, descobriu a fonte de argila, cavou, recolheu uma porção e levou para seu

laboratório - digo, sua oficina -, moldou a argila no formato que queria, imitando o método que observou dos insetos, e deixou secá-la ao sol. Depois descobriu que cozê-la em fogo aumentava sua resistência. Vejam meus amigos, cada passo descrito necessita de conhecimentos desenvolvidos ou adquiridos de geração à geração.

Na Figura abaixo, é mostrado um ninho com estrutura de barro feita por uma espécie de vespa da família *Sphecidae*, do gênero *Sceliphron*⁴². Este inseto incrível constrói, partícula por partícula com o barro úmido trazida em suas patinhas trazeiras, o ninho onde cria seus descendentes, que se desenvolvem no interior de pequeninas aranhas caçadas por seus pais, tudo isso garantido pela segurança de uma fortaleza de barro endurecido. Eis aí outra linha de pesquisa em ciências biológicas.

Alguém precisou fazer uma vez: observar, pesquisar, experimentar, queimar o dedo na fogueira para chegar no produto final. Isto, volto a dizer, é Ciência!

Nesta invenção prática e importantíssima na evolução da humanidade, podemos ver a criatividade do ser humano em todas as suas condições intelectuais de outrora. Uma delas é a decoração destas cerâmicas em rebuscados traços geométricos na argila úmida, e a pintura com caprichos artísticos em sua superfície, demonstrando o domínio ancestral da técnica. Contudo o conhecimento adquirido e desenvolvido na

⁴² Trad, B. M.; Silvestre, R. *Vespas Spheciformes (Hymenoptera, Apoidea) do Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre*, v. 107, supl. e2017122, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017122>

formulação de pigmentos nos reporta novamente ao princípio do capítulo, quando o ser humano utilizava sua ciência rudimentar na Química para extrair das plantas, insetos, minerais e animais o pigmento que precisava.



Figura – Ninho com estrutura de barro da vespa *Sceliphron*.

Com as tintas de variadas tonalidades em mãos, pôde nos legar maravilhosas demonstrações de arte rupestre que ainda deixa nossa civilização assombrada, tal os requintes de detalhes, extravagâncias e excentricidades, preservadas por milênios no interior de cavernas, paredões e demais sítios arqueológicos de todo o mundo, inclusive no nosso Brasil, no Parque Nacional da Serra da Capivara, no estado do Piauí, descobertos pela pesquisadora brasileira a arqueóloga Dra. Niède Guidon. Uma destas impressões que as pessoas da pré-história deixaram nos paredões, e que

sempre me deixou curioso - chegando a pensar se seria reminiscências guardadas em nosso Hipotálamo -, era o hábito de impregnar a palma das mãos com tinta e carimbar a parede, a exemplo das crianças da modernidade em suas aulas de arte na escola infantil, ou nas paredes de suas casas, para a alegria dos pais. Eis uma sugestão de pesquisa para algum cientista de Ciências Humanas se debruçar, e depois me explicar.

Voltando à nossa marcha, vemos que as atividades humanas propiciaram o crescimento das populações com o desenvolvimento da agricultura e pecuária, a produção de cerâmicas e outros produtos manufaturados. Nesta situação uma aldeia produzia mais do que consumia, surgindo assim produtos excedentes. Da necessidade de um artigo de consumo que por motivos variados uma aldeia não produzia em quantidade suficiente, um emissário entrava em contato com outra que tinha o produto, desta prática podemos ver o nascimento das Ciências Políticas, e suas ramificações como a Diplomacia, responsável pelo contato com outros povos para comprar o que faltava e vender o que sobrava em sua aldeia⁴³.

Primeiramente desenvolveram o escambo, mas logo tropeçaram em um detalhe prático: Como fazer para trocar cabras por trigo? Quantos Camelos valem uma esposa bonita? Quantos dias a Lua cheia demora para aparecer novamente. Dúvidas cruciais que precisavam ser equacionadas.

⁴³ Recentemente pudemos ver esta movimentação nas negociações comerciais entre duas potências comerciais e bélicas, os Estados Unidos da América e a China, e toda a diplomacia envolvida para se fechar um acordo que seria bom para ambas as partes, ou para a mais forte.

Deste problema pode ter nascido as Ciências Matemáticas, ou a capacidade de atribuir símbolos numéricos a objetos. Também vemos a criação de unidades de medida que ajudaram a estabelecer padrões, principalmente para o comércio. Uma destas unidades de medida é o dinheiro, que a princípio eram sementes, onde cada espécie tinha o seu valor agregado.

Ainda hoje se utiliza este padrão como moeda, principalmente no campo, por exemplo, oito sacas de grãos de café equivalem a um garrote. Se o produto já for beneficiado, como torrado e moído, ou seja, onde há mais trabalho agregado, o lastro é maior.

Na obra **Macunaíma** do escritor Mário de Andrade, o herói sem carácter utiliza sementes de cacau como moeda, de onde vem um dos apelidos empregados para designar o dinheiro.

“Desses tesouros Macunaíma apartou pra viagem nada menos de quarenta vezes quarenta milhões de bagos de cacau, a moeda tradicional”.

Com o crescimento das populações no Neolítico, urge a necessidade do desenvolvimento de outros meios de vestir as pessoas, pois a quantidade de pele de animais disponíveis, que era o vestuário da época, não consegue mais atender a demanda, então os olhares são desviados para a lã das ovelhas e para a agricultura, na produção do linho e posteriormente do algodão. Nesta nova fase, artefactos originais são necessários serem desenvolvidos, inventados, para transformar o produto bruto em linha, e depois outro artefacto precisa ser criado para transformar a linha em tecido. Estes instrumentos são a cardadeira, a roca ou o fuso de fiar.

Esta grande fase da evolução científica humana é marcada por invenções e desenvolvimentos tecnológicos que até os dias de hoje estão presentes, e cujas informações nos chegam graças principalmente aos objetos encontrados em sítios arqueológicos e a datação pela técnica do carbono C-14. Também é uma época marcada pelo aquecimento global e uma profunda mudança climática, com degelo, aumento dos níveis dos oceanos, aparecimento das floretas tropicais no hemisfério Sul, e temperadas no hemisfério Norte, desertificação de regiões e a extinção de animais da megafauna.

A Era humana conhecida por Neolítico termina com o início de outra Nova Era, A Idade dos Metais⁴⁴, onde acontecerá na Idade do Bronze outro grande avanço da Ciência humana, a invenção da escrita pelo povo Sumério com seus caracteres cuneiformes registrados em placas de argila. É o início da História e do registro da Ciência humana em fatos, não mais de forma oral.

Importante ressaltar que o fim temporal de uma Era e o início de outra não existe na natureza, é um protocolo definido por cientistas pela necessidade que temos de datar as coisas e acontecimentos, no intuito de nos ajudar a desenvolver uma sequência lógica dos fatos históricos. O Neolítico, portanto, marca o fim das Eras conhecidas como Idade da Pedra e o início da Idade dos Metais. Nesta transição a Ciência continua evoluindo, pois da necessidade nasce a invenção, e

⁴⁴ Navarro, R. F. A Evolução dos Materiais. Parte1: da Pré-história ao Início da Era Moderna. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, V.1, 1 (2006), pp. 01-11. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/6/36>

vemos o aparecimento da tecnologia do domínio dos metais, e uma nova revolução da humanidade desponta no horizonte.

Novamente a necessidade de inovação nas Ciências Agrícolas pode ter sido a alavanca da nova revolução que despontava, pois as cidades continuavam crescendo, bem como a fome de suas populações que exigiam maiores áreas cultivadas e rebanhos. O arado com ponta de madeira, puxado por tração animal ou humana, não atendia plenamente as necessidades, pois quebrava com muita facilidade e, ferramenta quebrada significa atraso na produção.

Para se desenvolver a tecnologia dos metais, houve primeiro a necessidade do domínio do fogo, e o que quero destacar é que uma invenção sempre está ligada a um conhecimento anterior, adquirido por uma pessoa ou grupo. Por exemplo, o fogo somente foi disponibilizado para o aproveitamento de todos, porque primeiro alguém descobriu que ao friccionar duas pedras era possível gerar faíscas. Por sua vez, o Robô Rover Curiosity que se desloca desde o ano de 2012 sobre o solo Marciano, fazendo descobertas sem precedentes sobre o planeta, agrega em si conhecimentos desenvolvidos por milhões de anos pela humanidade, desde o controle do fogo, passando pela descoberta da metalurgia, vivendo a descoberta e aperfeiçoamento do vidro, vibrando com a descida do homem à Lua, passando pela tecnologia do *microchip*, chegando ao aperfeiçoamento de câmeras de alta resolução, até o desenvolvimento da inteligência artificial.

Mas vamos devagar em nossa marcha, falemos da metalurgia e seu grande impacto na evolução humana, ao ponto de receber um título de capítulo na história: A Idade dos Metais.

Uma vez dominado o fogo, a extração e a manipulação de metais encontrados na natureza começou com aqueles que ocorriam puros, na forma de pepitas, sem estarem ligados a outros elementos químicos. O Ouro, a Prata, a Platina, o Cobre nativo, são encontrados na natureza na forma de pepitas, e entre estes o Ouro foi o primeiro a ser trabalhado e muito cobiçado. Primeiro, graças a sua maleabilidade pode ser transformado em chapas e moldado com simples batidas e, segundo, era símbolo de poder temporal e espiritual, graças a sua característica de ser raro, mas não impossível de ser encontrado e, de não oxidar, o que dava a impressão de ser eterno, conferindo assim ao que o ostentasse poder, sem falar que era associado ao Sol, a principal divindade, seguida da Prata, associada a Lua, também com alto valor agregado, sendo estes usados como moeda de troca, como vimos no Código de Hammurabi.

O primeiro metal com interesse, digamos, comercial de ser trabalhado para a confecção de objetos foi o Cobre, pois machados e pontas de lanças feitos de Chumbo eram imprestáveis pelo fato deste metal ser muito mole e, de Ouro e Prata um desperdício. Assim começou a incrível Idade do Cobre, graças primeiro a invenção do fogo, seguida da cerâmica e a invenção dos fornos de cerâmica, pois o calor alcançado em fogueiras simples é insuficiente para derreter o Cobre e

o Ferro, isso a cerca de 6.000 anos antes da Era Cristã, primeiramente na região da atual Sérvia. Digo primeiramente pois por enquanto um machado forjado de Cobre, pertencente à antiga civilização Vinca, é o objeto mais antigo deste metal⁴⁵.

Quando disse anteriormente sobre a interdisciplinaridade nas ciências, queria referir-me a utilização de variadas formações acadêmicas e múltiplas tecnologias existentes para se investigar um determinado assunto.

Assim, em 2013, enquanto trabalhava como cientista no Instituto Tecnológico e Nuclear no laboratório de tomografia com nêutrons, em Portugal, tive a honra de participar de um grande estudo que se dedicava em lançar novas hipóteses sobre a antiguidade da metalurgia do Cobre, Bronze e Ferro em solo português, partindo de quatro tipos de machados de cerca de 5.000 anos de idade.

Os dados obtidos permitiram que a especialista formulasse uma interessante abordagem quanto ao desenvolvimento de moldes e a inclinação destes para despejo do metal quente, sem criar bolhas em seu interior.

A aplicação da técnica da tomografia com nêutrons pela primeira vez no estudo da estrutura interna de objetos metálicos desta procedência, permitiu a visualização de falhas internas nestes machados de Cobre, Bronze e Ferro, como poros e grandes vazios, fornecendo informações relevantes para

⁴⁵ Suciú, C. I. (2011). Early Vinča Culture Dynamic in South-Eastern Transylvania. Bucharest, Editura Renaissance. pp. 75–86.

a reconstrução de antigas técnicas de fabricação. Algumas imagens dos objetos estudados, com destaque às características internas de sua estrutura, podem ser vistos na referência [46].

Com o aperfeiçoamento das técnicas da metalurgia, e o aprendizado por tentativa e erro nas forjas cada vez mais elaboradas, por volta do terceiro milênio antes da Era Cristã os antigos cientistas que experimentavam a combinação de minérios contendo diversos elementos químicos em seus fornos descobriram que ao se misturar Cobre com Arsênio ou com Estanho, normalmente presentes como contaminantes no minério de Cobre, formavam uma liga muito dura e versátil. Estava assim inaugurada a Idade do Bronze, com todo o seu simbolismo e aplicações.

Inicialmente utilizado como peças de adornos para as elites da época, o Bronze foi com o tempo sendo adotado como matéria-prima para a fabricação de todo um mundo de objetos, como na agricultura substituindo o arado de pedra e de madeira; nas artes como estátuas, máscaras e enfeites.

Na *Ilíada*⁴⁷, a monumental obra de Homero que narra a guerra entre Grécia e Tróia, o Bronze é citado diversas vezes em várias situações.

⁴⁶ Figueiredo, E., Stanojev Pereira, M. A., Lopes, F., Marques, J.G., Santos, J. P., M. Araújo, F., Silva, R.J.C., Senna-Martinez, J.C. Investigating Early/Middle Bronze Age copper and bronze axes by micro X-ray fluorescence spectrometry and neutron imaging techniques. *Spectrochimica Acta Part B* 122 (2016) 15–22.

⁴⁷ Homero. *Ilíada*. Tradução de Manoel Odorico Mendes (1799-1864). digitalizado por Google, disponível no Google Books em <http://lelivros.love/book/download-iliada-homero-em-epub-mobi-e-pdf/>

Na economia como moeda e padrões:

Canto IX

*“Demolir as Priâneas fortalezas
O espólio ao dividirmos, de ouro e bronze”*

Canto XX

*“Vivo deixai-me redimir, que tenho Bronze, ouro,
ferro de labor difícil, E vos dará meu pai riqueza infinda, Se
preso me souber na Grega armada.”*

Na indústria bélica como machados, pontas de
lanças, espadas, capacetes e armaduras:

Canto IV

*“Do carro em armas salta; o bronze aos peitos. Do
furibundo campeão remuge, Pondo nos corações gelado
medo”.*

Canto IV

*“Toas Etólio ao matador se atira, Pela mama ao
pulmão lhe enterra o bronze”.*

Canto XV

*“A tarja do ombro, da cabeça o elmo, Da rija mão lhe
saca a brônzea lança, E conteve-lhe a fúria: “Desalmado,
Enlouqueceste; já não tens orelhas, Nem siso, nem pudor”.*

A fabricação de Bronze foi tão intensa na antiguidade que as minas de Estanho esgotaram-se na região do Mediterrâneo, obrigando os mercadores fenícios a excursionarem cada vez mais à Oeste em busca de novas fontes do metal. Desta busca nasceu a lenda do rapto de Europa por Zeus, transmutado em um

touro branco, habilidade que variava conforme a necessidade, como por exemplo em cisne ou em uma pomba branca.

Mas a tecnologia avançava, bem como a curiosidade dos cientistas de várias localidades do mundo antigo em se experimentar novos tipos de fornos e novos minérios. E foi em uma destas experiências que descobriram um novo metal, muito mais resistente que lâminas feitas de Cobre ou de Bronze, além de que suas jazidas eram muito maiores do que as de Cobre e Estanho. Estava inaugurada uma nova fase da evolução do conhecimento humano, chamada de Idade do Ferro que, uma vez controlada a tecnologia, mudaria o mundo antigo com consequências duradouras até a Idade Moderna.

O Ferro já era conhecido pelos cientistas pré-históricos desde a Idade do Bronze, contudo apenas utilizavam o chamado Ferro meteórico, oriundo de meteoritos, para moldarem objetos de alto valor, pois não tinham tecnologia de obter o Ferro de minérios, lembremos que o ponto de fusão do Ferro é de 1.538°C, enquanto do Cobre e do Bronze é de 927°C.

Um exemplo da utilização do Ferro meteórico é a adaga encontrada no túmulo do Faraó Tutankhamon, datada do 14º século antes da Era Cristã, ainda na idade do Bronze. Ensaio analítico mais recentes para determinar sua composição, empregando equipamentos de análise não destrutivo como espectrometria de

fluorescência de raios X, apoiam fortemente sua origem meteorítica⁴⁸.

Contudo por volta do segundo milênio antes da Era Cristã o povo Hitita, da Anatólia, já dominava a tecnologia de fundição do Ferro a partir de meteoritos e minérios, e utilizava esta e outras inovações para supremacia bélica, como o carro de guerra que comportavam três pessoas – um condutor e dois soldados munidos de arco e espada. Esta inovação tecnológica fez diferença frente aos seus maiores inimigos na famosa batalha de Kadesh, contra o poderoso exército do Faraó Ramsés II, que utilizava o carro de guerra com um condutor e um soldado. O resultado foi um empate com vantagem aos Hititas.

Mas uma guerra civil entre os Hititas após a batalha de Kadesh, parece ter sido o responsável pela primeira fuga de cérebros da história, quando os mestres ferreiros migraram para todo o antigo mundo, contribuindo assim para que a técnica fosse dominada e difundida por todos os povos, inaugurando oficialmente a Idade do Ferro em torno do ano 1200 a.C.

Imagine um exército munido de armas de Bronze contra outro munido de armas de Ferro, mais duro e resistente. Foi assim que antigos impérios caíram e gigantescos edifícios modernos são construídos hoje, com o desenvolvimento do conhecimento.

⁴⁸ Comelli, D.; et al. The meteoritic origin of Tutankhamun's iron dagger blade. *Meteoritics & Planetary Science*. 2016, **51** (7): 1301-1309. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/maps.12664>

Latitude Ciências – Longitude Cientistas

Propor um título de capítulo neste formato tem um objetivo específico: o didático!

Através das coordenadas geográficas citadas aqui quero induzir os leitores de todas as idades, principalmente os jovens, a utilizarem as ferramentas *online* disponíveis gratuitamente na *internet* e, de uma forma virtual, passearem por estes lugares, conhecerem os sítios citados na tela do computador para depois conhecerem *in loco*.

A civilização ocidental é hoje bem avançada em tecnologia, mas nem sempre foi assim. Se pudermos fixar uma data diríamos que o avanço científico no ocidente começou quando povos originários da Índia migraram para a Europa na idade do Bronze, os indo-europeus, enriquecendo-se culturalmente e cientificamente graças ao contínuo contato que os povos mantinham com outras civilizações do mundo, principalmente através do comércio, levando a Europa ao auge científico que seria importante mais tarde, devido a Ciência exigida para que as grandes navegações acontecessem, e no evento conhecido como Revolução Científica.

Todas as descobertas científicas que foram descritas até agora aconteceram ou na África, ou no Oriente Médio, ou na Ásia, onde nos tempos atuais os povos destes continentes são classificados como “de terceiro mundo” e até intelectualmente deficitários por

ignorantes membros das nações que rapinam impiedosamente seus recursos em nome de um pseudo progresso tecnológico e econômico⁴⁹, contudo, é indiscutível o conhecimento científico dos egípcios das grandes dinastias faraônicas, incluindo aqui os Faraós Negros do império Cush; do império Hitita; do Império Persa; da grande civilização Védica na Índia - que já sobreviveu às diversas invasões, como a de Alexandre o Grande, a do império português, e a do império inglês -, com notáveis contribuições em astronomia, metalurgia, matemática, química e física, sem falar em vários outros povos que ergueram gigantescas civilizações com tijolos enquanto o Ocidente ainda engatinhava, fato que foi ignorado pelo médico Robert Knox em 1840, com seu ignóbil livro: *The races of man: a fragment*, e que apedeutas étnicos ainda insistem em defender.

Vejamos primeiro a matemática, ciência importantíssima e fundamental para o desdobramento de todas as outras áreas do conhecimento, e quem a domina, quem é fluente nesta linguagem, tem a minha humilde admiração.

Dissemos anteriormente que no Neolítico houve a sedentarização da humanidade com o desenvolvimento da agricultura, e para tratar a agricultura são importantes conhecimentos em matemática e astronomia. Recentemente, em 1960, foi encontrado no sul da África um artefato datado de aproximadamente 35.000 anos, conhecido como **Oso de Ishango**, o mais

⁴⁹ Galeano, E. As veias abertas da América Latina. 2010. L&PM; 1ª Edição.

antigo instrumento matemático que se tem notícia, empregado pelo que parece como calendário lunar⁵⁰.

As Ciências, enquanto conhecimento, sempre são desenvolvidas de acordo com a necessidade, daí nasceu a frase que “a necessidade é a mãe das invenções”, mas acrescento que a curiosidade é a grande indutora da Ciência.

O berço da humanidade é a África, fato comprovado e atestado graças ao avanço das Ciências Biológicas com a Genética, como provado nos estudos do DNA mitocondrial⁵¹. Assim, os primeiros hominídeos apareceram nesta região há milhares de anos, como o *Homo erectus*, hábil na concepção de ferramentas bem como do domínio do fogo e, um dos primeiros a sair da África para ganhar o mundo. Assim como o *Homo sapiens* que, rumo ao Leste passa por Israel e chega ao Antigo Oriente, alcançando a Anatólia, Iraque, Irã, Síria, Líbano e Ásia, assentando-se nas vastas regiões banhadas pelos gigantes rios Eufrates e Tigre, fundando aí as primeiras civilizações da humanidade 10.000 anos antes da Era Cristã, na conhecida Revolução Neolítica, e depois seguindo ao Norte atinge o Delta do Nilo e o Mediterrâneo, erguendo outras civilizações que deixaram suas marcas indeléveis na História da Humanidade^{52,53}.

⁵⁰ Williams, Scott W. Mathematicians of the African Diaspora. The Mathematics Department of the State University of New York at Buffalo. Disponível em: <http://www.math.buffalo.edu/mad/Ancient-Africa/ishango.html>

⁵¹ Stoneking, Mark; Soodyall, Himla. 1996). Human evolution and the mitochondrial genome. *Current Opinion in Genetics & Development*. Vol. 6 (6), pp 731-736.

⁵² Hershkovitz, I. The earliest modern humans outside Africa. *Science* 26 Jan 2018, Vol. 359, Issue 6374, pp. 456-459. DOI: 10.1126/science.aap8369

Resumindo, várias coordenadas geográficas, várias culturas, uma só humanidade.

Muitas das espécies de homínídeos conviveram juntos no mesmo habitat, como o *Paranthropus* e o *Australopithecus*, mas não se sabe se o *H. sapiens* evoluiu do *H. erectus*, ou é uma espécie que evoluiu independentemente, bem como não se sabe com certeza o que motivou estas espécies a empreenderem estes gigantescos deslocamentos. Somente há hipóteses baseadas em estudos, e cada achado em sítios arqueológicos em diferentes coordenadas geográficas, muda a concepção que se tinha sobre nossos antepassados. Eis aí um grande campo de estudos, para algum jovem que lendo estes apontamentos se interesse por antropologia, arqueologia, genética e ciências correlatas, almejando nestas áreas magníficas seus estudos futuros!

Pois bem, como dissemos anteriormente, a Ciência é o próprio ser humano. Independente da latitude ou longitude que estiver vai estudar o ambiente para acomodar-se da melhor forma possível. Então, no habitat que está cria e inventa objetos para sobreviver e se estabelecer com os recursos disponíveis fundando povoados, organizando-se em vilas, transformando-as em cidades e criando civilizações.

Assim pode ter sido o início do desenvolvimento do povo que seguiu para Leste, fixando-se na Latitude 31° N, Longitude 35° L, próximo ao Rio Jordão que

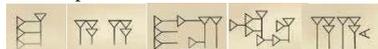
⁵³ de Souza, Sheila M. F. M. Dispersão do Homo Sapiens e povoamento dos continentes. In: Ferreira, L. F.; Reinhard, K. J.; Araujo, A. (Org.). Fundamentos da Paleoparasitologia. 1ed. R.J.aneiro. Editora Fiocruz, 2011, p. 69-92. Disponível em: http://www.museunacional.ufrj.br/arqueologia/docs/papers/sheila/1_paleo_cap_4.indd-1.pdf

fornecia água em abundância, logo o desenvolvimento da agricultura e, ao Mar Morto, que disponibilizava sal em fartura, transformando Jericó em um importante centro de comércio do valioso produto, há mais de 9.000 anos antes da Era Cristã. Este detalhe mostra o conhecimento das antigas civilizações na utilização deste composto químico para a preservação dos alimentos, e na medicina como eficaz antisséptico, bem como o salitre, empregado como um excelente adstringente.

Outro grupo seguiu viagem para Leste, mais exatamente na Latitude 32° N, Longitude 44° L, em uma região entre rios, ou Mesopotâmia, do grego *Μέση* (meio) e *Ποτάμι* (rio).

Com os animais domesticados, e o aperfeiçoamento da técnica de fazer objetos de cerâmica utilizando uma roda que girava na horizontal sobre um eixo na vertical, inventaram a roda para facilitar o transporte de grandes pesos, apenas invertendo na horizontal o eixo, e na vertical a roda. Disponíveis dois gigantes rios envolvendo a região, desenvolvem a agricultura e, pasmem-nos, sistemas hidráulicos para drenar pântanos e armazenar água em reservatórios para os tempos secos, bem como controlar as inundações e os desastres nas cidades causadas pelos rios, assim como elaborados sistemas para irrigação com barragens e diques, sem falar na invenção da escrita, já anteriormente citada⁵⁴.

⁵⁴ Exemplo dos caracteres em cuneiforme formando o nome “Marco”.



Nas Ciências dedicaram-se à Matemática, desenvolvida das necessidades diárias, e seus cálculos eram baseados no sistema sexagesimal e decimal, com conhecimentos das quatro operações, raiz quadrada e cúbica, fundamentos do que seria o cálculo de logarítmo e, o desenvolvimento de medidas de comprimento, superfície e capacidade de peso e volume, como vimos anteriormente no trecho extraído do código de Hammurabi^{55,56}. Na Astronomia, seus conhecimentos eram profundos, e sabiam diferenciar o que eram planetas e estrelas. Sabiam calcular as ocorrências de eclipses lunares e solares, e construíram um calendário dividindo o ano em meses e os meses em dias, através da observação das fases da Lua, base que seria utilizada pelos povos do mediterrâneo, árabes e da europa ocidental. Na Medicina acreditavam que as doenças eram causadas por demônios, onde a nobreza e o povo comum procuravam os sacerdotes para exorcismos. Embora a fé religiosa ocupasse um lugar importante na sociedade, a crença na Ciência médica era bastante respeitada, e haviam médicos treinados que conheciam remédios extraídos da fauna, flora e minerais, que os manipulavam e receitavam na forma de remédios de diversos tipos. A cerveja de Cevada, por exemplo, foi inventada na Mesopotâmia, e segundo

⁵⁵ Fowler, D.; Robson, E. Square Root Approximations in Old Babylonian Mathematics: YBC 7289 in Context. *História Mathematica*, 25 (1998), 366–378. Disponível em:

<https://web.archive.org/web/20060903161813/http://www.hps.cam.ac.uk/dept/robs-on-fowler-square.pdf>

⁵⁶Mol, Rogério S. Introdução à História da Matemática. Belo Horizonte CAED-UFMG (2013). Disponível em:

http://www.mat.ufmg.br/ead/wp-content/uploads/2016/08/introducao_a_historia_da_matematica.pdf

sua religião a preparação era feita pelas mulheres, cuja receita fora dada pela própria deusa *Nin-Kasi*, na tradução literal “a senhora que enche a boca”. Era muito apreciada por homens, mulheres e médicos, que frequentemente a utilizavam em suas fórmulas medicinais:

“Derrame cerveja forte sobre um pouco de resina e aqueça no fogo. Misture óleo betuminoso do rio a esse líquido e de para o doente beber⁵⁷”.

Na arquitetura destacaram-se nas construções de palácios e templos, conhecidos como *Zigurates*, que ao desmoronarem, serviam de alicerce para um novo edifício erguido nas ruínas, acabando por ficar em forma de degraus. Talvez aí inspirando as construções das pirâmides de outras civilizações, inclusive os magníficos templos dos povos Inca e Maia nas Américas.

O outro grupo que seguiu para o Norte do continente africano, ainda no Paleolítico quando o clima da terra modificava-se rapidamente, fixou-se na Latitude 29°51´ N, Longitude 31°15´ L, também próximo a um poderoso e divino rio, o Nilo, que fornecia água e comida para os primeiros assentamentos chamados nomos. Lá desenvolveram o pastoreio e a agricultura graças à dádiva anual do gigantesco rio. Cerca de 5.000 anos antes da Era Cristã

⁵⁷ A Era dos Reis Divinos 3000-1500 A. C. Coleção História em Revista. 1990. Editora Time Life/Abril Cultural.

os nomos se unem, formando o que chamaríamos de cidades, desenvolvendo a pecuária e formas avançadas de agricultura, como a criação de diques e redes de irrigação, bem como a tecelagem, cerâmica e metalurgia. A invenção do vidro é creditada aos egípcios, em uma vila localizada nas coordenadas Latitude 30°48' N, Longitude 31°50' L, cujo procedimento consistia em esmagar as pedras de quartzo com cinzas de plantas queimadas. Em seguida, aqueciam essa mistura a baixas temperaturas em pequenos frascos de argila para transformá-la em uma bola vítrea. Depois moíam o material em pó antes de limpá-lo, e usavam produtos químicos contendo metais para colori-lo de vermelho ou azul. Na segunda parte do processo, os vidreiros derramavam esse pó refinado através de funis de argila em recipientes de cerâmica e aqueciam o pó à altas temperaturas. Depois que esfriava, quebravam os recipientes e removiam discos sólidos de vidro. Vendiam esta matéria-prima para oficinas em todo o Mundo Antigo, onde os artesãos poderiam reaquecer o material para moldá-lo em objetos variados^{58,59}.

O povo egípcio desenvolveu uma ciência prática, ou seja, se havia a necessidade de se medir as terras cultiváveis do Nilo, ou estabelecer as bases para a construção de pirâmide e outros edifícios, então eles

⁵⁸ Bower, B. 2005. Ancient glassmakers: Egyptians crafted ingots for Mediterranean trade. *Science News* 167, pp 388. Disponível em: <http://www.sciencenews.org/articles/20050618/fob3.asp>

⁵⁹ Rehren, T. Glass Production and Consumption between Egypt, Mesopotamia and the Aegean (2014). Disponível em: https://www.academia.edu/9635684/Glass_Production_and_Consumption_between_Egypt_Mesopotamia_and_the_Aegean_Rehren_2014

desenvolviam a matemática necessária para tal, e conheciam profundamente a aritmética, cálculo de frações, área e volume, progressões aritméticas, equações lineares, trigonometria e, claro, geometria^{52,60}.

As Ciências Matemáticas no Egito eram tão desenvolvidas que eminentes cientistas de outros países iam até lá para estudar, é o caso do filósofo grego Pitágoras, entre muitos outros⁶¹.

Não conheciam o zero, contudo os escribas ao registrar um cálculo deixavam um espaço para ele, chamando-o de vazio. Conheciam o π e deduziram o seu valor em 3,16. Dedicaram-se também ao cálculo da quadratura da circunferência, um dos mais fascinantes problemas da humanidade, ou seja, a redução de um círculo a um quadrado de área equivalente. Em um documento conhecido como papiro de Amósis, há uma nota dizendo que um círculo de nove unidades de diâmetro é igual em área a um quadrado com lados de oito unidades⁵⁷.

A medicina avançou muitíssimo no Egito, principalmente porque os sacerdotes chegaram à conclusão de que a vida após a morte exigia a conservação do corpo, assim desenvolveram conhecimentos profundos em anatomia para conhecer o corpo humano e, na química, para desenvolver substâncias e procedimentos que conservariam os cadáveres por milênios, além do desenvolvimento de

⁶⁰ Eves, Howard. Introdução à história da matemática. Campinas: ed. Unicamp. 2004.

⁶¹ Joost-Gaugier, C. L. (2006). *Measuring Heaven: Pythagoras and his Influence on Thought and Art in Antiquity and the Middle Ages*, Ithaca, New York: Cornell University Press. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=Cf9Rj_ADZU4C&pg=PA116&dq=Pythagoreanism&redir_esc=y&hl=pt-BR#v=onepage&q=Pythagoreanism&f=false

substâncias químicas utilizadas na produção de produtos cosméticos - uma área muito apreciada no Egito -, bem como medicamentos variados. O Papiro de Ebers contém centenas de fórmulas de remédios empregando substâncias como Sulfato de Antimônio, Acetato de Cobre e Carbonato de Sódio para doenças oculares, um flagelo para os antigos egípcios⁶².

Em astronomia seus conhecimentos eram muito avançados, fato é a construção de um calendário perfeito e a observação de que a estrela Sírius, a mais brilhante do céu, anunciava que a esperada cheia anual do Nilo estava próxima, quando uma vez por ano, no dia 19 de Julho de nosso calendário, ela surgia a Leste, antecedendo o Sol⁶³. Este dia marcava o ano novo no calendário egípcio, composto de 12 meses de 30 dias, mais cinco dias dedicados às festas religiosas. Além disto, desenvolveram o cálculo para determinar o instante em que os raios do Sol nascente ou poente atingiam o ápice das pirâmides do planalto de Gizé - Latitude 29°58'45" N e Longitude 31°08'01" L -, que eram revestidos com ouro, fato que produzia um brilho ofuscante e que deveria assombrar o povo presente nos cultos, creditando tal acontecimento ao sobrenatural, já que o Sol tratava-se de uma divindade.

⁶² Mez-Mangold, L. A History of Drugs, (1971). F. Hoffman-LaRoche & Co. Ltd; 1st Am. ed. edition (1971).

⁶³ Utilize um aplicativo que roda em desktop, notebook ou celular chamado **Stellarium**. No *menu* do programa (***) , selecione a opção **Location**. Na caixa que abre, selecione a opção **Name/City**. Selecione o país (**Country**): Egypt. Em seguida selecione a cidade (**City**): Luxor. Volte para o *menu* e selecione a opção **Date and Time**. Insira a data (ano, mês, dia – Por exemplo: ano 1 – mês 07 – dia 19). Depois insira a hora do amanhecer e acompanhe a evolução das duas estrelas, o Sol e Sírius. Mude o mês e o ano para a data atual e veja a mudança da abóbada celeste. Pesquise o motivo com seus professores.

Um fato muito interessante sobre engenharia, matemática e astronomia do antigo Egito está relacionado com a construção do templo de *Abu Simbel*, construída por volta do terceiro milênio antes da Era Cristã. Sua orientação geográfica foi calculada de modo que os raios do Sol, duas vezes por ano, entravam na câmara mais interna do templo e iluminava perfeitamente as estátuas dos deuses Amon-Rá, Rá-Harakhti e do Faraó Ramsés II no dia de seu nascimento e de sua coroação. Por motivos do progresso moderno, o templo precisou ser transferido para outro lugar em 1960 de nossa Era, e a despeito de toda a Ciência disponível de nossos dias, o evento acontece com erro de um dia.

Os egípcios desenvolveram uma forma de escrita conhecida como hieróglifos, e registravam desde feitos da realeza a prescrições médicas, em superfícies diferentes daquelas usadas pelos povos da Mesopotâmia, inventaram o protótipo do papel, o papiro, produzidos a partir da planta *Cyperus papyrus* ou *Papyrus spectabilis*, da família das *Ciperáceas* que nasce fartamente no Nilo, semelhante ao *papyrus gigantea*, que produz celulose em abundância e é aromática, esta nativa do estado do Pará, no Norte brasileiro⁶⁴.

O tratamento mecânico e químico que davam na preparação do papiro, como um banho de óleo de Cedro, conferia ao material resistência magnífica, durando milênios. A diversidade de documentos existentes em papiro criou a Ciência conhecida como

⁶⁴ Enciclpédia Barsa. Encyclopaedia Britannica Editors LTDA. 1964, Rio de Janeiro – São Paulo, Vol. 10.

Papirologia e a Filologia. Entre os papiros famosos e dignos de estudo está o chamado papiro de Rhind, o Livro dos Mortos, o papiro de Ebers, o papiro de Moscou, o papiro de Berlim, o papiro de Edwin Smith, e o papiro de Turim.

Toda a informação que temos do Egito antigo é graças ao seu modo de registrar todas as atividades diárias, seja em alto ou baixo-relevo em pedra, seja pelas pinturas nas câmaras dos templos e tumbas perfeitamente conservadas, seja pela escrita, contudo se o poliglota francês Champollion não houvesse encontrado uma pedra especial na cidade egípcia de Roseta, a tradução do egípcio seria impossível, como acontece com muitas inscrições de povos antigos.

O trecho abaixo é um excerto retirado da página 14 do livro publicado por Champollion, onde traz um retrato fiel da ação de pesquisadores e governos daqueles tempos, de vários países, em solo egípcio.

Para os jovens que tem interesse nesta área de pesquisa, o conhecimento deste livro traz uma série de ilustrações, bem como informações importantes e muito interessantes. A referência [65] leva ao acesso do livro na íntegra, disponível em formato *pdf* na plataforma da biblioteca francesa *online Gallica*, a qual quero agradecer imensamente por disponibilizar obras de tanta importância acadêmica. Se o leitor não tiver domínio na língua francesa não se preocupe, basta utilizar um tradutor *online*, mas tome cuidado e leia o

⁶⁵ Champollion, Jean-François. Précis du système hiéroglyphique des anciens Égyptiens, ou Recherches sur les éléments premiers de cette écriture sacrée. Paris, Treuttel et Würtz, 1824. Disponível em: https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k117252f/fl_image

que foi traduzido, pois sempre há a necessidade de revisão em alguma frase ou palavra, para que o texto tenha coerência.

“ (...) *Como resultado desse empreendimento científico e militar, todos os tipos de monumentos egípcios foram transportados para a França, seguindo nosso exemplo; toda a Europa se apressou em incentivar os viajantes a atravessar esse solo antigo; e as produções das artes antigas desta região logo chegaram a todas as nossas capitais.*

Entre os monumentos egípcios que a Europa reuniu, coloque na linha de frente a pedra de Rosetta, que os acidentes da guerra entregaram aos ingleses, e muitos manuscritos egípcios em papiro. Esses pergaminhos preciosos capturaram a atenção dos arqueólogos e, como costumam ser escritos em caracteres essencialmente diferentes, o primeiro passo em seu estudo foi distinguir os vários tipos de escrita que eles apresentam, e para saber onde esses escritos podem diferir em seu progresso, independentemente das formas materiais dos signos.

O texto intermediário da inscrição de Roseta, cuja parte grega designa os caracteres sob o nome da ΕΓΧΩΡΙΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ, é sobre o qual tínhamos as primeiras noções precisas. As obras conhecidas dos Srs. Silvestre de Sacy e Ackerblad provaram que este texto continha nomes próprios gregos escritos em caracteres alfabéticos egípcios, um conceito precioso que se tornou, por assim dizer, a verdadeira semente de todas as descobertas feitas desde então nas escrituras egípcias. (...)”.

Maravilhoso não?

Os conhecimentos desenvolvidos pelos astrônomos e matemáticos egípcios, registrados em

rolos de papiro que ficavam à disposição para consulta na biblioteca de Alexandria para quem quisesse, permitiram que o filósofo grego Eratóstenes calculasse a circunferência da Terra com uma incrível aproximação. Estudando um destes manuscritos enquanto trabalhava na biblioteca de Alexandria, sabia que na antiga cidade de Siena, o Sol ao meio dia atingia seu ápice próximo do Zênite, ou seja, não produzia a sombra de uma vara enterrada a 90° no chão, o que não acontecia em Alexandria na mesma hora, lá o Sol produzia uma sombra com certo comprimento. Então, primeiro determinou que a distância entre as duas cidades era de 5040 estádios. Depois, fixou uma vara o mais perpendicular que podia em Siena, e outra do mesmo tamanho em Alexandria. Mediu no momento exato o comprimento da sombra, e em relação ao comprimento da vareta determinou o ângulo de 7,2°, equivalente a razão de 1/50 da circunferência, deduzindo então que a circunferência da Terra deveria ser^{66,67}:

$$P_{\text{Terra}} = 5040 \times 50 = 252.000 \text{ estádios.}$$

Uma sugestão de estudo para os alunos de Ciências: Pesquise a relação da unidade de medida grega de um estádio e converta para quilômetros. Simule a experiência do cientista e calcule com seus

⁶⁶ André Luiz Mendes Vinagre. Eratóstenes e a Medida do Diâmetro da Terra. Disponível em:

https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_se_m2_2002/940298_AndreVinagre_Eratostenes.pdf

⁶⁷ Luiz, A.A., et al. Eratóstenes, um gênio do tamanho da Terra. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20141010073450/http://www.cic.ulp.edu.ar/CICWeb/Contenido/Pagina53/File/Mini-Curso-Eratostenes,-Um-Genio-do-Tamanho-da-Terra.pdf>

alunos e seus filhos o diâmetro da Terra que Eratóstenes determinou, e compare com o valor conhecido de nossa época, considere as referências [66 e 67] para o estudo, pois é muito didática para conduzir esta interessante aula. Você se surpreenderá com o resultado obtido. O mais interessante é saber que os gregos já sabiam que a Terra é redonda, a mais de dois mil anos atrás, embora alguns curiosos espécimes de nossa época duvidem.

Indo agora para a Latitude $51^{\circ}10'43''$ N e Longitude $01^{\circ}49'34''$ O, situando-se na mesma época da invenção da roda, mas do outro lado do mundo, vemos que a matemática e a astronomia também eram dominadas por outros povos. Situado na planície de Salysbury, conhecido mundialmente como Stonehenge, gigantescos blocos de pedra foram erguidos por antigos moradores do Sul da Inglaterra formando um círculo. Seu uso real sofreu alterações de interpretação pelos arqueólogos com o passar dos anos, e a tese mais aceita é que era usado como calendário, devido a necessidade de se estabelecer os melhores períodos de semeadura e colheita, determinando assim o solstício e o equinócio, eventos que prenunciam as mudanças das estações do ano. Contudo, estruturas semelhantes, e milênios mais antigas que Stonehenge erguem-se pela Europa, como o Cromeleque dos Almendres e o Menir dos Almendres ambos situados na Freguesia de Nossa Senhora de Guadalupe, em Évora-Portugal, o primeiro localizado na Latitude $38^{\circ}33'28''$ N e Longitude $8^{\circ}3'41''$ O, e o segundo na Latitude $38^{\circ}33'50''$ N e Longitude $8^{\circ}02'54''$ O. Também há o Cromeleque da Portela de Mogos, situado na Freguesia de Nossa Senhora da

Graça do Divor, também em Évora-Portugal, localizado na Latitude 38°33'40'' N, e Longitude 7°55'01'' O, até o momento, sabe-se apenas que também eram empregados como observatório para determinar as estações do ano.

Além destes há muitos outros e em vários países, como o de Atlit Yam em Israel; de Barnenez na Bretanha (França); de Ggantija, Hagar Qim e Mnajdra em Malta; do Newgrange na Holanda; Los Millares na Ibéria; Callanish na Escócia; entre outros, todos classificados como pertencentes à Cultura Megalítica⁶⁸,

Mas Portugal ganha de qualquer país em termos de estruturas megalíticas. São cerca de 180 construções distribuídas em várias localidades do país, datando de 6.000 a.C. a 1800 a.C.⁶⁹. Talvez por ser considerada a região mais Ocidental do continente Europeu, era carregada de Lendas e Mitos pelos povos antigos e considerada o limite do mundo conhecido, daí sua importância e preferência destes povos em edificar estas construções.

No estudo da história da humanidade parece-nos que há um feixe de luz da Ciência que se concentra em certas regiões do globo em determinados períodos, beneficiando o avanço científico e tecnológico de uma população. Seja devido as características geográficas propícias que ofereça, seja pelas condições sociais ideais que alcançaram para que a Ciência eclodisse

⁶⁸ Enciclopédia Barsa. Encyclopaedia Britannica Editors LTDA. 1964, Rio de Janeiro – São Paulo, Vol. 9.

⁶⁹ Santos, A. T.; Cruz, D. J. Monumentos megalíticos com pinturas e gravuras da área ocidental da Serra do Montemuro: os dólmenes do Lameiro dos Pastores e do Chão do Brinco (Cinfães, Viseu). Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Disponível em:
<https://digitalis-dsp.uc.pt/bitstream/10316.2/37118/1/Monumentos%20megal%C3%ADticos.pdf>

naquele meio, o fato é que civilizações aparecem e desaparecem ao longo dos milênios. Por exemplo, a Mesopotâmia atingiu um ápice tecnológico pois, com a descoberta do arado, da roda e dos meios de irrigação, levando água dos rios Tigre e Eufrates cada vez para mais longe, a agricultura produzia tanto que não havia necessidade de toda a população se dedicar a agricultura, o que possibilitou o desenvolvimento das Artes, da Religião e da Ciência, o mesmo acontecendo com o Egito: ambas cresceram, floresceram, estagnaram e desapareceram.

Depois este feixe de luz da Ciência foi deslocado para o Mediterrâneo, onde povos conhecidos como indo-europeus se assentaram desde o ano 3.000 a.C, levando a Grécia a ser o novo centro de produção e irradiação do conhecimento humano. Também cresceram, floresceram em Artes, Ciências e nas questões humanas e, por fim, hoje só restou o seu legado. Tão importante era seu florescimento - para que a civilização do Ocidente pudesse beber de sua fonte e florescer tempos depois -, que venceram a poderosa Pérsia, que já dava sinais de decadência, principalmente moral. Contudo o movimento e a focalização deste feixe para um novo centro sempre é paulatino, e o deslocamento do Egito, da Índia e do Oriente Próximo (países da Mesopotâmia e da Anatólia) rumo à Grécia foi ao longo de séculos, influenciando profundamente suas Ciências, refletida nas Artes e na Arquitetura. Como dissemos anteriormente, a Natureza não dá saltos.

Até o início do século VI a. C, a matemática da Grécia era uma ferramenta para resolver problemas do

dia a dia, sem aprofundamento filosófico, contudo sua concepção mudou quando dois gregos retornaram para casa com novas ideias depois de beberem da fonte das Ciências da matemática e da astronomia na Babilônia, Índia e Egito: Tales, da cidade de Mileto, uma colônia grega na Anatólia, Latitude $37^{\circ}31'49''$ N e Longitude $27^{\circ}16'42''$ L; e o mitológico Pitágoras, natural da cidade de Samos, uma ilha grega nas costas da Anatólia, Latitude $37^{\circ}44'0''$ N e Longitude $26^{\circ}50'0''$ L, ambas à Leste da Grécia.

Tales, um filósofo pré-socrático, foi o primeiro a propor que a vida teria surgido inicialmente da água e evoluído constantemente, mais de dois mil anos antes de Charles Darwin. Este pensamento também era abraçado pelo filósofo que criou a teoria cosmogênica dos quatro elementos: Empédocles, nascido na cidade de Agrigento, uma colônia grega na Sicília, que ainda acrescentou:

"Sobrevive aquele que está melhor capacitado".

Em astronomia Tales destacou-se também pela sua explicação do fenômeno do eclipse solar e lunar, com base nas observações das fases da Lua e que esta é iluminada pelo Sol. Estes conhecimentos em astronomia podem ter sido aprendidos por Tales e por outros filósofos durante suas viagens pela Índia, pois já conheciam o heliocentrismo 300 anos de Tales que, segundo Heródoto, previu um eclipse solar em 585 a.C,

segundo o texto abaixo retirado de sua célebre obra: História – Livro 1^{70,71,72}:

LXXIV — (...) Durante cinco anos, os Medos e os Lídios obtiveram, alternadamente, vantagens, e no sexto ano de luta aconteceu algo extraordinário, que motivou o término das hostilidades. Durante um combate em que os triunfos se equivaliam de parte a parte, o dia transformou-se inesperadamente em noite. Tales de Mileto havia predito aos Iônios esse fenômeno, fixando a data em que se verificaria. Os lídios e os medos, vendo a noite tomar inopinadamente o lugar do dia, cessaram de combater e procuraram, o mais depressa possível, fazer as pazes. (...)”.

A matemática para os gregos era mais que uma Ciência, era vista como uma religião. Pitágoras, que transformou a matemática em uma religião particular, usava um pentagrama tatuado na mão como senha para identificação de seus membros. Através da matemática inventou a música, deduzindo que uma corda cortada em determinadas extensões produzia certa nota musical. Dentre seus trabalhos mais conhecidos está a dedução do teorema que leva seu nome⁷³, onde a soma dos quadrados do cateto é igual ao quadrado da

⁷⁰ Heródoto. História. Traduzido do grego por Pierre Henri Larcher (1726–1812). Disponível em português em:

<http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/historiaherodoto.html>

⁷¹ da Silva, F.J. Os Gregos e a Índia: Os Gimnosofistas e sua influência sobre a filosofia Grega. Revista Instante. (2018), v. 1, n. 1

⁷² Rodrigues, Nuno Simões. A Índia na mitologia grega. Imprensa da Universidade de Coimbra; Annablume. Disponível em: https://doi.org/10.14195/978-989-26-1280-5_12

⁷³ Ifrah, G. (1997). História universal dos algarismos (Vol. 1). Rio de Janeiro: Nova Fronteira. Disponível em:

<https://edmatematica1.files.wordpress.com/2014/07/georges-ifrah-historia-universal-dos-algarismos-vol1-11.pdf>

hipotenusa, contudo este conhecimento já era dominado pelos egípcios e babilônios. Nenhum de seus escritos foi salvo, e tudo o que se sabe sobre sua vida e obra é devido aos seus alunos, por historiadores como Diógenes Laércio⁷⁴, e por Platão, que lhe atribuiu a frase:

“ Os números governam o mundo.”

O Cosmo, palavra grega criada por Pitágoras e que significa “beleza” e “harmonia”, é regida pela matemática e foi utilizada pelo filósofo para se referir ao movimento circular das estrelas e da Terra que seguem uma ordem matemática, denominada por ele de “harmonia das esferas”, onde ao se movimentarem produzem música. Desta concepção postularam que a Terra é esférica e que se move ao redor do Sol, concordando assim com as observações de Tales.

A matemática divina de Pitágoras influenciou profunda e diretamente a arquitetura e as Artes da Grécia Antiga e, mais tarde, a Européia Renascentista, com a proposição da famosa Proporção Áurea ou Número de Ouro, representada pela letra grega ϕ (phi), cujo valor arredondado é 1,6180338...^{75,76}. Na Grécia,

⁷⁴ Diógenes Laercio. Vidas e Doutrinas dos Filósofos Ilustres. Traduzido do grego para o português. Disponível em: <https://epdf.pub/queue/vidas-e-doutrinas-dos-filosofos-ilustres.html>, e em Inglês disponível em: https://www.gutenberg.org/files/57342/57342-h/57342-h.htm#FNanchor_127

⁷⁵ Carpenter, R. The Esthetic Basis of the Greek Art of the Fifth and Fourth Centuries B.C. (1921). New York: 2nd ed.: Bloomington, IN: Indiana University Press, 1959. pp.122. Disponível em: <https://archive.org/details/estheticbasisofg00carpuoft/page/106/mode/2up/search/Pytagoras>

o arquiteto e escultor Fídeas empregou-a em suas obras, com destaque na concepção do Parthenon, onde é visível a forma do chamado Retângulo Dourado em sua estrutura.

A partir do Renascimento Europeu, os pensamentos dos grandes mestres gregos são resgatados, e nomes como Leonardo da Vinci, Botticelli, Ludwig van Beethoven, Mozart, Shakespeare, concebem suas obras dentro das proporções áureas^{77,78}.

Buscam conhecer e desvendar o livro aberto da natureza, e Teofrasto, discípulo de Aristóteles, se dedica à Botânica, em que fez algumas descobertas notáveis, como a distinção dos tubérculos e rizomas, das raízes, reconhecendo também, ao contrário de seu mestre, a reprodução sexuada das plantas⁷¹.

Nesta busca do conhecimento pelos gregos, eis que definem a Física, outra palavra no pensamento grego que buscava lançar a humanidade nas questões relacionadas aos fenômenos da natureza apoiada na lógica, e juntamente com a Matemática, tentam desvincular cada vez mais o pensamento e o

⁷⁶ Prado, J.L. Investigação Biométrica em Imagens Digitais para Detecção de Faces Humanas através da Proporção Divina. Dissertação Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-28042006-140518/publico/dissertacao.pdf>

⁷⁷ Ghyka, M. El Número de Oro. Tomo I. Ed. Poseidon, Barcelona, 1978. Disponível em: http://www.holista.es/spip/IMG/pdf/Ghyka_Matila_-_El_Numero_de_Oro_Tomo_I.pdf

⁷⁸ Ghyka, M. El Número de Oro. Tomo II. Ed. Poseidon, Barcelona, 1978. Disponível em: <https://idoc.pub/download/ghyka-matila-el-numero-de-oro-tomo-ii-on237q7d83l0>

conhecimento do misticismo e esoterismo que a envolvia nos templos religiosos.

A Física era para os gregos uma Ciência pura, que se dedicava ao conhecimento do universo que nos rodeia, empregando a aritmética, a geometria, a astronomia, a música, a óptica e a mecânica. Vemos aqui claramente de onde poderia proceder os postulados de Descartes, expostos em seu livro **Princípios da Filosofia**, que dizia ser a Física o tronco de uma árvore que se apoia sobre a raiz da metafísica, e que se ramifica nas outras Ciências.

Em mecânica, destacamos a fundação da escola de matemática e engenharia de Alexandria em meados do século II a.C., dedicada a pesquisa e desenvolvimento. Nesta escola surge as figuras admiráveis de Ctesíbio e Hero. Ao primeiro, é creditada por Vitruvius⁷⁹, a invenção de uma bomba de incêndio à pressão d'água, o primeiro órgão musical hidráulico, e uma catapulta movida por molas e, ao segundo é creditado a invenção do sifão, da bomba de ar comprimido e, daquilo que seria a precursora da Revolução Industrial, a primeira máquina à vapor, milênios antes de James Watt.

Também é destaque na mecânica a maestria de Arquimedes, da cidade de Siracusa, que inaugurou esta Ciência com o princípio que leva o seu nome, além de conceitualizar o princípio da alavanca, instrumento já utilizado pela humanidade há milhares de anos. Neste

⁷⁹ Marcus Vitruvius Pollio (Roma, séc. I a.C.) é conhecido pela sua obra *De Architectura*, que influenciou grandemente artistas, engenheiros e arquitetos do Renascimento Europeu.

ponto quero chamar a atenção de todos para uma curiosidade que ainda acontece nos dias de hoje onde envolve as descobertas científicas ou os inventos práticos. Disse que a alavanca já existia há milhares de anos, contudo nunca ninguém, até Arquimedes fazê-lo, descreveu a matemática por trás do mecanismo, e nos dias de hoje, com muita regularidade ouvimos de basbaques: - *Se era só isso, até eu fazia!*

Também à Arquimedes é creditada a descoberta do parafuso hidráulico, a engrenagem de roldanas compostas, e os famoso espelho convergente, aquele que, conforme a lenda, incendiou a esquadra dos inimigos de sua cidade.

Em todas as Ciências os gregos aplicavam a matemática para verificar a veracidade de suas hipóteses, criando assim o que conhecemos como método dedutivo pelo raciocínio lógico baseado em axiomas.

Foi assim meus amigos que Pitágoras deduziu seu teorema, não apenas aplicando o cálculo como faziam os egípcios e babilônios, mas interpretando-o. Transformou-o em um poema conhecido por todos os estudantes do ensino fundamental, ensinou que a matemática é antes de tudo uma ciência universal e fundamentalmente prática.

Foi assim também, pelo método dedutivo, que Leucipo e seu discípulo Demócrito, ambos da cidade grega de Abdera de meados do século V a.C., discutiam sobre a constituição da matéria. Utilizando-se da única ferramenta que dispunham, o cérebro, formularam e idealizaram o conceito de átomo, como sendo a menor parte que constitui toda a matéria. Demócrito era

membro de uma rica família, e teve a oportunidade de realizar muitas viagens de estudo em todo o mundo antigo, percorrendo toda a Grécia, Ásia, Índia, Egito e Mesopotâmia⁷⁴. Em cada país absorvia sua cultura, construindo um saber muito amplo, todavia, segundo o filósofo Antístenes e Diógenes Laércio, Demócrito gastou toda sua fortuna nestas viagens, algo perto de seis milhões de dólares nas cifras de hoje, e regressou em completa penúria, de forma que seu irmão Dâmaso se viu obrigado a custeá-lo.

*"Tinha dois irmãos maiores, com os quais compartilhou a herança paterna. A maior parte dos autores estão conformes em reconhecer que ele tomou dinheiro para cobrir os gastos de suas viagens, porém que só se reservou uma pequena parte de sua herança, o que não o garantiu, contudo, contra as suspeitas de seus irmãos maiores. Pretende Demétrio que sua parte se elevava a mais de cem talentos e que os gastou inteiramente"*⁷⁴.

É este o espírito do cientista apaixonado, o qual vemos notadamente nos dias de hoje no nosso país, que devido as faltas de recursos financeiros transformam os cientistas em mágicos, e complementares ao profeta bíblico Moisés, que fazia brotar água de pedra, manobra relativamente simples, quando comparada com os cientistas que hoje precisam tirar leite de pedra.

Demócrito deixou trabalhos em diversas áreas do conhecimento, como ética, física, matemática, música e cosmologia, e na obra **Pequena Ordem Mundial**, diz que há muitos mundos, uns em formação, outros em evolução e outros em decadência. Uns sem Sol e sem Lua e outros ainda com vários. Da criação dos planetas

ele diz ainda que os mundos são inicialmente formados quando uma parte do infinito é separada, depois vão aumentando de tamanho pela colisão com outros mundos e separam-se da parte original. Esta parte, mantida junta e embaraçada é lançada em direção ao vazio que os rodeia. Neste momento, seus movimentos iniciais produzem uma estrutura primordial esférica. Seu vasto saber influenciou-o positivamente na estruturação de seu sistema, mantendo a linha racional e mecânica e evitando o misticismo, que para ele era um defeito da alma. Baseava seu pensamento na observação da natureza, propondo que esta era composta por átomos, que eram imutáveis e moviam-se no espaço vazio. Em sua concepção os átomos, que estão em eterno movimento, possuem e se unem pelo sexo e, dependendo do modo que se ligam, dão origem à toda matéria e as diversas substâncias encontradas na natureza. São concebidas e transformam-se, sem que nada percesse. Embora postulasse que todo o espaço é preenchido pelos átomos, acreditava no vazio junto ao átomo. Pensamento que também mostra seu gênio e sua visão. Este conceito permite que os átomos tenham o espaço vazio para se moverem livremente. É curioso pensarmos neste conceito nas cabeças de Leucipo e Demócrito.

As escolas materialistas e atomísticas foram uma grande contribuição para a ciência atual já que, mais tarde, depois de séculos e séculos de esquecimento, voltou a tona com o cientista inglês John Dalton. No início do século XIX, Dalton postulou sua teoria atômica, propondo um modelo para explicar as

observações de Proust e de Lavoisier, sacudindo a ciência da época.

Cerca de 150 anos após Eratóstenes calcular a circunferência da Terra, outro grego chamado Seleuco - da cidade de Selêucia próximo da Babilônia -, propôs a Teoria das Marés baseado nas fases da Lua. Por sua vez, Seleuco era aluno de Aristarco, da cidade grega de Samos – região muito próxima da Anatólia -, e este foi o primeiro a calcular o diâmetro do Sol e da Lua com base nos eclipses, bem como suas distâncias em relação a Terra. Também calculou a duração de um ano solar e, o mais polêmico, defendeu a teoria heliocêntrica como sendo lógica⁸⁰. Contudo, cerca de 450 anos após Aristarco, e de volta à Alexandria, no Egito, Ptolomeu defende e apresenta a sua tese do geocentrismo em sua famosa obra *Almagesto*⁸¹, ou seja, a Terra está no centro do universo e o Sol é que se move. Como o filósofo grego Aristóteles defendia veementemente esta ideia, e a Igreja adotava e adota as teorias deste grande pensador que foi tutor de Alexandre o Grande, foi esta a ideia que passou a ser oficial pelos próximos 1.200 anos no mundo civilizado, e os que eram contrários eram acusados de heresia, sinônimo da antiga impiedade grega que condenou Sócrates.

Na medicina os gregos eram eminentemente crentes na interferência de seus deuses tanto na causa

⁸⁰ Aristarco defendia a tese de que o Sol era o centro do universo e a terra girava em torno de seu próprio eixo e em torno do Sol. Devido as suas opiniões foi acusado de impiedade contra os deuses (a mesma acusação feita à Sócrates) por Cleanto, um filósofo Estóico.

⁸¹ Claudius Ptolemaeus. *Almagestum*. Petrus Lichtenstein ed, Venice – Italy. Disponível em: https://www.univie.ac.at/hwastro/rare/1515_ptolemae.htm

como na cura de doenças, sem dúvida influenciados pelos egípcios e mesopotâmicos, contudo seu maior ícone é Hipócrates, que divide o epíteto de “pai da medicina” com o Faraó Imhotep. Era um estudioso contumaz das doenças e possíveis causas naturais, e em sua extensa obra conhecidas por *Corpus Hippocraticum*⁸² relata que, por exemplo, muitas epidemias e males que assolam os povos regularmente têm causas em fatores climáticos, raciais, pela dieta ou habitat. Também desenvolveu um tratado profundo sobre anatomia prática, com a descrição de instrumentos cirúrgicos utilizados ainda nos dias de hoje. Rejeitava profundamente as superstições na medicina e as práticas mágicas difundidas amplamente na antiguidade - e ainda presentes nos dias de hoje. Era um Cientista Médico na mais pura concepção da palavra, cuja ética e dedicação à medicina levou-o a redigir, em meados do século IV a.C, um texto que era recitado em juramento por todos os que terminavam o longo curso de medicina. O texto na íntegra pode ser consultado na página 151 da referência [82].

Também se destacam Herófilo, da Calcedônia, com seu estudo inédito sobre o cérebro, e que reconheceu, mesmo indo contra a doutrina de Aristóteles, como sede da inteligência.

As Figuras da página 99 retratam um importante centro de cultura e comércio da antiguidade: Éfeso, na

⁸² Cairus, H. F.; Ribeiro Jr, W. A. Textos hipocráticos o doente, o médico e a doença. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 2005. 252p. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/9n2wg/pdf/cairus-9788575413753.pdf>

Ásia Menor (Turquia), Latitude 37°56'20"N e Longitude 27°20'27"L.

Localizado na Anatólia foi fundada por volta do ano 1.000 antes da Era Cristã por cidadãos da Grécia Antiga. Cresceu e floresceu como tantas outras, e hoje são apenas ruínas em termos materiais, contudo os bens imateriais da Ciência e cultura que desenvolveram ficaram vivas, absorvidas por outros povos⁸³.

Primeiro é mostrada a fachada do que foi a Biblioteca de Celso, que guardava um acervo de cerca de 12.000 róis entre pergaminhos e papiros com acesso livre ao público.

Em seguida, uma visão do Ágora Tetragonos e a Estrada de Mármore, precursora dos calçadões da modernidade, onde as pessoas andavam e compravam de tudo, desde escravos a mercadorias variadas, como o famoso vinho efésio, tecidos finos e objetos e serviços variados, como peças de prata e ouro. Foi neste Ágora que ocorreu o incidente envolvendo o Apóstolo Paulo e artesãos locais⁸⁴.

⁸³ Enciclopédia Baden. Livraria Ed. Iracema. São Paulo, Vol.3, 1974.

⁸⁴ Atos dos Apóstolos. 19:1, 23-25.



Figura – Ruínas da Biblioteca de Celso em Éfeso.



Figura – Ruínas do Ágora Tetragonos e a Estrada de Mármore, em Éfeso.

As Figuras da página 101 e 102 são ruínas da Acrópole da cidade de Atenas na Grécia, Latitude 37°58'N e Longitude 23°43'L, contruída por volta do ano de 450 antes da Era Cristã.

A primeira trata-se do Odeão de Heródes Ático, antigo teatro localizado no paredão Sul da Acrópole com capacidade para cinco mil pessoas. A segunda é uma vista do Parthenon - Latitude 37°58'17'' N e Longitude 23°43'36'' L. Foi construído por iniciativa do grande Péricles⁸⁵, governante da cidade na era de ouro grega. Foi projetada pelos arquitetos Calícrates e Ictinos e decorada pelo escultor Fídias⁸⁶.

Na terceira vemos as ruínas do Erectéion, templo dedicado à Atena e à Posidon contruído por volta do ano 400 antes da Era Cristã. No detalhe da foto são vistas seis Cariátides, figuras da deusa Atena que fazem as vezes de colunas de sustentação⁸⁷. A Figura da página 102 retrata as ruínas do gigantesco templo de Zeus Olímpico. Iniciado no século VI a.C, somente foi concluído pelo imperador romano Adriano, que decorou o templo com uma enorme estátua de Zeus feita em ouro e revestida por marfim, além de estátuas de deuses de todas as províncias romanas. Ao fundo se vê a Acrópole.

⁸⁵ Dicionário Enciclopédico Ilustrado Formar. Vol. 5, 2ª Ed. São Paulo.

⁸⁶ Enciclopédia Baden. Livraria Ed. Itacema. São Paulo, Vol.2, 1974.

⁸⁷ Grande Enciclopédia Delta Larousse. Editora Delta S.A. Rio de Janeiro, Vol. 5, 1970.



Figura – Ruínas do Odeão de Heródes Ático.



Figura – Ruínas do Parthenon.



Figura - Ruínas do *Erectéion*, dedicado à Atena e à Posidon.



Figura - Ruínas do templo de Zeus Olímpico.

Enquanto a Grécia levantava intrincadas questões filosóficas sobre a natureza e o destino do ser, Roma, o próximo foco da luz da Ciência, não passava de um povo composto por bárbaros. Depois cresceu e floresceu como novo centro da Ciência Ocidental graças aos espólios de guerra, principalmente humano, oriundos de todo o mundo antigo. Chegavam à Metrópole como escravos vencidos, carregando nos bornais cerebrais as Ciências de seus países de origem, influenciando profundamente o país conquistador nas Artes, Ciências e Religião.

Conhecidos como grandes construtores, usavam e abusavam do arco em suas edificações, tecnologia trazida do Egito, da Babilônia, da Grécia e dos vizinhos etruscos, que dominavam a arte de construir abóbadas. A figura de maior destaque na Arquitetura e Engenharia romana do século I a.C foi Marcus Vitruvius Pollio, autor do livro *De Architectura*⁸⁸, obra de cabeceira de todos os artistas que queriam se destacar no Renascimento europeu em todas as áreas, pois segundo ele:

“(...) Um arquiteto deve ser engenhoso e apto para a aquisição de conhecimento. Deficiente em qualquer uma dessas qualidades, ele não pode ser um mestre perfeito. Ele deverá ser um bom escritor, um desenhista habilidoso, versado em geometria e ótica, especialista em figuras, familiarizados com a história, informado sobre os princípios da filosofia natural e moral, um pouco de um músico, não ignorar as ciências, tanto de direito e medicina, nem dos

⁸⁸ Pollio, M. V. De Architectura. Disponível em inglês e latin em: <http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Vitruvius/home.html>

movimentos, leis e relações entre si dos corpos celestes. (...)”. (*De Architectura*, Livro I, Capítulo 1, Parágrafo 3).

Embora presente em todo o mundo desde o século X a.C, foram os romanos que difundiram por todo o império a construção de pontes de alvenaria de pedra, pois estrategicamente é mais fácil e rápido chegar ao inimigo atravessando o rio ou penhasco do que contorná-los. Nesta Ciência que requer cálculos matemáticos precisos e conhecimento do conceito de compressão, despontaram pessoas que gozavam de grande prestígio entre os romanos, e tal prestígio é visto na forma de tratamento que o Sumo Sacerdote da religião romana recebia: *Pontifex Maximus*, ou Sumo Pontífice – grande construtor de pontes -, alusão àquele que liga o homem aos deuses⁸⁹.

Na Figura da página 105 é mostrada a ponte *Aelius*, hoje chamada Ponte de Santo Ângelo, construída no ano 134 d.C., e que ilustra a maestria com que estes arquitetos dominavam a arte de construir em arco de alvenaria de pedra obras de grande porte, como pontes, aquedutos, esgotos, e anfiteatros gigantescos, como o Coliseu de Roma.

Mais tarde, quando a Europa sai do estado de introspecção da Idade Média, os arcos romanos são novamente ressuscitados notadamente nas construções religiosas, pela necessidade de se criar os grandes vãos nas catedrais góticas em uma linda celebração à Luz. Tempos depois, na Renascença foi amplamente empregada para levantar as cúpulas gigantescas em

⁸⁹ da Costa, Pedro M. Q. M. Análise da Construção e do Comportamento numa Ponte de Pedra. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2007.

seus telhados, como o domo da Catedral de Santa Maria del Fiori, em Florença.



Figura – Ponte *Aelius* ou Ponte de Santo Ângelo.

Ainda em engenharia, os romanos tinham muita atenção à saúde e higiene pública, e seus projetos de esgotos e saneamento impressionam ainda nos dias de hoje pela antiguidade e funcionalidade. O maior e mais antigo sistema de esgotos em operação nos dias de hoje é o *Cloaca Maxima* - Grande Esgoto -, construído no ano de 600 antes da Era Cristã. O projeto de construção empregado em suas galerias subterrâneas possui duas versões, mas independente de qual seja, é notável. Capturava todo o esgoto de Roma, inclusive as águas pluviais, as das fontes e dos famosos banhos públicos, e despeja no rio Tibre. A Figura da página 106 mostra

um destes sistemas de latrina pública existente na Cidade de Éfeso.



Figura – Ruínas de um conjunto de latrinas públicas em Éfeso.

Fundamentalmente práticos, os romanos aperfeiçoaram muitos inventos de outros povos, como os instrumentos e métodos utilizados em sua medicina. Um deles, embora envolto em tragédia, foi a descoberta do procedimento de cesariana.

Enquanto os gregos tratavam seus doentes em templos - principalmente no templo de Apolo -, ou seguindo os procedimentos ensinados por Hipócrates, os romanos criaram hospitais onde os doentes se recuperavam. Como constantemente estavam em guerras a medicina militar foi a grande responsável pelo avanço em práticas cirúrgicas, de modo que o

imperador Augusto criou uma delegação militar de médicos para atender os soldados feridos nas constantes batalhas, bem como os gladiadores mais famosos feridos nos espetáculos da arena.

Dentre os grandes cientistas da medicina greco-romana podemos citar Dioscórides, cuja obra *Materia Medica*⁹⁰, escrita no século I d.C foi utilizada até meados do século XVIII. Na referência [90] pode ser encontrada uma cópia na língua espanhola ricamente ilustrada em iluminuras. Dioscórides acompanhou várias incursões militares romanas para a Espanha, Norte da África e Síria, e nestas jornadas ele coletava informações de muitas novas drogas. Como um genuíno Cientista Natural, era um inveterado observador de práticas e costumes, analisando toda a tradicional crença de remédios para a validação científica, testando-os clinicamente. Também foi o pioneiro nas medidas anti-sépticas de esterilização dos utensílios empregados em cirurgias, mergulhando-as em água fervente.

Outro médico do século I d.C. muito famoso foi Galeno, da cidade de Pérgamo na Ásia Menor - Latitude 39°7'33" N, Longitude 27°10'48" L. Começou como médico dos gladiadores, mas depois viajou para Alexandria para se especializar neste importante centro de estudos de medicina. Para os gregos e egípcios a dissecação de cadáveres para estudo da anatomia era normal, contudo para os romanos não, eles viam o ato

⁹⁰ Dioscorides, P. *De Materia Medica* (séc. I). Traduzido do latim para o espanhol por Andrés de Laguna (1499-1559). Jean Laet editor, Antuérpia, 1555. Disponível em: <https://dl.wdl.org/10632/service/10632.pdf>

como uma profanação prevista em lei. Uma vez terminados seus estudos, volta para Roma com grande conhecimento adquirido e prestígio, contudo sua estada foi curta e precisou sair da cidade eterna, pois sofria perseguições dos médicos romanos que estavam perdendo clientela, até que foi chamado de volta pelo imperador Marco Aurélio para trabalhar como médico da família imperial. Suas conferências e pesquisas com demonstrações práticas de vivificação e necropsia aconteciam em um anfiteatro, devido ao grande número de interessados em suas descobertas, como por exemplo: - a descrição detalhada e pioneira do sistema craneano e do sistema renal; - a demonstração de que as artérias transportavam sangue, derrubando uma crença de 400 anos que defendia que sua função era o transporte de ar; - que o cérebro era responsável pelo movimento dos músculos e da fala, etc. Galeno é o grande precursor do empirismo nas Ciências, em particular na medicina, indo contra Aristóteles e alguns sábios da Idade Média que defendiam o método indutivo. Suas obras e observações, claro com algumas correções, ainda eram estudadas até o século XVIII por alunos de medicina, como por exemplo, seu estudo sobre a estrutura do olho, levando-o a identificar a retina, a córnea, e a íris⁹¹.

A cidade de São Paulo conta com interessantes museus dedicados à medicina, e entre eles o Museu Histórico Prof. Carlos da Silva Lacaz da Faculdade de

⁹¹ Furley, David J. and James S. Wilkie. Galen: On Respiration and the Arteries. Course Book ed. Princeton University Press, 2014. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/book/33654>

Medicina da Universidade de São Paulo⁹²; o Museu da História da Medicina da Associação Paulista de Medicina⁹³, entre outros.

Como sabemos dos livros e outras mídias, o império romano do ocidente caiu devido a questões e motivos que as Ciências Humanas se debruçam ao longo dos tempos para tentar explicar, em uma infinidade de obras que está longe de acabar, contudo, o que nos interessa é o fato que a Europa depois disso mergulhou em uma época muito confusa. O acesso ao conhecimento que era livre, passou a ser limitado em muitos aspectos, por exemplo, no sentido de locais de estudo e de obras autorizadas à consulta. Na antiguidade clássica o acesso à cultura era incentivada através de bibliotecas públicas, já na época medieval a instrução estava dentro dos muros de entidades religiosas, especificamente os mosteiros.

Sabemos que quando há guerras, dificuldades financeiras, e lutas ideológicas, as primeiras coisas atacadas são a Educação, a Cultura e a Ciência, e o preço que o país paga por esta negligência, a médio e longo prazo, é altíssimo pois, de produtores passamos a meros consumidores. Assim aconteceu com a biblioteca de Alexandria e sua filial conhecida por *Serapeu*, que faziam parte do *Mouseion*, uma instituição de pesquisas à qual eram membros vários nomes de filósofos famosos, como Eratóstenes e Aristarco, descritos anteriormente.

⁹² Contato para visitas de grupos: telefone (11) 3061-7249 ou e-mail museu.historico@fm.usp.br - Página: <http://fm.usp.br/museu/portal/>

⁹³ Contato para visitas de grupos: telefone (11) 3188-4301 ou e-mail museu@apm.org.br - Disponível em: <http://associacaopaulistamedicina.org.br/cultural/museu-da-medicina>

Há uma certa discussão acerca da verdadeira destruição do complexo cultural de Alexandria, uns autores dizem que foi o incêndio acidental causado pelo ataque do exército de César contra Marco Antônio e Cleópatra; outros que uma guerra santa decretada pelo patriarca cristão Teófilo contra os pagãos é que levou a sua destruição; outros dizem que foram os árabes que queimaram os 400.000 livros pois, quando invadiram Alexandria nada do que estava escrito nos livros retratava o verdadeiro Deus⁹⁴. A verdade é que o grande inimigo da biblioteca de Alexandria, do conhecimento, do livre pensar, da Ciência por excelência é um só, e poderoso: **a ignorância**, seja ela motivada pela ideia de supremacia de raças, ideológicas ou de crença. Sempre quando o povo é fanatizado objetivando um fim, em um processo quase hipnótico em que lhe é imposto, sempre verticalmente, ideias e concepções que contrastam com o sentimento do **direito**, da **ética** e da **liberdade**, que todos os seres humanos carregam dentro de si, vemos o ruir de uma civilização.

E Roma, como acontecera com os outros centros da cultura e da Ciência também caiu. Seus edifícios seculares do saber, edificadas com a convergência do modo de pensar de todo o mundo antigo ruíram sem deixar pedra sobre pedra. Seu legado ficou esquecido por séculos, registrados apenas em traduções de cópias do grego para o latim que os romanos faziam, preservadas seguramente nas bibliotecas monásticas

⁹⁴ Macleod R. The Library of Alexandria Centre of learning in the ancient world. Tauris, London, 2010. Disponível online em: <https://ia800908.us.archive.org/32/items/LibraryOfAlexandriaBYSamy/Library%20of%20Alexandria%20BY%20Samy.pdf>

como relíquias, lembranças vagas de uma época de ouro da humanidade ocidental.



Figura – Ruínas do Fórum romano.

Estava portanto inaugurada a Idade Média, onde a civilização ocidental parece ter sido convocada para refletir sobre os acontecimentos vividos. Sobre as conquistas em todas as Ciências. Sobre si próprio.

Como em um processo de reeducação, a humanidade recomeçaria desde o início, na vida no campo, no trato da terra e no contato com a natureza.

Utilizando recursos das Ciências da Religião, podemos utilizar o simbolismo utilizado por Moisés quando escreveu seu primeiro livro chamado Gênesis, onde os protagonistas são expulsos do Paraíso:

“O Senhor Deus, pois, o lançou fora do jardim do Éden, para lavrar a terra de que fora tomado.” (Gênesis 3:23).

Mas a busca do conhecimento pela humanidade não parou, foi apenas mais uma grande civilização que desapareceu, deixando mágoas mas também seu legado nas importantes instituições que resistiram aos séculos e chegam até nós hoje.

E novamente vemos o feixe de luz da Ciência se movimentando, direcionando-se para o Oriente, para Bizâncio, como o último baluarte do império romano. Outrossim, importantes manifestações da Ciência continuam acontecendo, de forma nascente na África Muçulmana com os povos Árabes e, na Índia e China milenares, o processo continua sem parar desde o Neolítico.

Enquanto no último quartel do século V - data em que oficialmente se dá o início da Idade Média -, a Ciência ocidental que sobreviveu resumia-se somente para satisfazer as necessidades práticas do dia-a-dia, ou seja: plantar, comer, sobreviver e rezar; na Índia, Latitude $25^{\circ}36'0''$ N, Longitude $85^{\circ}6'0''$ L, o matemático e astrônomo Aryabhata⁹⁵ publica um livro, o *Aryabhatiya* onde aborda aritmética, álgebra, trigonometria plana e trigonometria esférica, frações contínuas, equações quadráticas, séries de somas de potência e uma tabela de senos. Em astronomia confirma as ideias antigas sobre o heliocentrismo de Eratóstenes e Aristarco, contudo avança em conhecimento com o cálculo para a duração do ano em 365 dias, 6 horas, 12 minutos e 30 segundos, muito

⁹⁵ Dependendo da fonte bibliográfica utilizada, seu nome aparece como Aryabhata, Aryabhata I ou Aryabhata o Elder. Disponível em: <http://www.britannica.com/biography/Aryabhata-I>

próximo do conhecido hoje, que é de 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 48 segundos, aproximadamente.

A proximidade da Índia ao Oriente Próximo e Mediterrâneo sempre foi um fecundo mecanismo para troca de conhecimentos, e com a chegada de Alexandre da Macedônia, a influência em ambas as culturas é intensificada. Na matemática e astronomia, por exemplo, encontramos as significativas contribuições nestas Ciências por Cientistas brilhantes como^{96,97}: Baudhāyana⁹⁸ (séc. IX a.C.), que deixou estudos sobre o número π e o cálculo que o ocidente conhece como teorema de Pitágoras; Apastamba⁹⁹ (séc. V a.C.) com estudos em equações lineares, números irracionais e a quadratura da circunferência; Brahmagupta¹⁰⁰ (séc. VII d. C.) onde seus estudos em astronomia e matemática estão reunidos em uma de suas obras, o *Brahmasphutasiddhanta*, que aborda temas como as longitudes dos planetas, rotação, eclipses lunares e solares, fases da Lua e uma explicação sobre a sombra da Lua. Em matemática ele define o zero pela primeira

⁹⁶Pingree, D. The Recovery of Early Greek Astronomy from India." *Journal for the History of Astronomy* 7, 1976, p.109-123. Disponível em:

<http://adsabs.harvard.edu/full/1976JHA.....7..109P>

⁹⁷ Evans, J. The History and Practice of Ancient Astronomy. Oxford University Press, 1998, in pag. 393. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/nmx5v00>

⁹⁸ O'Connor, J.J.; Robertson, E. F. School of Mathematics and Statistics University of St Andrews, Scotland. Disponível em:

<http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Baudhayana.html>

⁹⁹ O'Connor, J.J.; Robertson, E. F. School of Mathematics and Statistics University of St Andrews, Scotland. Disponível em:

<http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Apastamba.html>

¹⁰⁰ O'Connor, J.J.; Robertson, E. F. School of Mathematics and Statistics University of St Andrews, Scotland. Disponível em:

<http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Brahmagupta.html>

vez, como o resultado da subtração de um número de si mesmo, e descreve suas propriedades:

“Quando zero é adicionado a um número ou subtraído de um número, o número permanece inalterado; e um número multiplicado por zero se torna zero”.

Indo mais para Leste chegamos à China, este gigante que tanto fascina desde que foi reapresentada por Marco Polo ao ocidente.

Registros sobre a ocupação humana no território que conhecemos como Pequim datam de cerca de 600 mil anos antes da Era Cristã, quando o *Homo Erectus* em sua peregrinação chegou à região de Chou-k'ou-tien (Zhoukoudian), Latitude 39°41'21" N, Longitude 115°55'26" L, ficando conhecido na história como *Homo Erectus pekinensi*, aparentado com o *Pithecanthropus de Java*. Também era um caçador e coletor, utilizava instrumentos feitos de pedra e dominava o fogo¹⁰¹.

Milênios se sucedem, e por volta de 25 mil a.C. aparece um tipo humano de compleição já levemente semelhante aos caracteres mongóis, habitando outros espaços nas mesmas cavernas que abrigavam o Homem de Pequim. Outros milênios se passam e, ao Norte da China são encontrados traços arqueológicos de assentamentos de cultura Neolítica que datam de cerca de 4000 a.C.

¹⁰¹ Informações recolhidas na página Oficial da Unesco. Disponível em: <http://whc.unesco.org/en/list/449>

Wolfran¹⁰² explica que “(...) *Mais tarde, a cultura do machado do ombro penetrou até o leste da Índia. Seu povo é conhecido pelas pesquisas filológicas como Austroasiáticos, que formaram o tipo original dos aborígenes australianos; eles sobreviveram na Índia como povo Munda, na Indochina como o Mon-Khmer, e também permaneceram em determinadas regiões nas ilhas da Indonésia e especialmente na Melanésia. Todos esses povos haviam migrado do sul da China. Os povos com a cultura do machado oval são os chamados povos Papuas na Melanésia; eles também migraram do sul da China, provavelmente antes dos outros. Ambos os grupos influenciaram a cultura japonesa antiga. A cultura de machado retangular do noroeste da China se espalhou amplamente e se mudou para o sul, onde os povos austronésios (dos quais os malaios descendem) eram seus principais constituintes.*

Assim, vemos aqui, neste período por volta de 4000 AC, uma extensa penetração mútua das várias culturas em todo o Extremo Oriente, incluindo o Japão, que na era paleolítica aparentemente estava sem ou quase sem colonos”.

Interessante é verificar a homogeneidade cultural no desenvolvimento tecnológico da humanidade. Neste mesmo tempo os dois extremos do mundo estavam, digamos, isocronicamente no mesmo estágio. O Neolítico Chinês também é caracterizado pela domesticação de animais e o desenvolvimento da

¹⁰² Wolfram, E. A History of China. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 3th Ed, 1969. Disponível em: <http://www.gutenberg.org/files/17695/17695-h/17695-h.htm>

agricultura, onde por volta do sétimo milênio antes da Era Cristã já dominavam o cultivo do arroz¹⁰³, contudo não conheciam o arado nesta época. A descoberta da cerâmica, como o caso da cultura *Yang-shao* (~2200 a.C.), já utilizavam cerâmica finamente ornamentada, destinada aos rituais de sepultamento. Entram na Idade do Bronze em cerca de 1800 a.C., com a tecnologia da metalurgia levada pelos mongóis ou turcos. Neste tempo já dominam a astronomia com o mapeamento das principais estrelas da abóbada, e determinam o ano em 365 dias, 5 horas e 50 minutos. Por volta de 1600 a.C., durante a dinastia Shang, há o aparecimento da escrita e o início da História formal. Também neste período os vasos de cerâmica branca já aparecem, faltando apenas o esmalte característico da porcelana. A seda já era utilizada neste momento como base para pintura e vestuário, assim a invenção da sericultura, tecnologia encontrada apenas na China, é datada de tempos mais antigos, considerando que nestas primeiras fases utilizavam as pupas de outros insetos, não somente o bicho-da-seda. Também dominavam a tecnologia de fermentação, e produziam uma bebida alcoólica a base do cereal Milhete, também conhecido como milho-miúdo ou milho-painço⁹⁸.

O princípio da civilização chinesa é semelhante aos outros povos estudados aqui, das tribos familiares formaram-se povoados, destes formaram-se vilas, estas se transformaram em cidades estados, depois uma

¹⁰³Deng, Z. et. al. From Early Domesticated Rice of the Middle Yangtze Basin to Millet, Rice and Wheat Agriculture. Archaeobotanical Macro-Remains from Baligang, Nanyang Basin, Central China (6700–500 BC). *PLoS One*. 2015, ;10, (10). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4604147/>

unificação em torno de uma pessoa formou a nação chinesa autóctone, propriamente dita por volta de 1.300 a.C.

O século II a.C. é marcado por grandes avanços científicos, como a invenção do arado e do semeador de ferro fundido de três pernas, facultando aos agricultores chineses o preparo de uma grande extensão de terra em pouquíssimo tempo. Também é desta época a invenção do sismógrafo, equipamento utilizado para detectar os movimentos do solo, e em especial das ondas sísmicas.

A história do desenvolvimento científico e tecnológico da China é tão grande e preciosa quanto sua extensão territorial, e preencheríamos páginas e páginas, contudo sairíamos muito do objetivo da presente obra, desta forma, vamos descrever quatro das grandes descobertas científicas realizadas exclusivamente pela China antiga, e que impactaram para sempre a cultura mundial.

A primeira grande descoberta foi o papel, cujo processo de fabricação e características são diferentes do empregado pelos egípcios na confecção do papiro. Inventado no século II a.C. o processamento do papel aconteceu pelo aperfeiçoamento das técnicas utilizadas na confecção de tecidos, e teve uma grande aplicação na cultura chinesa. Na literatura foi empregado na publicação de seus livros, nas artes utilizado como tela de pintura, na engenharia como divisórias de aposentos e portas, e na economia, como o dinheiro de papel que tanto intrigou Marco Polo. Um pedaço de papel timbrado tinha o mesmo valor que ouro ou prata? Imaginemos isso na cabeça de um veneziano do século

XIV, que também ficara impressionado com a pedra que queima:

“(...) Em toda a província, é encontrada uma espécie de pedra negra, que eles escavam nas montanhas, onde corre em veios. Quando acesa, queima como carvão e retém o fogo muito melhor que a madeira; de modo que possa ser preservada durante a noite e de manhã ainda se ache queimando. Essas pedras não ardem, exceto um pouco quando acesas pela primeira vez, mas durante a ignição emitem um calor considerável.”¹⁰⁴

Por falar em Marco Polo, falemos agora da outra invenção importante dos chineses. Uma que mudou a forma de se fazer negócios entre os países por terra e por mar. Que foi uma das grandes protagonistas na transformação do mundo a partir do século XIV com as grandes navegações portuguesas, a bússola.

Os navios e as caravanas que iam de um extremo ao outro da Terra, transportando mercadorias e pessoas, somente conseguiam chegar em seus portos ou mercados orientando-se pelo Sol e pelas estrelas, em especial a estrela Polar ou estrela do Norte, pois como é fixa na abóbada celeste indica sempre o Polo Norte, contudo, se você estivesse no meio do oceano e o céu permanecesse fechado por nuvens por um longo período, você estaria literalmente perdido.

¹⁰⁴ The Travels of Marco Polo, the Venetian. Chapter XXIII. Of the kind of Wine made in the Province of Cathay—And of the Stones used there for burning in the manner of Charcoal. Tradução de Thomas Wright, 2002. Disponível online em: <http://public-library.uk/ebooks/60/81.pdf>

Os gregos já conheciam a particularidade do imã de atrair o ferro - e batizaram a rocha que apresentava tais propriedades de magnetita, talvez em homenagem a região da Turquia onde reza a lenda foi encontrada¹⁰⁵ -, contudo atribuíam sua natureza como sendo faculdade da alma, e não observaram suas características magnéticas de orientação espacial como os Chineses.

“Tales parece ter percebido também a alma como algo capaz de mover - a avaliar pelo que se recorda das suas perspectivas -, se de fato afirmou que o ímã possui alma por mover o ferro”¹⁰⁶.

Os chineses observaram que este material sempre apontava para o mesmo lugar, para o eixo norte-sul. Contudo suas bússolas eram construídas de modo que só possuíssem o eixo que indicava o Sul, por uma questão espiritual e de poder. Espiritual porque indicava que o Imperador estava respeitosamente de costas para a constelação da Ursa Maior, residência da divindade soberana dos chineses, ao qual o imperador era o representante na terra. De poder, pois seu trono era voltado para o Sul, onde podia estar sempre de olho, de vigia em todo o seu império. Assim, possuíam um

¹⁰⁵ Também há uma lenda, que aprendi na escola, que um pastor grego de nome Magnes foi quem descobriu uma pedra que prendia seu cajado com ponta de Ferro, e em sua homenagem a pedra recebeu o nome de magnetita. O problema é que esta estória tem uma inconsistência enorme, pois Pastores de cabras, que são pessoas muito simples e pobres, jamais teriam acesso a um cajado com ponta de ferro, pois era raro e caro.

¹⁰⁶ Aristóteles. Sobre a Alma. Tradução de Ana Maria Lóio. Universidade de Lisboa. Biblioteca de Autores Clássicos. Volume III, Tomo I. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, Portugal, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/97593-Titulo-sobre-a-alma-autor-aristoteles-edicao-imprensa-nacional-casa-da-moeda-concepcao-grafica-ued-incm-tiragem-800-exemplares-data-de.html>

instrumento que inspirava segurança e fé nas viagens que empreendiam, para caminhar pelos desertos em caravanas nas conhecidas Rotas da Seda e navegar pelos oceanos, como citado no trecho abaixo:

*“Com efeito consta que elles desde 458 não só navegavão pelas costas do Japão, de Jesso, e de Kamtschatca, mas até se engolfavão nos mares largos, chegando, sem costearem a terra, a algumas partes remotas, e a varias Ilhas do Mar do Sul, (...)”*¹⁰⁷.

Todavia, estimar uma data ou época de sua primeira utilização é muito difícil, pois as referências consultadas são muito confusas sobre a data de sua concepção^{103,108,109}.

A Esfera Armilar¹¹⁰, instrumento de astronomia de grande importância para as grandes navegações do ocidente, já existia na China Imperial desde o século I a.C. Suas armilas eram movimentadas automaticamente, utilizando um engenhoso mecanismo hidráulico, e mostrava o movimento da abóbada celeste mecanicamente, fato que deixou os europeus impressionados com sua Ciência. Francisco Faleiro,

¹⁰⁷ História e Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa. Tomo 5, Parte 1, pg. 87, 1817.

¹⁰⁸ Tonidandel, D. A. V. História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 4, 2018. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n4/1806-9126-RBEF-40-04-e4602.pdf>

¹⁰⁹ Mottelay, P. F. Bibliographical History of Electricity & Magnetism. London, Charles Griffin & Company Limited, 1922. Disponível em

<https://archive.org/details/bibliographicalh033138mbp/page/n5/mode/2up>

¹¹⁰ Faleiro, F. Tratado del sphaera y del arte de navegar Sevilla, 1535. Disponível em: <https://catedranaval.files.wordpress.com/2018/06/tratado-del-sphaera.pdf>

irmão do sábio português Rui Faleiro - o responsável pelos cálculos da viagem de Fernão de Magalhães para as Molucas, nas Índias Orientais -, publicou em 1535 o livro *Tratado del sphaera y del arte de navegar*, livro de cabeceira para todos os navegantes a partir do século XVI com interessantes informações astronômicas e instrução de utilização da esfera armilar para a navegação.

A próxima invenção dos chineses que vamos abordar é a impressão por xilogravura, que revolucionou a impressão de artes nos livros europeus. A figura que se deseja reproduzir é esculpida em madeira, e depois com um rolo cobre-se a superfície de tinta preta ou colorida, e sob pressão transfere a imagem para o papel. Os chineses utilizavam a técnica sempre que queriam imprimir decretos, contratos e dinheiro. A técnica foi trazida para o Brasil pelos portugueses, e ganhou destaque nas obras dos Mestres de Cordel do Nordeste brasileiro¹¹¹.

Mas a invenção chinesa que com certeza mudou o panorama das sociedades a partir do momento que chegou à Europa foi a pólvora. Inventada para colorir os céus em seus fogos de artifícios, logo descobriram seu uso em dispositivos bélicos das mais variadas formas. Com a invenção de artefatos que explodiam em fragmentos pela queima da mistura secreta de nitratos, como a moderna granada de mão, até dispositivos

¹¹¹ Xilogravuras de artistas brasileiros disponível em:
<http://acervosdigitais.cnfcp.gov.br/DocReader.aspx?bib=Xilogravuras&PagFis=861&Pesq=navega%c3%a7%c3%b5es>

cilíndricos de Ferro ou Bronze, moldados com boca de dragão que cuspia fogo e destruição, transformaram a arte da guerra para sempre, tornando obsoleta a maravilha da engenharia chinesa de defesa que mantinha os bárbaros, inclusive alguns países europeus, afastados do Império chinês, falamos da Grande Muralha, bem como os castelos de pedra da Europa resistentes a catapultas, mas não aos canhões.

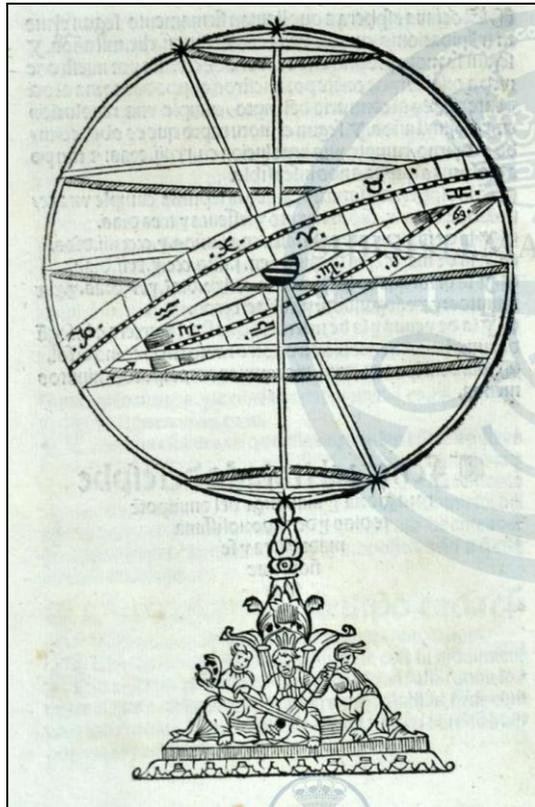


Figura - Fac-símile do Livro *Tratado del sphaera y del arte de navegar* de 1535, de Francisco Faleiro.

Mas voltemos ao século VII, olhando agora para a península arábica e focando a cidade de Meca, localizada na Latitude 21°25' N, Longitude 39°49' L.

É de lá que que saiu um novo pensamento que movimentou o mundo antigo na economia, cultura, Ciência e tecnologia, o Islã, que unificou em torno de uma nova fé várias tribos e povos nômades que viviam na península desde cerca do terceiro milênio antes da Era Cristã.

Com a morte do profeta Maomé em 632, inicia-se o Califado, a liderança política responsável pela direção do povo muçulmano de então. Doravante, começa então o processo de expansão do território para além das fronteiras da península, a começar por Damasco, depois Jerusalém, Pérsia e finalmente chegam à Alexandria em 642, onde tiveram contato com as Ciências Matemáticas, Mecânica, Astronomia, Filosofia e demais trabalhos dos sábios gregos^{112,113}.

Em 650 o Califa Otomão envia embaixadores para a China, contato este que frutificou com o consentimento dado pelo imperador para a construção de uma mesquita, e o resultado é a existência de cerca de 10 milhões de muçulmanos chineses nos dias de

¹¹² Pingree, David (1973). The Greek Influence on Early Islamic Mathematical Astronomy. *Journal of the American Oriental Society* 93, pp 32-43. Disponível em: https://www.academia.edu/30356582/The_Influence_of_Greeks_on_Early_Islamic_Astronomy?auto=download

¹¹³ Fata, A.; Fauzan, P. (2018). Hellenism in Islam: The Influence of Greek in Islamic Scientific Tradition. *Epistemé: Jurnal Pengembangan Ilmu Keislaman*. 13. 10.21274/epis.2018.13.2.407-432. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330311690_HELLENISM_IN_ISLAM_The_Influence_of_Greek_in_Islamic_Scientific_Tradition/citation/download

hoje¹¹⁴. Além de acordos religiosos, os emissários também conheceram valiosas informações científicas, como a astronomia, a bússola, o papel e a pólvora.

Dando continuidade ao processo de expansão territorial com o intuito de conversão para o Islamismo dos povos conquistados, em 710 chegam ao Marrocos, Argélia, Tunísia e Líbia, países do noroeste da África, e finalmente conquistam a península Ibérica no ano de 711.

Os egípcios foram os grandes cientistas alquímicos que transmitiram a arte aos árabes e, nesta época de expansão do Islã, a Europa teve acesso à esta prática filosófica graças às invasões árabes pela Espanha, espalhando este conhecimento por todo o Ocidente, principalmente através da grandiosa obra de *Abu Musa Jabir ibn Hayyan* ou da forma latina, Geber. Foi um alquimista árabe do século VIII d.C., que também deixou contribuições nas áreas de biologia, filosofia, astronomia e medicina. Foi o grande responsável pela introdução da prática experimental na alquimia, desenvolvendo ou aperfeiçoando equipamentos e antigas técnicas mesopotâmicas, como a destilação¹¹⁵ e a cristalização, assim como criando métodos de síntese de vários processos químicos, utilizados ainda na química atual, como a preparação dos ácidos nítrico e clorídrico e assim, a invenção da água régia, única substância capaz de dissolver o Ouro,

¹¹⁴ Huang, N. BBC News/Brasil-BBC Travel. Publicado em 7 abril 2015. https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/04/150401_vert_tra_muculmanos_c_hineses_ml

¹¹⁵ Schlosser, Š. Distillation – from Bronze Age till today. 38th International Conference of SSCHE. 23 a 27 de Maio, 2011, Tatranské Matliare, Slovakia.

além dos processos de preparação do ácido acético, cítrico e tartárico¹¹⁶. Sobre a importância da experimentação na química, ele já dizia, a cerca de 1300 anos atrás, o que nós sabemos e dizemos hoje no ensino da química moderna¹¹⁷:

“O primordial na alquimia é a experimentação. Aquele que não pratica a experimentação nunca dominará a Alquimia”.

Por necessidades práticas, principalmente para o desenvolvimento da matemática e astronomia utilizadas para a navegação, os árabes fundam universidades como locais de estudo e desenvolvimento científico, como a universidade *Al Quaraouiyine*, Latitude 34°3'52" N, Longitude 4°58'24" O, fundada no século IX e, segundo a Unesco, é a instituição universitária mais antiga do mundo¹¹⁸, de acordo com as concepções modernas para o termo, contudo a ideia de um lugar para estudos profundos e o desenvolvimento de teorias e filosofias é antigo. Na Suméria e Egito de 3.500 a.C. já existiam escolas comandadas pelos sacerdotes e destinadas aos iniciados, onde aprendiam teologia, matemática, astronomia e medicina. Na Grécia de 387 a.C, Platão fundou sua famosa Academia. Em Alexandria estudos profundos em todas as ciências eram realizados no *Mouseion*. Na Índia Védica de 470,

¹¹⁶ Jabir ibn Hayyan. Os três livros sobre alquimia de Geber, o grande filósofo e alquimista. Impresso por Johann Grüninger, Alemanha, 1531. Disponível em: <https://dl.wdl.org/10675/service/10675.pdf>

¹¹⁷ Stanojev Pereira, M. A. Algumas histórias da Química dos elementos. 1ª Edição – São Paulo – Lisboa, 2012, ISBN: 978-85-913809-1-6.

¹¹⁸ Universidade de Fez, no Marrocos, a mais antiga instituição universitária muçulmana. Disponível em: <http://whc.unesco.org/en/list/170/documents/>

a universidade de *Nalanda* ensinava teologia, filosofia, matemática, astronomia, alquimia e medicina, e em 737 a universidade *Ez-Zitouna*, na Tunísia, ensinava teologia, história, direito, matemática, astronomia, medicina e botânica. Estas universidades tiveram influências diretas nas futuras instituições de ensino européias do século XI, como a Universidade de Medicina de Salerno e a Universidade de Bolonha, em 1088¹¹⁹.

Eu tive o prazer e a honra de trabalhar como pesquisador em um instituto de investigação que depois foi agregado à Universidade de Lisboa, criada quando o rei D. Dinis assinou o *Scientiae thesaurus mirabilis*, dando origem a Universidade mais antiga de Portugal e uma das mais antigas do mundo, datada de 1290. Começa a funcionar em Lisboa e em 1537 foi transferida definitivamente para Coimbra por ordem do Rei D. João III¹²⁰. Todos os anos há uma cerimônia emocionante de abertura do ano letivo, onde os professores e alunos participam da solenidade com as becas e símbolos específicos de suas *Almae matres*, ou seja, a roupa de gala característica da universidade onde doutoraram-se. Outro fato interessante é que os alunos universitários utilizam uniforme para assistir as aulas. A indumentária é composta de calça, casaca preta, camisa branca, gravata, barrete e capa para os homens, e para as mulheres a indumentária é constituída de saia longa preta, camisa branca, paletó, gravata e capa, onde costumam distinções acadêmicas conquistadas e

¹¹⁹ Grande Enciclopédia Delta Larousse. Editora Delta S.A. Rio de Janeiro, Vol. 12, 1970.

¹²⁰ História da Universidade de Coimbra. Disponível em: <https://www.uc.pt/sobrenos/historia>

distintivos da fraternidade universitária que pertençam durante o curso. A grande maioria usa este uniforme, e não é obrigatório, contudo sentem orgulho de serem universitários, e é para sentirem mesmo. Eu perguntei o porque das capas pretas, e eles disseram que antigamente os alunos saiam depois das aulas para a borgia, e usavam a capa para ocultar a camisa suja de vinho ou barro de possíveis escaramuças. Tradição secular meus amigos!

O mundo islâmico, em suas universidades, passou a ser o novo foco de luz das Ciências do eixo Europa-África-Ásia Menor, durante o período pós queda do Império Romano do Ocidente, concentrando em suas instituições os conhecimentos seculares adquiridos dos gregos, romanos, egípcios, chineses, indianos, persas, enfim, todo o mundo antigo que desenvolviam e compartilhavam seus conhecimentos em suas instituições. Talvez o contato com a grande biblioteca de Alexandria tenha inspirado os muçulmanos a fundar sua própria versão, que ficou conhecida como **Casa da Sabedoria**¹²¹. Foi fundada no século IX em Bagdá, e era destinada à tradução de manuscritos de diversos idiomas para o árabe e, no desenvolvimento de pesquisas e estudos em várias áreas das Ciências. Em matemática e álgebra, deixaram importantes legados como o desenvolvimento dos algarismos arábicos que o ocidente passou a utilizar a partir do século XIII.

¹²¹ Prenda, D. A. A Casa da Sabedoria: Instituição de valorização dos saberes no oriente medieval. Anais do XVI Encontro Regional de História da Anpuh-Rio: Saberes e práticas científicas. 28/07 a 01/08/2014. Disponível em: http://www.encontro2014.rj.anpuh.org/resources/anais/28/1400276020_ARQUIVO_textoanpuh.pdf

Também trabalharam o conceito de zero e do sistema decimal, desenvolveram a prática do cálculo, das equações trigonométricas e da aritmética.

Em química descobrem a fabricação do sabão, aprimoram a formulação de cosméticos e perfumes, aperfeiçoam a produção de vinagre controlando a fermentação, sem falar dos equipamentos utilizados em um laboratório de alquimia, os quais muitos são utilizados ainda hoje. Em astronomia desenvolvem a ideia de tempo, instalam vários observatórios com equipamentos sofisticados, e aperfeiçoam o Astrolábio para observação das estrelas, aparelho inventado pelo filósofo grego Hiparco, e que foi também uma ferramenta chave nas Grandes Navegações Européias¹²².

As Ciências desenvolvidas pelos árabes era mais experimental do que aquela realizada anteriormente pelos gregos, e a adotada pelos seus contemporâneos europeus da Idade Média. Esta falta de visão, digamos assim, de apoiar as conjecturas em estudos experimentais, necessárias para se provar uma tese, foi o ponto de discórdia entre Galileu, que defendia o empirismo, e os sábios acadêmicos de sua época, apoiados dogmaticamente na investigação aristotélica.

Na galeria de grandes cientistas árabes destaca-se também *Ibn Ishaq Al-Kindi*, que no século IX se dedicou a traduzir para o árabe as obras de Aristóteles, Platão e outros pensadores gregos dedicados à filosofia, astronomia e matemática. Escreveu centenas de tratados em uma ampla variedade de disciplinas

¹²² Grande Enciclopédia Delta Larousse. Editora Delta S.A. Rio de Janeiro, Vol. 1, 1970.

científicas, como a aplicação da geometria euclideana e ptolomáica na óptica^{123,124}.

No século X destaca-se o persa *Al-Râzî*, conhecido no ocidente como Rhazes. Deixou importantes trabalhos escritos em várias áreas da Ciência. Em medicina, por exemplo, escreveu diversos livros sobre doenças e tratamentos, definindo pela primeira vez as características clínicas da varíola e sarampo. Seus tratados médicos influenciaram profundamente o currículo das universidades européias. Em alquimia também deixou vários tratados, e duas de suas obras de alquimia prática mais conhecidas, *Al-Asrar - O Segredo* e, *Sirr Al-asrar - O Segredo dos Segredos*, descrevem ferramentas e processos de obtenção de várias substâncias. Talvez uma má tradução do árabe principalmente para o alemão, acompanhada de uma interpretação equivocada destas obras, tenham levado alquimistas europeus em sua busca desesperada pela pedra filosofal, o místico processo de transformação de metais em ouro¹²⁵.

Em Filosofia das Ciências Naturais Rhazes posicionou-se, segundo sua própria aceção, como um discípulo de Sócrates e Platão, e em seus estudos de

¹²³ A. L. Ivry. *Al-Kindi (On) First Philosophy and Cognate Texts*. Oxford University, 1976. Disponível em:

https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:abacf358-17ef-43a8-80f4-d2f38894de3a/download_file?safe_filename=602326530.pdf&file_format=application%2Fpdf&type_of_work=Thesis

¹²⁴ Adamson, Peter. "al-Kindi". *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/al-kind/>

¹²⁵ Taylor, G. *By the Book: Alchemy and the Laboratory Manual from Al-Râzî to Libavius, 920-1597*. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bcd0/cebc14442a9966a38740d6196f29ba9dd33d.pdf>

metafísica deixou um interessante pensamento, onde diz que Deus não criou o mundo a partir do nada, mas organiza um universo a partir de princípios pré-existentes. Conhecedor da teoria atômica de Leucipo e Demócrito, definiu o espaço como a relação entre as partículas individuais da matéria, ou átomos, e o vazio que as rodeia. Em relação a matéria, postulou que possui uma forma absoluta, impossível de qualificar mas possível de quantificar, e que não varia de maneira alguma do local onde esteja no espaço. O tempo, segundo Rhazes, é infinito, não é definido ou limitado pelo movimento, como defendia Aristóteles^{126,127}.

Outro grande neo-platônico e aristotélico do século X foi *Al-Fârâbî*, que dedicou-se ao estudo de diversas áreas da Ciência, deixando várias obras em Filosofia, Lógica Aristotélica, Linguagem e Gramática, Física e Matemática, Aritmética, Geometria, Óptica, Astronomia, Mecânica, Política e a Música, e nesta última deixou uma monumental obra intitulada *Kitâb al-musiqâ al-kabîr*, ou **Grande Livro de Música**, uma obra que os interessados em conduzir estudos de pós-graduação sobre teoria e história da Música Medieval precisam conhecer^{128,129,130}.

¹²⁶ Fakhry, M. A Tenth-Century Arabic Interpretation of Plato's Cosmology. *Journal of the History of Philosophy*, Vol. 6, N. 1, January 1968, pp. 15-22. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/229573/pdf>

¹²⁷ Gómez, S. E. Abu Bakr Muhammad B. Zakariyya al-Razi, Vida, Pensamiento y obra. PhD. Thesis. Universidad Complutense de Madrid, 2001. Disponível em: <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis//19911996/H/2/AH2006801.pdf>

¹²⁸ Schneider, J. H. J. A Teoria do Intelecto segundo Al-Farabi. *Teologia e Filosofia no Mundo Árabe Latino Medieval*. Revista de Ética e Filosofia Política. São Paulo, v. 3, n. 2, pp. 224-246, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/PoliEtica/article/view/26446/18963>

¹²⁹ Saoud, R. *The Arab Contribution to Music of the Western World*. FSTC Ltd. Manchester, UK, 2004. Disponível em: <https://muslimheritage.com/uploads/Music2.pdf>

Em seus estudos sobre Política, abordou a cidade, o povo e o governante como parte de um mesmo corpo, definindo Ciências Políticas como o mecanismo pelas quais os cidadãos podem alcançar a felicidade. Neste contexto, as cidades são governadas por governantes sábios cujo propósito é torná-las prósperas, fazendo com que a vida dos cidadãos melhore, e assim são levados à felicidade¹³¹.

No século XI surge *Ibn Al-Haytham*, conhecido no ocidente como Alhazen. Deixou importantes estudos sobre óptica, engenharia hidráulica, astronomia, filosofia e astrologia, mas a maior parte de suas obras é em geometria. Combinando as descobertas de Euclides, Apolônio e Arquimedes deixou um tratado imenso sobre estas Ciências¹³². Em seu *Kitāb al-Manāẓir - O Livro da Visão* -, seus experimentos e deduções mostraram que não eram emanações oriundas dos objetos que faziam os olhos captarem as imagens, nem raios que saíam dos olhos, refletiam no objeto, e voltavam para os olhos com as informações - postulados defendidos por Lucrecio e Platão -, mas sim devido a luz refletida pelos objetos e captadas pelos olhos é que era a responsável pela visão¹³³.

¹³⁰ Al-Farabi, vida e obras. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/al-farabi/>

¹³¹ Al-Farabi. The Political Writings: Selected Aphorisms and Other Texts, traduzido por C.E. Butterworth, Ithaca and London. Cornell University Press. Disponível em: <https://epdf.pub/alfarabi-the-political-writings-selected-aphorisms-and-other-texts.html>

¹³² Rashed, R. Ibn Al-Haytham (Alhazen). Disponível em: <http://cfclul.fc.ul.pt/biblioteca/online/pdf/roshdirashed/IbnaI-Haytham.pdf>

¹³³ Sabra, A. I. The Optics of Ibn al-Haytham: Books I-III on Direct Vision. London: Warburg Institute, 1989. Disponível em: https://monoskop.org/images/f/ff/The_Optics_of_Ibn_Al-Haytham_Books_I-III_On_Direct_Vision_Sabra_1989.pdf

No Capítulo 3 deste livro, ele descreve suas experiências com a luz utilizando uma câmara escura:

“ (...) Quando a luz solar irradia esses corpos, ela passa por seus pequenos orifícios, estendendo-se em linhas retas. Se alguém testar a distância reta entre o pequeno orifício e o local onde a luz do orifício aparece, a luz será estendida por todo o comprimento desse intervalo, mesmo se o orifício for muito pequeno”.

E foi o primeiro astrofotógrafo, isso meus amigos, cerca de seiscentos anos antes de Newton publicar seus estudos sobre a luz:

“(...) Da mesma forma, se a luz da Lua for testada, será encontrado com esta descrição. E da mesma forma com a luz das estrelas: pois, em uma noite sem Lua, deixe que qualquer uma das grandes estrelas (como Vênus ou Júpiter em sua posição mais próxima [à Terra], ou também Marte na posição mais próxima ou Sirius) fique em frente a um orifício que dá para uma câmara escura: sua luz aparecerá na câmara e será encontrada em frente ao buraco”.

Também no século XI desponta outro grande pensador árabe, *Ibn-Abdallāh Ibn-Sīnā*, conhecido no mundo latino como Avicena. Foi um grande pensador e experimentador em filosofia, e deixou um extenso trabalho em astronomia, química, geologia, psicologia, filosofia, lógica, matemática, física e literatura. Como profundo conhecedor e seguidor de Platão e Aristóteles, ele criou um sistema científico racional e rigoroso que aplicava ao mundo físico, palpável, bem como aos fundamentos da religião, em seus aspectos teológicos e místicos. Seus trabalhos tiveram grande influência entre

os estudiosos da Europa Medieval, especialmente seus escritos filosóficos, que abordavam a essência da alma humana, pensamentos influenciados por Platão e Aristóteles e que causaram muita discussão entre os leigos e religiosos, fato que levou a proibição do estudo de seus tratados principalmente na França do século XIII. Contudo tal censura não impediu o acesso às suas obras por importantes cientistas e filósofos europeus, como Alberto Magno e Tomás de Aquino, onde este último cita a obra de Avicena *Al-Shifâ - A Cura* – diversas vezes em sua Suma Teológica, ora para concordar, ora para discordar do pensamento deste.

Embora com trabalhos em diversas áreas da Ciência, Avicena alcançou notoriedade em medicina com sua mais famosa obra: *Al-Qanun fi al-Tibb - O Canône da Medicina* -, um compêndio incrível em cinco volumes contendo os conhecimentos médicos desde a Grécia até seus dias. As referências [134,135] tratam-se das traduções do Livro I do idioma árabe para o latim, e para o idioma inglês, respectivamente. Este tratado aborda as descrições do corpo humano, definição de saúde, doenças gerais e terapias, e dentre as doenças podemos citar aquelas caracterizadas hoje como distúrbios mentais, como alucinações, demência, epilepsia, derrame e depressão¹³⁶. Também abordou o

¹³⁴ da Monte, G. B. Vincenzo Valgrisi e Baldassare editores. Veneza. 1557. Disponível em: <https://dl.wdl.org/10679/service/10679.pdf>

¹³⁵ Gruner, C. O. The Canon of Medicina of Avicenna. AMS Press, New York, 1973. Disponível em:

http://data.nur.nu/Kutub/English/Avicenna_Canon-of-Medicine_text.pdf

¹³⁶ Khodaei, M. A. K. et. al. Avicenna (980-1032CE): The Pioneer in Treatment of Depression. Transylvanian Review: Vol XXV, No.17, 2017. Disponível em:

sono, tema que tem ocupado destaque na pesquisa científica de nossos tempos, e para Avicena o sono era uma importante terapia para alguns distúrbios da mente e do corpo. Também dedicou-se ao estudo do cérebro e suas funções, onde descreveu diversas estruturas e cujos nomes são utilizados ainda hoje. Naturalmente, seus tratados médicos não devem ser seguidos inadvertidamente, pois há certos diagnósticos e tratamentos que são absurdos nos dias de hoje, por exemplo, o uso de um piolho no canal da uretra quando esta estiver obstruída.

A troca de correspondências entre os sábios árabes da antiguidade era uma constante, assim como acontece com os pesquisadores nos dias de hoje. Quando precisamos de certa informação, por exemplo de um *software* aplicado às pesquisas, entramos em um Fórum ou enviamos um *email* para o desenvolvedor. Isso acontecia com Avicena, que respondia às questões levantadas por outro gênio muçulmano sobre a Alma e sua Metafísica - *al-Biruni*¹³⁷. Considerado o primeiro antropólogo da história, foi astrônomo, matemático, etnógrafo, historiador e geógrafo muçulmano.

Sua produção é enorme, mais de 140 títulos, onde quase a metade contempla estudos astronômicos e matemáticos, contudo apenas um pequeno número de sua produção, 22 títulos, sobreviveu até os dias de hoje, e apenas metade destas foi publicada, entre elas sua famosa obra *Al-Āthār al-bāqiyah ‘an al-qurūn al-*

https://www.researchgate.net/publication/322772465_Avicenna_980-1032CE_The_Pioneer_in_Treatment_of_Depression

¹³⁷ Saliba, G. Al-Bīrūnī. Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica, inc. 2019. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/al-Biruni>

khāliyyah - **A Cronologia das Nações Antigas** -, um relato em antropologia que aborda diversas culturas existentes e extintas até sua época. Nesta obra fala sobre a cultura judaica e descreve um elaborado e fundamentado registro de seu calendário¹³⁸.

Seus livros sobre a cultura indiana são gigantescos tratados antropológicos de uma Era, onde discorre sobre seus conhecimentos sobre a Índia, coletados *in loco*, acerca de sua ciência, religião, literatura e costumes¹³⁹.

Em astronomia, aproveitou suas viagens para a Índia e, incentivado pela necessidade da religião muçulmana que exige do fiel estar voltado para Meca em suas orações, aperfeiçoou o Quadrante, aparelho inventado por Ptolomeu que pela medida da altura do Sol pode ser empregada para calcular a longitude, latitude e a hora do dia. Em matemática desenvolveu novas técnicas algébricas para a solução de equações de terceiro grau e estabeleceu uma distinção sutil entre o movimento do apogeu solar e o movimento da precessão.

Talvez ele tenha sido o grande responsável pela difusão na Europa Medieval - e que persiste ainda nos dias modernos -, da superstição creditada à influência dos astros na vida das pessoas, sua obra *Al-Taḥḥīm li-*

¹³⁸Sachau, E. Chronology of Ancient Nations, 1879 – Translation of Abū l-Rayḥān al-Bīrūnī's al-Āthār al-bāqiyā'an al-qurūn al-ḥāliya (Vestiges of the Past, 1000). Disponível em: http://www.astrologiamedieval.com/tabelas/Al-Biruni_The_Chronology_of_Ancient_Nations.pdf

¹³⁹Sachau, E. An account of the religion, philosophy, literature, geography, chronology, astronomy, customs, laws and astrology of India about A.D. 1030, London, K. Paul, Trench, Trübner & Co., 1910. Disponível em: http://www.columbia.edu/cu/lweb/digital/collections/cul/texts/ldpd_5949073_001/ldpd_5949073_001.pdf

awā'il šinā'at al-tanjīm - **Elementos da Astrologia** -, ainda é o maior tratado sobre o assunto, e sua abordagem de aspectos de geometria, geografia, aritmética, cronologia e da astronomia prática é muito didático, por exemplo, ele descreve os componentes de um Astrolábio e ensina a utilizar o aparelho. Contudo al-Bīrūnī empregava a astrologia simplesmente para o ensino das disciplinas de matemática e astronomia. Em sua opinião pessoal a astrologia era:

" (...) *tão fraca quanto a de seus menos adeptos, pois (...) Quando esse limite é ultrapassado, onde o astrólogo está de um lado e o feiticeiro do outro, você entra em um campo de presságios e adivinhações que nada tem a ver com a astrologia, embora as estrelas possam ser citadas em conexão com elas*".¹⁴⁰

No século XII o Físico e astrônomo muçulmano de origem grega, *Al-Kazini*, publica o **Livro da balança da sabedoria**¹⁴¹, onde descreve sua invenção: a balança hidrostática, e propõe várias demonstrações experimentais em Física, como gravidade, movimento de corpos em vários meios, peso específico, comportamento do ar em relação a altitude, bem como a diferenciação dos conceitos de força, massa e peso.

¹⁴⁰ Al-Bīrūnī. The Book of instruction in the elements of the art of astrology. Written in Ghaznah, I o 29 A.D. The Translation facing the Text by R. Ramsay Wright, M.A. Edin. 1934 London Luzac & CO. Disponível em: <http://menadoc.bibliothek.uni-halle.de/ssg/content/pageview/1031773>

¹⁴¹ Khanikoff, N. Book of the Balance of Wisdom, An Arabic Work on the Water-Balance, Written by Al-Khāzinī. Journal of the American Oriental Society, Vol. 6 (1858 - 1860), pp. 1-128. Disponível em: <https://epdf.pub/queue/book-of-the-balance-of-wisdom-.html>

Abaixo um pequeno trecho extraído do Capítulo Quinto, Seção Terceira:

“Diferença nos pesos de corpos pesados, à mesma distância do centro do mundo.

O peso de qualquer corpo pesado, de peso conhecido, a uma distância específica do centro do mundo, varia de acordo com a variação de sua distância; de modo que, sempre que é removido do centro, fica mais pesado e, quando aproximado, fica mais leve. Por conta disso, a relação entre gravidade para gravidade é como a relação da distância para distância do centro”.

Na Península Ibérica, em Córdoba, na Andaluzia muçulmana, desponta nesta época o sábio *Ibn Rushd*, conhecido no Ocidente como *Averróis*¹⁴². Assim como seus companheiros, agiu em várias frentes científicas como Filosofia, Teologia, Política, Medicina, Física, Astronomia e Linguística.

Foi um grande seguidor de Aristóteles e deixou um extenso trabalho de comentários sobre as obras do filósofo grego, ao ponto de receber a alcunha de “o Comentador”, que foram posteriormente traduzidos para o latim e, com isso, acabou sendo o responsável pelo renascimento dos filósofos gregos na Europa, com grande influência na escolástica e sendo citado várias vezes por Tomás de Aquino em sua *Suma Teológica*. Contudo, assim como o que ocorreu com Avicena, suas obras também foram censuradas pela igreja no século

¹⁴² Hasse, Dag Nikolaus, Influence of Arabic and Islamic Philosophy on the Latin West, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/arabic-islamic-influence/>

XIII, principalmente devido aos postulados que os averroístas europeus defendiam sobre Deus, sobre a eternidade do mundo e sobre a unicidade do intelecto, teses condenadas como heréticas na França, e que vale a pena conhecer¹⁴³. Dentre várias obras de inspiração aristotélica, publicou uma de influência platônica, a interessante obra **Exposição da República de Platão**¹⁴⁴, no qual descreve uma utopia de nossos dias modernos em relação aos nossos governantes. Diz ele que:

*“O soberano do país deve ser sábio segundo a ciência prática e, com isso, ter o mérito da virtude cogitativa, excenciais para o bom governo”*¹⁴⁵.

Também escreveu uma observação aguda, que cabe perfeitamente em nossos tempos modernos e em várias nações e governos: aqueles democráticos, os pseudo-democráticos e os totalitários:

*“Tenho visto muitos entre poetas e aqueles que crescem nessas cidades que preferem governo tirânico”*¹⁴⁰.

¹⁴³ do Nascimento, C. A. A Unidade do Intelecto Contra os Averroístas de Tomás de Aquino. *Poliética*. São Paulo, v. 3, n. 2, pp. 185-193, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/PoliEtica/article/view/26444/18961>

¹⁴⁴ Lerner, R. *Averroes on Plato's Republic*. Cornell University Press. London, 1974. Disponível em: https://academiaanalitica.files.wordpress.com/2019/07/averroes_-ralph-lerner-trans.ed_-averroes-on-platoe28099s-republic-cornell-university-press-1974.pdf

¹⁴⁵ Pereira, R. H. de S. *Averroís e a Arte de Governar: (Uma leitura aristotélica da A República)*. 2008. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/322798>

Na segunda metade do século XII aparece a figura do sábio judeu *ben Maimon*, conhecido no Ocidente como Maimônides ou Rambam. Nascido em Córdoba, foi criado dentro das tradições judaicas, e formado dentro da filosofia greco-árabe. Possuía um olhar científico/teológico muito interessante sobre os limites da verdade da Ciência e da religião, sobre a alma e sobre Deus, e deixou vários trabalhos abordando temas discutidos por Aristóteles em sua obra *De Anima*¹⁴⁶ - **Sobre a Alma** -, nas duas vertentes. Para aqueles que se interessam em um aprofundamento nas Ciências da Religião e suas congêneres, a leitura e análise de seu livro **O Guia dos Perplexos**¹⁴⁷ dará uma visão analítica sobre ortodoxia religiosa de interpretação de textos, presente em todas as religiões monoteístas ou politeístas de nossos tempos, e aspectos do sincretismo religioso judaico-cristão. Nesta obra Maimônides escreve que a Lei mosaica foi dada aos homens para que atinjam a felicidade da alma e o bem-estar do corpo, e uma vez em equilíbrio, ela está em condições de se aperfeiçoar adquirindo conhecimentos e, quanto mais instruída, mais compreende o amor à Deus, contudo, afirma que a interpretação literal da Bíblia é o maior obstáculo para amar a Deus, bem como do perigo de se incorrer na idolatria¹⁴⁸.

¹⁴⁶ Aristóteles, Sobre a Alma. Vol. III, Tomo I. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. 2010, ISBN: 978-972-27-1892-9. Disponível em: <https://www.netmundi.org/home/wp-content/uploads/2017/09/Arist%C3%B3teles-Obras-Completas-Vol.-III-I-Sobre-a-Alma.pdf>

¹⁴⁷ Maimonides. Guía de los Descarriados: Tratado del conocimiento de Dios. Tradução de Fernando Valera. Editorial Orión, S.R.L de C.V. MÉXICO, 1947. Disponível em: <http://www.shalomhaverim.org/Estudios/Guia+de+Los+Descarriados.pdf>

¹⁴⁸ Rosado, L. O. Saber religioso e saber filosófico nos escritos de Maimônides (século XII E.C.). Anais do XVI Encontro Regional de História da Anpuh-Rio: Saberes e práticas científicas. 28/07 a 01/08/2014. Disponível em:

No início do século XIII a península arábica estava com sua atenção especial voltada para o que acontecia na China, pois Genghis Khan tendo conquistado Pequim em 1215, voltou seus olhos para o mundo islâmico e alcançou a região pela cidade de Tūs, Latitude 36°27'15,0" N, Longitude 59 °34'01,0 " L, em 1220.

Nesta época turbulenta *ibn Hasan al-Ṭūsī* surge como um dos maiores cientistas de seu tempo. Dedicou-se a astronomia, matemática, astronomia, filosofia, química, física, teologia e medicina. Em 1256 finalmente a cidade é conquistada por Hülegü Khan, neto de Genghis Khan, o qual ofereceu a al-Ṭūsī um cargo em sua corte como consultor científico¹⁴⁹.

Aproveitando-se da crença do Khan na astrologia, al-Ṭūsī conseguiu que ele lhe construísse um observatório astronômico com uma biblioteca de primeira linha, e equipou sua instituição com o que havia de melhor em equipamentos e livros, assim como com os mais notáveis estudiosos islâmicos e chineses da época.

Al-Ṭūsī era um homem de conhecimentos muito vastos, e foi autor de cerca de 150 obras, escritos em árabe e persa das várias áreas do conhecimento, todavia foi na astronomia e matemática que deixou trabalhos magníficos, como *Zīj-i Ilkhānī* - **Tabelas Ilkhan**. Baseado em suas investigações no observatório, construiu um grande e preciso compêndio dos

http://www.encontro2014.rj.anpuh.org/resources/anais/28/1400550200_ARQUIVO_AnaisLayliRosado.pdf

¹⁴⁹ Echi, O. Binomial coefficients and Nasir al-Din al-Tusi. Scientific Research and Essay Vol. 1 (2), pp. 028-032, 2006. Disponível em:

https://academicjournals.org/article/article1380188236_Echi.pdf

movimentos dos planetas. Sua obra mais conhecida no Ocidente foi *Tadhkirah fi 'ilm al-hay'a* - **Memórias sobre a ciência da Astronomia**-, na qual reestrutura todo o modelo planetário de Ptolomeu e propõe um sistema no qual todas as órbitas são descritas por movimento circular uniforme. Acredita-se que Nicolau Copérnico tenha tido acesso a esta obra através de cópias que chegaram à Europa via Bizâncio ou via península Ibérica¹⁵⁰. Nesta obra Al-Ṭūsī também faz uma interessante proposição sobre a Via Láctea, diz ele que sua formação é devido a existência de uma grande quantidade de estrelas bem agrupadas, e que devido ao agrupamento e tamanho destas estrelas, a aparência adquire a forma de nuvens brancas, daí ser comparado ao aspecto de leite. Em matemática dedicou-se a trigonometria, e seus estudos elevaram sua condição de mera ferramenta da astronomia para o *status* de um ramo independente da matemática pura¹⁵¹. Em química, dando sequência ao postulado dos Gregos Empédocles (séc. V a.C.) e Epicuro (séc. IV a.C), e antecedendo Lavoisier em séculos, Al-Ṭūsī escreveu, sobre o princípio da conservação da matéria, que:

"Um corpo de matéria não pode desaparecer completamente. Ele apenas altera sua forma, condição,

¹⁵⁰ Ragep, F. Jamil. Copernicus and his Islamic Predecessors: Some Historical Remarks. *Filozofski vestnik* Volume/Letnik XXV • Number/Številka 2 • 2004 • 125–142. Disponível em: <https://www.wilbourhall.org/pdfs/ragep/65-38-1-PB.pdf>

¹⁵¹ Ragep, F. J. From Tūn to Turun: The Twists and Turns of the Ṭūsī-Couple. Max Planck Institute for the History of Science, 2014. Disponível em: <https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/sites/default/files/Preprints/P457.pdf>

*composição, cor e outras propriedades e se transforma em uma matéria complexa ou elementar diferente*¹⁵².

Em seus estudos de Filosofia das Ciências Naturais, publicou uma interessante obra intitulada *Nasirean Ethics*¹⁵³ - **Ética Nasirea** -, um interessante tratado que relata a ordem das coisas, em uma classificação que vai desde Deus até os minerais. Al-Ṭūsī se inspirou na gigantesca obra *Historia Animalium*^{154,155} e *De Anima* de Aristóteles e, *Historia Plantarum*¹⁵⁶ de Teophrastus, e serviu de inspiração para a construção do pensamento da *Scala Naturae*¹⁵⁷ por estudiosos da Europa Medieval, incluindo aí Deus, os anjos, os demônios, os corpos celestes, os homens, os animais, os vegetais e os minerais, até tudo ser redefinido por Carl Linnaeus em sua obra: *Systema Naturae*, com sua classificação dos seres vivos em três reinos: animal, vegetal e mineral.

¹⁵² Cunningham, G. High Energy Physics. ED. Tech. Press. Essex, United Kingdom, 2020. ISBN 978-1-83947-385-2.

¹⁵³ Wickens, G. M. The Nasirean Ethics by Nasir ad-Din Tusi. London, 1964, George Allen & Unwin Ltd. Disponível em:

<https://ru.b-ok2.org/book/2362230/28f57f>

¹⁵⁴ Aristóteles. História dos Animais-Livro I a VI. Edição da Imprensa Nacional-Casa, Lisboa (portugal), 2006. ISBN: 972-27-1452-X Disponível em: <https://www.netmundi.org/home/wp-content/uploads/2017/09/Arist%C3%B3teles-Obras-Completas-Vol.-IV-I-Hist%C3%B3ria-dos-animais-Livros-I-VI.pdf>

¹⁵⁵ Aristóteles. História dos Animais-Livro VII a X. Edição da Imprensa Nacional-Casa, Lisboa (portugal), 2008. ISBN: 978-972-27-1653-6 Disponível em: <https://www.netmundi.org/home/wp-content/uploads/2017/09/Arist%C3%B3teles-Obras-Completas-Vol.-IV-II-Hist%C3%B3ria-dos-animais-Livros-VII-X.pdf>

¹⁵⁶ Teofrasto, História das plantas. Tradução portuguesa, com Introdução e anotação de Maria de Fátima Sousa e Silva & Jorge Paiva. 2016, Imprensa da Universidade de Coimbra. ISBN Digital 978-989-26-1193-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1193-8>

¹⁵⁷ Lovejoy, A. O. The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea. Harvard University Press. 1964. Disponível em: <http://libarch.nmu.org.ua/bitstream/handle/GenofondUA/24685/da21a657702b32cb3b956423de30e0ad.pdf?sequence=1>

Abaixo, trechos do livro de Al-Ṭūsī que ilustra esta ideia de classificação e até de evolução das espécies. O primeiro trecho que destaco é sobre a classificação dos corais: Animais, vegetais ou minerais? Para o naturalista romano Plínio, não era nem uma coisa nem outra; para Linnaeus era um *litófito*. Somente na idade moderna os corais foram classificados como animais.

“(...) O que está mais próximo à região dos sólidos está no mesmo caso, como o coral, que melhor se assemelha aos minerais. (...)”

No trecho seguinte, nos parece a ideia da doutrina aristotélica da geração espontânea - ou Abiogênese -, refutada primeiramente no século XVII pelo biólogo italiano Francesco Redi, e posteriormente pelo Padre Católico Lazzaro Spallanzani no século XVIII, e Louis Pasteur no século XIX.

“(...) Em seguida, chegamos a coisas como aquelas gramíneas que crescem sem semear ou cultivar, pela mera mistura de elementos, pelo nascer do sol e pelo sopro dos ventos: nelas, a faculdade de sobrevivência individual prolongada e a perpetuação das espécies não existe. Na mesma seqüência, a virtude aumenta em proporção justa até chegarmos às ervas frutíferas e às árvores frutíferas, que têm, até o limite da perfeição, a faculdade de sobrevivência individual e a perpetuação das espécies.(...)”

E no último trecho, a interface entre o reino vegetal e o reino animal:

“(...) Assim, até chegarmos à tamareira, que é particularizada por certas propriedades dos animais: isto é, em sua constituição, uma parte é designada como possuindo um maior calor inato, correspondendo ao coração de outros animais, e caules e galhos crescem como artérias do coração. Além disso, na fertilização, impregnação e concepção, bem como na semelhança do odor daquilo pelo qual a concepção é efetuada com o odor do sêmen animal, é também como outros animais. Novamente, quando sua cabeça é cortada, ou uma praga toca seu coração, ou é submersa na água, ela seca: (também é assim) que é semelhante a certos animais. Alguns agricultores registraram outra propriedade da tamareira, a mais notável de todas, a saber, que uma árvore mostrará parcialidade para outra, não concebendo a impregnação de outra árvore além dela; essa propriedade é próxima da afeição e do amor, encontrada em outros animais. Em suma, há muitas propriedades similares nesta árvore, e só lhe falta uma coisa mais para que alcance (o estágio de) um animal: se soltar do solo e se afastar em busca de alimento. (...)”.

Nesta mesma época, a dupla *Al-Shirazi* - conhecido no ocidente como Cobadim de Xiraz -, e seu aluno *Al-Farisi* dedicaram-se ao estudo da óptica, e publicaram um livro com o título *Tanqih al-Manazir - A Revisão da Óptica* -, onde revisam as observações de *Al-Haythan* e usam a geometria para deduzir matematicamente o fenômeno do arco-íris, de modo simultâneo e independente do cientista alemão Theodorico de Freiberg¹⁵⁸. Nesta obra relatam um experimento genial que criaram para explicar o efeito do arco-íris, e deduziram que o fenômeno era um efeito

¹⁵⁸ Al-Khalili, J. In retrospect: Book of Optics. *Nature* v. 518, 164–165, 2015.
Disponível em: <https://www.nature.com/articles/518164a>

da luz do Sol sobre o meio, no caso a água na forma de gotas de chuva. Assim, *Al-Farisi* usou um recipiente de vidro de forma esférica e encheu com água, obtendo assim um modelo experimental de uma gota de chuva. Usando a descrição da câmara escura de *Al-Haytham*, deixou que um feixe de luz incidisse na esfera, e concluiu depois de várias repetições que as cores que formam o arco-íris se originam da decomposição da luz pela água¹⁵⁹. Esta experiência foi repetida por Newton quatrocentos anos depois, quando ele utilizou um prisma e descobriu o fenômeno da refração.

Al-Ṭūsī foi o último grande Cientista muçulmano, cujos sinais de crise já começavam a aparecer em meados do século XI. Alguns autores dizem que a estagnação científica e o desaparecimento de várias grandes obras dos pensadores árabes das prateleiras do tempo foram devidos às invasões mongóis, outros que o motivo foram às constantes guerras internas com disputas entre etnias e diferentes interpretações religiosas, contudo o que sabemos de fato é que, como o ocorrido em outras civilizações estudadas nestas páginas, também nasceu, cresceu nutrindo-se de conhecimentos anteriormente desenvolvidos por outras civilizações e por eles próprios, e declinaram. E neste processo que é contínuo, deixaram seus frutos e sementes a procura de uma nova terra para frutificar, contribuindo também para o avanço da Ciência nas gerações futuras.

¹⁵⁹ Rashed, R. Le modèle de la sphère transparente et l'explication de l'arc-en-ciel : Ibn al-Haytham – al-Farisi. *Revue d'histoire des sciences* 22, 1970, pp. 109-140. Disponível em: https://www.persee.fr/doc/rhs_0048-7996_1970_num_23_2_3120

E esta nova terra para a sementeira já estava se preparando desde o século IV, com o aparecimento dos primeiros pensadores do cristianismo, estudados hoje pela Patrística, e que oferece um vastíssimo campo de estudo em Ciências Humanas.

Quando as muralhas de Roma não podiam mais proteger todo o saber desenvolvido pelos mestres greco-romanos, os muros dos Mosteiros Beneditinos preservaram os conhecimentos para, quem sabe, serem redescobertos em um futuro próximo e assim ajudar a inspirar novamente o pensamento humano. Como verdadeiros centros culturais, estavam presentes em todo o mundo, e reuniam em seu interior monges tradutores de grego, copistas dos clássicos, pensadores, alquimistas, teólogos e filósofos, preparando-se para serem os pólos de ensino do porvir. Desta forma, podemos dizer que a educação monástica foi a pioneira na formação de filósofos e cientistas das mais diversas áreas do conhecimento. Estudiosos religiosos e laicos que se multiplicariam com o passar do tempo deixando obras preciosas que, como tijolos, construiriam um novo mundo de ideias e inovações. Vemos assim que o feixe de luz da Ciência se desloca novamente e foca no Ocidente, desmistificando que na Europa Medieval não se fazia Ciência¹⁶⁰.

No século V, onde a historiografia marca como o início da Idade Média, já existia a preocupação da sistematização do ensino para os jovens, e um romano nascido na África neste tempo pode ser considerado o

¹⁶⁰ Rios, D. A. M. Legado da Escola Monástica na Educação. II Congresso Nacional de Educação. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD4_SAI_ID1916_08092015205815.pdf

primeiro educador ocidental a criar uma regulamentação do ensino. Marciano Mineu Félix Capela definiu o currículo denominado de **As Sete Artes Liberais** em dois módulos de aprendizagem: o *Trivium*, formado pelas disciplinas da gramática, retórica e dialética, e o *Quadrivium*, com o ensino da aritmética, geometria, harmonia e astronomia, disciplinas que os jovens aprendiam nas escolas da Roma Antiga, e que continuou durante a Idade Média¹⁶¹.

Seu livro *De Nuptiis Philologiae et Mercurii*, é um protótipo das futuras enciclopédias do Iluminismo Europeu, e reúne em nove volumes os conhecimentos da Antiguidade Grega de maneira, segundo alguns autores, “*incompleta e, às vezes, incoerente*”¹⁶².

Contudo no século VI desponta o patricio romano Boécio. Filósofo e fluente na língua grega, deixou obras na literatura, política e teologia Cristã. Graças aos seus vastos conhecimentos, adquiridos em seus estudos e traduções das obras dos mestres gregos como Aristóteles, Euclides, e Porfírio, reestruturou o corpo do *Quadrivium*.

Sua coletânea de obras assume enorme influência no ensino medieval, tendo inspirado diretamente vários filósofos nos séculos posteriores¹⁶³. Na prisão devido as

¹⁶¹ Grande Enciclopédia Delta Larousse. Editora Delta S.A. Rio de Janeiro, Vols. 10 e 12, 1970.

¹⁶² Cardigni, J. De nuptiis Philologiae et Mercurii o la farsa del discurso: Una lectura literaria de Marciano Capela. Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires, 2018. ISBN 978-987-4923-49-3. Disponível em: http://publicaciones.filo.uba.ar/sites/publicaciones.filo.uba.ar/files/De%20Nuptiis_i_nteractivo_0.pdf

¹⁶³ Grion, A. Martiani Capellae de Nuptiis Philologiae et Mercurii Liber VII. Introduzione, traduzione e commento. 2012, Tese de doutorado. Università Degli

intrigas da corte, escreveu um interessante livro filosófico que parece traduzir seu sentimento, o *De Consolatione Philosophiae* - **A Consolação da Filosofia**¹⁶⁴. Nesta obra, escrita na forma de diálogo entre ele e a senhora Filosofia que o visita na cela, Boécio fala de conceitos fundamentais da religião, e da resignação do cristão com a própria sorte, o que nos projeta para o filósofo grego Sócrates e o Apóstolo Paulo, que nos momentos finais de suas vidas na prisão dedicavam-se a ensinar seus discípulos e os visitantes, enquanto aguardavam a execução da pena de morte, um pelo cálice com cicuta, o outro pela decapitação.

A nova aurora científica e cultural europeia surge em fins do século VIII, com Carlos Magno e sua visão de reorganização política e cultural do ocidente nos moldes romanos. Homem de pouquíssima instrução, sabia que a educação e a cultura eram as ferramentas importantes para a concretização de seus objetivos, assim tratou de iniciar uma reforma no ensino como meio de unificação de seu vasto império com a restauração das antigas escolas. Com o apoio do monge Alcuíno, que resgatou a metodologia de ensino romano baseada no *Trivium* e *Quadrivium*, lança as bases para a criação das universidades europeias no século XI, sob inspiração dos bons resultados das instituições árabes. A partir daí, estes centros passaram a ser o polo do

Studi di Trieste Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Umanistiche. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/41176976.pdf>

¹⁶⁴ Boethius. *The Consolation of Philosophy*. Tradução de H. F. Stewart e K. Rand. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, London William Heinemann Ltd, 1968. Disponível em:

<http://capricorn.bc.edu/siepm/DOCUMENTS/BOETHIUS/Tractates%20&%20Consolatio.pdf>

desenvolvimento científico, tecnológico e cultural do ocidente, bem como ponto de acaloradas discussões filosóficas e teológicas. Muitos destes debates conduziam a temas polêmicos que resultavam em intervenção - principalmente eclesiástica -, na comunidade acadêmica, que sofria com a censura, o preconceito, o dogmatismo e a má-fé das autoridades que limitavam o livre pensamento e minavam a estabilidade profissional e psicológica, necessárias para que se fizesse ciência de qualidade nos laboratórios e instituições. Um caso famoso envolvendo esta liberdade aconteceu no século XII com o sábio francês Pedro Abelardo¹⁶⁵, autor da frase:

"(...) a dúvida nos leva à pesquisa e através dessa conhecemos a verdade".

Abelardo escreveu o livro de lógica *Dialética* - utilizada como referência para o *Trivium* -, e formulou o Conceitualismo, sua filosofia para solucionar a antiga questão platônica dos universais. Possuidor de uma retórica singular e didática avançada para sua época, ele utilizava seu dom de ensinar para mostrar aos seus alunos a importância do debate e do questionamento dos pensamentos estabelecidos¹⁶⁶. Isto meus amigos coloca os pseudo-sábios de almanaque em apuros, pois

¹⁶⁵ Oliveira, T. Origem e memória das universidades medievais a preservação de uma instituição educacional. *Varia hist.* v.23 n.37, 2007. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752007000100007&lng=pt&nrm=iso

¹⁶⁶ Abaelardi, Petri. *Opera hactenus seorsim edita nunc primum in unum collegit.* Ed. V. Cousin. *Adjuvantibus C. Joudain et E. Despois.* Hildesheim, Olms, [1849-1859], 1970. Disponível em:

<https://books.google.co.in/books?id=MFg7AAAAcAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

seus argumentos são muito limitados, fato que abunda em nosso mundo de hoje em que muitos falam, e poucos sabem¹⁶⁷.

Sabe-se que as escolas existentes na época, sejam as religiosas - ligadas aos mosteiros e catedrais -, ou as laicas - ligadas às côrtes -, eram para pouquíssimas pessoas, e a grande maioria da população era analfabeta, daí os pórticos e os vitrais das catedrais românicas e góticas contarem as narrativas dos evangelhos com imagens, ou seja, pelo método da comunicação visual¹⁶⁸.

Os estudos avançados eram destinados para o membro da família que seguia a vida sacerdotal ou acadêmica - geralmente o terceiro filho -, pois o primogênito herdava o nome e o brasão da família, e o segundo seguia para as Armas. Contudo todo jovem cortesão tinha acesso aos estudos básicos. O filósofo Pedro Abelardo, descrito acima, é um caso destes, estava destinado às Armas e optou pela vida acadêmica.

Dependendo do desejo do pai para o destino do filho, ele estudava somente o trivial –*Trívium*-, que o ajudaria na administração de suas terras ou em seu comércio. O *Quadrivium* era para aquele filho que daria continuidade aos seus estudos sacerdotais ou acadêmicos, quando estudasse Teologia, Direito, Medicina ou Filosofia Natural nas universidades que

¹⁶⁷ Rodriguez, M. V. O Pensamento Filosófico Medieval de Pedro Abelardo: Educação e Docência. Disponível em: <http://www.hottopos.com/notand18/pensfilabel.pdf>

¹⁶⁸ Página da National Geographic de Portugal. Disponível em: <https://nationalgeographic.sapo.pt/historia/grandes-reportagens/2162-um-novo-olhar-sobre-o-portico>

floresciam no século XI conduzidas pela Escolástica, uma Filosofia e sistema de ensino que nasceu nos Mosteiros no século IX, e que caminhava com a razão crítica aristotélica e platônica unida à fé cristã, principalmente nas obras de Agostinho de Hipona.

Na primeira fase (séc. IX ao XII), destaca-se a forte influência de Aristóteles na composição dos textos - alguns declarados heréticos -, e o trabalho de dois laicos: Escolto Erígena e Pedro Abelardo; e um religioso: Anselmo da Cantuária. Nesta fase a Europa se encontrava no período histórico conhecido como Renascimento do século XII, onde se vê novos ares soprando em todas as direções. No meio cultural das artes e arquitetura, aparece o estilo gótico e seus grandes vãos internos, suportados por gigantescos arcos, como uma celebração à Luz que ilumina todo seu interior, e que iriam influenciar a Renascença do século XV. Nas novas ideias que surgiam, os conceitos de ordem política feudal eram questionados. Nas novas estruturas sociais e econômicas da sociedade, que passava paulatinamente da vida rural para um processo crescente de reurbanização, começa a surgir a figura do burguês e sua visão mercantil, que lançava as bases para a Revolução Industrial.

Neste cenário surge um italiano natural de Pisa, que passou para a história pelo seu sobrenome, Leonardo Fibonacci¹⁶⁹. Depois de um tempo com seu pai na África, retorna à Europa e publica seu livro

¹⁶⁹ Sarton, G. Introduction To The History Of Science – Vol. II. Published for the Carnegie Institution of Washington by the Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1931. Disponível em: <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.211923>

*Liber Abaci*¹⁷⁰, que trazia um novo método de grafia de algarismos que aprendera com os árabes, e um sistema de cálculo, que remonta a Proporção Áurea dos gregos e trabalhada pelos árabes e hindus, mas acabou sendo conhecida como Sequência Fibonacci, onde graças à um trabalho de divulgação conseguiu convencer estudiosos e comerciantes sobre a superioridade de seu método. O trecho abaixo se refere à uma edição revisada por Fibonacci que ele dedica ao seu mestre e amigo, o sábio religioso Michael Scotus, consultor científico da corte de Frederico II¹⁷¹.

“Você escreveu para mim, meu lorde Michael Scotus, filósofo supremo, que eu deveria transcrever para você o livro sobre números que compus há algum tempo. Portanto, atendendo à sua demanda e examinando-a com cuidado, revi-a em sua homenagem e para o uso de muitos outros. Nesta revisão, adicionei alguns assuntos necessários e cortei algumas superfluidades. Nele, coloquei a doutrina completa dos números de acordo com o método dos hindus, método que escolhi como superior a outros nesta ciência”.

Na segunda fase (séc. XIII), a Escolástica atingiu sua Era de ouro com o frade dominicano Alberto Magno^{172,173}, o grande religioso e cientista aristotélico

¹⁷⁰ Fibonacci. *Liber Abaci*. A translation into modern English of Leonardo Pisano's book of calculation. Translation by Laurence Sigler. New York, Springer, 2002. Disponível em:

https://www.academia.edu/7829631/Liber_Abaci_-_O_livro_do_c%C3%A1lculo_-_Fibonacci
¹⁷¹ Scott, T.C., Marketos, P. On the origin of the Fibonacci Sequence. Published by MacTutor History of Mathematics, 2014. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Publications/fibonacci.pdf>

¹⁷² Führer, M. Albert the Great. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2020, Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/albert-great/>

que deixou sua marca no tempo pelo seu empenho na introdução de obras dos mestres gregos e árabes na universidade. Possuidor de um vasto conhecimento, deixou obras que compreendem os campos da Lógica, Teologia, Astronomia, Mineralogia, Metafísica, Zoologia e Direito. Defendia e ensinava que a ciência e a religião não são coisas distintas, mas ferramentas de construção do conhecimento humano, e em sua obra **Comentário sobre a Física de Aristóteles**, discute a importância do estudo das Ciências Naturais e a ordena de forma sistemática, incluído o estudo dos céus, da Terra, dos corpos móveis sublunares que surgem e deixam de existir - o que ele chama de geração e corrupção -, dos meteoros e dos reinos mineral, animal e vegetal. Em Zoologia publica sua gigantesca obra *De Animalibus*¹⁷⁴ onde classifica as espécies dentro de suas peculiaridades, e não por ordem alfabética. Também propõe o estudo das espécies por dissecação, afim de se ampliar o conhecimento dos órgãos internos e suas estruturas, reiterando a importância da experimentação, não apenas de conjecturas filosóficas. Em Astronomia, amplia o currículo do *Quadrivium* e insere a matemática como ferramenta de estudo dos princípios da Física aplicados à natureza, posições e movimentos dos corpos celestes, bem como sua influência na Terra,

¹⁷³ Castillo, M. Alberto Magno, Precursors de la Ciencia Renacentista. La Ciencia de los Filósofos, Universidad de Sevilla, 1996, pp 91 a 106. Disponível em:

<http://institucional.us.es/revistas/themata/17/05%20Castillo.pdf>

¹⁷⁴ Albertus Magnus, De animalibus libri XXVI, nach der Kölner Urschrift. Mit unterstützung der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, der Görres-gesellschaft und der Rheinischen Gesellschaft für Wissenschaftliche Forschung. Disponível em:

<https://ia801903.us.archive.org/27/items/albertusmagnusde00albe/albertusmagnusde00albe.pdf>

não misticamente, mas cientificamente, como o caso das Marés estarem sujeitas às fases da Lua. Em algumas de suas obras escreveu certas frases que se não fosse religioso, seria queimado por heresia, por exemplo, em seu livro *Physicorum*, diz que a Criação é atribuída a um Criador, e não a um Supremo ordenador das coisas. Em *Caelo et mundo*, no Livro I, diz que não é milagre a criação das coisas naturais. Em *De causis proprietatum elementorum*, Livro I, lê-se que nem tudo é causa de Deus, contudo considera a causa natural como instrumento através da qual Deus se manifesta. Em seu livro *De Mineralibus* demonstra que conhece a alquimia e relata vários experimentos com minérios e metais, e ensina que não se deve aceitar a explicação de um determinado assunto estudado por outros, mas sim investigar as causas intrínsecas que a constituem, o que nos lembra dos princípios expostos por Descartes em sua obra **Discurso do Método**.

Seguindo os passos de seu professor, e deixando sua própria marca na história, o religioso Tomás de Aquino, já descrito anteriormente, publica sua monumental obra **Suma Teológica**, na qual reúne o conhecimento dos pensadores gregos e árabes na óptica Cristã¹⁷⁵. Tomás também defendia o ensino das Ciências Naturais como essencial para o conhecimento da natureza e do universo físico, ideias presentes nas obras dos autores clássicos, principalmente Aristóteles¹⁷⁶.

¹⁷⁵ de Aquino, T. Suma Teológica. Tradução clássica do Professor Alexandre Corrêa. Disponível em:

<https://sumateologica.files.wordpress.com/2017/04/suma-teolc3b3gica.pdf>

¹⁷⁶ Thorndike, L. The History of Medieval Europe. Houghton Mifflin Company, 1917. Disponível em:

<https://archive.org/details/historyofmedieva013995mbp>

Digno de nota é a atuação da famosa Escola Franciscana de Oxford, instalada no século XIII nos *halls* desta antiga universidade, e que produziu em seu interior uma verdadeira plêiade de Cientistas religiosos e laicos que contribuíram muito para o avanço da Ciência, no qual construíram uma tradição em pesquisa que dá frutos até os dias de hoje.

Uma figura de grande destaque que fez parte desta escola é o religioso inglês Roberto de Grosseteste. Sua vida e obra formam um conjunto fascinante, e sua atividade intelectual incluía a Filosofia e Teologia - como áreas básicas de todos os pensadores da época -, em traduções das obras de Aristóteles e pensadores da Patrística grega, mas também se dedicou ao estudo das Ciências Naturais, como Tomás de Aquino. Fortemente influenciado pelo pensamento de Agostinho de Hipona, também apoiou-se nas obras dos árabes Avicena e Averrões, que lhe permitiu desenvolver um tratado totalmente original sobre a geração e natureza primordial do mundo físico em termos da ação da luz. Também dedicou-se ao estudo da acústica, astronomia, geometria e da óptica, não na concepção árabe, mas do efeito da luz em prismas e lentes, pesquisas que o levaram a criação dos óculos, primeira passo para a concepção futura dos telescópios e microscópios.

Suas obras são nas diversas áreas descritas acima, assim vamos nos ater aos seus trabalhos científicos, que incluem a Pedagogia na obra *De artibus liberalibus* - **Sobre as Artes Liberais**; na Acústica com a obra *De generatione sonorum* - **Sobre a geração de sons**; em Astronomia com os estudos publicados no *De calore solis* - **Sobre o calor do sol**, *De fluxu e refluxu maris* -

Sobre as marés, *De generatione stellarum* - **Sobre a geração das estrelas**, *De sphaera* - **Sobre a Esfera**, *De motu supercaelestium* - **Sobre o movimento dos corpos supercelestiais**, e *De cometis* - **Sobre Cometas**; em Matemática escreveu o tratado *De lineis, angulis et figuris* - **Sobre Linhas, Ângulos e Figuras**; e em Óptica com os estudos *De natura locorum* - **Sobre a refração da Luz**, *De iride*¹⁷⁷ - **Sobre o Arco-Íris** -, *De colore*¹⁷⁸ - **Sobre as Cores**.

O texto abaixo foi extraído de sua obra **Sobre a Luz** (*De Luce*). Vejam que interessante o último parágrafo, escrito a setecentos anos atrás.

“ (...) Sendo assim, fica claro que a luz através da multiplicação infinita ela mesma estende a matéria para dimensões finitas, menores e maiores, de acordo com certas proporções que elas têm entre si, a saber, numéricas e não numéricas. Pois se a luz através da multiplicação infinita de si mesma estende a matéria para uma dimensão de duas especificações, dobrando essa mesma multiplicação infinita, ela a estende para uma dimensão de quatro especificações e, ao dividir pela metade dessa multiplicação infinita, ela a estende em uma dimensão de um côvado. Assim, procede de acordo com proporções numéricas e não numéricas.

É minha opinião que esse era o significado da teoria daqueles filósofos que sustentavam que tudo é composto de

¹⁷⁷ Sparavigna, A. C. On the Rainbow, a Robert Grosseteste's Treatise on Optics. International Journal of Sciences. Vol. 2, 9, 2013, pp. 108-113. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2760514

¹⁷⁸ Lewis, Neil, Robert Grosseteste, The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2019, Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/grosseteste/>

*átomos, e diziam que corpos são compostos de superfícies, superfícies de linhas e linhas de pontos. (...)*¹⁷⁹.

Grande incentivador do método científico, Grosseteste utilizava a matemática e a prática da experimentação para validar suas pesquisas, e com isso formou muito bem seus alunos, em especial o famoso Franciscano Roger Bacon - também membro da Escola Franciscana de Oxford -, que lançou as bases para a adoção do método científico. Conhecedor dos trabalhos de *Al-Farabi*, *Alhazem* e *Haytam*, seus experimentos em óptica se baseavam na observação, depois na construção de uma hipótese, seguida da experimentação, cuja validação se daria com a reprodução independente, ou seja, só é válida quando outro experimentador obtém os mesmos resultados, método este empregado como ferramenta de trabalho por todos os cientistas^{180,181}.

Em sua *Opus Majus*¹⁸² descreve seus conhecimentos em Ciência Óptica e Ciência Experimental com detalhes impressionantes de

¹⁷⁹ Grosseteste, R. *On Light (De Luce)*. Traduzido do Latin, com introdução por Clare C. Riedl. M.A. Marquette University Press, Milwaukee, Wisconsin. 1942. Disponível em:

http://www.boscarol.com/wikipdf/Riedel_1942_Grosseteste_On_Light.pdf

¹⁸⁰ Hackett, Jeremiah, Roger Bacon, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2020. Edward N. Zalta (ed.), forthcoming. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/roger-bacon/>

¹⁸¹ Bacon, R. *Part of the Opus Tertium including a fragment now printed for the first time*. Edited by A. G. Little. Aberdeen: The University Press, 1912. Disponível em:

<https://ia802805.us.archive.org/9/items/partofopustertiu04baco/partofopustertiu04baco.pdf>

¹⁸² *The Opus Majus of Roger Bacon. A Translation by Robert Belle Burke. Volume II*. New York Russel & Russel Inc. 1962. Disponível em: <https://ia802604.us.archive.org/19/items/opusmajusofroger002065mbp/opusmajusofroger002065mbp.pdf>

anatomia, em uma época que a dissecação de cadáveres era crime, com condenação à pena de morte. Para ilustrar, selecionei um pequeno texto da introdução do Capítulo II - Ciência Óptica, contudo eu sugiro que leiam o capítulo inteiro, lembrando que foi escrito no século XIII, em plena Idade das Trevas, como é comumente conhecida a época.

“(...) Desde que a óptica, ou seja, os nervos côncavos que causam a visão têm sua origem no cérebro, e os escritores de óptica atribuem a uma função distinta, através do meio da visão, a formação de julgamentos relativos a vinte espécies de coisas visíveis, que serão consideradas mais tarde. e, como não se sabe se essa função distinta está entre as funções da alma, cujos órgãos são distintos no cérebro, e como muitas outras coisas a serem tratadas posteriormente supõem uma definição das funções da alma sensível, portanto precisamos começar com as partes do cérebro e as funções da alma, a fim de que possamos descobrir as coisas que são necessárias para a visão. (...)”

Na terceira fase (séc. XIV) começa a decadência da Escolástica, motivada por um lado devido aos abusos da dialética formal que, desviada de sua linha racional, não respondia mais aos anseios dos pensadores em seus trabalhos, principalmente da necessidade do empirismo, pois ou eram dirigidos ao estudo das ciências naturais ou pior, ao próprio misticismo¹⁸³. Neste caso já aparecia Roger Bacon advertindo na primeira parte de sua *Opus Majus* "as

¹⁸³ Grande Enciclopédia Delta Larousse. Editora Delta S.A. Rio de Janeiro, Vol. 5, 1970.

causas do erro" na educação escolástica, que eram a “*crença em autoridade indigna; opinião popular desprovido de crítica; ocultação da ignorância acadêmica em uma demonstração de sabedoria retórica*”. Vemos que estes males persistem no meio acadêmico mundial, e infelizmente prolifera grandemente em nosso país.

Por outro lado, esta decadência era devido a um mundo que estava em profunda mudança social, econômica, religiosa e intelectual, onde a própria universidade foi reformada em seus conceitos e objetivos¹⁸⁴.

Nesta fase destacam-se notáveis estudiosos em Física, Astronomia e Matemática, como os frades franciscanos ingleses João Duns Escoto, Guilherme de Ockham e Thomas Bradwardine – os três pertencentes à Escola Franciscana de Oxford -, os franceses padre Jean Buridan e o Bispo Nicole d' Oresme, e o espanhol Raimundo Lúlio, os quais com seus argumentos e experiências influenciaram profundamente a geração seguinte de estudiosos.

Escoto foi o criador do conceito conhecido como hecceidade¹⁸⁵, cujo objetivo é o estudo da individualização, não apenas do ser humano como indivíduo idiossincrático, mas de uma *cousa*, de uma substância, da ideia de movimento e repouso, do poder

¹⁸⁴ Tôres, M. R. A decadência da Escolástica no fim da Idade Média. Revista de História, nº 9, 1999. Disponível em:

<https://periodicos.ufes.br/dimensoes/article/view/2305>

¹⁸⁵ Monteiro, S. B. Hecceidade: formação como individuação sem sujeito. Revista de Educação Pública. 2019, v. 28, n. 68, pp. 521-533. 2019. Disponível em:

<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/8405/5641>

de ação e reação que existe na natureza, e que influenciaria cientistas dos séculos seguintes.

Guilherme de Ockham é um personagem que merece ser estudado. Com obras publicadas em Filosofia, Lógica, Direito e Teologia, abalou as bases da igreja e do papado quando questionou o dogma da infabilidade e da ilimitada autoridade papal, e declarou que o papa reinante na época era um herege. Profundo defensor da liberdade do ser, hoje é considerado o pai do Direito subjetivo, pois foi o primeiro a questionar o poder temporal que, segundo ele, é contrário à natureza e a liberdade que Deus confiou ao ser humano, e com isso entrava em choque com todas as instituições constituídas, inclusive com a nobreza que o protegia da perseguição em Munique¹⁸⁶. Também deixou importantes trabalhos em Física, na época chamada de Filosofia Natural, intituladas: *Expositio in libros Physicorum*; *Quaestiones in libros Physicorum*; *Summula Philosophiae Naturalis*¹⁸⁷, e *Brevis Summa*, as quais contribuíram para a aplicação da Matemática e da Física no estudo das leis do movimento nas ciências a partir do século XIV, de Galileu e Newton¹⁸⁸.

¹⁸⁶ Marques, G.L. A liberdade como direito subjetivo no pensamento de Guilherme de Ockham. Revista Quaestio Iuris, 2015, (8) 02. Disponível em:

<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/quaestioiuris/article/view/16900/12727>

¹⁸⁷ Ockham, W. *Summula philosophiae naturalis* (Summary of Natural Philosophy). Tradução de Robert Pasnau, 2012. Disponível em:

<https://spot.colorado.edu/~pasnau/research/ockham.summula1.pdf>

¹⁸⁸ de Oliveira, C. E. Sobre algumas interpretações das relações entre a filosofia ockhamiana e a física dos modernos. Trans/Form/Ação vol.34 no.3 Marília 2011. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31732011000500007&lng=pt&nrm=iso

Em sua *Summula philosophiae naturalis*, por exemplo, ele explica no Prólogo o motivo que o levou a escrever a obra:

“Fervorosamente e com freqüência, um grande número de estudiosos me pediram para transmitir por escrito, em uma única sùmula, seguindo os passos de Aristóteles, as respostas que rotineiramente tenho dado, na fraqueza do meu entendimento, para aqueles que têm me perguntado sobre as dificuldades da ciência natural. (...) Por isso, tentarei uma grande obra (opus magnum), que exceda meus poderes. Transmitirei à memória, por escrito, o que me parece ser dito na filosofia natural de acordo com os princípios aristotélicos”.

E no Capítulo I do Livro I, ele aborda a existência da matéria nas características do que ele chama de forma e privação (no sentido de escassez), em um interessante princípio, o de *“nada surge do nada”*, discutido desde Anaxágoras e citado por Aristóteles. Primeiro vejamos o parecer de Ockham, e depois o trecho de Aristóteles que ele se baseou. Não podemos esquecer que neste tempo ainda acreditavam que tudo era composto pelos quatro elementos: Terra, água, ar e fogo; o que não mascara alguns pontos de vista que fazem parte dos conhecimentos de nossa Física atual. O negrito é nosso e serve para destacar o que quero chamar a atenção dos leitores no pensamento destes dois grandes filósofos.

“ (...) Deve-se perguntar sobre esse pressuposto se é exatamente o que é gerado ou faz parte dele; nesse caso, não é totalmente distinto do que é gerado. Não se pode dizer

que é a coisa gerada; desde então, a mesma coisa se pressupõe e, portanto, a coisa gerada existiria antes de sua geração. Portanto, o que é pressuposto pela coisa gerada é uma parte da coisa gerada. Mas se é uma parte, pertencer à mesma coisa gerada é outra parte que entra em composição com essa parte pressuposta. Portanto, pertencer a tudo o que é gerado naturalmente são duas partes - uma das quais é pressuposta pela geração, que é chamada matéria, e outra que não é pressuposta, que é chamada forma. Portanto, por conta da natural geração, precisamos posicionar matéria e forma, tanto que elas existem quanto são distintas.

Esse argumento está fundamentado no princípio 'nada é feito do nada', que os filósofos postulam como um princípio concedido por todos e, conseqüentemente, conhecido". (Summula philosophiae naturalis, Livro I, Capítulo I).

Agora, no texto abaixo, à quem Ockham se refere como “os filósofos postulam”:

“A teoria de Anaxágoras de que os princípios são infinitos em multidão provavelmente devido à sua aceitação da opinião comum dos físicos que nada surge do não-ser. Por esta é a razão pela qual eles usam a frase “todas as coisas estavam juntas” e o surgimento de tal e tal tipo de coisa é reduzido a mudança de qualidade, enquanto alguns falavam de combinação e separação. Além disso, o fato de os contrários proceder um do outro levou-os à conclusão”. (Aristóteles – Física, Livro I, Parte 4)¹⁸⁹.

Vamos exercitar a nossa imaginação nesta frase de Aristóteles: “todas as coisas estavam juntas”.

¹⁸⁹ Aristóteles. Física. Traduzido por R. P. Hardie e R. K. Gaye. Disponível em: <http://classics.mit.edu/Aristotle/physics.1.i.html>

Poderíamos extrapolar para o conceito da criação do universo a partir da teoria do Big-Bang, que diz que toda a matéria estava unida em um ponto? Assim, e ainda com base em Ockham, Anaxágoras e Aristóteles, de que “*nada surge do nada*”, de onde surgiu a matéria condensada princípio do Big-Bang?

Ockham É muito conhecido no meio acadêmico devido a um princípio batizado em sua homenagem como *Navalha de Ockham*, onde ensina que caso haja várias hipóteses para explicar um fenômeno, sem evidências que comprovem qual é a mais exata, vale a mais simples¹⁹⁰.

Raimundo Lúlio¹⁹¹, como espanhol fluente em árabe, teve muito contato com a tradição da ciência muçulmana, e traduziu diversas obras de Lógica árabe e ciências naturais para o catalão e latim. Não era propriamente um escolástico nem um seguidor da ciência aristotélica, dominante no meio acadêmico religioso e laico, pois defendia uma ciência de abordagem universal e empírica. Era um ferrenho crítico dos averroístas, e suas obras, como a *Ars Generalis Ultima* influenciaram profundamente nomes

¹⁹⁰ Ferreira, A. T. O Conceito de Ciência em Guilherme de Ockham. Dissertação Mestrado – Departamento de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/281977/1/Ferreira_Anselmo_Tadeu_M.pdf

¹⁹¹ Girardi, D. R. Da Imaginativa. Raimundo Lúlio, Vida e Obras, e Tentativa de Análise e Leitura. 2005. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia São Boaventura. Curitiba, Paraná. Disponível em: http://www.ramonlull.net/comum/ebooks/De_Imaginativa.pdf

importantes como Giordano Bruno e Gottfried Wilhelm Leibniz¹⁹².

Thomas Bradwardine, conhecido como *Doctor Profundus*, além da Teologia e Filosofia, deixou trabalhos importantes na Matemática e Física, dentro das Ciências Naturais. Juntamente com seus colegas membros do *Merton College* de Oxford: William Heytesbury, Richard Swineshead e John Dumbleton, e inspirado por Aristóteles, Euclides Averróis e Ockhan¹⁹³, desenvolveram a cinemática quando formularam o **Teorema da Velocidade Média**, cujo conceito estabelece que:

*“Se um objeto em movimento acelera a uma velocidade uniforme por um certo tempo, ele percorre a mesma distância que se deslocasse pelo mesmo tempo na velocidade média.”*¹⁹⁴

Dedicados às experimentações em cinemática, demonstraram também o que ficou conhecido como a **Função de Bradwardine**, utilizada para determinar a velocidade com que um corpo dotado de uma certa força se move através de um meio, levando em consideração uma dada resistência, antecedendo cerca

¹⁹² Hasse, D. N. Influence of Arabic and Islamic Philosophy on the Latin West, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/arabic-islamic-influence/>

¹⁹³ Custódio, M. A.D. Matemática e Filosofia da Natureza no século XIV: Thomas Bradwardine. 2004. Tese (doutorado) – Departamento de Filosofia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/280114>

¹⁹⁴ Thakkar, Mark. The Oxford calculators Oxford’s medieval philosophers deserve greater recognition. Disponível em http://merton.physics.ox.ac.uk/ox_calcs_article.pdf

de duzentos anos da famosa demonstração de Galileu na Torre de Pisa^{195,196}.

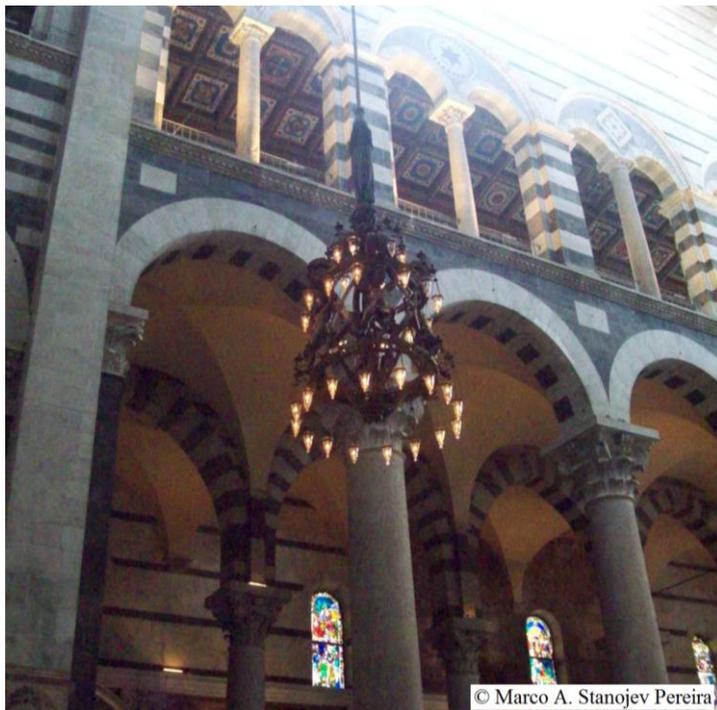


Figura – Famoso candelabro da Catedral de Pisa no qual Galileu descobriu a lei do isocronismo do pêndulo, que redundou na invenção do relógio.

¹⁹⁵ Pereira, A. F. Cinefut: Uma Proposta Para o Ensino de Cinemática. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG., 2019. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/mnpel/system/files/imce/Versao_Final_Aline.pdf

¹⁹⁶ Dias, P. M. C. e Sapunarú, R. A. História da Física I – Formação das Categorias do Pensamento em Física (séc. VI a.C. - séc XVII d.C.). Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/material_didatico/2008/historia_fisica_1.pdf

Nesta mesma linha de pesquisa: o movimento de corpos; o padre francês Jean Buridan dividia seu tempo acadêmico entre ensinar e desenvolver suas pesquisas na Universidade de Paris. Da linha aristotélica, dedicou-se a compilar diversos tratados sobre Lógica, Metafísica, Filosofia Natural, Ética e Dialética, onde produziu sua mais conhecida obra, a *Summulae de dialectica*, uma obra original que tinha o objetivo de resgatar os valores e tradições da escolástica através das técnicas analíticas da Lógica. Um detalhe em relação a sua vida religiosa é que não pertencia a nenhuma Ordem monástica, era um Padre Secular, o que lhe dava bastante liberdade e tempo para se dedicar a Filosofia, pois não precisava participar das constantes e perigosas discussões Teológicas que envolviam as Ordens, cada uma com seu ponto de vista sobre as passagens dos evangelhos, logo podendo incorrer no perigo de heresia, o que podia levar à morte ou a excomunhão, como aconteceu com Ockham¹⁹⁷. Sua mais notável contribuição nas Ciências Naturais é no desenvolvimento da Teoria do *impetus*, descrita em seu livro *In Metaphysicen Aristotelis Questiones argutissimae*¹⁹⁸. Aristóteles baseava-se no conceito conhecido por *antiperistasis*, no qual o movimento de um corpo qualquer - um astro ou um projétil -, acontece pela ação de uma força externa permanente e próxima a ele que o faz mover-se, e quando esta força cessa, o

¹⁹⁷ Para ilustrar este fato, leia o livro “O Nome da Rosa”, de Umberto Eco. Disponível em: <https://cdn.culturagenial.com/arquivos/o-nome-da-rosa.pdf>

¹⁹⁸ Buridan, John, In *Metaphysicen Aristotelis Questiones argutissimae*, 1518. Paris. Kommentar zur Aristotelischen Metaphysik, Frankfurt a. M.: Minerva. Disponível em: <https://play.google.com/books/reader?id=dosMfLLvtVIC&hl=pt-BR&printsec=frontcover&source=ebookstore&pg=GBS.PP151>

corpo fica imóvel. Neste contexto, Buridan revê a ideia de Aristóteles sobre o movimento, pois para o cientista o corpo se move devido uma força motriz interna, por possuir “*um poder de se mover*”. (Livro XII, questão 9):

“(...) o impetus impresso pelo projetor sobre o projétil varia, por um lado, com a velocidade do projétil e, por outro lado, com a quantidade de matéria do corpo em movimento.”

Nesta outra afirmação, notemos que ele compreende que o objeto interrompe o movimento devido a ação de forças contrárias, caso contrário seria eterno:

“(...) depois de sair do braço do lançador, o projétil seria movido por um ímpeto dado a ele pelo lançador, e continuaria a ser movido enquanto o ímpeto permanecesse mais forte que a resistência, e seria de duração infinita se não fosse diminuído e corrompido por uma força contrária que o resistisse ou por algo que o inclinasse a um movimento contrário.” (Livro XII, questão 9).

A referência [199] traz uma atividade sobre este assunto que pode ser realizada pelo professor em sala de aula, ou interessados em geral. Com texto bastante didático, os autores verificam que as noções aristotélicas e clássicas da Física ainda são muito fortes

¹⁹⁹ Cunha, A. L., Caldas, H. Modos de Raciocínio Baseados na Teoria do Impetus: um Estudo com Estudantes e Professores do Ensino Fundamental e Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 23, n. 1, 2001. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_93.pdf

em nós, por exemplo, pelo senso comum o Sol é que se move...

Encerrando os grandes nomes pertencentes à Escolástica com chave de ouro, o Bispo francês Nicole d'Oresme também deixou obras que tiveram grande impacto em seu tempo²⁰⁰. Em astronomia publicou o *Livre du ciel et du monde*, onde apresenta considerações favoráveis e contrárias a ideia que ganhava força no meio acadêmico: o movimento de rotação da terra. Ele não era um árduo defensor da cosmologia geocêntrica estabelecida e defendida pela igreja, e argumentava:

“(...) Não se pode ver que realmente é o céu que está se movendo, pois todo movimento é relativo”.

Contrapondo os dois lados, e mesmo considerando que era mais prático a Terra girar em seu eixo, ao invés da imensa esfera das estrelas se moverem, ele acabou por concluir que nenhum desses argumentos era conclusivo e:

“(...) todos sustentam, e também penso eu, que os céus se movem e não a Terra”²⁰¹.

²⁰⁰ Malbouisson, I. V. C. Filosofia e ciência no século XIV: o caso de Nicole Oresme. Dissertação de Mestrado. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de Campinas, 2011. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/281943/1/Malbouisson_IaraVelas_coeCruz_M.pdf

²⁰¹ Rebsdorf, S. O. An Introduction to the Natural Philosophy of Nicole Oresme. TELICOM 31,n.1, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Marco/Downloads/ISPE_Telicom_Vol_31_No_1_Jan-Mar_2019-105-123.pdf

Como pudemos ver nos tratados científicos dos árabes e dos cristãos, o aristotelismo tinha muita força, e estava fortemente arraigado nas discussões religiosas e acadêmicas, contudo alguns pontos defendidos por Aristóteles entrava em choque violento com dogmas cristãos, e como vimos anteriormente, várias vezes a autoridade eclesiástica entrava em cena para disciplinar os estudos e os ânimos mais exaltados, por exemplo, em sua obra *De Caelo*, no Livro II, Aristóteles conclui que:

“(...) o mundo, como um todo, não foi criado e não pode ser destruído como afirmam alguns, mas é único e eterno, sem começo ou fim”.

Esta afirmação entrava em choque com as escrituras, e precisava ser, digamos, excluída das cátedras. Os contemporizadores do caso diziam que Aristóteles poderia estar correto em suas inúmeras ideias sobre as Ciências Naturais, inclusive quanto ao homem, mas quando adaptado ao “Ponto de Vista de Deus²⁰²” sobre o mundo, poderia estar errado. Esse modo de pensar era frequentemente usado para validar uma crítica ao pensamento e à ciência aristotélica do século XIII, e d’Oresme firmou-se em suas críticas à várias ideias do filósofo grego.

Também a astrologia árabe ganhava adeptos cada vez em maiores números nos recintos de estudo, fato este que levou o Papa João XXI a condenar a exclusão de 219 proposições da grade de estudo da Universidade

²⁰² Warsaw. Z. K. Mathematics and God’s Point of View. Studies in Logic, Grammar and Rhetoric. 44, (57), 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/Marco/Downloads/57-05%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Marco/Downloads/57-05%20(1).pdf)

de Paris, entre doutrinas aristotélicas e ideias astrológicas. D'Oresme era visceralmente contra a astrologia, e publicou um livro sobre o assunto onde diz que algumas partes não passam de farsa, como as ideias de que as posições planetárias poderiam afetar o psicológico humano.

Em matemática publicou a obra *Quaestiones super geometriam Euclidis*, onde desenvolveu o seu chamado método gráfico, potência fracionada, séries infinitas e teoria de proporções. Como outros membros da Escolástica, d'Oresme via a matemática como uma ferramenta fundamental que deveria ser aplicada em todos os campos, isto é, nos fenômenos físicos e espirituais, na teoria do movimento, na biologia e até na filosofia, como uma ferramenta argumentativa.

Em Economia publicou a obra *Tractatus de origine, natura, jure et mutationibus monetarum*²⁰³, um documento importante para o estudante de economia - pois pelo que se vê no texto pouca coisa mudou -, bem como para estudiosos de História e Sociologia que desejam explorar o assunto acerca do pensamento desenvolvido na Idade Média, no qual todas as vertentes em todas as Ciências tinham como fim a Teologia. Elaborado a pedido do rei Carlos V, seu protetor, o objetivo da obra era a reestruturação social, política e financeira da França, que se via desagregada pelas seguidas guerras contra a Inglaterra²⁰⁴.

²⁰³ Oresme, N. Pequeno tratado da primeira invenção das moedas (1355). tradução de Marzia Terenzi Vicentini. Curitiba. Segesta, 2004. Disponível em: <http://www.segestaeditora.com.br/download/pequenotratado.pdf>

²⁰⁴ Maffei, T. H. P., dos Reis, J. E. O Tratado de Nicolás de Oresme e a Economia Medieval. Anais da XII Jornada de Estudos Antigos e Medievais. Universidade Estadual de Maringá, 28 a 30 de Agosto de 2013. Disponível em: <http://www.ppe.uem.br/jeam/anais/2013/pdf/29.pdf>

Um outro ponto interessante em se estudar d'Oresme é que ele traz a tona o antigo questionamento que povoou a cabeça dos filósofos desde os gregos até Newton, sobre o que é o espaço, o tempo e o vazio²⁰⁵.

Para Aristóteles, o espaço se tratava da superfície mais interna do corpo circundante, e para d'Oresme o lugar físico de um corpo é o espaço preenchido ou ocupado pelo corpo²⁰⁶.

Quanto ao vazio, Aristóteles dizia que:

“(...)A investigação de questões semelhantes sobre o vazio também deve ser considerada como pertencendo ao físico - a saber, se existe ou não, e como ele existe ou o que é -, assim como sobre o lugar. Os pontos de vista dele envolvem argumentos a favor e contra, da mesma maneira. Para aqueles que sustentam que o vazio existe, considere-o como uma espécie de local ou recipiente que deve estar 'cheio' quando contiver o volume que é capaz de conter, 'vazio' quando for privado disso - como se 'vazio' e 'cheio' e 'espaço' denotam a mesma coisa, embora a essência dos três seja diferente”²⁰⁷.

Já d'Oresme trata deste assunto em sua obra *Questiones super Physicam*, no Livro IV - Questão VI. Para ele é que além do mundo, ou seja, fora da última esfera, existe um espaço vazio infinito extracósmico

²⁰⁵ O espaço que conhecemos nos dias de hoje, foi abordado por Aristóteles e denominado de “Lugar”, em sua obra Física - Livro IV. Disponível em: <http://classics.mit.edu/Aristotle/physics.4.iv.html>

²⁰⁶ Kirschner, S. Oresme's Concepts of Place, Space, and Time in His Commentary on Aristotle's Physics. Oriens-Occidens. Sciences, Mathématiques et Philosophie de l'Antiquité à l'Âge classique, 3: 145-179. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20160403123048/http://stl.recherche.univ-lille3.fr/textesenligne/Oresme/orienskirschner.pdf>

²⁰⁷ Aristóteles. Física. Livro IV, parte VI. Translated by R. P. Hardie and R. K. Gaye. Disponível em: <http://classics.mit.edu/Aristotle/physics.html>

criado por Deus Todo-Poderoso, e onde Ele pode criar outro mundo a qualquer momento, sem gerar um espaço no vazio, e propõe um experimento mental para conceber a ideia, inclusive considerando a Terra esférica:

“Se Deus tivesse criado, a princípio, um mundo plano e depois transferido para uma forma esférica, sem preenchê-lo completamente, haveria um vácuo dentro e também fora, pois o que é o interior não teria outra natureza além do que está do lado de fora. Como a situação que temos agora é em relação à região externa de modo algum diferente da descrita no experimento mental, pode-se afirmar que existe um vácuo fora dos céus”²⁰⁸.

Em seu livro *De visione stellarum*, d’Oresme inspira-se nos estudos sobre Óptica dos autores gregos, árabes e europeus, e de forma original derrubou seus conceitos de refração da luz, propondo que “A luz viaja ao longo de uma curva através de um meio de densidade uniformemente variável” (Livro II, 1º argumento contra a principal conclusão, 3ª resposta). Neste caso o meio é a atmosfera, por uma série infinita de segmentos de linha, cada uma representando uma única refração, antecedendo em mais de 300 anos as experiências de Robert Hooke e Newton. Isso tudo para responder uma questão:

²⁰⁸Oresme, N. *Questiones super Physicam* (Books I-VII). Ed. with Introd. and Indices by Stefano Caroti, Jean Celeyrette, Stefan Kirschner, Edmond Mazet. Koninklijke Brill NV, Leiden, 2013. Disponível em: [https://isidore.co/calibre/get/PDF/Oresme.%20Bp.%20Nicole%20%26%20Caroti.%20Stefano%20%26%20Celeyrette%20J.%20%26%20Kirschner.%20Stefan%20%26%20Mazet.%20E%20-%20Questiones%20super%20Physicam%20\(Books%20I-VII\)_6031.pdf](https://isidore.co/calibre/get/PDF/Oresme.%20Bp.%20Nicole%20%26%20Caroti.%20Stefano%20%26%20Celeyrette%20J.%20%26%20Kirschner.%20Stefan%20%26%20Mazet.%20E%20-%20Questiones%20super%20Physicam%20(Books%20I-VII)_6031.pdf)

“Utrum stelle videantur ubi sunt?” – “As Estrelas estão onde parecem estar?”. (*De visione stellarum*, Livro I).

Em sua resposta negativa, ele derruba o postulado de Alhazem e de outros sábios, que diziam que sim, as estrelas estão nos lugares que as vemos. Sobre a refração da luz ele escreveu:

“De fato, no ar, algumas vezes essas refrações ou reflexos ocorrem nas nuvens, o que faz o sol aparecer em outro lugar do que realmente é. Além disso, por causa de tais reflexões ou refrações, às vezes parece haver outros dois sóis de cada lado do verdadeiro sol - e eles são chamados de "sóis falsos". (*De visione stellarum*, Livro II, Cap. II).

Infelizmente não conseguimos um exemplar online da obra original, mas a referência²⁰⁹ é uma excelente tradução deste tratado de d’Oresme, e os interessados em Óptica e Matemática encontrarão a partir do Capítulo IV - página 33-, muita informação sobre o assunto, cujos tópicos inspirariam alguns projetos de Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado em disciplinas de Exatas e Humanas.

Todo este progresso das Ciências sofreu um profundo abalo em meados do século XIV, quando a Europa é sacudida pelo segundo grande surto da Peste Negra, também conhecida por Peste Bubônica ou

²⁰⁹ Burton, D. Nicole Oresme's *De visione stellarum* (On Seeing the Stars). A Critical Edition of Oresme's Treatise on Optics and Atmospheric Refraction, with an Introduction, Commentary, and English Translation. 2007, Leiden, Boston, Brill. Disponível em: <https://www.mobt3ath.com/uplode/book/book-63670.pdf>

doença dos ratos. O primeiro surto aconteceu no século VI, denominada de Praga de Justiniano, mas ficou mais circunscrita ao Império Romano do Oriente.

Na Europa medieval haviam se esquecido dos gigantescos projetos de saneamento público com coleta de esgotos criados pelos romanos, e existentes em todas as províncias do império. Um passeio pelas ruas das cidades européias da Idade Média até o século XIX era um risco constante, pois penicos com fezes e urina eram arremessados pela janela na via pública. Já os ricos incumbiam seus escravos e servos de carregar enormes vasos de barro preenchidos com seus dejetos para serem despejados nos rios, ou lançados nos enormes fossos que circundavam as muralhas dos castelos.

O cenário de esgotos correndo em valas, escavados no chão à céu aberto, a visão de ratos andando em meio às pessoas e comendo junto com elas em seus miserandos barracos, o panorama de miséria humana na simples tentativa de se beber um copo com água limpa não é exclusividade da Idade Média, basta um passeio nos subúrbios dos grandes centros modernos de todos os países, ou nas regiões politicamente desinteressantes e desprezadas pelos poderes públicos, para vermos verdadeiras bombas relógios prontas para explodir e lançar a humanidade para outra pandemia parasitária, bacteriana ou viral, parecida com a que estamos enfrentando hoje, movida por um vírus, a mais simples estrutura de vida conhecida, e que até o momento, dia 10 de Junho de 2020, já contaminou 7.239.341 de pessoas no mundo

com 412.239 óbitos²¹⁰, levando os países à um estado de crise social, política e econômica jamais vistos, e onde todos os olhos e esperanças são dirigidos para aqueles dedicados às pesquisas científicas, que tentam em seus laboratórios descobrir uma vacina não apenas para este vírus, denominado de Covid-19, mas para todos os patógenos que ameaçam a vida da humanidade e dos animais há séculos.

É nestas horas que vemos a importância de um país em investir em Ciências, Educação e Cultura, três vertentes que definem uma nação como produtor de conhecimento, não consumidor e repetidor de bulas.

Mas voltemos ao assunto.

Não se conheciam os mecanismos de transmissão de doenças pela água, pelo ar ou pela falta de higiene e saneamento público. Sabiam que as águas pantanosas não eram potáveis e podiam causar doenças, como a malária, mas desconheciam a causa do cólera, da varíola, da desintéria, e outras doenças que ceifavam a vida de milhares todos os anos. Jamais poderiam supor que a pulga *Xenopsylla cheopis*, que sugava o sangue de um rato contaminado com a bactéria *Yersinia pestis*, era o vetor da doença que, segundo alguns estudiosos, matou dois terços da população européia, cujos corpos eram empilhadas em montes nas ruas e cremados pois os sepultamentos não davam conta²¹¹.

²¹⁰ BBC News – Brasil. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51718755> - Base de dados de 10/06/2020.

²¹¹ Benedictow, O. J. The Black Death: The Greatest Catastrophe Ever. History Today, 2005, Vol. 55 (3). Disponível em: <https://www.historytoday.com/archive/black-death-greatest-catastrophe-ever>

Há uma carta muito interessante, divulgada pela Faculdade de Medicina da Universidade de Paris em 06 de Outubro de 1348, que foi redigida a pedido do Rei Felipe VI. Trata-se de um parecer científico elaborado por médicos e astrólogos, com as informações mais atualizadas da época sobre o motivo da Peste e os tratamentos médicos disponíveis, tornando-se um manual básico que em pouco tempo estava em todas as universidades da Europa servindo de guia. Notem que mesmo com a proibição de ensino e estudos em astrologia pelo Papa, o assunto era importante o suficiente para fazer parte de um documento oficial emitido pela Universidade. A referência [212] é um interessante documento que reúne crônicas sobre a Peste, escrito em latim e francês. Primeiro vejamos o motivo da Peste:

“ (...)Vamos primeiro dizer que a causa distante e primária dessa praga foi e ainda é uma constelação celestial. Pois no ano do Senhor 1345, houve uma importante conjunção de três planetas superiores, no signo de Aquário²¹³, no dia 20 de março, à uma hora da tarde. Essa conjunção, assim como outras conjunções e eclipses que antes eram a verdadeira causa da corrupção assassina do ar que nos cerca, prenuncia a mortalidade e a fome, bem como muitas outras pragas que agora passaremos em

²¹² Rébouis, H. É. Étude Historique et critique sur la Peste. A. Picard, Paris, 1888, pp 70- 92. Disponível em:

https://ia903107.us.archive.org/24/items/BIUSante_70399/BIUSante_70399.pdf

²¹³ Através do software stellarium, que pode ser baixado para desktop ou celular, insira as informações do dia, mês, ano e hora descritos no texto e veja a conjunção dos planetas na época. Como prática de aula para o ensino de Ciências, peça para seus alunos mudarem os anos e/ou décadas e acompanhe a alteração da configuração. Peça para eles apresentarem hipóteses para o caso da mudança de posição.

silêncio, como não tendo relação com o assunto. Seja como for, é isso que Aristóteles nos ensina em seu livro Sobre as Causas das Propriedades dos Elementos, no meio, onde ele diz: que a mortalidade das nações e o despovoamento dos reinos provêm da conjunção de dois astros, a saber Saturno e Júpiter, devido à mudança dessas duas estrelas, de triplicidade para triplicidade: da qual resultam acidentes graves, como é demonstrado nos antigos filósofos. (...) Alberto de Colônia²¹⁴, em seu livro Sobre as Causas das Propriedades dos Elementos (tratado 2º, cap. 1), também diz que a conjunção de dois astros, a saber, Marte e Júpiter, traz uma grande pestilência no ar, especialmente quando a conjunção dessas estrelas é feita em um sinal quente e úmido, como ocorreu então. Porque Júpiter, um planeta quente e úmido, levantou vapores ruins da terra e do mar. (...)”.

Assim, na Ciência da época, a Peste era devido a um alinhamento de planetas que deixou o ar pestilento, logo, era o ar que causava a doença.

Agora, vejamos alguns trechos do documento com a descrição dos remédios e tratamentos sugeridos, que incluía sangrias, dietas e até mesmo banhos.

(...) Agora, acreditamos que a atual epidemia ou praga vem diretamente do ar corrompido em sua substância essencial e não apenas em suas qualidades; isto é, o ar, que por natureza é puro e claro, não estraga e corrompe até que, por algum motivo, se misture com os maus vapores. (...) Não devemos deixar de dizer que, quando a epidemia procede da vontade divina, não temos outro conselho a dar senão o de recorrer humildemente a essa mesma vontade, sem negligenciar as prescrições do médico. Pois é o

²¹⁴ Trata-se de Alberto Magno, descrito anteriormente. N.A.

Altíssimo que criou a medicina na terra; é, portanto, somente Deus quem cura doenças, que, em sua magnanimidade, fez o remédio para nossa fragilidade. Bendito seja o Deus glorioso e elevado que, sem nunca deixar de nos socorrer, ensinou àqueles que O temem a certa ciência da cura. (...) o tratamento para preservação consiste em dois elementos: o primeiro, por meio da dieta, (...). O segundo, usando procedimentos medicinais, como sangria, purga e outros remédios. (...) devem ser feitas fumigações para corrigir o ar com madeira de aloés, âmbar e almíscar, para os ricos que podem; ou com costus, bálsamo de calamita, incenso, manjerona, mástique, astica, tamarisco e outras plantas similares.(...) Você deve regar a sala onde mora com água de rosas e vinagre ou água muito fria com vinagre; galhos, folhas e flores frias, como plantas verdes, pavios, rosas, nenúfares, folhas de videira e outras plantas perfumadas, água de rosas e vinagre, devem ser espalhados por lá. (...) ou mantenha uma esponja embebida em vinagre.(...) No exercício e no banho, há duas coisas a considerar. Primeiro, em relação ao exercício, aqueles que não estão acostumados a ele não devem começar a se envolver em tempos de epidemia; quanto aos que estão acostumados, devem, quando o ar estiver sereno, caminhar menos do que o habitual, para não aumentar neles a necessidade de respirar muito ar. (...) A segunda coisa a considerar é o banho, que em nossa opinião deve ser evitado de esquentar, porque relaxa e hidrata o corpo. Se os médicos o permitem, é para aqueles que estão acostumados a ele, e mais raramente do que o habitual, (...) o banho é adequado normalmente antes de purgar, para absorver o humor de alguma maneira, de modo a promover sua expulsão (...).

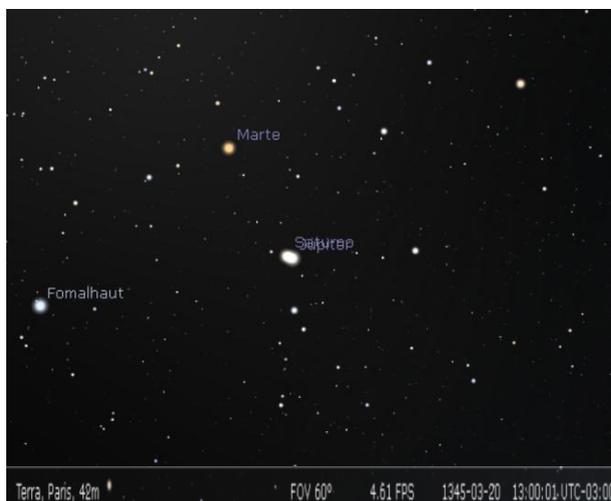


Figura - Simulação da conjunção de Saturno e Júpiter feito através do *software Stellarium* com os dados fornecidos no documento.

Somente no século XV é que estes ares pestilentos desaparecem, temporariamente, e a Ciência e cientistas voltam para suas universidades, escolas e ofícios afim de trabalharem para o Renascimento do conhecimento, logo, do ser humano, que em vários sentidos não era mais aquele do tempo pré-pandemia. Novos costumes e novas ideias preencheram as bibliotecas dos eruditos europeus - que se mantiveram ativos como em crisálidas aguardando a histólise e histogênese dos tempos -, agora renovadas com as obras dos sábios do império romano do Oriente que ao cair em 1453, devido a tomada de Constantinopla pelos turcos otomanos oriundos da Turquia, fogem com seus manuscritos valiosos da antiguidade clássica e conseguem asilo nas cortes européias.

Mas a produção destes livros, que eram guardados como verdadeiros tesouros, e cuja composição estava à cargo de monges e eruditos copistas, que empunhavam suas penas de bico e escreviam dia a dia linha por linha, em um trabalho longo e desgastante que podia durar anos, estava com seus dias contados pois, dois anos após a data que marca o fim da Idade Média o alemão Johannes Gutenberg aperfeiçoou o sistema de impressão criado pelos chineses, e inventou a imprensa com tipos móveis feitos de metal, aproveitando a experiência da família em cunhagem de moedas para fundir seus tipos. Depois de pesquisar e testar várias formulações de tintas e diversos papéis, em especial aqueles que absorvessem bem o líquido sem o problema de criar manchas por escorrimento da tinta, finalmente pôde criar em 1455 o que se tornou o livro mais famoso do mundo, a Bíblia em Latim conhecida como Vulgata, e que passou a ser denominada de a Bíblia de Gutenberg. O exemplar da referência [215] consiste da cópia pertencente à Biblioteca Estatal da Baviera, e é um marco da Ciência ocidental, um divisor de águas na difusão do conhecimento e na construção da civilização moderna.

Vejam bem, gostaria de chamar a atenção dos leitores para meditem profundamente sobre este evento importantíssimo na história da civilização ocidental. Até então, as cópias dos livros eram reproduzidas manualmente, o que poderia resultar em erros graves, intencionalmente ou não, na tradução de

²¹⁵ Gutenberg, J. Biblia - Volume 1: Gênesis-Salmos; Volume 2: Provérbios-Revelação; Volume 3: Tabula rubricarum, 1455. Disponível em: <https://www.wdl.org/pt/item/4102/>

exemplares quando da reprodução de frases e conceitos. Com a prensa móvel, era só compor o texto com os tipos, um a um até formar o conjunto escrito pelo autor, umedecer os tipos com tinta, colocar um papel em branco, e acionar a prensa, tantas vezes quanto necessário. O estudioso não precisava esperar anos para conseguir um exemplar para estudar – o que não era barato -, e muito menos para publicar suas pesquisas, pois em poucos dias sua obra poderia ser impressa, revisada, distribuída e enfim estudada nas universidades que se multiplicavam em todo o mundo.



Figura – Azulejo exposto em uma rua da cidade portuguesa de Leiria, atestando que lá foi a primeira cidade a possuir uma prensa com tipos móveis metálicos, como a de Gutemberg.

A fim de entendermos o impacto da invenção de Gutenberg em sua época, com repercussão até os dias de hoje, podemos citar três eventos semelhantes de difusão do conhecimento para as massas, com uma mudança radical no pensamento e comportamento humano. O primeiro evento foi a invenção da televisão pelo jovem estadunidense Philo Farnsworth em 1922, que segundo a série apresentada na TV Cultura sob o título “Grandes ideias”, ficou desapontado com sua invenção e não assistia TV, pois ao invés de veicular programas educacionais e culturais, os produtores inundavam a programação com programas de auditório e novelas. O segundo evento foi a invenção da *World Wide Web*, ou Grande Rede Mundial, ou Rede Mundial de Computadores, ou ainda *Internet*, pelo inglês Timothy John Berners-Lee em 1989, e sua popularização na década de 1990, no qual computadores domésticos dotados de *hardwares* cada vez mais potentes, que rodam *softwares* de linguagem simples e fáceis de usar por qualquer pessoa, disponibilizam um mundo de informação útil e inútil; de conteúdo e lixo; verdadeira e falsa -, para todos, democraticamente. O terceiro evento foi a invenção dos telefones portáteis inteligentes ou *smartphones*, que agregam as funções de telefone e de computador com capacidade de conexão com redes de dados para acesso à *internet* em tempo real e com velocidade de interação surpreendente, o que revolucionou a forma com que nos comunicamos nos dias de hoje.

Mas voltemos ao tema.

Com Constantinopla sob controle árabe, o caminho por mar que os europeus utilizavam para chegar as Índias com suas ricas especiarias e outras preciosidades estava fechado. Então as esperanças foram focadas nas pesquisas e estudos de textos antigos de sábios matemáticos, astrônomos e cartógrafos, bem como os mestres armadores portugueses, que unidos à visão de reis e infantes da Ínclita Geração²¹⁶, trataram de pesquisar rotas alternativas para as Índias. Nestes trabalhos destaca-se a figura especial do mui grande Infante D. Henrique, fundador da mítica Escola de Sagres, onde reuniu os expoentes dos cientistas da época de diversas localidades e áreas do conhecimento, como o cartógrafo e astrônomo Jehuda Cresques, representado em último na Figura da página 184²¹⁷.

Contudo a epopéia das Grandes Navegações começa em 1279 com a subida ao trono do Rei D. Dinis. Culto e dedicado às letras, fundou a Universidade de Lisboa, como já dissemos anteriormente, e em 1312 criou a marinha portuguesa sob o comando do genovês Manuel Pessanha, originário de uma família com longa experiência nos mares. Elevado a Almirante Mor em 1317, acompanhava pessoalmente a construção de novos navios mercantes e de guerra da frota portuguesa²¹⁸. D.

²¹⁶ Como definiu Camões nos Lusíadas, referindo-se aos filhos do rei D. João I e de Dna. Philippa de Lancastre, os Infante D. Duarte, D. Pedro, D. Afonso, D. Henrique, "O Navegador", Dna. Isabel, D. João e D. Fernando, o Infante Santo, que faleceu em Fez quando era refém dos muçulmanos, devido sua recusa de abjurar sua fé e pela recusa do Infante D. Henrique em devolver Ceuta aos árabes.

²¹⁷ Página do Padrão dos Descobrimentos, em Lisboa, com a identificação e descrição das personalidades que figuram no monumento. Disponível em:

<https://padraodosdescobrimentos.pt/conjunto-escultorico/>

²¹⁸ Vairo, G. R. O genovês Micer Manuel Pessanha, Almirante d'ElRei D. Dinis. 2013, Medievalista, n°13. Disponível em:

Dinis mostra sua visão de futuro quando amplia a plantação de pinheiros iniciada por seu pai, o Rei D. Afonso III, criando o Pinhal de Leiria, uma floresta de mais de onze mil alqueires que serviu de fonte de madeira para a construção dos navios em sua época e para as futuras embarcações da Era dos Descobrimentos. Graças a uma lei de reflorestamento simples: a cada árvore derrubada, plantava-se outra, a reserva florestal existe até hoje.



Figura – Detalhe do Padrão dos Descobrimentos em Lisboa.

A ideia do geôcentrismo com a terra plana colocava as águas navegáveis e conhecidas com uma

extensão de poucas milhas além da costa. Pescadores e marinheiros mercantes tinham medo de ultrapassar certo limite, devido a crença de suas embarcações cairiam no precipício do fim do mundo, ou serem devorados pelos monstros marinhos que povoavam os oceanos, ao ponto que as ilhas da Madeira e os Açores - distante cerca de 1.000 Km e 1.450 Km, respectivamente, de Lisboa -, serem desconhecidas. Mesmo com esta forte crença supersticiosa, que estava na boca e ouvidos de todos os marinheirosos da época, Portugal se lança pioneiro na conquista dos “*mares nunca de antes navegados*”²¹⁹, começando ainda no século XIV com a conquista das ilhas Canárias pelo Almirante Mor Manuel Pessanha, Latitude 28°32'11" N, Longitude 15°43'17" O, e cujo nome da ilha é devido aos cães que existiam lá.

Com o êxito desta empreitada, começou a nova fase do conhecimento humano, com a ruptura cada vez maior da Ciência clássica intuitiva para uma Ciência baseada na metodologia empírica, e o mar estava lá para ser desbravado e conquistado. Assim em 1415, início do século XV, data que marca o fim da Idade Média, a cidade de Ceuta, Latitude 35°53'20" N, Longitude 5°18'20" O, localizada próxima ao estreito de Gibraltar no norte da África é conquistada, dando início à Era dos Descobrimentos, o que impulsionou o avanço científico e tecnológico da humanidade em todas as áreas do conhecimento e inaugurando a globalização.

Mas se o medo do desconhecido era grande, o espírito desbravador e científico que caracteriza o ser

²¹⁹ de Camões, L. V. Os Lusíadas. Canto I, Verso 3.

humano é maior, onde a audácia e fé vencem o medo. Foi este espírito que impulsionou os navegantes portugueses, dotados de instrumentos náuticos ainda rudimentares, a aventurarem-se cada vez mais além. Ao Sul da Costa Africana nenhum navio arriscava ir além do conhecido Cabo do Medo, morada de feras marinhas que destruíam as embarcações e devoravam os marinheiros, mas eis que surge o navegador Gil Eanes, que ao atingi-lo e ultrapassá-lo em 1434, rebatiza-o com o nome de Cabo Bojador²²⁰. Outra grande proeza da Ciência náutica portuguesa aconteceu em 1487, quando Bartolomeu Dias chegou ao ponto mais ao Sul da África, onde nenhum outro havia conseguido chegar: O Cabo das Tormentas, no qual rebatizou-o como Cabo da Boa Esperança ao contorná-lo, abrindo caminho para Vasco da Gama, então com 28 anos de idade, ir mais além nesta grande epopéia humana, e em 1497 finalmente atingem Calecute na Índia Oriental, e assim criam a nova rota segura até as especiarias, realizando o sonho de sonhadores.

Enquanto os portugueses chegavam ao seu destino contornando a África, os reis da Espanha compram a ideia de Cristovão Colombo de que a Terra poderia ser redonda - como um ovo -, e financiam três Náus ao italiano. Segundo ele, pode-se chegar à Leste navegando sempre rumo à Oeste. Já a caminho, a altura dos Açores, Colombo observa uma estranha variação na declinação magnética na Rosa dos Ventos - diferença entre o norte geográfico e o indicado pela bússola. A variação era cada vez maior até alcançar, segundo o

²²⁰ RTP Ensina. Gil Eanes dobra o Cabo Bojador. Vídeo online em: <https://ensina.rtp.pt/artigo/gil-eanes-dobra-o-cabo-bojador/>

navegador, “*um quarto de vento*”, o que significa mais de 11 graus.

Não chegou à Índia nem à China, mas descobriu o Novo Mundo em 1492, conhecido como Índias Ocidentais e batizada de América pelo cartógrafo alemão Martin Waldseemüller. Para alguns pesquisadores em homenagem ao florentino Américo Vespúcio, que viu tratar-se de um continente e não de uma extensão das Índias Orientais, como pensava Colombo, para outros não, pois defendem que o nome do navegador era Alberico ...

Até esta ocasião era utilizada um tipo de embarcação chamada de Barca, que embora ideal para navegação de cabotagem, não oferecia conforto muito menos segurança contra os ventos e correntes marítimas desconhecidas, em caso de navegações mais longas. Então entra em ação os mestres armadores portugueses, que inventam no século XV a Caravela, uma embarcação maior, mais forte e extremamente fácil de pilotar²²¹.

Um tema sobre as Grandes Navegações que continua sem um veredicto final é a questão sobre se D. Duarte Pacheco Pereira - exímio navegador, cosmógrafo e um dos fidalgos que assinaram como testemunha do lado português o Tratado de Tordesilhas -, teria sido o primeiro a visitar as costas do Brasil em uma expedição no ano de 1498. A única fonte de pesquisa disponível é um livro, que fiz questão de

²²¹ Ribeiro, A. M. F. da S. Os Navios e as Técnicas Náuticas Atlânticas nos Séculos XV e XVI: Os Pilares da Estratégia 3C. Revista Militar. Disponível em: <https://www.revistamilitar.pt/artigo/667>

comprar em Lisboa uma edição, pois ouvia falar dele desde adolescente, publicado por D. Duarte em 1505 e dedicado ao seu rei D. Manuel I. Intitulado *Esmeraldo de Situ Orbis*, traz descrições inéditas de coordenadas geográficas de latitude e longitude de diversos portos. Tal expedição saiu de Cabo Verde, descoberto em 1444, e tinha como apoio de navegação as cartas náuticas de Pedro Reinel, o Planisfério de Cantino, além dos mapas de Piri Reis, o navegante e cartógrafo muçulmano que ainda precisa ser muito bem estudado. O trecho que nos dá a certeza que realmente esteve aqui está descrito no Segundo Capítulo do Primeiro Livro. O grifo é nosso:

*"(...) E além do que dito é, a experiência, que é a mãe das coisas, nos desengana e de toda dúvida nos tira; e portanto, bem-aventurado Príncipe, temos sabido e visto como no terceiro ano de vosso reinado do ano de Nosso Senhor de mil quatrocentos e noventa e oito, donde nós vossa Alteza mandou descobrir a parte ocidental, passando além a grandeza do mar Oceano, onde é achada e navegada uma tam grande terra firme, com muitas e grandes ilhas adjacentes a ela, que se estende a **setenta graus de ladeza da linha equinocial contra o polo Ártico** e posto que sea asaz fora, é grandemente povoada, e **do mesmo círculo equinocial torna outra vez e vai além em vinte e oito graus e meio de ladeza contra o polo Antártico**, e tanto se dilata sua grandeza e corre com muita longura, que de uma parte nem da outra não foi visto nem sabido o fim e cabo dela. (...) é achado nela muito e fino brasil com outras muitas*

*cousas de que os navios nestes Reinos vem grandemente carregados*²²².

Vários nomes na astronomia e matemática se destacam na escola portuguesa, como Rui Faleiro, o cosmógrafo responsável pelos cálculos e cartografia que Fernão de Magalhães utilizou na primeira circunavegação; e Pedro Nunes, um verdadeiro gênio que se destacou em pesquisas e ensino da astronomia, cosmografia e matemática²²³. Ligado intimamente às navegações, a despeito de nunca ter embarcado em um navio, segundo palavras suas, dedicou-se à resolução de problemas práticos enfrentados pelos marinheiros com a criação e aperfeiçoamento de instrumentos náuticos, como a Lâmina de Sombras, o Instrumento Jacente, o Anel Náutico e o Nónio, bem como problemas relativos às práticas de navegação empregadas na época, aproximando o saber acadêmico com as necessidades da sociedade, tópico tão em pauta nos dias de hoje²²⁴. Com as dúvidas levantadas por Martin Afonso de Souza quando retorna à Portugal depois de sua estada profícuca no Brasil, publicou uma obra intitulada *Tratado sobre certas dúvidas da navegação*²²⁵. Uma

²²² Pereira, D. P. Esmeraldo de Situ Orbis. Edição anotada por Augusto Epiphânio da Silva Dias. Sociedade de Geografia de Lisboa, 1975. Uma cópia em pdf pode ser baixada em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/242845>

²²³ Ventura, M. P. Vida e Obra de Pedro Nunes. Instituto de Cultura e Língua Portuguesa. Biblioteca Breve, Vol. 99, 1ª Ed. 1985. Disponível em: http://pedronunes.fc.ul.pt/artigos,%20livros/Sousa%20Ventura_%20Vida%20e%20obra%20de%20Pedro%20Nunes.pdf

²²⁴ Nunes, P. J. A. Os instrumentos náuticos na obra de Pedro Nunes. Dissertação de Mestrado em História Marítima. Departamento de História da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2012. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/8968/1/ulfl137062_tm.pdf

²²⁵ Nunes, P. Tratado sobre certas dúvidas da Navegação. por Cel. Francisco Maria Esteves Pereira. Revista de Engenharia Militar, 1913. Disponível em:

destas dúvidas era o porque um navio em movimento, com o mesmo rumo, não chegaria ao porto de partida. Para esta explicação propôs a curva loxodrômica²²⁶, pois a linha descrita pelo rumo não coincide com o círculo da esfera terrestre, e o navio jamais chegaria ao destino. Outra dúvida levantada pelo navegador era relativo à um problema em astronomia para a determinação da amplitude do nascer e ocaso do Sol na altura do Trópico de Capricórnio. Também queria saber como se faz para determinar a Latitude (altura do Pólo) de um certo lugar, apenas observando o rumo em que nasce o Sol, e conhecendo a sua declinação nesse dia, entre outras²²⁷.

Vale salientar que o hemisfério Sul não tem uma estrela polar facilmente observável como o hemisfério norte, o que causava certas dificuldades aos navegantes para saberem onde estavam.

Em sua obra mais importante, o *De crepusculis*, propõe uma melhoria no quadrante, pois, segundo ele, o instrumento não fornecia medidas tão exatas quanto necessário devido ao fio-de-prumo. Assim, sugere sua substituição por uma régua com um peso na extremidade. Outro problema apontado por Pedro Nunes é em relação a pequena escala dos quadrantes utilizados nas embarcações, o que afeta o seu

http://purl.pt/14481/4/1711893_PDF/1711893_PDF_24-C-R0150/1711893_1913_0000_266-433_r24-C-R0150.pdf

²²⁶ Randles, W. G. L. Pedro Nunes e a Descoberta da Curva Loxodrômica, ou como, no século dezasseis, a navegação com o globo não resolveu as dificuldades resultantes do uso de cartas planas. *Gazeta de Matemática*, Julho 2002, nº 143. Disponível em: <http://www.gazeta.spm.pt/getArtigo?gid=63>

²²⁷ As incríveis e didáticas resoluções destes problemas podem ser verificadas na referência 224 e 225, e empregadas em aulas práticas de matemática para o ensino médio e superior.

desempenho. Sua resolução figura como uma das maiores invenções do século XVI, a escala conhecida por Nônio, e que podia ser adaptada em qualquer equipamento para ampliar a precisão de medidas mecânicas, como por exemplo nos paquímetros modernos e em instrumentos de medida angular²²⁸. Seu uso pela comunidade científica de seu tempo foi constante, inclusive pelo astrônomo Tycho Brahe em suas pesquisas astronômicas revolucionárias, e seus trabalhos eram sugeridos como referência até o século XVIII.

Em seu *Tratado da Sphera*²²⁹, de 1537, fala sobre “*Da Redondeza da Terra*”:

“Que a Terra seja outrossim redonda se prova: porque os signos e as estrelas não nascem nem se põem igualmente a todos os homens em todas as partes, mas primeiro nascem e se põem aos que vivem no oriente que aos que vivem no ocidente. E a redondeza da Terra causa que mais cedo ou mais tarde nasçam e se ponham a uns que a outros, o que claramente parece ser pelas coisas que no céu se fazem. Porque um mesmo eclipse da Lua vemos nós na primeira hora da noite e os orientais na terceira, pelo qual consta que primeiro foi a eles noite e se lhes pôs o Sol que a nós. Nem há outra causa disto salvo a redondeza da Terra”.

²²⁸ RTP Ensina. Pedro Nunes, o matemático do nónio. Vídeo online em: <https://ensina.rtp.pt/artigo/pedro-nunes-o-matematico-do-nonio/>

²²⁹ Sacrobosco, J. de. *Tratado da Esfera*, 1230; tradução de Pedro Nunes. atualização para o português contemporâneo por Carlos Ziller Camenietzk. 2.ed. São Paulo. Ed. Unesp, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/30354577/Tratado_da_Esfera_de_Johannes_de_Sacrobo_sco.2.ed.S%C3%A3o_Paulo_UNESP_2012

Sabe-se que Portugal não tinha o hábito de publicar suas descobertas marinhas, mantendo em segredo de Estado muitos relatórios e diários de bordo por séculos. O livro de D. Duarte foi proibido de ser publicado pelo Rei D. Manuel por conter muitas informações valiosas, e mesmo a Carta de Pero Vaz de Caminha somente foi revelada à público no século XIX, quando o historiador Padre Manuel Aires de Casal publicou-a em sua obra *Corografia Brasílica*²³⁰. Assim, eis uma linha bastante interessante para um projeto de pesquisa, pois a Torre do Tombo em Lisboa ainda deve guardar muitos documentos preciosos e desconhecidos do público, aguardando pacientemente para serem redescobertos, estudados e finalmente divulgados.

²³⁰ de Casal, M. A. *Corografia Brasílica ou Relação Histórico-Geográfica do Reino do Brazil*. Tomo I, Impressão Régia, 1817. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me003003.pdf>

Do Teocentrismo ao humanismo: A Regeneração Social, Artística e Científica ocidental.

Enquanto novas terras eram descobertas, o século XVI revelava grandes avanços nas Ciências Naturais. Na astronomia o cônego polonês Nicolau Copérnico apresenta seu revolucionário modelo heliocêntrico, publicado na obra *De revolutionibus orbium coelestium* - **Sobre as revoluções das esferas celestes**. Depois de séculos, ele recolocava o Sol no centro do universo, e a Terra como um simples planeta que orbita de forma circular ao seu redor, juntamente com os outros planetas, e vai buscar na antiguidade grega e nos tratados dos sábios muçulmanos seu ponto de partida²³¹. Na introdução da obra vemos o cuidado com que ele inicia sua longa e maravilhosa discussão, pois sabe que os defensores de Aristóteles e Ptolomeu, religiosos e leigos, não aceitariam facilmente seu modelo.

“(...)E, de fato, primeiro descobri em Cícero que Hicetas supunha que a Terra se movia. Mais tarde, também descobri em Plutarco que outros eram dessa opinião. Decidi colocar suas palavras aqui em baixo, para que estejam disponíveis à todos: “alguns pensam que a Terra permanece em repouso. Mas Philolaus, o pitagórico, acredita que, como o sol e a lua, gira em torno do fogo em um círculo oblíquo. Heraclides de Pontus e Ephantus, o

²³¹ Rabin, S. Nicolaus Copernicus. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/copernicus/>

Ciência

O Prazer de Descobrir

pitagórico, fazem a terra se mover, não em um movimento progressivo, mas como uma roda em uma rotação de oeste para leste em torno de seu próprio centro”. Portanto, tendo obtido a oportunidade dessas fontes, eu também comecei a considerar a mobilidade da Terra. E mesmo que a ideia parecesse absurda, eu sabia que outros antes de mim tiveram a liberdade de imaginar quaisquer círculos, com o objetivo de explicar os fenômenos celestes. Por isso, pensei que também eu seria prontamente autorizado a verificar se explicações mais sólidas do que as de meus predecessores poderiam ser encontradas para a revolução das esferas celestes, com a suposição de algum movimento da Terra.

Tendo assim assumido os movimentos que atribuo à Terra mais adiante no volume, por um longo e intenso estudo, finalmente descobri que se os movimentos dos outros planetas estão correlacionados com a órbita da Terra e são computados para a revolução de cada um dos planetas, não apenas seus fenômenos seguem a partir dele, mas também a ordem e o tamanho de todos os planetas e esferas, e o próprio céu está tão ligado que em nenhuma parte dele nada pode ser mudado sem perturbar as partes restantes e o universo como um todo. Da mesma forma, no arranjo do volume, adotei a seguinte ordem. No primeiro livro, expus toda a distribuição das esferas, juntamente com os movimentos que atribuo à Terra, para que este livro contenha, por assim dizer, a estrutura geral do universo. Então, nos livros restantes, correlaciono os movimentos dos outros planetas e de todas as esferas com o movimento da Terra, para que assim eu possa determinar até que ponto os movimentos e aparências dos outros planetas e esferas podem ser salvos se estiverem correlacionados com os movimentos da terra. Não tenho dúvidas de que astrônomos competentes e instruídos concordarão comigo se, como essa disciplina exige especialmente, estiverem dispostos a examinar e considerar, não superficialmente, mas

minuciosamente, o que eu consolido neste volume, à prova desses assuntos. (De revolutionibus-Prefácio do Autor)”.²³²

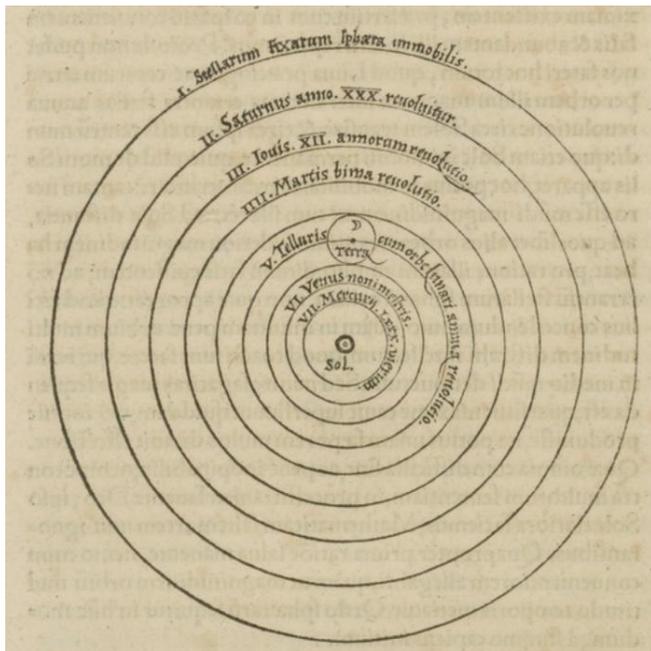


Figura – Fac-simile do livro *De revolutionibus*, Livro I, Capítulo X, com o sistema planetário de Copérnico em órbitas circulares.

Um ponto que gostaria de chamar a atenção é ao fato de que um cientista sério, de qualquer área do conhecimento, precisa ser eminentemente cético nas bibliografias consultadas, examinando-as, comparando-as e certificando-se nas fontes seguras os dados

²³² Copérnico, N. *De revolutionibus orbium caelestium*, libri VI. Johannes Petrejus, Nurembergue. 1543. Disponível em: <https://dl.wdl.org/3164/service/3164.pdf>

coletados antes de publicar seu texto. Por este motivo é que muitas das referências citadas aqui por mim, e disponibilizadas para outros também verificarem, são os manuscritos em latim, francês, inglês e algo em grego, escritos pelos cientistas. Hoje em dia, temos à disposição raridades do pensamento humano digitalizadas e disponibilizadas pelas principais bibliotecas do mundo, disponíveis para *download* ou leitura *online*, além de plataformas digitais que traduzem qualquer idioma para o português, naturalmente precisando apenas de adaptações na tradução do texto.

Abri este parênteses pois para escrever o texto sobre Copérnico, encontrei trabalhos de alguns historiadores do século XIX e atuais, inclusive com textos na internet, que colocam Martinho Lutero, o responsável pela Reforma Protestante, como grande crítico de Copérnico, chamando-o até de louco, contudo, estudando as obras primárias, principalmente aquelas que são citadas por estes historiadores como referência, não achei nada que colaborasse com este posicionamento de Lutero. A única menção que encontrei sobre Astronomia está em uma obra intitulada *Tischreden*, ou **Conversa de Mesa**²³³, um livro com apontamentos proferidos por Lutero em vários lugares e anotados por seus estudantes, como Johannes Mathesius:

²³³ Luther, M. Table Talk. Traduzido e editado por William Hazlitt. London, 1857. Disponível em: <https://ia800909.us.archive.org/6/items/tabletalkofmarti00luth/tabletalkofmarti00luth.pdf>

“A astronomia é a mais antiga de todas as ciências, e tem sido o introdutor de vasto conhecimento; era familiar aos hebreus, pois eles observavam diligentemente o curso dos céus, como Deus disse a Abraão: “Eis os céus; você pode contar as estrelas?” etc. Os movimentos do céu são triplos; a primeira é que todo o firmamento se move rapidamente, a cada momento milhares de léguas, o que, sem dúvida, é feito por algum anjo. É maravilhoso uma abóbada tão grande que se move em tão pouco tempo. (...). O segundo movimento é, dos planetas, que têm seus movimentos particulares e apropriados. O terceiro é, um tremor ou movimento de tremor, recentemente descoberto, mas incerto. Gosto de astronomia e matemática, que se baseiam em demonstrações e provas seguras. Quanto à astrologia, não é nada.”

Na difusão do pensamento sobre o novo Cosmos para os cientistas e religiosos da época, fundamentalmente ptolomáicos e aristotélicos, foi importantíssimo na história da Ciência os estudos do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe. Aos 14 anos de idade sua atração pelo céu já dava sinais, e pôde acompanhar um Eclipse Solar parcial²³⁴.

Se este fenômeno ainda deixa maravilhada nossa geração moderna, podemos imaginar como ficou a cabeça de um adolescente do século XVI, intrigado com o mecanismo celeste e como o homem pôde prever o acontecimento.

²³⁴ Farhat, G. M. Tycho Brahe, Grande astrônomo do século XVI e cavaleiro da Fé, sob a óptica kierkegaardiana. Tese de Doutorado. 2003. Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-14112003-170639/publico/FARHAT.pdf>

Aos 17 anos, na Universidade de Leipzig onde cursava Direito e Teologia por vontade do tio, observou uma conjunção entre Júpiter e Saturno²³⁵, e quando comparou com a data prevista nas tabelas astronômicas que possuía ficou surpreso, pois estas variavam de dias a meses da data observada. Para remediar a situação, Tycho Brahe debruçou-se em cálculos no intuito de elaborar novas tabelas astronômicas, e cuja precisão matemática foi extremamente grande, a ponto de serem utilizadas pelo Papa Gregório XIII na reformulação do calendário, e por Johannes Kepler em seus estudos astronômicos. Com a morte de seu tio ele recebe uma herança e muda para o curso de astronomia.

Em 11 de novembro de 1572 um fenômeno astronômico de grandes proporções, e à vista de qualquer um à olho nú por quase dois anos, iluminou o céu europeu e abalou os alicerces científicos e religiosos da época, que se baseavam nas afirmações de Aristóteles de que a esfera celeste é imutável: A Explosão de uma Super Nova, conhecida como SN 1572²³⁶. Esta nova estrela ele observou com um sextante com braços de 1,6 metros dotado da escala calibrada de Pedro Nunes, o Nônio, que fornecia dados muito mais precisos do que qualquer outro disponível até então. Com suas observações e tabelas ele demonstra que a estrela estava na posição acima da Lua, logo na esfera imutável destinada as estrelas, o que o faz pensar em um Cosmos mutável, e em 1573 publica o livro *De nova et nullius aevi memoria prius*

²³⁵ A conjunção de Júpiter e Saturno aconteceu no dia dezessete de agosto de 1563.

²³⁶ Sparavigna, A. C. Supernova 1572 and other newly observed stars in the literature of the time. Disponível em:

<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1712/1712.04532.pdf>

*visa stella*²³⁷ ou **Sobre a nova e nunca antes vista ou lembrada estrela.**

Lembremos que as observações do Cosmo eram visuais, pois o telescópio ainda não havia sido inventado. Em sua outra obra, *De mundi Aetherei*²³⁸, ele discorre com metodologia científica e amparado pela matemática, suas pesquisas acerca do cometa de 1577, com o qual ele derruba o posicionamento de Aristóteles que explicava o acontecimento como fenômeno atmosférico. Neste livro consta também seu sistema geo-heliocêntrico, no qual diferia do sistema de Copérnico em um ponto: os planetas, exceto a Terra, giram ao redor do Sol, e este gira ao redor da Terra. Segundo seu ponto de vista, menos herético do que o heliocentrismo.

²³⁷ Brahe, T. De nova et nullius aevi memoria prius visa stella, iam pridem anno a nato Christo 1572, mense Novembri primum conspecta, contemplatio mathematica. Disponível em:

<https://ia802702.us.archive.org/14/items/denovaetnullius00brahgoog/denovaetnullius00brahgoog.pdf>

²³⁸ Brahe, T. De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus. Typis inchoatus Vraniburgi Daniae, absolutus Praegae Bohemiae: Absolvebatur typis Schumanianis, 1603. Disponível em: <https://www.loc.gov/item/85194796/>

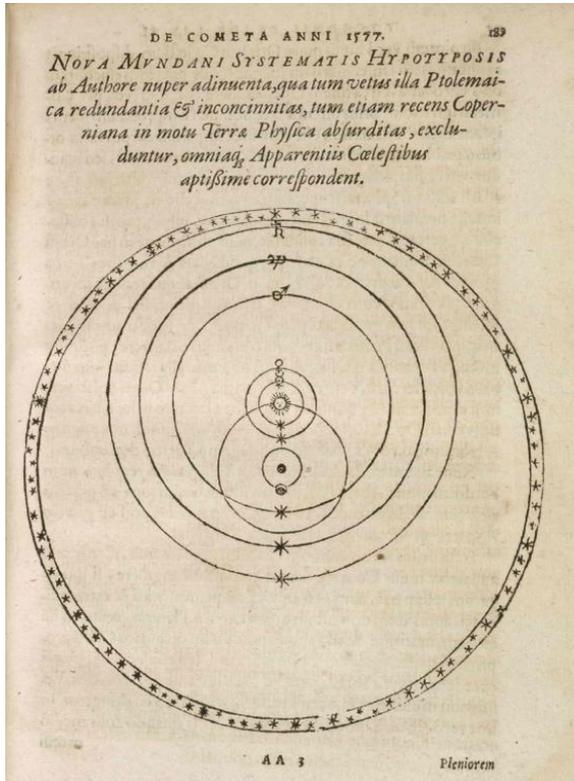


Figura – Fac-simile do Livro *De mundi Aetherei*, Livro II, Capítulo VIII, com o sistema planetário de Tycho Brahe.

Junto com a Astronomia, Matemática e Física, a Medicina também avança e o corpo humano é desvendado e retratado por médicos anatomistas, como Andreas Versalius que em 1543 publicou a mais importante e conhecida obra de anatomia humana da Renascença, o *De Humani Corporis Fabrica libri*

*septem*²³⁹ ou **Do edifício do corpo humano**. Trata-se de um gigantesco Atlas de Anatomia composto por uma cuidadosa descrição dos órgãos, baseada em parte nas dissecações realizadas pelo próprio autor, que devido a proibição do estudo de cadáveres nas Universidades da época, ele os conseguia nas covas dos cemitérios destinadas aos criminosos. Escrito em latim, ricamente ilustrado e com mais de 700 páginas, contém descrições das ferramentas e técnicas de dissecação utilizadas por ele, bem como das estruturas óssea, muscular, do sistema circulatório, do sistema nervoso, dos órgãos abdominais, do sistema cardíaco e pulmonar e do cérebro. Esta obra suplantou a de Galeno, e derrubou diversas afirmações que fizera do funcionamento do corpo humano e da estrutura óssea, inclusive desmintindo a crença popular, viva ainda nos dias de hoje, que os homens possuem uma costela a menos que as mulheres, devido a referência bíblica da criação da mulher.

Na mesma época destaca-se a interessante pessoa de Miguel Servet. De nacionalidade espanhola e profundamente religioso, dedicou-se ao estudo da medicina, astronomia, matemática, anatomia e teologia. Em anatomia, empenhou-se em desvendar o mecanismo do sistema pulmonar, apoiando-se e ampliando os conhecimentos de Hipócrates, Galeno, Grosseteste e dos sábios árabes, e em 1551 publicou seu tratado intitulado *Christianismi Restitutio*, onde no Livro V apresenta uma incrível descrição do sistema

²³⁹ Vesalius, A. De humani corporis fabrica libri septem. 1543. Disponível em: https://www.e-rara.ch/bau_1/content/titleinfo/6299027

pulmonar, da função dos vasos capilares presentes no pulmão e a "*transusão do espírito*" ao sangue, termo que mostra as diferentes concepções da ideia da morada da alma no corpo humano que vem desde os gregos, ora no coração, ora no fígado, ora no cérebro.

*"(...) Pelo mesmo arranjo pelo qual ocorre uma transusão de sangue da veia porta para a veia cava no fígado, também ocorre uma transusão do espírito da artéria pulmonar para a veia pulmonar no pulmão. Se alguém compara essas noções com as que Galeno escreveu nos livros VI e VII, De Usu Partium, entenderá perfeitamente uma verdade que Galeno desconhecia completamente".*²⁴⁰

Além do texto sobre anatomia, exposto no Livro V, as outras partes deste livro, bem como outras publicações suas, trazem também assuntos teológicos que não agradaram nem católicos nem protestantes, a tal ponto de ser condenado a morte por heresia por ambas religiões cristãs. Em Genebra, cidade Suíça dominada pelo calvinismo, ele foi queimado vivo pelos protestantes em uma fogueira acesa por ordem do Conselho da Cidade no ano de 1553, juntamente com todas as suas obras, exceto três cópias, uma delas disponível na referência acima citada²⁴¹.

²⁴⁰ Servetus, M. Christianismi Restitutio, 1553. Disponível em: <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000041850>

²⁴¹ Hillar, M. The First Translation of De Trinitate, the First Part of Christianismi restitutio. An Evaluation of its Biblical Theology. South-Cent. Renais. Conference, San Antonio, March 21-24, 2007. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/65d1/68dd5583848eac9905db578fe77ffa7a8d32.pdf>

Alessandro Achillini, outro médico anatomista, identificou o mecanismo da escuta humana quando descobriu os minúsculos óssos do ouvido, denominados de bigorna e martelo. E assim, muitos outros médicos e anatomistas, estudados em História da Medicina, colaboraram para que cada vez mais se conhecesse a grande e maravilhosa máquina humana, fazendo com que as descobertas científicas da genética e o crescente conhecimento do funcionamento do corpo humano, em todas as suas particularidades, se transformasse neste grande campo de trabalho e estudo, onde o Brasil ocupa um lugar de destaque no mundo com nossos cientistas.

O século XVI trouxe cada vez mais a dicotomia da Teologia com a Ciência, como disse o Físico e Astrônomo francês François Jean Arago, e além de colocar o Sol no Centro do Universo, a Renascença tratou de regenerar a figura do ser humano em todo seu aspecto social, artístico, político e científico.

Figuras como Jean Bodin, Erasmo de Roterdan e Nicolau Maquiavel deixaram obras em teoria Política que ainda fazem parte do currículo universitário, e mais atuais que nunca, e o estudo das obras *Methodus ad facilem historiarum cognitionem* e *De Republica libri sex* de Bodin; *Institutio Principis Christiani* de Roterdan; *O Príncipe*²⁴² e *Dell'arte della guerra*^{243,244},

²⁴² Maquiavel, N. O Príncipe. Disponível em:

<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cv000052.pdf>

²⁴³ Maquiavel, N. A Arte da Guerra. Disponível em:

<http://almanaquemilitar.com/site/wp-content/uploads/2017/12/A-Arte-da-Guerra-Maquiavel-1.pdf>

²⁴⁴ Na História da China, há também um livro homônimo escrito por volta do século IV a.C. cuja autoria é creditada ao general Sun Tzu. Disponível em: <https://www.baixelivros.com.br/literatura-estrangeira/a-arte-da-guerra>

de Maquiavel, colocam o homem como princípio ativo na condução de sua vida sócio-político-intelectual, fazendo renascer os princípios da cidadania, arte e cultura ateniense, contudo em uma dimensão muitíssimo superior ao dos gregos, pois afinal os tempos são outros, e a Filosofia, a Ciência e a Religião são forças dinâmicas.

De *O Príncipe*, obra que em seu tempo foi execrado com pompa e circunstância por religiosos e leigos, mas também enaltecido pela sua visão e sagacidade, lemos um trecho do **Capítulo XX – Dos Secretários que os Príncipes têm junto de si** – que se enquadra em qualquer país e notadamente no nosso,

“(...) Mas, para que um príncipe possa conhecer o ministro, existe um método que não falha. Quando vires o ministro pensar mais em si do que em ti, e que em todas as ações procura o seu interesse próprio, podes concluir que este jamais será um bom ministro e nele nunca poderás confiar; aquele que tem o Estado de outrem em suas mãos não deve pensar nunca em si, mas sim e sempre no príncipe, não lhe recordando nunca coisa que não seja da sua competência.”

Se quisermos conhecer qualquer Era da humanidade, é necessário estudar suas concepções nas Artes e Arquitetura, pois são traduções fidedignas das Ciências de um povo, e uma poderosa ferramenta de contextualização de seu modo de pensar, agir e viver.

E se quisermos entender a Renascença e tudo o que ela representou e representa para a humanidade, precisamos conhecer as Artes desenvolvidas no

período, pois mostra bem a ruptura com o teocentrismo da Idade Média e a busca das linhas e contornos na arte grega. Por questões religiosas, a retratação humana na Idade Média deveria romper qualquer ligação com o conceito artístico Clássico, de modo que não pudesse remeter o Cristão ao paganismo grego ou romano, assim a perfeição da forma não era mais o interesse e objetivo a ser alcançado pelo artista, mas sim o recato e a austeridade - demonstrados nas vestimentas e motivos que compunham a cena; a humildade e a submissão – retratados nos ícones quando pintados com os olhos a olhar para o chão; e piedade e religiosidade - quando são pintados a olhar para o céu. Comparem o quadro do Frade Filippo Lippi intitulado *Nossa Senhora com o Menino e dois anjos*, e o ícone bizantino de **Nossa Senhora do Perpétuo Socorro**, de autoria e data desconhecidas e disponíveis na *internet*. Observem os traços das figuras, vestimentas, simbologias, etc.

Assim, sem entrar em uma classificação de gênero de obras e artistas, correndo o risco de suscitar fúria pública, citarei apenas Leonardo da Vinci²⁴⁵ e Michelangelo Buonarroti²⁴⁶ como as figuras de maior destaque da época. Os dois são grandes gênios da humanidade cujas pinturas e esculturas causam assombro ainda nos dias de hoje pela reprodução da perfeição anatômica e a vivacidade que suas obras inspiram. Contudo da Vinci destaca-se dentro do

²⁴⁵ Leonardo da Vinci – A Vida e a obra de uma das grandes figuras do Renascimento. DVD produzido pela BBC em 2005.

²⁴⁶ Museu Casa Buonarroti, em Florença. Disponível em: <https://www.casabuonarroti.it/>

objetivo deste livro, pois não foi apenas pintor e escultor - com o perdão da simplificação pois não sei pintar nem parede -, foi também inventor, anatomista, arquiteto, escultor, matemático e engenheiro, que utilizou a Proporção Áurea aprendida com seu professor e amigo o frade Luca Pacioli, para conceber as obras mais conhecidas do mundo: O Homem Vitruviano, e Mona Lisa; bem como foi o responsável por ilustrar com as formas geométricas a obra prima *Divina Proportione*, que segundo o autor é uma

“Obra necessária à todos os engenhosos, perspicazes e curiosos, com a qual todo estudioso de filosofia, perspectiva, pintura, escultura, arquitetura, música e outras disciplinas matemáticas conseguirá suavíssima, sutil e admirável doutrina e se deleitará com várias questões de secretíssima ciência”. (Frontispício da Edição de 1509)^{247,248}.

Pacioli era um seguidor e defensor do arquiteto romano Vitruvius, que seguia o cânone grego baseado na harmonia das proporções adequadas como representação da beleza, e Pacioli deixa claro que na Arquitetura e Artes há a necessidade do estudo, e pelo que escreve em seu livro, mostra que haviam péssimos Arquitetos e Engenheiros em seu tempo:

²⁴⁷ Pacioli, L. *Divina Proportione*. [Venetiis]: A. Paganus Paganinus characteribus elegantissimis accuratissime imprimebat, 1509. Disponível em: <https://archive.org/details/divinaproportion00paci/page/n3/mode/2up>

²⁴⁸ Bertato, F. M. *De Divina Proportione de Luca Pacioli – Tradução anotada e comentada*. Tese de doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/280394>

“Por não entenderem nada, fazem gastar mais em refazer que para fazer, chamando-se arquitetos e nunca viram nem pela capa o excelentíssimo volume de nosso digníssimo arquiteto e grande matemático Vitruvius, que escreveu sobre Arquitetura com supremos ensinamentos para toda classe de estrutura. Quem dele se aparta, cava na água e funda na areia e prontamente malogra a arte. Há arquitetos de renome que não sabem a diferença entre ponto e linha, mesmo que saibam a dos ângulos” (Divina Proportione, Capítulo LIV, XXXIX – XL).

A outra figura que também encarna o Renascimento é Michelangelo Buonaroti com suas concepções arquitetônicas, como a Cúpula da Basílica de São Pedro em Roma, esculturas monumentais como a Pietá, Davi e Moisés, e seus afrescos de inspiração divina, como o teto da Capela Sistina, no Vaticano.

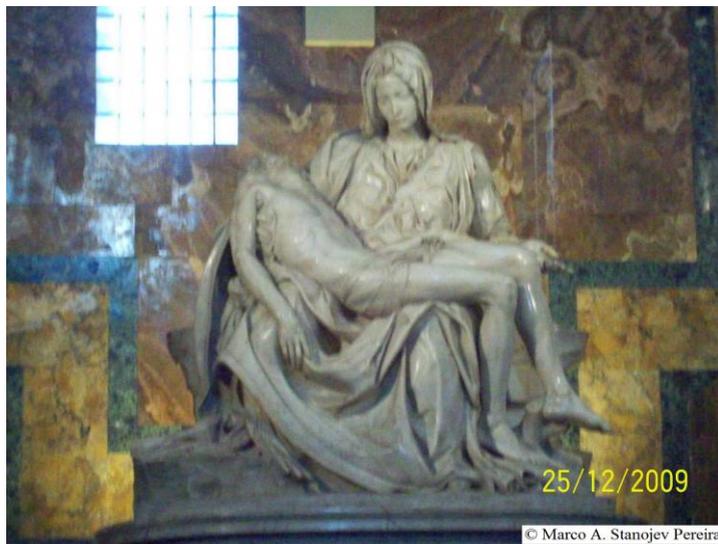


Figura – Pietá de Michelangelo, exposta no Vaticano.

A Itália renascentista borbulhava de gênios e inspirações em várias áreas, como dissemos, e precursores preparavam o caminho para que outros prodígios despontassem em seu devido tempo, como o caso de Francesco Buonamici, professor antiaristotélico em Pisa e autor do livro *De Motu*²⁴⁹, de inspiração nos estudos de mecânica de Aristóteles. Foi um dos professores de Galileu Galilei a inspirarem-no no emprego do método experimental, e na concepção de seu livro *De Motu Antiquiora*²⁵⁰, uma obra-prima em física e matemática.

Como devem ter percebido, Aristóteles foi o filósofo grego eleito como a referência básica para os cientistas romanos e árabes, e para religiosos e leigos europeus da idade média, e não é para menos, pois ele dedicou-se a uma gama enorme de assuntos, explicando - com dados e tecnologias de seu tempo -, o mundo em que viviam. Muitos pensadores e filósofos europeus baseavam-se em suas obras para desenvolverem seus pensamentos e dogmas científicos e religiosos. No campo científico podemos citar o dogma da intuição em detrimento a experimentação, e no campo religioso o rito da Eucaristia na missa católica, baseado no conceito aristotélico da transubstancialização, e

²⁴⁹ Bonamici, F. *De Motu libri X, quibus generalia naturalis philosophiae*. 1591. Disponível em:

https://books.google.com.br/books?id=02VupqJmMkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

²⁵⁰ De Rezende, E. P. A noção de inércia em Galileu Galilei. 2018. Dissertação de Mestrado. Departamento de Filosofia do Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33843/1/2018_EvaldoPereiradeRezende.pdf

posteriormente explicada por São Tomás de Aquino, assim, imaginemos quão difícil era substituir um conceito profundamente enraizado pela sociedade como verdade absoluta por outro novo, baseado em novas ópticas. Questionamentos pessoais como: - Então tudo que aprendi é falso? Torturavam a cabeça dos sábios das universidades e cátedras, e por causa do orgulho teimavam em não estudar o novo pensamento que soprava cada vez mais intenso, ao contrário, inflamavam o meio para que fogueiras fossem acesas para consumir ou ameaçar a fonte destes pensamentos. Assim aconteceu com Giordano Bruno, que foi consumido pelas chamas devido aos seus pensamentos e escritos, e com Galileu Galilei, ameaçado por sua insistência em provar os fenômenos com experimentos práticos, como sua famosa experiência na Torre de Pisa, acompanhada da pergunta aos seus colegas professores da Universidade: - Quem chega primeiro ao solo, a bala de canhão ou a bala de mosquete?

A constatação deste experimento, bem como a demonstração por cálculos e observações das montanhas e crateras de nossa Lua, do movimento das Luas de Júpiter e das fases de Vênus utilizando o recém-concebido telescópio de lentes, e reunidas em sua obra *Sidereus Nuncios*²⁵¹ ou **Mensageiro das Estrelas**, colocavam em xeque vários conceitos e dogmas, religiosos e acadêmicos, pois mostrava que a maioria estava errada em seus conhecimentos, e se quer ganhar a inimizade de alguém, ainda nos dias de hoje,

²⁵¹ Galilei, G. *Sidereus Nuncios*. Tradução de Henrique Leitão. 3ª Ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Disponível em:

<https://drive.google.com/open?id=0B0x6cbjba6MeQ1p5S2ZNX114RjA>

diga que está equivocado. Discordar ainda é tomado como ofensa, não como um convite ao diálogo.

A referência [251] é uma edição em língua portuguesa da obra *Sidereus Nuncios*. No início da página 153 inicia-se o relato de Galileu de como suas observações começaram, e vale a pena conferir, pois é deveras inspirador.

Sobre as fases da Lua e como é iluminada, alguns acreditavam que os raios do Sol atravessavam-na e iluminavam sua face, outros que Vênus era o responsável por sua claridade, e Galileu rebate de forma corajosa, com base em suas observações com o telescópio:

“(...) E é tão pueril afirmar que essa luz vem de Vênus, que não merece refutação. De fato, quem será tão ignorante a ponto de não entender como é absolutamente impossível que, entre a conjunção e o sextil, a parte da Lua oposta ao Sol esteja enfrentando Vênus? E não se pode admitir igualmente que o brilho provém do Sol, que penetra profundamente e ilumina o corpo lunar: na verdade, esse brilho nunca diminuiria, porque um hemisfério da Lua é sempre iluminado pelo Sol, exceto pelo tempo dos eclipses lunares; em vez disso, diminui à medida que a Lua começa a esquadrar e se apaga completamente após passar por ela”.

No sentido da importância do estabelecimento da experimentação, vem Francis Bacon em 1561 a anunciar que a Ciência é importante para o homem, pois proporciona progresso em várias áreas. Institui o método científico e a experimentação em seus trabalhos

e coroa suas atividades com o gigantesco *Novum Organum*²⁵².

Nesta obra ele não perdoa nenhuma instituição ou personalidade anterior que produziram Ciências. Nem os gregos, nem a escolástica medieval, nem seus colegas contemporâneos, acusando-os de negligência pois:

*“Os axiomas ora em uso decorrem de **experiência rasa e estreita** e a partir de poucos fatos particulares, que ocorrem com frequência; e estão adstritos à sua extensão. Daí não espantar que não levem a novos fatos particulares”* (Parte Segunda, Aforismos, XXV).

E ainda em Aforismos LXV, na Parte Segunda da obra, ele rompe com a Teologia, que diz ser, juntamente com a superstição, as causadoras da degradação da Filosofia.

Na Inglaterra do século XVI, Robert Norman publica um tratado com explicações sobre a inclinação magnética, o desvio do campo magnético da Terra e o uso da bússola para determinar latitudes²⁵³. Esta obra abriu caminho para que outros cientistas também se dedicassem ao estudo do fenômeno, como seu conterrâneo William Gilbert, que no princípio do século

²⁵² Bacon, F. *Novum Organum*. Typis Gafparis Girardi, 1762. Disponível em: <https://ia800208.us.archive.org/20/items/1762novumorganum00baco/1762novumorganum00baco.pdf>

Também há diversas versões traduzidas para o português na internet. N.A.

²⁵³ Robert, N. *The newe attractive: shewing the nature, propertie, and manifold vertues of the loadstone: with the declination of the needle, touched therewith under the plaine of the horizon*, 1581, reprinted in 1721 Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=j9A4AAAAAAAJ&pg=PA20&dq=The+Newe+Attractive&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20Newe%20Attractive&f=false

XVII publicou *De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure*²⁵⁴, ou **Sobre os ímãs, os corpos magnéticos e o grande ímã Terrestre**, contendo a primeira explicação com bases científicas acerca das propriedades da bússola: onde conclui que a própria Terra se tratava de um imenso magneto. Em sua obra, utiliza a palavra eletricidade pela primeira vez, derivada de seus experimentos com o âmbar, que em grego é denominado de *elektron*.

Nesta obra, no Livro Segundo - Capítulo II, ele ensina a fazer um eletroscópio e testá-lo com diversas substâncias, naturais ou não:

“Agora, para entender claramente pela experiência como essa atração ocorre, e quais são essas substâncias que atraem outros corpos (...), faça você mesmo uma agulha rotativa (eletroscópio versório) de qualquer tipo de metal, com três ou quatro dedos de comprimento, bastante leve e posicionados em uma ponta afiada, à maneira de um ponteiro magnético. Trazer para uma das extremidades um pedaço de âmbar ou uma gema, levemente esfregado, polido e brilhante: ao mesmo tempo o instrumento gira. Vários objetos são vistos para atrair não apenas objetos naturais, mas coisas artificialmente preparadas, fabricadas ou formadas por mistura”.

Mas o século XVII estava apenas começando, e as descobertas de novas leis e novos conceitos lançavam os olhares e pensamentos dos cientistas acerca dos fenômenos naturais para uma análise

²⁵⁴ Gilbert, W. De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure. Disponível em:
<https://archive.org/details/williamgilbertof00gilb>

baseada na razão, pautados cada vez mais na experimentação e na aplicação da matemática.

Na galeria de Cientistas desta época, destaca-se, além de Galileu Galilei, o astrônomo Johannes Kepler, aluno de Tycho Brahe e defensor público do heliocentrismo de Copérnico, com algumas modificações. Em sua primeira obra, *Mysterium Cosmographicum*²⁵⁵, ele tenta conciliar o sistema de Copérnico com as passagens bíblicas que o acusavam de transgredir. A Figura abaixo ilustra esta proposta de Kepler, onde as relações de distância entre os seis planetas que eram conhecidos na época, pudessem ser compreendidas em termos do princípio platônico dos cinco sólidos que, de acordo com Kepler, regulam a estrutura do universo segundo o plano de Deus, e demonstrado pela geometria.

²⁵⁵ Kepler, J. Prodomus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum, de admirabili proportione orbium coelestium, deque causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis & propriis, demonstratum, per quinque regularia corpora geometrica. Tubingae: excudebat Georgius Gruppenbachius, 1596. Disponível em: <https://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-445>

Ciência
O Prazer de Descobrir

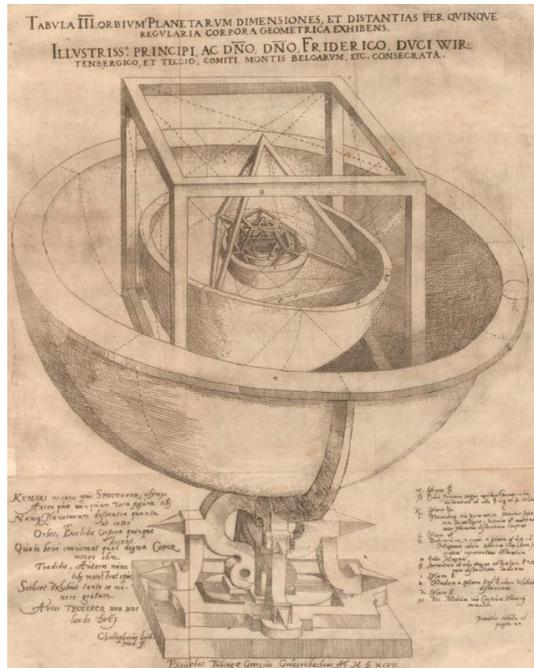


Figura – Modelo do sistema solar de Kepler segundo os sólidos platônicos, descrito no *Mysterium Cosmographicum*.

Em 1609 Kepler publica seu segundo livro, *Astronomia Nova*²⁵⁶. Com base nas observações e cálculos de Tycho Brahe e em suas próprias, discorre sobre o movimento dos planetas, notadamente de Marte, base de sua teoria do movimento elíptico dos planetas (Ver Capítulo 59), e onde apresenta duas das Leis que levam seu nome.

²⁵⁶ Kepler, J. *Astronomia Nova AITIOΛΟΓΗΤΟΣ sev physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus G.V. Tychonis Brahe*. Disponível em: <https://archive.org/stream/Astronomianovaa00Kepl#page/294/mode/2up>

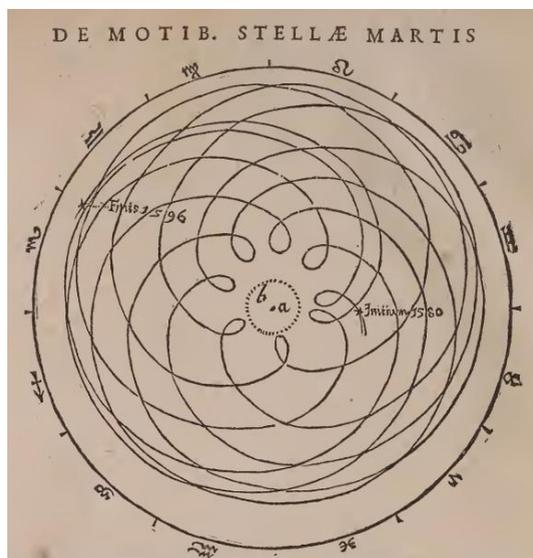


Figura – Ilustração de Kepler para o aparente movimento retrógrado do planeta Marte visto da Terra no ano de 1580 (marcado à direita do centro) até o ano de 1596 (à esquerda, próximo das 10 horas), segundo o modelo de Ptolomeu. (*Astronomia Nova*, Cap. I, pg. 4).

Resumidamente, a Primeira Lei descreve que as órbitas dos planetas são elípticas, não circulares como propôs Copérnico, e que giram em torno do Sol. Na Segunda Lei, Kepler mostra que o segmento que une o Sol a um planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais, desta forma explica o porque da velocidade do planeta ao longo da sua trajetória orbital ser diferente, ou seja, sua velocidade é maior quando este se encontra mais próximo do Sol, chamado de *Perihelion*; e menor a medida que se distancia do Sol, chamado de *Aphelion*. A Terceira Lei de Kepler foi

demonstrada em seu livro *Harmonices Mundi*, publicado em 1619, e enuncia que a razão entre os quadrados dos períodos de translação de cada um dos planetas, e os cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas será sempre constante. Desta forma, mostrou que quanto mais distante o planeta estiver do Sol, mais tempo levará para completar a translação. As referências [257 e 258] trazem atividades e dados em Astronomia que podem ser desenvolvidas com alunos do ensino Fundamental e Médio nas disciplinas de Física e Matemática.

As deduções de Kepler, descritas na página 5 da Introdução de *Astronomia Nova*, descrevem o movimento dos planetas, e ele cogita a força da gravidade entre os corpos celestes, que comparava com a força magnética de atração, mas não explorava sua causa. A explicação veio com Isaac Newton, que ao estudar as obras de Kepler deteve-se na velocidade dos planetas ao longo de sua trajetória, que é variável em valor, mas também em direção. Para explicar essa variação, Newton identificou a existência de forças que atuavam entre os planetas, e entre estes ao Sol. Deduziu matematicamente que essas forças de atração estão diretamente relacionadas com a massa dos corpos celestes e suas distâncias. A este princípio Newton deu

²⁵⁷ Harvard Physics Project. Surge um Novo Universo. A Obra de Kepler e Galileu. Cap. 7. Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=hpp&cod=surgeumnovouniversoaobra>

²⁵⁸ Bisch, S. M. Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/hpp/surgeumnovouniversoaobra.arquivopdf.pdf>

o nome de Lei da Gravitação Universal, uma das mais impressionantes e plausíveis explicações do universo como engrenagem mecânica, e que perdurou por séculos.

Em seu livro dedicado à *Óptica Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus Astronomiae Pars Optica Traditu*²⁵⁹, ele aborda os fenômenos da paralaxe e da reflexão e refração relacionados em suas observações do Cosmo, e as aplica para explicar fenômenos astronômicos como o tamanho dos corpos celestes e a natureza dos eclipses. Ele também investiga a interação da luz no olho humano e o funcionamento da câmera escura, estudada anteriormente por al-Haythan²⁶⁰. Em sua explicação da visão, Kepler foi o primeiro a publicar considerações sobre a função da retina, embora Leonardo da Vinci já houvesse afirmado que o órgão funcionava como uma lente natural, inclusive com a inversão da imagem, graças às suas dissecações. Em seus diários, ele anotava suas conclusões com detalhes e ilustrações maravilhosas, mas como era filho bastardo, o aprendizado do grego e latim lhe foram vedados, assim suas descobertas e invenções ficaram desconhecidas dos estudiosos por séculos, pois as publicações deveriam ser obrigatoriamente em latim.

Do profundo conhecimento de Kepler sobre a luz e a visão humana, demonstrado na obra *Astronomiae Pars Optica*, cujos estudos baseavam-se nas obras de

²⁵⁹ Kepler, J. *Ad Vitellionem paralipomena Astronomiae pars optica*: Trad. de W. H. Donahue. New Mexico, Green Lion Press, 2000. Disponível em: <https://book.lat/book/2608102/61fdc0?regionChanged>

²⁶⁰ Tossato, C. R. Os fundamentos da óptica geométrica de Johannes Kepler. *Scientiæ Zudia*, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 471-99, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ss/article/download/11096/12864>

al-Haythan e do Frei polonês Vitelo, lhe foi possível inventar o telescópio reflector em 1611, conhecido como telescópio Kepleriano, que substituiu a lente côncava usada por Galileu por lentes convergentes, e assim Kepler conseguiu melhorar muito o desempenho de observação, e embora esta alteração invertesse as imagens, ganhava-se no campo de visão²⁶¹.

Enquanto isso na Itália, Evangelista Torricelli estudando o último livro de Galileu intitulado *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze*²⁶², percebe que pode resolver o problema de limitação de sucção das bombas hidráulicas se utilizar mercúrio, e assim, desenvolve um dispositivo carregado com o metal líquido, conhecido como Tubo de Torricelli. Nas experiências com seu tubo, ele pôde provar que o vazio existe na natureza e que o ar tem peso, finalizando discussões filosóficas que vinham desde a antiguidade grega sobre o *horror vacui*. Em 1644 Torricelli publica a obra *Opera Geometrica*²⁶³ - celebrada entre os grandes cientistas da época como Descartes, Newton e outros -, onde reúne estudos sobre o movimento dos corpos em diversas situações,

²⁶¹Las Casas, R. Os Primeiros Telescópios. Disponível em:
<http://www.observatorio.ufmg.br/Pas90.htm>

²⁶²Galileu Galilei. *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze*. 1638. Disponível em:
http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/tns_draft/index.html

²⁶³Torricelli, E. *Opera Geometrica*. 1644. Disponível em:
<https://library.si.edu/digital-library/book/operageometrica00torr>

lançando os primeiros passos para o desenvolvimento do estudo do movimento e do cálculo integral²⁶⁴.

Mas quem batizou o tubo de Torricelli de Barômetro foi o cientista inglês Robert Boyle, que utilizou largamente o dispositivo em seus estudos sobre os Gases, quando concluiu que o volume de um gás varia de forma inversamente proporcional a pressão, bem como em seus estudos do ar e do vácuo que a torre produzia. Boyle foi um grande experimentador em química, e foi o primeiro a isolar o Hidrogênio obtido da reação da limalha de Ferro com soluções ácidas. A contribuição de Boyle no desenvolvimento da Ciência moderna é marcante, e podemos citar sua cooperação no desenvolvimento da teoria atômica com seu estudo dos gases, o isolamento do elemento Enxofre, a síntese das substâncias acetona, fosfina e álcool metílico, e a demonstração de que o ar é uma mistura de gases. Melhorou a bomba de ar inventada pelo alemão Otto von Guericke, e aperfeiçoou o termômetro de água de Galileu. Em seu livro *Memoirs for the Natural History of Human Blood*²⁶⁵, descreve suas experiências e conclusões sobre a composição e circulação do sangue no corpo humano. Boyle também foi um dos idealizadores da *Royal Society* de Londres, que juntamente com a *Accademia Nazionale dei Lincei* de Roma e a *Académie des Sciences* de Paris, constituem as mais antigas e influentes instituições científicas do

²⁶⁴ Macêdo, M. A. R. A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Rev. Bras. Ensino Fís. vol.32 no.4 São Paulo, 2010. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172010000400007

²⁶⁵ Boyle, R. *Memoirs for the Natural History of Human Blood*. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=18ZjAAAACAAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

mundo. Com base no Iluminismo, estas instituições apoiavam e divulgavam o conhecimento científico realizado em seus países através da promoção de conferências e da publicação das pesquisas dos cientistas nas revistas científicas que mantinham, como a *The Philosophical Transactions of the Royal Society*²⁶⁶ e a *Le Journal des Sçavans*²⁶⁷.

Na segunda metade do século XVII, Issac Newton publica a obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*²⁶⁸ ou **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**, que descreve matematicamente a Lei da Gravitação Universal e suas três leis que fundamentaram a mecânica clássica. Ao demonstrar a consistência que havia entre seu sistema e as leis do movimento dos planetas propostas por Kepler, estabeleceu que os movimentos de objetos, tanto na Terra como em quaisquer outros corpos do universo, são governados pelo mesmo conjunto de leis naturais. Sua proposta era um dos corolários da Revolução Científica, que vinha desde Francis Bacon, e englobava as experimentações em todas as áreas da Ciência, mostrando que a investigação racional e o empirismo poderiam revelar muito mais da natureza do que o que foi revelado nos últimos séculos.

²⁶⁶ Página oficial da The Phil. Trans. Disponível em:
<https://royalsocietypublishing.org/journal/rstb>

²⁶⁷ Página oficial do Le Journal. Disponível em:
<https://www.persee.fr/collection/jds>

²⁶⁸ Newton, I. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Disponível em:
<https://dl.wdl.org/17842/service/17842.pdf>

Embora Newton tenha citado a frase: “*Se eu pude ver mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes*”, atribuída originalmente ao sábio escolástico francês do século XII Bernardo de Chartres, sabemos que a humildade não fazia parte de sua personalidade, contudo deu os devidos créditos aos que o antecederam, em especial à Kepler e Galileu, onde Newton cita nos *Princípios* que os dois primeiros princípios de suas leis da dinâmica são derivados dos estudos e experimentos que Galileu desenvolveu sobre o movimento de objetos em queda e, em duas dimensões, publicados em *De Motu Antiquiora*.

Newton foi um dos grandes gênios da humanidade, e deixou contribuições em diversas áreas do conhecimento. Em química, graças aos seus conhecimentos de alquimia, foi o responsável pela padronização da Libra. Grande parte de seus mais importantes trabalhos aconteceu em sua casa no campo, pois devido a Peste Negra que devastava Londres, a universidade foi fechada e ele dedicava seu tempo ao estudo, como a se preparar para o retorno. Em astronomia inventou o telescópio reflector com espelhos, que substituía o do tipo refrator com lentes, responsável pela indesejável aberração cromática. Em 1704 publica a obra *Opticks: Or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light*²⁶⁹, onde conduziu experiências com um prisma para a demonstração do comportamento e natureza da

²⁶⁹ Newton, I. *Opticks: Or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light*, 1730. Disponível em: <https://ia800903.us.archive.org/23/items/opticksortreatis1730newt/opticksortreatis1730newt.pdf>

luz que se refrata em um *espectro* – palavra criada por ele.

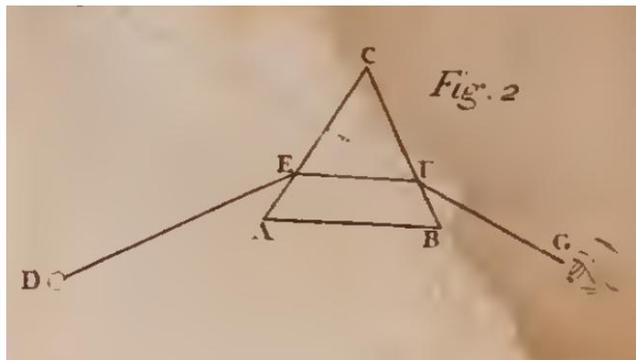


Figura – Experimento de Refração da luz com um prisma realizado por Newton. (*Opticks*, Fig. 2 - Livro I, pág. 7).

Com este estudo Newton refuta totalmente o postulado proposto por Aristóteles, no qual a luz oriunda do Sol é fundamentalmente branca ou incolor, sendo somente alterada em cores pela mistura com a escuridão, causada pelas interações com a matéria. Seus experimentos com a luz lançaram as bases da espectrometria, uma ferramenta indispensável nos dias de hoje para a análise de materiais da Terra ou do Espaço. Também se adianta em séculos quando postula a característica corpuscular da luz, contrapondo-se à teoria ondulatória de seu contemporâneo Christiaan Huygens e, na verdade, a Física Quântica de nossos dias diz que a luz tem comportamento dual, onda e partícula. Em matemática, área na qual Newton é mais identificado, criou o conhecido Binômio de Newton, um novo e eficaz método de calcular logaritmos com

exatidão, possibilitando o cálculo com números de muitas casas decimais. Observando o deslocamento de um planeta, percebeu que o astro movia-se de modo que em cada ponto a direção da velocidade era a mesma que a da reta tangente à sua trajetória naquele ponto, deste modo estabeleceu que várias pequenas tangentes poderiam descrever o movimento dos planetas. A dedução das tangentes levou-o à criar uma forma de cálculo que ele batizou de Fluxões, rebatizada de Cálculo Diferencial. Depois, Newton verificou que a integração de uma função era a operação inversa da diferenciação, descoberta matemática que o levou a criação do Cálculo Integral, motivo que se transformou no pomo da discórdia entre gigantes da matemática: Isaac Newton e Gottfried Leibniz, pela primazia de sua invenção. Toda esta disputa tinha como base a resistência de Newton em publicar suas descobertas, e como Leibniz publicou primeiro, ele reclamou seu direito. O caso só foi resolvido quando Newton assumiu a presidência da Royal Society e colocou uma pedra no assunto, como sendo ele o inventor. O fato é que o método de Leibniz por ser mais simples e prático tornou-se o mais adotado para cálculos.

Além de uma vasta contribuição científica em diversas áreas, Leibniz inventou a aritmética binária, base do código binário utilizado na computação moderna²⁷⁰.

²⁷⁰ Leibnitz, G. G. Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères O et I avec des remarques sur son utilité et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures chinoises de Fohy. Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie royale des sciences, Académie royale des sciences, 1703. Disponível em: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3483p>

Enquanto isso, longe das querelas acadêmicas, o bispo católico Nicolaus Steno lançava as bases da Paleontologia quando descobriu, através da comparação entre os dentes de um tubarão que dissecava com amostras que descobriu em sedimentos, que os fósseis eram originários de organismos vivos, conclusão apoiada por outros grandes cientistas de sua época como Robert Hooke²⁷¹.

Na segunda metade do século XVII, Anton van Leeuwenhoek deu o primeiro grande passo para a compreensão dos fundamentos da causa das doenças, quando constatou pela primeira a existência dos microrganismos. Por meio de observações em microscópios que ele mesmo construía, aperfeiçoa-os de tal maneira que conseguiu aumentos de até 1.000 vezes, abrindo assim o conhecimento para o microcosmos. Com suas observações, refutava de vez a tese da geração espontânea, descrito anteriormente, concluindo que os microrganismos não nasciam espontaneamente da putrefação, como se acreditava, mas existiam em diversos meios, como na água da chuva, dispersos no vento, na água parada. Com seus microscópios potentes, foi pioneiro na observação dos glóbulos vermelhos do sangue e do aspecto dos espermatozóides²⁷².

²⁷¹ Stenonis, N. *Elementorum myologiae specimen, seu Musculi descriptio geometrica, cui accedunt canis carchariae dissectum caput et dissectus piscis ex canum genere. Florentiae: ex typ. sub signo Stellae, 1667.* Disponível em: https://ia903109.us.archive.org/21/items/BIUSante_05530/BIUSante_05530.pdf

²⁷² Folkes, M. and Leeuwenhoek, A. V. 1997VI. Some account of Mr. Leeuwenhoek's curious microscopes, lately presented to the Royal Society Phil. Trans. R. Soc. 32, pp 446–453. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1722.0090>

No início do século XVIII, em 1709, o Mito de Ícaro começa a tomar forma real com a invenção do Padre Bartolomeu de Gusmão, o primeiro cientista brasileiro natural de São Vicente, com o seu Balão Aerostático²⁷³.

A figura abaixo ilustra o balão inventado pelo Padre Bartolomeu de Gusmão com a devida descrição dos seus componentes, e que faz parte do pedido de patente, ou petição de privilégio, dirigido ao rei D. João V²⁷⁴.

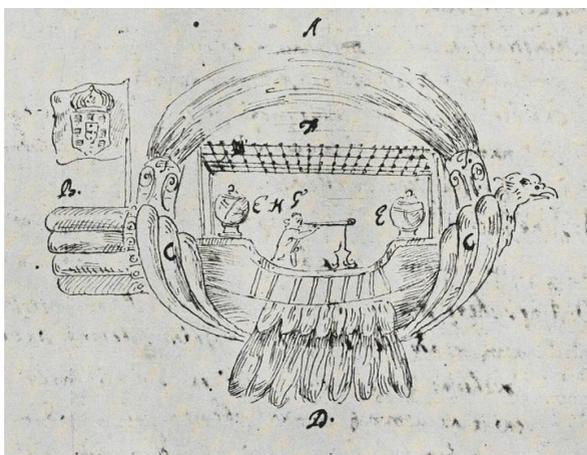


Figura – Fac Simile do balão aerostático inventado pelo Padre Gusmão.

²⁷³ Visoni, R. M., Canalle, J. B. G. Bartolomeu Lourenço de Gusmão: o primeiro cientista brasileiro. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3604, 2009. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/313604.pdf>

²⁷⁴ Reprodução fac-símile de um desenho a caneta com descrição, e a petição endereçada ao rei de Portugal D. João V sobre a aeronave de Bartholomeu Lourenço de Gusmão, o "padre voador", nascido no Brasil, precursor de navegadores aéreos e primeiro inventor de aeróstatos, Disponível em: <http://purl.pt/706>

Mas o século não acabaria antes de que uma sequência de inovações científicas anunciassem um futuro próspero para o ser humano, como o aperfeiçoamento da máquina à vapor de Thomas Savery por James Watt em 1769²⁷⁵, cujo aumento de eficiência de conversão da energia térmica em mecânica possibilitou o acontecimento da Revolução Industrial, com repercursão em diversos setores da sociedade como a indústria, com o tear à vapor em 1785 por Edmund Cartwright; o transporte com o advento do navio à vapor em 1788 criado por William Symington; o automóvel à vapor em 1799 por Nicolas Gugnot; e a locomotiva à vapor sobre trilhos em 1804 por Richard Trevithick, que ficou em uso até a metade do século passado, quando a “Maria Fumaça” foi substituída pela locomotiva elétrica²⁷⁶.

Em 1798, um avanço na saúde pública é alcançado graças ao médico Edward Jenner, quando cria o processo da vacina em suas pesquisas com a varíola, doença que levava ao óbito milhares de pessoas ao redor do mundo e somente foi erradicada em 1980 graças à vacinação em massa da população²⁷⁷.

Ainda neste século são ressuscitadas as pesquisas sobre a eletricidade, estudadas inicialmente por Tales e depois por Gilbert, descritos anteriormente. Neste time,

²⁷⁵ Savery, Thomas. *The Miner's Friend: Or, an Engine to Raise Water by Fire*. 1702. England: At the Corner of Pope's Head-Alley in Cornhill. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=v_-yJ5c5a98C&pg=PA4#v=onepage&q&f=false

²⁷⁶ Thurston, R. H. *A History of the Growth of the Steam-Engine*. 1886. Disponível em: https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/58761/038_002.pdf?sequence=2&isAllowed=y

²⁷⁷ Jenner, E. *An inquiry into the causes and effects of the variolae vaccinae*. Springfield, 1802. Disponível em: <https://collections.nlm.nih.gov/ext/mhl/2559001R/PDF/2559001R.pdf>

cientistas importantes como Otto von Guericke, Robert Boyle, Stephen Gray, Charles Du Fay, e Benjamin Franklin dedicam-se arduamente em pesquisas para determinar a natureza da eletricidade, até que em 1791 o italiano Luigi Galvani publicou sua famosa experiência com as rãs²⁷⁸, e descobriu que é por meio da eletricidade que as células nervosas passam sinais para os músculos, experiência que inspirou a escritora Mary Shelley na concepção de seu personagem Frankenstein e, Alessandro Volta, em sua árdua e longa pesquisa de tipos de metais e processos que o conduziram para a invenção da primeira pilha elétrica, a Pilha Voltáica²⁷⁹.

(...) É um fato experimental que, ao aplicar o ápice da língua a uma folha de estanho, ou melhor, zinco, ou mergulhando-o na água de um copo, no qual você pesca um pedaço de zinco e, em seguida, tocando esse metal com uma placa de prata segurada por uma mão bem úmida, ou melhor, com as duas mãos, o ápice da língua parece ter um vivo sabor ácido. É indiscutível que essa sensação é excitada por uma corrente de fluido elétrico, que passa da lata ou do zinco imediatamente ou por meio da água interposta à língua, penetra e passa adiante: isso eu digo, está além da dúvida sentir o mesmo gosto ácido, se o referido ápice da língua for aplicado ao primeiro condutor da máquina comum, eletrificado mais ou mergulhado na água de um vaso adjacente (...). A ação verdadeiramente

²⁷⁸ Galvani, L. De viribus electricitatis in motu musculari commentarius. 1791. Disponível em: <https://ia800903.us.archive.org/33/items/AloysiiGalvaniD00Galv/AloysiiGalvaniD00Galv.pdf>

²⁷⁹ Volta, A. Collezione dell'opere del cavaliere Conte Alessandro Volta patrizio comasco. Firenze, Stamperia di Guglielmo Piatti. 1816. Tomo I, II e III Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/89002#page/7/mode/1up>

*admirável dos metais sobre o fluído elétrico é estabelecida, sempre que aplicada à água ou a outros fluídos diferentes (como todos os líquidos, exceto gorduras) ou a corpos impregnados; e quanto mais evidente, que eu gostaria de chamar de eletricidade metálica, quanto mais ativa e ampliada, mais a prevenção para aquela outra que Galvani chamava de eletricidade animal desaparece e, como tal, é entendida e mantida por mim também no princípio (com algumas modificações, no entanto, em conformidade com minhas primeiras memórias sobre esse assunto): que, em minha opinião, cai completamente, apesar dos esforços de seus partidários para apoiá-lo.*²⁸⁰

Em 20 de março de 1800, Volta anuncia à Royal Society a invenção da bateria, que ele chamou de "órgão elétrico artificial", comparado com o órgão do peixe elétrico *Raja Torpedine*, onde tudo começou. Sob o título *On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds*, ou **Sobre a eletricidade excitada pelo mero contato de substâncias condutoras de diferentes tipos**, publicado em 1832 no *Philosophical Transactions*²⁸¹, Volta inaugura uma nova fase na humanidade com a produção de eletricidade artificial, e um grande passo científico que iria mudar os processos químicos com a criação da Eletroquímica, utilizada em grande escala por Humphry Davy e outros cientistas pelo mundo.

²⁸⁰ Volta, A. Nuova Memoria sull'electricità animale in alcune lettere al signor abate Anton Maria Vassali – Lettera Seconda. Disponível em: <http://ppp.unipv.it/volta/Pages/Page3.html>

²⁸¹ Volta, A. On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds. In a letter from Mr. Alexander Volta, F. R. S. Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks, Bart. K.B.P.R.S. *Proc. R. Soc. Lond.* 127–29. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspl.1800.0016>

Mas embora todo o avanço científico e cultural que se verificou no século XVIII em todas as áreas, o ser humano preparava-se para demonstrar que o século XIX, conhecido por Século das Luzes, como foi denominado o período marcado pelo Iluminismo no Renascimento da Filosofia, acompanhado pelas Revoluções Científica e Industrial em curso, não acompanhava a necessária Revolução Moral e Social, necessárias para a realização do pensamento Renascencista e humanista, assim, os tambores da guerra anunciavam que a Europa estava prestes a entrar em agitações sociais que mudariam drasticamente o panorama mundial, com reflexos no Novo Mundo que ainda estava no estado de colônia das potências da época: Inglaterra, Portugal e Espanha.

Com a Revolução Francesa em 1789 e a queda do *Ancien Régime*, novos pensamentos refrescavam antigas mentes e hábitos. É verdade que seus canhões e guilhotinas abalaram a estrutura social de uma época, e que traz ainda nos dias de hoje sua mensagem e clamor, mas o ser humano é difícil de mudar, e da proposta de pão para todos, a simbólica queda da Bastilha trouxe de volta tortura e sangue, primeiro pelos e para os revolucionários franceses, e depois para o mundo com as guerras napoleônicas, ao ponto do grande Ludwig van Beethoven alterar o nome de sua 3ª Sinfonia – Bonaparte –, composta em homenagem aos ideais da Revolução Francesa e personificada em Napoleão, para *Eroica*, depois que o general auto-corroou-se²⁸².

²⁸² Capa da Partitura da Sinfonia Eroica (1804), onde aparece cortada a dedicação da obra por Beethoven à Napoleão Bonaparte. Disponível em: https://courses.lumenlearning.com/musicapp_historical/chapter/1030/

Doravante com a guerra, sem a guerra e apesar da guerra, a Ciência continuou progredindo, e o século XIX começa a descortinar finalmente o segredo do infinitamente pequeno levantado primeiro pela mente dos gregos, quando John Dalton, desmembrando seus estudos com os gases, desenvolveu sua teoria atômica²⁸³.

“(...) Pode-se perguntar qual é a causa do por que gases diferentes têm efeitos de resfriamento tão diferentes, especialmente na suposição de cada átomo de todas as espécies diferentes que possuem a mesma quantidade de calor? Para isso, podemos responder que os gases diferem entre si em dois pontos essenciais, no número de átomos em um determinado volume e no peso ou inércia de seus respectivos átomos (...). (...)Essas observações levaram tacitamente à conclusão que parece universalmente adotada, segundo a qual todos os corpos de magnitude sensível, sejam líquidos ou sólidos, são constituídos por um vasto número de partículas extremamente pequenas, ou átomos de matéria ligados por uma força de atração, que é mais ou menos poderoso de acordo com as circunstâncias, e que, como se esforça para impedir sua separação, é chamado de maneira muito apropriada nessa visão, atração de coesão; mas como os coleta de um estado disperso (como do vapor para a água), isso é chamado, atração de agregação, ou mais simplesmente, afinidade.”(A new system, Livro I, Cap. I e II).

²⁸³ Dalton, J. A new system of chemical philosophy. Printed by S. Russell for R. Bickerstaff, London, 1808. Volumes I e II disponíveis em: <https://library.si.edu/digital-library/book/new-system-chemical-philosophy>

O modelo atômico de Dalton iniciou uma sequência de descobertas e teorias sobre o mundo atômico em velocidade vertiginosa. De sua teoria do átomo indivisível, que explicava perfeitamente a Física e a Química conhecidas na época, novas dúvidas começaram a pairar no ar devido primeiro a descoberta do raio-X por Wilhelm Conrad Röntgen, e logo em seguida pela descoberta da radiação invisível emitida pelo urânio por Antoine Henri Becquerel.

(...) No fundo de uma caixa de papelão opaca, coloquei uma chapa fotográfica; depois, no lado sensível, coloquei uma camada de sal de urânio, uma camada convexa que só tocava a emulsão de brometo em alguns pontos; depois, ao lado, coloquei no mesmo prato outra crosta do mesmo sal, mas separei da emulsão de brometo por uma fina placa de vidro; essa operação foi realizada na câmara escura, depois a caixa foi fechada, depois fechada em outra caixa de papelão e, finalmente, colocada em uma gaveta. (...) Depois de cinco horas, revelei a chapa, e a silhueta da camada cristalina apareceu em preto, como nos experimentos anteriores, e como se tivessem sido tornadas fosforescentes pela luz. (...).

É importante observar que parece que este fenômeno não pode ser atribuído à radiação luminosa emitida pela fosforescência (...) Uma hipótese que se apresenta naturalmente à mente seria supor que esses raios, cujos efeitos têm uma grande semelhança com os efeitos produzidos pelos raios estudados por M. Lenard e M. Röntgen, são raios invisíveis emitidos por fosforescência e persistindo infinitamente mais que a duração dos raios luminosos emitidos por esses corpos. No entanto, as experiências atuais, sem serem contrárias a essa hipótese, não justificam essa conclusão. Espero que os experimentos

que estou realizando no momento possam trazer algum esclarecimento a essa nova classe de fenômenos^{284,285}.

Profeticamente, suas palavras tornariam-se realidade, pois deixou o caminho preparado para Marie e Pierre Curie descobrirem o elemento Rádio e suas particularidades, cuja “*nova classe de fenômenos*” trariam um desdobramento gigantesco nas Ciências Nucleares, com aplicação na Indústria, Ciências, Artes e Saúde.

Outra grande contribuição científica do século XIX foi o estudo do cientista físico e matemático James Clerk Maxwell, que uniu o campo elétrico o campo magnético e a óptica e deduziu a teoria do eletromagnetismo à bico de pena e luz de vela - como diz meu professor Dr. Reynaldo Pugliesi -, com base nos estudos de gigantes como Ampère, Gauss e Faraday, e publicado na obra *A treatise on electricity and magnetism* Vol. I e II²⁸⁶.

(...) Tendo assim obtido os dados para uma teoria matemática do eletromagnetismo e tendo mostrado como

²⁸⁴ Becquerel, H.. Sur les radiations émises par phosphorescence. *Comptes Rendus*. 122: 420–421. 1896. Disponível em:

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30780/f422.chemindefer>

²⁸⁵ Becquerel, H. Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents. *Comptes Rendus*. 122: 501–503. 1896. Disponível em:

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30780/f503.item>

²⁸⁶ Maxwell, J. C. *A treatise on electricity and magnetism*. Oxford : Clarendon Press, 1873.

Vol. I. Disponível em:

<https://ia800209.us.archive.org/28/items/electricandmagne01maxwrich/electricandmagne01maxwrich.pdf>

Vol. II Disponível em:

<https://ia802807.us.archive.org/31/items/electricandmag02maxwrich/electricandmag02maxwrich.pdf>

essa teoria pode ser aplicada ao cálculo dos fenômenos, procurarei colocar o mais claro possível as relações entre a forma matemática dessa teoria e a da ciência fundamental da dinâmica, para que possamos, em algum grau, estar preparados para determinar o tipo de fenômeno dinâmico entre os quais devemos procurar ilustrações ou explicações dos fenômenos eletromagnéticos.(...) Parece-me, portanto, que o estudo do eletromagnetismo em toda a sua extensão tornou-se agora de primeira importância como meio de promover o progresso da ciência. (...) Gauss, como membro da União Magnética Alemã, trouxe seu intelecto poderoso para a teoria do magnetismo e para os métodos de observá-lo, e ele não apenas acrescentou muito ao nosso conhecimento da teoria das atrações, mas também reconstruiu o todo da ciência magnética no que diz respeito aos instrumentos utilizados, aos métodos de observação e ao cálculo dos resultados, (...). (...) Limitei-me quase inteiramente ao tratamento matemático da matéria, mas recomendo ao aluno, depois que ele aprender, experimentalmente, se possível, quais são os fenômenos a serem observados, para ler atentamente as Pesquisas Experimentais de Faraday em Eletricidade.” (Vol. I, Prefácio).

Suas pesquisas demonstraram que a hipótese apresentada por Faraday, de que a luz corresponde à propagação de ondas elétricas e magnéticas, estava correta, e seu trabalho em eletromagnetismo foi a base para que Albert Einstein desenvolvesse sua teoria da relatividade restrita. Maxwell também dedicou-se às pesquisas sobre a teoria das distribuições de velocidades nas partículas de um gás, cujo trabalho foi mais tarde estudado por Ludwig Boltzmann, o que redundou na famosa distribuição conhecida como

equação de Maxwell - Boltzmann, que fornece a fração de moléculas de um gás que se movem a uma velocidade específica a qualquer temperatura, dedução fundamental na compreensão do modelo átomo, e para o desenvolvimento da Física Quântica por Max Planck, Erwin Schrödinger, Paul Dirac, Albert Einstein e Werner Heisenberg^{287,288}.

Interessante destacar, e o convido a meditar sobre o assunto, é que cada termo da equação de Maxwell-Boltzmann, ou qualquer outra equação, bem como o próprio conceito de equação, foi fruto de uma sequência de descobertas científicas, realizadas ao longo de séculos por mentes humanas que se defrontavam com algo que prendia sua atenção e tratavam de responde-la, cujo intuito é conhecer o porque das coisas. Para citar alguns exemplos, na referida equação identificamos o π , a raiz quadrada, a operação de divisão, a álgebra, os conceito de temperatura, massa, velocidade, logaritmo e exponencial. Quantos séculos e conhecimentos adquiridos não estão envolvidos em uma simples dedução matemática, em uma simples equação do primeiro grau que aprendemos no ensino fundamental?

Mas o século XIX não ficou conhecido na história como o Século das Luzes por acaso, uma

²⁸⁷ Maxwell, J.C. Illustrations of the dynamical theory of gases. Part I. On the motions and collisions of perfectly elastic spheres. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1860, 4th Series, vol.19, pp. 19-32. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53795#page/33/mode/1up>

²⁸⁸ Maxwell, J.C. Illustrations of the dynamical theory of gases. Part II. On the process of diffusion of two or more kinds of moving particles among one another. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1860, 4th Ser., vol. 20, pp. 21-37. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/20012#page/37/mode/1up>

verdadeira plêiade de cientistas, pensadores, escritores, inventores, compositores, filósofos, teólogos, em diversas áreas do conhecimento contribuíram efetivamente para a Ciência com suas descobertas, pensamentos e invenções que mudaram radicalmente a forma de viver e ver o mundo que os cercavam, com repercussão até os dias de hoje. A galeria de notáveis é muito extensa, mas não podemos deixar de citar Charles Darwin e sua revolucionária teoria da Evolução das Espécies. Louis Pasteur, Ferdinand Cohn e Robert Koch com suas descobertas em microbiologia que salvam vidas até hoje. A descoberta do princípio da anestesia com Clorofórmio para cirurgias pelo médico James Y. Simpson. A aplicação da descoberta da refração da luz por Newton na construção do espectroscópio pela dupla Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff. A confirmação da existência das ondas eletromagnéticas previstas por Maxwell pelo cientista Henrich Hertz. A aplicação destas ondas por Roberto Landell de Moura em suas pesquisas e experimentos, que o colocam como o primeiro a conseguir a transmissão de som e sinais telegráficos sem fio por meio de ondas eletromagnéticas, o que daria origem à Revolução nos meios de comunicação com o telefone, o rádio e a própria internet moderna. Novamente a aplicação do eletromagnetismo de Maxwell e o Dínamo de Faraday por Thomas Edison, na iluminação pública com as lâmpadas incandescentes de filamento de Tungstênio que inventou, bem como na invenção do motor de corrente alternada por Nikola Tesla, que já está substituindo motores de combustão por motores elétricos. A descoberta do Rayon, o primeiro tecido

artificial por Joseph Swan. A materialização dos planos de Leonardo da Vinci do submarino por Narcís Monturiol. A descoberta dos sais de prata halógena que escureciam ao serem expostas à luz por Johann H. Schulze, o que redundou na primeira imagem fotográfica obtida por Joseph N. Niépce, e na qual Louis J. Daguerre aperfeiçoou o método da fabricação das películas fotográficas, ítem fundamental empregado por Léon Bouly, e posteriormente por Auguste e seu irmão Louis Lumière, em sua maravilhosa invenção, o cinematógrafo, que tanta influência teve e tem na formação cultural, política, filosófica e social dos povos.

Então chegamos no século XX, que em seu começo as pessoas e as Ciências ainda se adaptavam para as transformações que vinham acontecendo em um crescente desde o fim do século XVIII. Contudo fora dos grandes centros urbanos, as pessoas viviam à luz de velas ou candeieiros e dormiam com o pôr do Sol, aguardando que o progresso e suas maravilhas chegassem até eles. Enquanto isso, as distâncias ficavam ainda menores com o invento do aeroplano por Alberto Santos Dumont. A medicina dava um grande passo em saúde pública com a descoberta da vacina BCG, sigla que abrevia a palavra bacilo e os sobrenomes de seus descobridores: Albert Calmette e Camille Guerin, empregada contra a tuberculose, doença que estima-se ter matado cerca de um bilhão de pessoas entre os anos de 1700 a 1900, contudo ainda está bem ativa em pleno século XXI, principalmente devido à resistências das pessoas em vacinar suas

criança e, aos adultos em procurar assistência médica, que é gratuita²⁸⁹.

Na Ciência Nuclear, depois das descobertas de Becquerel e do Casal Curie, os avanços e as descobertas das partículas subatômicas realizadas por John Thomson, Lord Rutherford e James Chadwick, conduziram para o início do uso da radiação nuclear no tratamento de câncer em 1926, seguido pelo desenvolvimento de máquinas capazes de romper o núcleo do átomo, conhecidas como aceleradores de partículas, cuja operação desvenda a natureza das forças do núcleo atômico, e propicia a produção de radioisótopos empregados para vários fins, inclusive na saúde. Em 1930 a Alemanha descobre o poder do átomo quando consegue pela primeira vez a fissão nuclear, processo exotérmico empregado para a geração de energia elétrica, graças ao desenvolvimento do Reator Nuclear em 1934 por Enrico Fermi, e a descoberta do isótopo U-235 por Arthur J. Dempster. Estas descobertas também propiciaram a produção de radioisótopos, a realização de pesquisas com nêutrons em diversos campos e, a produção de armas bélicas que marcariam profundamente a segunda metade do século XX^{117,290}.

Na astronomia, o americano Edwin Powell Hubble descobre em 1929 galáxias fora da nossa Via Láctea, e que estas se afastam umas das outras a uma

²⁸⁹ Imagens da Peste Branca: Memória da Tuberculose. Disponível em: <http://www.ccs.saude.gov.br/peste-branca/tb-historia.php>

²⁹⁰ Stanojev Pereira, M. A. Imageamento com Nêutrons: 30 Anos de Atividades do IPEN-CNEN/SP. Sagitarius Editora, São Paulo, 2017, ISBN: 978-85-923404-1-4, 208p. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/slr/cel/1062>

velocidade proporcional à distância que as separa. Suas descobertas inspiraram outro astrônomo, George Gamow a propor a teoria do Big Bang em 1946.

Na medicina o médico Oswald Avery descobre o DNA como o material genético dos genes e cromossomos, e seguido pela dupla Francis Crick e James Watson, inauguram o vasto campo de pesquisas de Genôma, que apenas começou em nossa atualidade.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial e a polarização do mundo entre o comunismo e o capitalismo, as Ciências se desenvolveram mais rapidamente que nunca para se cumprir o objetivo do século: Levar o ser humano ao espaço e traze-lo de volta, vivo!

Todo um universo de produtos e tecnologias foram desenvolvidas ou aperfeiçoadas nesta época que, embora sombria devido à iminente guerra nuclear, guerras civis, golpes militares, ditaduras, desprezo ao ser humano e à liberdade individual, ocorrendo tudo ao mesmo tempo, acabou levando a humanidade, enquanto indivíduo, a valorizar cada vez mais os valores básicos postulados pelos grandes filósofos da humanidade, tendo a paz e a fraternidade mundial como bandeiras. Nunca o cidadão comum apanhou tanto, no sentido literal da palavra, das instituições estabelecidas como no século XX, que buscava e busca um sentido para a vida.

As experiências e descobertas de Wernher von Braun foram primeiro utilizadas para produzir armamentos, os famosos mísseis que atravessavam continentes para destruir aquele que pensava diferente,

mas depois da Segunda Guerra foi também utilizado para a conquista do espaço, da Lua e agora do planeta Marte, sem falar no lançamento dos satélites para investigação e diversas outras funções, as sondas espaciais e o telescópio Hubble, que orbitam a Terra vasculhando os confins do universo, graças aos cálculos matemáticos deduzidos pelos gregos, árabes, hindus, Tycho Brahe, Newton, e toda uma série de cientistas que se dedicaram à Ciência ao longo dos séculos até os dias de hoje.

Dentre os feitos do ser humano, os mais impressionantes, e que mostram a evolução da Ciência humana em todos os campos do conhecimento, eu diria que foram três: - As grandes navegações; - A missão Nasa com a Apolo 11, que pousou o homem na Lua e o trouxe de volta em 1969; - a missão da Agência Espacial Européia, que lançou a sonda *Rosetta*²⁹¹ em 2004 em direção ao cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, pousando em sua superfície em 2014. Imaginemos o grau de complexidade dos cálculos para prever o ponto de encontro entre dois corpos, com velocidades altíssimas, soltos no espaço, e para que um deles conseguisse pousar em uma pequena área. Além disso, carregando instrumentos de análise remota de última geração - cujos dados obtidos nas análises feitas *in loco* eram transmitidas para a Terra via ondas de rádio -, os computadores registraram e os cientistas daqui interpretaram a existência de substâncias orgânicas em sua superfície, como o

²⁹¹ Agência Espacial Européia. Rosetta´s comet. Disponível em: http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Rosetta/Rosetta_s_comet_contains_ingredients_for_life

aminoácido glicina e o elemento Fósforo, encontrados nas estruturas das membranas celulares, logo, possíveis vestígios de vida microbiana, evidência experimental que corrobora a tese de que a vida no planeta Terra começou com seres vivos microbianos trazidos por cometas, que ao atingir os oceanos primitivos começaram a se reproduzir, uma vez que é consenso que a vida começou a se desenvolver primeiro neste ambiente²⁹².

E neste princípio do século XXI, o aperfeiçoamento de uma tecnologia desenvolvida em 1983 pelo estadunidense Charles W. Hull, sob o título *Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography*²⁹³, promete revolucionar as ciências e a medicina pois, em 2019, cientistas da universidade de Tel Aviv criaram um coração completo com tecido humano em uma impressora 3D, e as possibilidades são infinitas...

Assim podemos encerrar este capítulo com a citação aristotélica de que “*a ciência tem raízes amargas, porém seus frutos são doces*”, pois a mesma pólvora que produz espetáculos maravilhosos no céu, que é empregada para desobstruir caminhos, abrir estradas, etc, também é utilizado para fazer com que os canhões cusпам fogo, destruição, morte e fome, levando-nos a concluir que o uso de uma descoberta científica sempre depende, única e exclusivamente, do ser humano e de sua condição moral.

²⁹² Bíblia Sagrada. Gênesis (1: 20-22).

²⁹³ Documento disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/022-138-245-291-118/fulltext>

Publicações

A primeira vez que tivemos o estabelecimento de uma língua oficial mundial foi com as campanhas militares de Alexandre o Grande, o jovem Macedônio aluno de Aristóteles. Com espada, escudo, lança, cavalos, navios, carros e máquinas de guerra, estabeleceu um império que se estendia da Macedônia à Índia e, junto com as batalhas de conquista, levava a Ciência e Cultura helênica à todos os povos que sucumbiam sob sua força, e o resultado foi que todo o mundo civilizado falava e escrevia grego, resultando que até hoje temos entradas de dicionário de origem grega, como a palavra história: *ἱστορία* (*í*=i; *σ*=s; *τ*=t; *ο*=o; *ρ*=r; *ί*=i; *α*=a).

Depois foi com os romanos, que mesmo impondo o latim como língua oficial do império, não abandonou o grego, empregado então como idioma oficial de acadêmicos e pessoas instruídas, já que todas as obras dos filósofos eram em grego. Agostinho de Hipona, por exemplo, assim referiu-se aos seus estudos de grego:

– “*Eu ainda não conhecia nenhuma palavra daquela língua [grego], e já me obrigavam com veemência, com crueldades e terríveis castigos, a aprendê-la*”²⁹⁴.

Com suas máquinas de guerra, cavalos, etc, influenciaram cientificamente e culturalmente os povos conquistados, transferindo para eles aspectos de sua civilização como as bases da lei romana, a arquitetura, artes, costumes e também nas palavras, influenciando

²⁹⁴ Stanojev Pereira, M. A. Um breve estudo do Poder. Sagitarius Editora, 1ª ed. 2017, São Paulo, ISBN: 978-85-923404-0-7, 222pp.

as línguas dos povos com o latim vulgar falado pelos soldados, em frases como *Data venia*, e o popular “*etc*”, do latim *et cætera*. Com o tempo, o latim substituiu o grego como língua oficial, também destinado aos meios acadêmicos e religiosos em suas publicações científicas, teológicas, filosóficas e de literatura.

Depois foi o francês que passou a ser a língua oficial do mundo civilizado devido ao Iluminismo francês e as guerras napoleônicas, onde todos que queriam demonstrar aspectos de requinte e sofisticação, mesmo sem possuir, tinham que falar, vestir-se, escrever e ler ao modo francês. Assim, o pesquisador poderia até escrever e publicar artigos em sua língua materna para divulgação em seu país, mas deveria escrever em francês para que sua pesquisa alcançasse uma ampla visualização e divulgação.

Em seguida, o inglês foi elevado ao *status* de língua oficial depois da vitória dos Estados Unidos e dos Aliados na Segunda Guerra Mundial. Desta forma, todo o mundo passou a ler romances e revistinhas de personagens e heróis americanos, assistir seus filmes, ouvir suas músicas, comer suas comidas, ou seja, viver segundo a filosofia dos Estados Unidos. O inglês, desde então, passou a ser paulatinamente a língua falada e escrita pelos cientistas de todo o mundo. Artigos científicos, apresentação oral em congressos, até apresentação em pôster – derivada da palavra inglesa *poster*, deveria ser obrigatoriamente em inglês, pelo mesmo motivo que o dito acima – uma maior visibilidade pela comunidade científica.

Nós que falamos o idioma português não esqueçamos que durante as navegações, metade do mundo fazia parte do império português, e hoje é o idioma oficial de cerca de 290 milhões de pessoas em dez países, inclusive a China. Herdamos a Cultura e a Ciência ocidental, mas a maioria de nós desconhece a história que carregamos, fruto da fusão das raças e da cultura lusitana, indígena, africana e oriental por um motivo muito simples, desprezamos o que é nosso e celebramos o que é dos outros, e o resultado a longo prazo é o aniquilamento de uma civilização, e nem é preciso disparar um único tiro de canhão para que isso ocorra, basta negar Educação e Cultura relevante – e todos os seus sinônimos - para o povo, ao mesmo tempo que o afoga com informações, ritmos e cultura frívolas – e todos os seus sinônimos -, o que acaba por desenvolver neles o sentimento de indiferença que se deixa crescer.

Por isso a importância de se publicar conhecimento, não só no meio científico, no intuito de divulgar as pesquisas realizadas e concluídas, mas também a publicação de obras literárias, que perpetuam a identidade de um povo, como vimos ao longo desta obra, que se baseou nas publicações de cientistas, filósofos, literatos, etc.

No meio científico, que é o objeto desta obra, os resultados de pesquisas são publicados em revistas especializadas na área de sua investigação, por exemplo, se sua pesquisa foi na área da Arqueologia, você irá procurar revistas cuja especialidade é a publicação de artigos em Arqueologia, pois todos os cientistas que trabalham direta ou indiretamente neste

campo, irão procurar artigos de seus interesses nestas revistas. Outro detalhe na submissão de um artigo para publicação é que as revistas científicas, desde a *Philosophical Transactions*, utilizam a revisão por pares, onde dois ou mais especialistas na área irão analisar criticamente e minuciosamente o artigo submetido, em relação aos métodos empregados para obtenção e análise dos resultados, gramática, referências utilizadas, e interesse do tema. Estes revisores, junto com o editor da revista, tem o poder de negar ou aceitar o artigo para publicação, e no caso de negação, o pesquisador pode submeter em outra revista, mas nunca em duas revistas ao mesmo tempo, pois não é ético. Graças ao avanço da informática, existem centenas de revistas científicas, que aceitam artigos em todas as línguas, contudo, se quiser ter o seu artigo amplamente divulgado, o idioma preferencial deve ser o inglês, mesmo se a revista aceite o idioma português.

Um cientista hoje em dia é avaliado pelo número de artigos publicados em revistas que possuem fator de impacto alto, pois indica que são muito consultadas e os artigos publicados nela são muito referenciados. Também são avaliados pela quantidade que suas publicações são citadas nos artigos de outros cientistas, desta forma a chance de ter um projeto de pesquisas aprovado pelas agências que financiam a investigação científica no Brasil - como a **Fapesp** em São Paulo e a **Capes** e **CNPq** em todo o Brasil -, aumentam conforme o número de trabalhos publicados em um determinado tempo, por exemplo nos últimos cinco anos. Toda esta atividade acadêmica é traduzida segundo um índice de cálculo, representado pelo chamado “**índice h**”.

Na página **Periódicos Capes**²⁹⁵, mantida pela **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior**, você pode encontrar revistas científicas de diversas áreas do conhecimento e seus endereços na internet, nas quais basta acessar a página para ler os artigos *online* – para aquelas em que o acesso é gratuito -, bem como inteirar-se das instruções para submeter um artigo para ser avaliado para publicação.

Existem várias formas de divulgação de trabalhos científicos, seja por pesquisadores ou estudantes de cursos de graduação ou pós graduação, depende apenas do tipo exigido pelo meio de comunicação que vai submetê-lo. Neste universo temos o **Trabalho de Síntese**; a **Sinopse**; o **Resumo**; o **Esquema**; a **Resenha Crítica**; o **Resumo Crítico**; o **Fichamento**; o **Artigo científico**; a **Comunicação científica**, e o **Relatório Científico**, cada um deles com sua formatação.

Para uma primeira experiência, eu sugiro ao aluno de graduação a participação no Congresso Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC, com apresentação de pôster e publicação de resumos das pesquisas dentro do formato exigido pelos organizadores.

Acesse a página do último congresso da SBPC, e veja alguns dos artigos publicados, bem como inteire-se das formas exigidas para publicação de artigos e preparação de pôster neste evento.

No **Anexo I** estão listadas algumas Sociedades Científicas que podem interessar-lhe em associar-se.

²⁹⁵ Periódicos Capes. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

Ciência
O Prazer de Descobrir

Tipos de pesquisas

Há vários tipos de metodologias que o pesquisador pode eleger para conduzir suas pesquisas, tudo vai depender do que ele quer pesquisar e dos meios disponíveis para atingir os objetivos traçados.

Segundo Descartes, considerado o fundador da Ciência moderna, em sua obra *Discurso do Método* ele enumera quatro princípios que o cientista precisa observar para edificar seu edifício do saber, tendo a lógica como alicerce e a verdade como objetivo²⁹⁶.

“ (...) O primeiro era o de nunca aceitar algo como verdadeiro que eu não conhecesse claramente como tal; ou seja, de evitar cuidadosamente a pressa e a prevenção, e de nada fazer constar de meus juízos que não se apresentasse tão clara e distintamente a meu espírito que eu não tivesse motivo algum de duvidar dele.

O segundo, o de repartir cada uma das dificuldades que eu analisasse em tantas parcelas quantas fossem possíveis e necessárias a fim de melhor solucioná-las.

O terceiro, o de conduzir por ordem meus pensamentos, iniciando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para elevar-me, pouco a pouco, como galgando degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e presumindo até mesmo uma ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos outros.

²⁹⁶ Descartes, R. *Discurso do Método*. Tradução Enrico Corvisieri. Acrópolis Ed. Disponível em:

<https://nossateca5.webnode.com/files/200000001-86d9c87d3c/Discurso%20do%20Metodo%20-%20Rene%20Descartes.pdf>

E o último, o de efetuar em toda parte relações metódicas tão completas e revisões tão gerais nas quais eu tivesse a certeza de nada omitir.(...)”.

Um pesquisador pode utilizar uma gama muito diversificada de métodos de estudo para construir seu trabalho, por exemplo, um cientista arqueólogo utiliza o que se denomina de **Pesquisa de Campo**, onde recolherá objetos em sítios arqueológicos para dar sequência ao seu estudo, e se associará a laboratórios específicos para lhe fornecer dados quantitativos e qualitativos referentes a amostra que coletou, como a datação por radiocarbono.

Desta forma, podemos enumerar os tipos de pesquisa em:

a) **Pesquisa Bibliográfica**, que consiste do levantamento e seleção de toda bibliografia existente em diversas plataformas sobre o assunto que está sendo pesquisado, partindo de **palavras-chave** existentes nas publicações. Este passo é o primeiro a ser efetuado na definição de seu plano de Pesquisa, pois o coloca em contato com o chamado **Estado da Arte**, o ponto no qual o pesquisador sabe se sua pesquisa será original ou derivativa de outros trabalhos. Artigos em revistas podem ser uma **Revisão Bibliográfica** de um determinado assunto, como visto na referência [297].

b) **Pesquisa Experimental**, apoia-se em se demonstrar experimentalmente uma teoria. Nesta pesquisa é importante a descrição detalhada dos

²⁹⁷ Pizzani, L., da Silva, R. C., Bello, S. F., Hayashi, M. C. P. I. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. RDBCI: Revista Digital De Biblioteconomia E Ciência Da Informação, 2012, 10 (2), pp 53-66. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>

procedimentos e metodologias utilizadas, para que a reprodutibilidade de seu sistema seja também verificada por outros cientistas. A reprodutibilidade experimental é a base do primeiro princípio de Descartes, pois comprova ou não o dado experimental obtido por outra pessoa.

c) Pesquisa Descritiva, é o tipo de pesquisa que exige do cientista um minucioso relato de um acontecimento atual ou passado com o devido registro, análise e ordenamento dos dados observados sem sua ingerência, desta forma o cientista discorre sua interpretação sobre fatos que ocorreram sob sua observação e análise qualitativa e/ou quantitativa. São pesquisas descritivas as de opinião, eleitoral, de mercado e, no meio acadêmico é encontrada em Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e Monografias.

d) Pesquisa Exploratória, fundamentalmente é uma ferramenta de pesquisa que visa auxiliar o cientista na formulação de novas ideias e levantar hipóteses de estudo de casos. É um procedimento bastante eficiente, pois utilizando mecanismos que o aproximam das particularidades do tema de estudo é possível obter explicação dos fenômenos que inicialmente eram refutados por outros pesquisadores. Desta forma, pode-se explorar um assunto pouco conhecido ou pouco abordado lançando mão de levantamento bibliográfico, coleta, comparação de exemplares, entrevistas com

população de interesse, etc. O artigo da referência [298] é um exemplo de pesquisa Exploratória.

e) **Pesquisa Explicativa** visa distinguir os princípios que ocasionam os fenômenos observados, e o pesquisador expõe seu parecer sobre o fato analisado, por exemplo, em uma campanha eleitoral a pesquisa explicativa se atém em explicar o porque da intenção do eleitor em determinado candidato, e se baseia nos dados quantitativos, demonstrados em gráficos, obtidos na pesquisa descritiva.

f) **Pesquisa documental ou de gabinete** é aquela em que o pesquisador obtém seu dados das chamadas fontes primárias, documentos de referência que nunca foram analisadas, ou que foram pouco estudadas, tais como dados estatísticos, reportagens publicadas em meios de comunicação físicas ou virtuais, livros antigos documentos, cartas, fotografias, objetos de arte em geral, enfim.

Na presente obra, 280 livros - sendo a maioria fontes primárias -, são disponibilizados como referências e os meios para sua localização virtual, cujo intuito é possibilitar meios para que os interessados e curiosos – pois a Ciência conta com ambos -, possam acessar estas obras e, assim também desenvolver uma pesquisa documental com os temas que se afinam ou já estão envolvidos em seus trabalhos.

g) **Pesquisa de campo** é a definição dada ao processo de coleta de dados *in loco*. Para o arqueólogo e paleontólogo, por exemplo, são os sítios

²⁹⁸ Franco, M. V. A. Dantas, O. M. A. N. A. Pesquisa Exploratória: Aplicando Instrumentos de Geração de Dados – Observação, Questionário e Entrevista. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25001_13407.pdf

arqueológicos que trabalham. Para um cientista político são as entrevistas com as pessoas individuais ou grupos, etc.

Qualquer tipo de pesquisa que formos realizar, seja no ensino fundamental, médio, superior ou pós graduação, é necessário estabelecer um **Plano de Trabalho de Pesquisa**, que constará dos seguintes itens Básicos:

- Definição do **Problema** que queremos estudar. Por exemplo, citando meu primeiro contato com a pesquisa, enquanto estava no ensino fundamental, a professora de Ciências propôs o estudo das Plantas Medicinais, este era o problema definido.

- **Introdução** teórica, onde é exposto o que se sabe sobre o assunto, com informações retiradas de bibliografias sérias como livros, revistas, páginas da internet, enfim.

- **Objetivo** da pesquisa, que exporá o porque você vai dedicar tempo para um determinado estudo, por exemplo: “O presente projeto tem como objetivo o levantamento de espécimes de plantas medicinais encontradas no meio urbano, com descrições de seu uso pela população...”.

- **Metodologia**, que irá descrever o (s) método (s) empregado (s) para o recolhimento dos dados teóricos e experimentais, por exemplo: “Inicialmente efetuou-se uma pesquisa bibliográfica para identificar as espécies que se enquadram nos Objetivos traçados. Após, serão coletadas amostras de vegetais selecionadas por ocasião do levantantamento bibliográfico. Estas amostras serão submetidas aos processos usuais de herborização^{(citar uma}

referência que trata sobre o processo), para secagem e posterior armazenamento e catalogação.

- **Materiais e Métodos** utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, como equipamentos utilizados. Pode-se citar um por um e descrever como será utilizado em sua pesquisa, por exemplo: “As espécimes serão cortadas com tesoura de poda” ... “A prensagem das folhas será feita por meio de catálogos telefônicos, onde as folhas, flores e frutos estarão dispostas em seu meio até a secagem ...”, etc.

- **Resultados Esperados** com o desenvolvimento deste trabalho, como o conhecimento das espécies medicinais presentes no meio urbano, seus usos e modos de preparação, indicação e contra-indicação, montagem de um herbário, publicação dos resultados com a criação de um banco de dados na internet ou no jornal da escola, etc.

- **Referências** - Descrever todas as fontes consultadas para a realização da pesquisa, como livros, revistas, trabalhos de pós graduação, páginas da internet, etc.

O **Anexo II** é um *template* do Plano de Trabalho disponibilizado na página do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.

Capa da presente obra

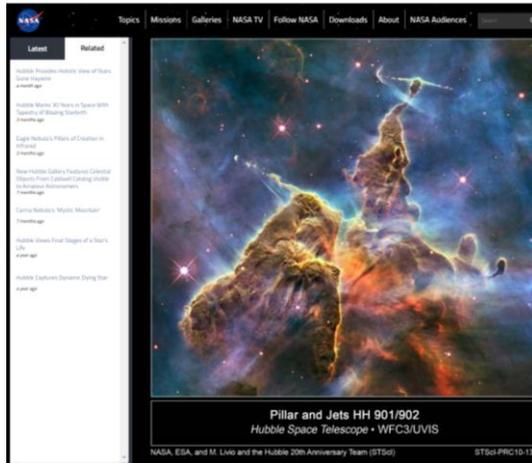
E assim chegamos ao início desta obra.

Enquanto trabalhava neste capítulo ouvindo a obra *Laudate Dominum*, de Mozart, coloquei-me a pensar sobre a humanidade e a influência da Arte na Ciência – vimos nestas páginas que é grandiosa e fundamental!

Tentei reproduzir em poucas páginas a herança que recebemos dos nossos antepassados desde longe, desde a África, onde apareceu o primeiro **por quê?**

Sabendo ser impossível descrever a contribuição de todos os filósofos gregos, os cerca de duzentos e vinte e oito cientistas clérigos católicos, todos os filósofos árabes e judeus, sábios hindus e gênios chineses que se dedicaram à Ciência, as referências consultadas seguem com o *link* do local virtual onde estão depositadas para leitura *online* e *download*, onde graças à maravilha da tecnologia que herdamos e usufruímos nos dias de hoje, temos à nossa disposição não uma Biblioteca de Alexandria, mas centenas delas. Não apenas alguns monges tradutores copistas que consumiam suas vistas dia a dia para traduzir as obras, mas *softwares* poderosos e cada vez mais atualizados que nos auxiliam na tradução de textos antigos em qualquer idioma. Não apenas um telescópio que revela as crateras da Lua, mas *softwares* que simulam o *Cosmos* infinito na data que se desejar, tudo isso à disposição de qualquer pessoa, de qualquer idade, e em especial dos jovens carregados do maravilhoso: Por quê Pai? Por quê Mãe? Por quê Tio (a)? Por quê Professor (a)?

A capa da presente obra é um resumo do objetivo deste livro, identificado em seu título: “**Ciência: o prazer de descobrir**”, pois a imagem utilizada é uma fotografia da Nebulosa Carina, corpos celestes onde nascem as estrelas..., a vida..., a Ciência..., a Fé divina e humana.



“Esta nova foto do Hubble é apenas uma pequena porção de uma das maiores regiões de nascimento de estrelas vistas na galáxia, a Nebulosa Carina. Torres de hidrogênio frio, com poeira, sobem da parede da nebulosa. Remanescente da imagem clássica de Hubble da Nebulosa da Águia, apelidada de 'Pilares da Criação', essa imagem é ainda mais impressionante. Aqui estão capturados o topo de um pilar de gás com três anos-luz de altura e a poeira que está sendo devorada pela luz brilhante das estrelas brilhantes próximas. O pilar também está sendo separado por dentro, enquanto estrelas infantis enterradas nele disparam jatos de gás que podem ser vistos fluindo de picos altíssimos como flechas navegando pelo ar.”

Crédito de imagem: NASA, ESA e M. Livio e a equipe do 20º aniversário do Hubble (STScI)

Última atualização: 7 de agosto de 2017
Editor: Administrador de Conteúdo da NASA”



Esta imagem somente foi possível graças a invenção ou descoberta do fogo, depois da agricultura, da roda, da astronomia, da metalurgia, da matemática, da música, das cidades, da escultura, do teatro, da medicina, do vidro, da pintura, das filosofias, da universidade, da prensa, do telescópio, do magnetismo, da eletricidade, do eletromagnetismo, das ondas de rádio, dos motores, do hipoclorito de sódio, dos polímeros, dos computadores, da propulsão à jato, do ônibus espacial *Discovery* (STS-31) ..., ∞, ..., desenvolvidos no decorrer de milênios, e que redundou no Telescópio Espacial Hubble orbitando ao redor da Terra desde o ano de 1990, cujas imagens e descrições estão disponíveis no *site* da Nasa²⁹⁹.

Assim meus amigos, finalizo este livro na esperança da semente lançada. Que ao olhar o céu com seus filhos, as flores multicoloridas desabrochadas, a luz da sala acesa, o germinar de uma simples semente de feijão plantada em um copo, o canto e voo dos pássaros, enfim, a natureza que nos rodeia ainda com segredos à serem revelados, possam acender a chama da descoberta, e assim auxiliar o pequeno curioso a

²⁹⁹ Página oficial da Nasa.
https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1647.html

Ciência
O Prazer de Descobrir

ascender aos píncaros da Ciência, facultando-o à visão
cada vez para mais longe, e ao prazer de descobrir.

Anexo I

Relação de Sociedades Científicas e de Estudo

ABED – Associação Brasileira de Educação à Distância –
Disponível em: <http://www2.abed.org.br/>

ABEn – Associação Brasileira de Enfermagem – Disponível
em: <http://www.abennacional.org.br/site/>

ABPEE – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação
Especial – Disponível em: <https://abpee.net/>

ABQ – Associação Brasileira de Química – Disponível em:
<http://www.abq.org.br/>

ANPED – Associação Nacional de Pós Graduação e
Pesquisa em Educação – Disponível em:
<http://www.anped.org.br/>

ANPUH – Associação Nacional de História – Disponível
em: <http://www.anpuh.org/>

SAB – Sociedade Astronômica Brasileira – Disponível em:
<http://www.sab-astro.org.br/>

SBCPD – Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas
Daninhas – Disponível em: <http://www.sbcpd.org/>

SBHC – Sociedade Brasileira de História da Ciência –
Disponível em: <https://www.sbhc.org.br/>

SBPmat – Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais –
Disponível em: <http://www.sbpmat.org.br/>

SBQ – Sociedade Brasileira de Química – Disponível em:
<http://www.s bq.org.br/>

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência –
Disponível em: <http://portal.sbpnet.org.br/>

SBHE – Sociedade Brasileira de História da Educação –
Disponível em:
<http://www.sbhe.org.br/>

SAB – Sociedade de Arqueologia Brasileira – Disponível
em: <https://www.sabnet.org/>

ABPp – Associação Brasileira de Psicopedagogia –
Disponível em: <https://www.abpp.com.br/>

IHGSP – Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo –
Disponível em: <http://ihgsp.org.br/>

IHGB - Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro –
Disponível em: <https://www.ihgb.org.br/>

Anexo II

Modelo de Plano de Trabalho³⁰⁰

PLANO DE TRABALHO PARA DOUTORADO/MESTRADO

Candidato:

Orientador:

Título do Plano de Trabalho:

I. INTRODUÇÃO

Exposição do tema a ser estudado.

Exposição dos objetivos (no caso de doutorado, salientar quais as contribuições originais da proposição de trabalho).

II. MÉTODOS

Descrição de como o trabalho será desenvolvido para atingir os objetivos no item I, incluindo um roteiro de trabalho. Descrição da infra-estrutura disponível e necessária para atingir os objetivos propostos.

III. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Elaborar um cronograma preliminar sucinto das atividades a serem desenvolvidas pelo candidato, incluindo obtenção de créditos, exame de língua estrangeira, seminários de área, exame de qualificação e redação da Dissertação ou da Tese.

IV. REFERÊNCIAS

Artigos de periódicos, capítulos de livros, anais de Congressos, patentes, etc., referentes ao tema de Dissertação ou Tese, com chamadas numerados no texto.

As referências (principalmente no caso de doutorado) devem conter o que há de mais recente sobre o tema da Dissertação ou da Tese.

³⁰⁰ https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=3013&campo=12890

Ciência
O Prazer de Descobrir