



Louis *Pasteur*

O fim da teoria da
"geração espontânea"

Louis Pasteur

O fim da teoria da
"geração espontânea"

São Paulo
Agosto - 2024

Sumário

5 | O começo

9 | Família

10 | Pasteur e a
Fermentação

14 | Pasteur e os
Micróbios

19 | Pasteur e as
Doenças
Microbianas

27 | Falecimento



O COMEÇO



Louis Pasteur (1822-1895)

De uma infância repleta de dificuldades na escola, pintando quadros nas horas vagas, Louis Pasteur apresentava notas medíocres na disciplina de Química, área a qual o tornaria famoso anos mais tarde.

Louis Pasteur

Em mais um dia de inverno na França em 27 de dezembro de 1822, numa pequena aldeia na cidade de Dôle, a leste da França, nascia Louis Pasteur. Era terceiro filho de Jean-Joseph Pasteur, industrial de peles e de mãe dedicada ao lar.

Teve uma infância simples e não demonstrava sinais de que seria, no futuro, um dos mais brilhantes químicos do mundo.

Em 1839, entrou no Colégio Real de Besançon, cidade mais importante de sua região, obtendo diplomas em Ciências e Letras. A sua nota em química foi a mais baixa dentre todas.

O jovem Pasteur só despertou interesse para essa disciplina e para as pesquisas científicas quando estudou na Universidade de Sorbonne, em Paris. Ele se tornou doutor em química e física pela Escola Normal Superior e lecionou nas universidades de Estrasburgo e de Lille.

Realizava seus experimentos em um pequeno sótão da Escola Normal Superior. Pasteur concluiu o doutoramento em Ciências em 23 de agosto de 1847, quando tinha apenas 25 anos.

Assistia com grande interesse às aulas do famoso químico Jean-Baptiste André Dumas (1800-1884), um dos fundadores da química orgânica. Esse mestre, o qual Pasteur sempre considerou um pai espiritual, estimulou o seu interesse pela química; suas primeiras pesquisas foram com o ácido tartárico, substância que se acumula quando se fabrica vinho.

Em 1848, Pasteur investigou as propriedades de ácidos tartáricos e racêmico e descobriu, ao examinar os pequenos cristais no microscópio, que eles eram assimétricos, sendo os cristais do ácido racêmico compostos por moléculas espelhadas.

Posteriormente observou que na verdade os cristais espelhados eram, na verdade, uma junção dos cristais do ácido racêmico com o ácido tartárico.

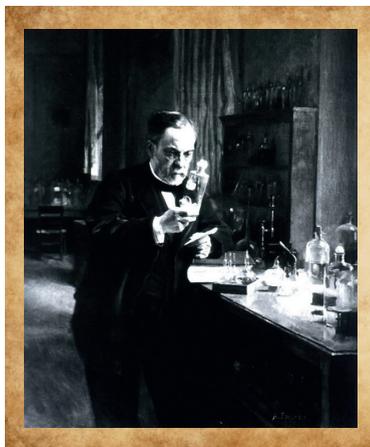
Pacientemente separou os dois tipos de cristais que, dissolvidos em água, desviavam a luz polarizada no sentido horário e anti-horário: nomeou-os então de "tartárico dextrogiro" (direita) e "tartárico levogiro" (esquerda).

Mas, ao misturar os dois tipos de cristal, a luz não era desviada. Visitando vários fabricantes de vinho descobriu uma terceira forma de ácido tartárico que não desviava a luz.

Pasteur apresentou seus resultados ao físico Biot, que os repetiu e os confirmou. Foi sua primeira grande descoberta.

Louis Pasteur

Em seu laboratório.



O que ele descobriu foi que os produtos provenientes da matéria viva são assimétricos (não são iguais) e ativos. Ele cria a hipótese de que os organismos vivos produzem moléculas que têm uma orientação específica e essas moléculas são sempre ativas opticamente. A descoberta concedeu a ele a nomeação como professor de química em Estrasburgo, onde continuou com seus estudos sobre “imagens-espelho”.

FAMÍLIA



Louis Pasteur

E sua esposa Marie Pasteur

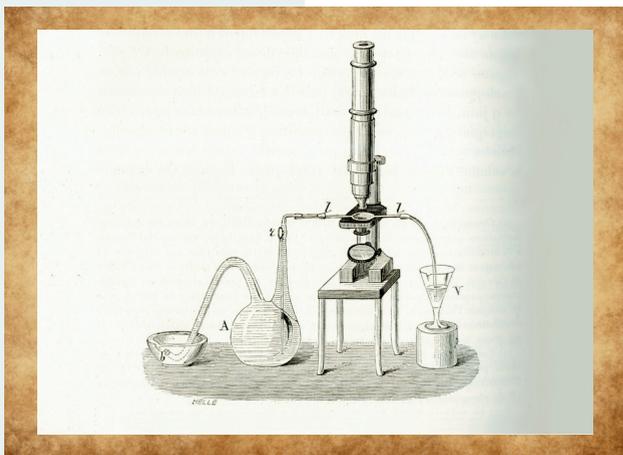
Em 1849, aos 27 anos, casou-se com Marie Laurent, filha do reitor da universidade de Estrasburgo, com quem teve cinco filhos, sendo que apenas dois chegaram à idade adulta.

As mortes de dois filhos ainda muito pequenos com febre tifóide afetaram profundamente o casal e foram decisivas para o prosseguimento dos estudos e investigações sobre as doenças causadas por micróbios. Pouco tempo depois, transferiu-se para Lille, cidade ao norte de Paris, onde foi nomeado professor e diretor na Faculdade de Ciências. Aqui Pasteur deu início ao estudo das fermentações.

PASTEUR E A FERMENTAÇÃO

Em Lille, Pasteur foi procurado pelos vinicultores e cervejeiros da região, para que investigasse a razão pela qual os vinhos e a cerveja azedavam comprometendo o processo de produção.

Pasteur examinou ao microscópio algumas gotas dos tanques que produziam álcool e observou inúmeros pequenos glóbulos esféricos, alguns pareciam estar brotando. Eram levedos, microrganismos unicelulares que se reproduziam nos tanques. Já nos tanques que não produziam álcool não encontrou levedos, mas viu que em suas paredes havia uma massa cinzenta que, ao microscópio, apresentava-se como bastonetes, formas muito menores do que os levedos, que se moviam agitadamente.



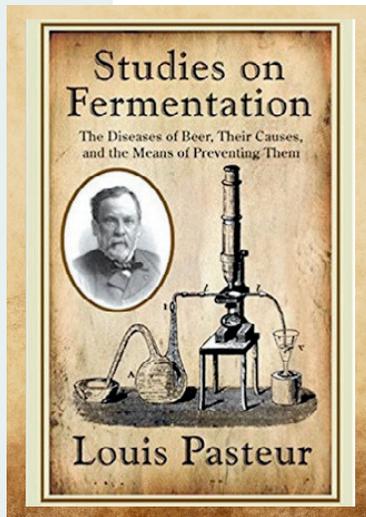
Estudos sobre Cerveja por Louis Pasteur, 1876

Pasteur publicou os resultados de seu estudo sobre fabricação de cerveja como Études sur la Bière em 1876. Esta ilustração de seu livro demonstra um método para examinar a levedura na cerveja sem expor a amostra à contaminação de outros microrganismos.

Nesses tanques descobriu que em vez de álcool produzia-se um ácido: o ácido láctico. Os bacilos (bactérias) produziram o ácido láctico assim como os levedos (fungos ou leveduras) produziam o álcool, identificando que cada fermentação é associada a um determinado microrganismo, sendo a bactéria responsável pelo processo do azedamento.

Foi no curso deste estudo que Pasteur descobriu que a produção de cerveja e de vinho era devida ao processo de fermentação normal provocado por diversas leveduras e demonstrou métodos para prevenir os problemas decorrentes do depósito e crescimento de microrganismos que se desenvolviam e que prejudicavam tão seriamente as indústrias de vinho e cerveja.

Pasteur propôs eliminar o problema aquecendo a bebida lentamente até alcançar 48°C e logo em seguida, a um repentino abaixamento da temperatura a menos de dez graus, matando, deste modo, as bactérias, e encerrando o líquido posteriormente em cubas hermeticamente seladas para evitar uma nova contaminação.



Processo de pasteurização

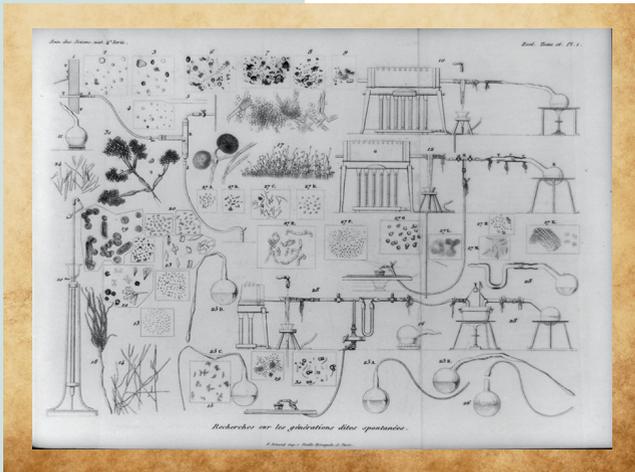
Desenvolvido por Pasteur.

Completo o teste em 1862 com a ajuda de Claude Bernard e atualmente o processo é usado no mundo todo para preservar vários produtos alimentícios.

O cientista demonstrou, desta forma, que todo processo de fermentação e decomposição orgânica ocorre devido à ação de organismos vivos. Curiosamente, Pasteur não foi o primeiro a defender a pasteurização.

A ideia de aquecer o vinho já tinha sido sugerida antes, em 1795, por Nicolas Appert, que inventou o método de preservar alimentos em latas. Mas foi depois de Pasteur que o método se disseminou, e que também se explicou o motivo de sua eficácia.

PASTEUR E OS MICRÓBIOS



Desenhos de Louis Pasteur

De organismos microscópicos, recipientes de cultura e equipamentos de seus experimentos, 1861.

Nessa época, prevalecia a ideia da geração espontânea, que era aceita desde o período pré-socrático. O mais influente proponente da geração espontânea em tempos antigos foi Aristóteles, que supôs a existência de um “calor vital” dentro de certas porções de matéria, dando-lhe vida.

Essa teoria foi descrita por alguns investigadores renomados, como o biólogo francês Félix Archimède Pouchet (1800-1872), como “a capacidade de surgirem organismos, em meios de cultivo, sem a presença prévia de qualquer outro organismo similar.”

Durante as suas pesquisas, Pasteur descobriu que alguns microrganismos podiam se desenvolver mesmo sem oxigênio. Na época, acreditava-se que eles viviam no ar. Preparou vários frascos com o caldo de cultura e ferveu, fechando o gargalo numa chama. Observou que nos frascos fervidos não apareciam micróbios.

Pasteur ainda precisava de mais provas para corroborar a sua pesquisa. O químico Antoine-Jérôme Balard (1802-1876), sugeriu o uso de um frasco que evitasse a entrada de poeira, mas não a passagem de ar.

Pasteur encheu balões com caldo nutritivo e esticou suas bocas até conseguir um tubo fino e longo, com o formato do pescoço de um cisne (foto a seguir).

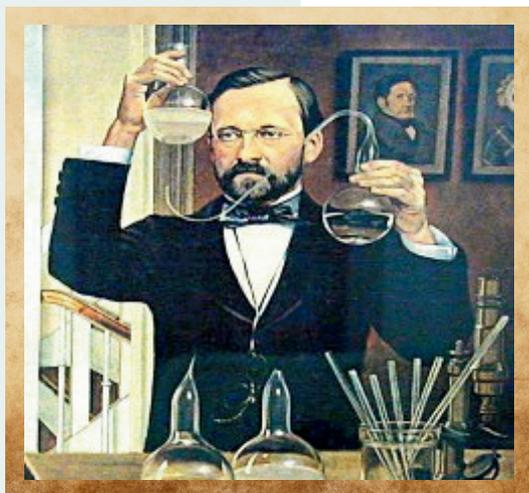
**Tubo com o formato
pescoço de cisne**

*Semelhante ao utilizado por
Pasteur.*



Em seguida, manteve o caldo em contato com ar e ferveu o líquido por bastante tempo, supondo que a temperatura e o tempo mataria os microrganismos que estivessem ao longo do pescoço do frasco. Depois desse processo, percebeu que o líquido permanecia estéril.

Isso foi possível devido a dois fatores: O primeiro foi causado pela sinuosidade do gargalo e o segundo ocasionado pela adesão de partículas de impureza e microrganismos às gotículas de água formadas na superfície interna do gargalo durante a condensação do vapor formando uma espécie de filtro o que impedia a entrada de microrganismos de fora para dentro do frasco.



Representação de Louis Pasteur

Depois de alguns dias, ao verificar que o caldo não estava contaminado, Pasteur inclinou o balão de vidro, expondo o caldo inerte aos microrganismos suspensos na parte inicial do pescoço, favorecendo condições adequadas para a proliferação de germes.

Preparou mais balões com o caldo, ferveu e fechou a entrada na chama. Levou os balões para o porão do Observatório de Paris e quebrou a ponta, abrindo os balões por alguns minutos e fechou novamente na chama.

Aqueles que ficaram no interior do Observatório permaneceram intactos, sem micróbios; os que não foram levados ficaram turvos, cheios de microrganismos.

Repetiu a experiência subindo no topo das montanhas na França e Suíça onde o ar era limpo. Exibiu triunfante os frascos na Academia de Ciências de Paris onde fez um discurso de caráter popular.

Mandou fechar as cortinas deixando apenas uma fresta de luz revelar o movimento de partículas de poeira. “O ar está cheio destes pequenos nadas que eu nem sempre desdenharei, pois, às vezes, eles transportam doenças e morte: tifo, cólera e muitas moléstias.” Acreditava, ainda sem evidências, que os micróbios causavam doenças. Isto foi ainda em 1862.

A teoria dos germes foi importante por direcionar a pesquisa em torno dos “seres de vida diminuta” que agora poderiam ser identificados.

Com sua descoberta, Pasteur deu um impulso à indústria francesa e derrubou a teoria da “geração espontânea”. Pasteur mandou uma comunicação à Academia de Ciências de Paris e, por sua descoberta, foi nomeado diretor de estudos científicos da Escola Normal deste país.

PASTEUR E AS DOENÇAS MICROBIANAS

Por volta de 1870, Pasteur era o cientista mais reverenciado da França, talvez do mundo.

Ele sustentou polêmicas memoráveis com os membros da Academia de Medicina ao declarar taxativamente que as doenças contagiosas eram causadas por agentes exteriores, recomendando medidas de prevenção especiais.

Por não ser médico colecionou adversários durante sua vida científica. Em 1871, o próprio Pasteur obrigou os médicos dos hospitais militares a ferver o instrumental e as bandagens que seriam utilizados nos procedimentos médicos.

Aprendeu a cultivar microrganismos em caldo de carne e, para não perder o microrganismo, transferia diariamente um pouco da cultura para um novo frasco. Certo dia, Pasteur notou um frasco que foi esquecido, pedindo para Roux, que era um dos seus colaboradores mais próximos, testar se os micróbios ainda estavam vivos.

Roux inoculou galinhas com a amostra e elas imediatamente ficaram doentes, mas não morreram. Algumas semanas depois, inocularam as mesmas galinhas com culturas novas, mas dessa vez elas não ficaram doentes.

Aqui descobriram que os micróbios podiam ser atenuados, perdendo sua virulência e funcionando como vacinas, evitando que as aves fossem mortas pelos microrganismos.

Pasteur compareceu a uma sessão da Academia de Medicina e afirmou ter demonstrado que um mesmo microrganismo que mata pode se tornar o que protege contra a morte.

Pasteur resolveu investigar o carbúnculo. Semeou uma gotícula do sangue do animal doente em um meio de cultura líquido contendo caldo de carne. Notou que os microrganismos se reproduziam da mesma forma e gerando os mesmos sintomas. Com isso, se dedicou ao desenvolvimento de uma vacina eficaz contra a doença.

Depois de muitos ensaios, ele descobriu que se as culturas do antraz (carbúnculo) fossem atenuadas por envelhecimento, elas seriam capazes de proteger o animal contra a doença.

Em 1881, Pasteur foi desafiado por um veterinário a provar a eficiência dessa vacina colocando à disposição seus carneiros para uma experiência pública.

Foi um evento que atraiu centenas de pessoas. Pasteur então vacinou 25 ovelhas e deixou outras 25 não vacinadas, e depois injetou todas com *B. anthracis*.

No dia 2 de julho de 1881, data marcada para verificarem os resultados, uma multidão que incluía senadores, jornalistas e outras figuras importantes, compareceu. Todas as ovelhas vacinadas sobreviveram, enquanto que as não vacinadas morreram, constituindo um dos primeiros sucessos da vacinação.

Os últimos anos de pesquisa são os mais importantes na atuação científica de Pasteur. Ele havia confirmado que as moléstias infecciosas nos homens e animais eram devidas a microrganismos. Entre 1878 e 1880, identificou três espécies de bactérias dos gêneros *Streptococcus*, *Staphylococcus* e *Pneumococcus*.

Em 1882 resolveu pesquisar a raiva ou hidrofobia, doença terrivelmente mortal. Pasteur decidiu abordar o estudo da raiva com uma ideia nova, que nenhum médico, nenhum cientista havia tido, a existência de um micróbio causador da doença.

Pensou na hipótese de que a saliva continha algo virulento e assim, tentou encontrar o micróbio que causava a raiva investigando a saliva de uma criança que foi mordida e morreu. Inocula-a em coelhos e, depois de 36 horas, os animais morrem.

Decidido, comunicou a Academia Francesa de Medicina. Porém, pouco tempo depois, descobriu que aquele microrganismo cultivado era uma bactéria que existia também na saliva de pessoas sãs.

Era difícil obter cães com raiva, pois nem sempre animais mordidos por outros com raiva ficavam doentes. Como a terrível moléstia atacava o sistema nervoso central causando paralisia progressiva, Pasteur e seus discípulos decidiram que o mais correto seria injetar a matéria cerebral ou mesmo a saliva de animais raivosos diretamente no cérebro de cães sadios.

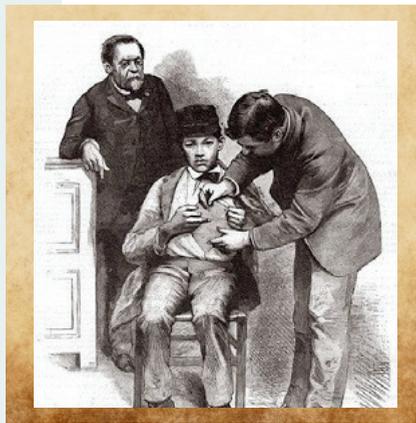
A experiência deu certo. Conseguiram um meio de reproduzir os microrganismos nos cérebros de cobaias. Ao fazer passagens sucessivas de cobaia a cobaia, perceberam que a doença aumentava progressivamente; o intervalo de tempo que separava o momento da inoculação e aquele que desencadeava a doença tornava-se mais curto, mas não menos que sete dias.

Passaram a injetar diariamente extratos de tecido medular obtido de cobaias infectadas com raiva em alguns cães sábios, respeitando os intervalos entre as doses e entre os cães.

Desta forma, os invisíveis micróbios estavam sendo inativados em sua virulência. Após várias tentativas descobriu que no 14º dia os cães podiam receber extrato de medula fresco sem apresentarem sintomas da doença.

Como havia mais de dois milhões de cães na França, era impossível que cada um recebesse 14 doses de vacina. Como as pessoas mordidas passam semanas sem apresentar sintomas, Pasteur resolveu que seria mais fácil vacinar as pessoas mordidas.

Teria coragem de fazer a experiência? Será que sua vacina poderia causar hidrofobia?



No dia 6 julho de 1885, foi procurado por uma aflita mãe francesa, cujo filho (Joseph Meister) havia sido gravemente mordido por um cão raivoso. Pasteur aconselhou-se com dois médicos decidindo-se por aplicar diariamente na criança as 14 doses da vacina de letalidade crescente.

Aguardou o dia 26 de outubro para expor sua descoberta à Academia de Ciências: Joseph Meister sobrevivera sem apresentar sintomas de raiva.

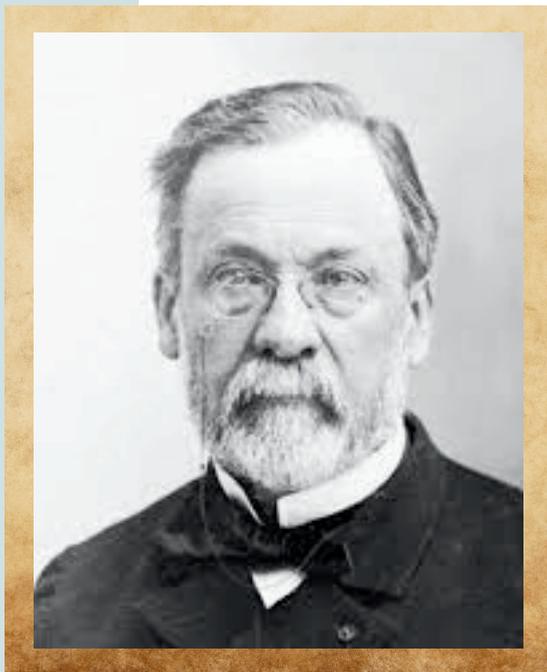
A notícia correu o mundo e esta foi a sua maior contribuição para a evolução da medicina. Esse assombroso feito médico (realizado por um químico) foi o último ato de Pasteur.

Aqui no Brasil temos o Instituto Pasteur, criado em 1888. A missão do Instituto permanecerá imutável ao longo do tempo: desenvolver pesquisas contra doenças infecciosas, preparar vacinas e servir ao ensino.



Vídeo documentário sobre Pasteur e suas descobertas. **Louis Pasteur, the Benefactor (Pictorial Films, 1942).** Com legendas em português. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OFWIGBnmSP8>

FALECIMENTO



Louis Pasteur morreu em 28 de Setembro de 1895 após vários derrames. Seus restos mortais repousam em uma cripta especialmente criada para ele no Instituto Pasteur em Paris. Ocupa um lugar de destaque no cenário científico mundial do séc. XIX e é considerado o maior cientista francês de todos os tempos.

Fontes e imagens

MAGALHÃES, L. **Louis Pasteur: Biografia, Teorias E Descobertas.** Toda Matéria. Disponível em: <www.todamateria.com.br/louis-pasteur/>. Acesso em 12 de agosto de 2024.

ESCOLA, Brasil. **Louis Pasteur.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/louis-pasteur.htm>> Acesso em 12 de agosto de 2024.

BRASIL, Educa Mais. **Quem foi Louis Pasteur?.** Educa Mais Brasil, 2024. Disponível em: <www.educamaisbrasil.com.br/educacao/carreira/quem-foi-louis-pasteur> Acesso em 12 de agosto de 2024.

FICHA TÉCNICA

Realização - Museu de Microbiologia – Instituto Butantan

Texto: Equipe do Museu de Microbiologia

Diagramação: Equipe NPT; Daniela Paixão Tamarozi (MMB)

Atualização: Daniela Paixão Tamarozi (MMB)

Supervisão: Gláucia Colli Inglez

Apoio



Realização

