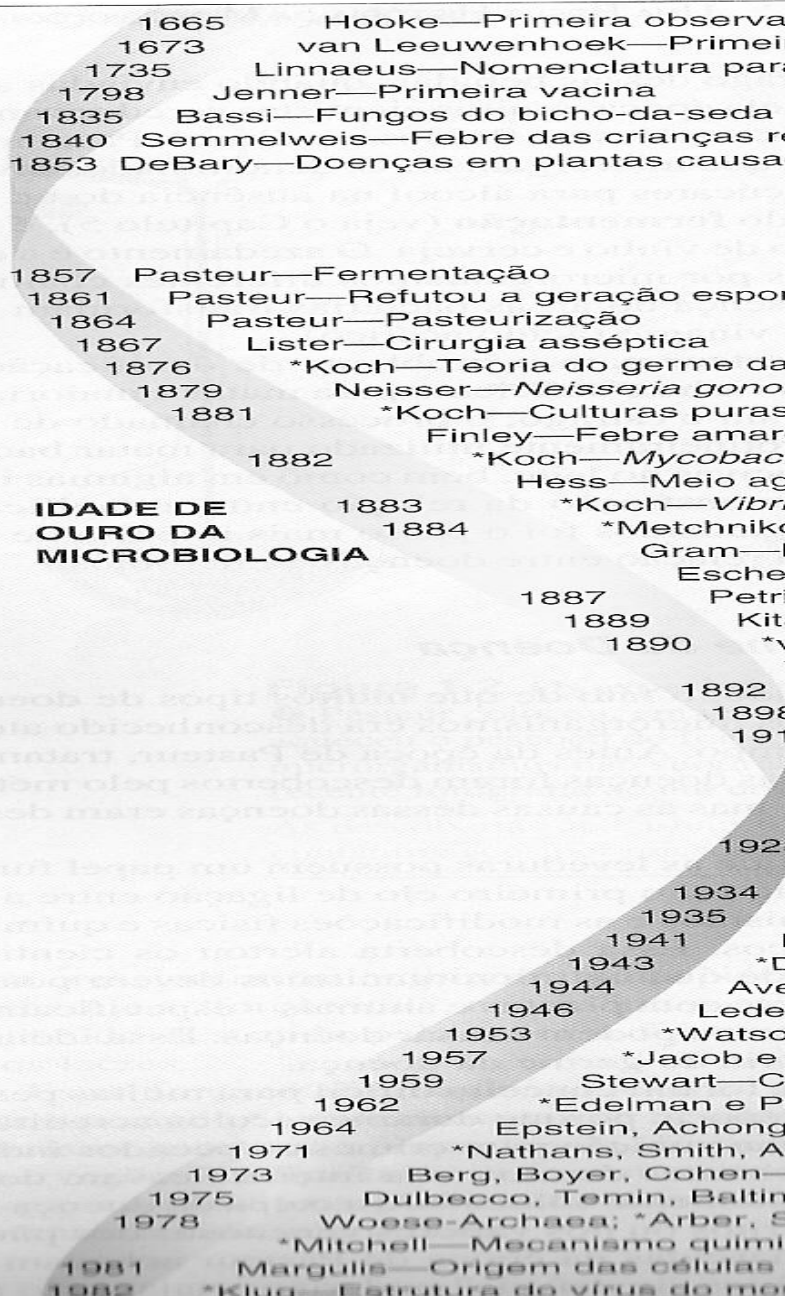


**Universidade Estadual do Rio Grande do Sul**  
**Bacharelado em Gestão Ambiental**  
**Microbiologia Ambiental**  
**Aula 2b**

Professor Antônio Leite Ruas Neto

- 1. Créditos: 60**
- 2. Carga horária semanal: 4**
- 3. Semestre: 2º**

# • 1. Microbiologia: linha do tempo.

- 
- 1665 Hooke—Primeira observação das células  
1673 van Leeuwenhoek—Primeira observação dos microrganismos vivos  
1735 Linnaeus—Nomenclatura para os microrganismos  
1798 Jenner—Primeira vacina  
1835 Bassi—Fungos do bicho-da-seda  
1840 Semmelweis—Febre das crianças recém-nascidas  
1853 DeBary—Doenças em plantas causadas por fungos
- 1857 Pasteur—Fermentação  
1861 Pasteur—Refutou a geração espontânea  
1864 Pasteur—Pasteurização  
1867 Lister—Cirurgia asséptica  
1876 \*Koch—Teoria do germe da doença  
1879 Neisser—*Neisseria gonorrhoeae*  
1881 \*Koch—Culturas puras  
Finley—Febre amarela  
1882 \*Koch—*Mycobacterium tuberculosis*  
Hess—Meio agár (sólido)  
1883 \*Koch—*Vibrio cholerae*  
1884 \*Metchnikoff—Fagocitose  
Gram—Método Gram de coloração bacteriana  
Escherich—*Escherichia coli*  
1887 Petri—Placas de Petri  
1889 Kitasato—*Clostridium tetani*  
1890 \*von Bering—Toxina contra a difteria  
\*Ehrlich—Teoria da imunidade  
1892 Winogardsky—Ciclo da sulfura  
1898 Shiga—*Shigella dysenteriae*  
1910 Chagas—*Trypanosoma cruzi*; \*Ehrlich—Sífilis
- 1928 \*Fleming, Chain, Florey—Penicilina  
Griffith—Transformação bacteriana  
1934 Lancefield—Antígenos de *Streptococcus*  
1935 \*Stanley, Northrup, Summer—Cristalização de vírus  
1941 Beadle e Tatum—Relação entre genes e enzimas  
1943 \*Delbrück e Luria—Infecção viral bacteriana  
1944 Avery, MacLeod, McCarty—O DNA é o material genético  
1946 Lederberg e Tatum—Conjugação bacteriana  
1953 \*Watson e Crick—Estrutura do DNA  
1957 \*Jacob e Monod—Regulação da síntese protéica  
1959 Stewart—Causa viral do câncer  
1962 \*Edelman e Porter—Anticorpos  
1964 Epstein, Achong, Barr—Vírus Epstein-Barr como causa de câncer humano  
1971 \*Nathans, Smith, Arber—Enzimas de restrição (usadas na engenharia genética)  
1973 Berg, Boyer, Cohen—Engenharia genética  
1975 Dulbecco, Temin, Baltimore—Transcriptase reversa  
1978 Woese-Archaea; \*Arber, Smith, Nathans—Endonucleases de restrição  
\*Mitchell—Mecanismo quimiostático  
1981 Margulis—Origem das células eucarióticas  
1982 \*Klug—Estrutura do vírus do mosaico do tabaco  
1983 \*McClintock—Transposons
- IDADE DE OURO DA MICROBIOLOGIA**

# 1. Microbiologia: linha do tempo.

**Tabela P.2** Alguns eventos importantes para o desenvolvimento da microbiologia.

Evento	Autor	Período
Descoberta do mundo microbiano	Antony van Leeuwenhoek	Século XVII
Primeiro sistema de classificação dos microrganismos	Carl Linnaeus	Século XVIII
Descoberta de que a vacinação com vírus da varíola bovina prevenia a varíola humana	Edward Jenner	
Refutação da teoria da geração espontânea	Louis Pasteur	Século XIX
Estabelecimento de que a febre do recém-nascido era transmitida pelas mãos contaminadas dos médicos	Ignaz Semmelweis	
Desenvolvimento dos conceitos de técnica asséptica	Joseph Lister	
Comprovação da teoria microbiana da fermentação	Pasteur	
Estabelecimento da teoria microbiana das doenças	Pasteur e Robert Koch	
Desenvolvimento de técnicas laboratoriais microbiológicas	Koch	
Postulados de Koch: critério para estabelecer o agente causal da doença	Koch	
Descoberta de que culturas avirulentas produziam imunidade	Pasteur	
Descrição da função das células sanguíneas da série branca e a teoria da imunidade celular (fagocitose)	Elie Metchnikoff	
Descoberta das atividades químicas dos microrganismos no solo	Sergei Winogradsky e Martinus Beijerinck	
Desenvolvimento da coloração diferencial para bactérias (coloração de Gram)	Hans Christian Gram	
Descoberta das doenças de plantas causadas por bactérias	Thomas J. Burrill e Erwin S. Smith	
Descoberta do vírus	Dmitri Ivanovski	Século XX
Descoberta da relação dos vírus com o câncer	Beijerinck e Peyton Rous	Primeira década do século XX
Descoberta de um agente quimioterápico específico para curar uma doença bacteriana – conceito de quimioterapia	Paul Ehrlich	
Descoberta dos vírus bacterianos (bacteriófagos)	Felix d'Herelle e Frederick Twort	
Reconhecimento da diversidade bioquímica dos microrganismos e desenvolvimento do conceito de unidade na bioquímica de sistemas vivos	A. J. Kluyver e C. B. van Niel	Segunda década do século XX
Cultivo dos vírus em células animais (cultura de tecidos)	F. Parker e R. N. Wye	
Primeira edição do <i>Bergey's Manual</i>	D. Bergey e R. Buchanan	



# • 1. Microbiologia: linha do tempo.

**Tabela P.2** Alguns eventos importantes para o desenvolvimento da microbiologia. (Continuação.)

Evento	Autor	Período
Descoberta dos efeitos antibacterianos da sulfonamida – Prontosil	Gerhard Domagk	Terceira década do século XX
Descoberta da penicilina	Alexander Fleming, E. B. Chain e H. W. Florey	Terceira década do século XX
Introdução da microscopia eletrônica	Max Knoll e Ernst Ruska	Terceira década do século XX
Cristalização de um vírus	Wendell Stanley	Terceira década do século XX
Isolamento de mutantes bioquímicos e descoberta de que a exposição ao raios X aumentava a frequência de mutação	George W. Beadle e Edward L. Tatum	Quarta década do século XX
Definição do DNA como substância química responsável pela hereditariedade	Oswald Avery, Colin MacLeod e Maclyn McCarty	Quarta década do século XX
Descoberta dos processos genéticos em microrganismos que regulam processos químicos específicos	Beadle, Joshua Lederberg e Tatum	Quinta década do século XX
Descoberta do ciclo do ácido cítrico	Hans A. Krebs	Quinta década do século XX
Descoberta da estrutura em dupla hélice do DNA e início da genética molecular	James Watson e Francis Crick	Quinta década do século XX
Desenvolvimento da vacina antipoliomielite	Jonas Salk e Albert Sabin	Sexta década do século XX
Controle da replicação viral pelo DNA	Alfred D. Hershey e Martha C. Chase	Sexta década do século XX
Descoberta do interferon, um inibidor da replicação viral	Alick Isaacs	Sexta década do século XX
Descoberta da natureza das regiões de controle da molécula de DNA para produção de enzimas reguladoras (teoria do operon)	Francis Jacob, Jacques Monod e André Lwoff	Sexta década do século XX
Decifrando o código genético	Robert W. Holley, H. Gobind Khorana e Marshall Nirenberg	Sétima década do século XX
Desenvolvimento de técnicas para o estudo da organização genética (mapeamento genético)	Werner Arber, Daniel Nathans e Hamilton O. Smith	Sétima década do século XX
Descoberta da interação entre o vírus tumoral e o material genético celular	David Baltimore, Howard M. Temin e Renato Dulbecco	Sétima década do século XX
Desenvolvimento da engenharia genética utilizando tecnologia do DNA recombinante	Paul Berg, Walter Gilbert e Frederick Sanger	Sétima década do século XX
Unificação da teoria do desenvolvimento do câncer – demonstração de oncogenes nas células	J. Michael Bishop e Harold E. Varmus	Oitava década do século XX

# • 1. Microbiologia: linha do tempo.

**Tabela P.1** Recentes descobertas de bactérias causadoras de doenças humanas e de animais.

Ano	Doença ou infecção	Agente etiológico*	Descobridor <sup>†</sup>
1876	Carbúnculo	<i>Bacillus anthracis</i>	Koch
1879	Gonorréia	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Neisser
1880	Febre tifóide	<i>Salmonella typhi</i>	Eberth
1880	Malária	<i>Plasmodium</i> ssp.	Laveran
1881	Infecções de feridas	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ogston
1882	Tuberculose	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Koch
1882	Mormo	<i>Pseudomonas mallei</i>	Loeffler e Schütz
1883	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Koch
1883-1884	Difteria	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Klebs e Loeffler
1885	Erisipela suína	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Loeffler
1885	Tétano	<i>Clostridium tetani</i>	Nicolaier
1886	Pneumonia bacteriana	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Fraenkel
1887	Meningite	<i>Neisseria meningitidis</i>	Weichselbaum
1887	Febre de Malta	<i>Brucella</i> ssp.	Bruce
1888	Estrangulamento eqüino ( <i>Equine strangles</i> )	<i>Streptococcus</i> ssp.	Schütz
1889	Cancro mole	<i>Haemophilus ducreyi</i>	Ducrey
1892	Gangrena gasosa	<i>Clostridium perfringens</i>	Welch e Nuttall
1894	Peste	<i>Yersinia pestis</i>	Kitasato e Yersin
1895	Tifo de aves	<i>Salmonella gallinarum</i>	Moore
1896	Botulismo (Intoxicação alimentar)	<i>Clostridium botulinum</i>	Van Ermengem
1897	Doença de Bang (aborto bovino)	<i>Brucella abortus</i>	Bang
1898	Disenteria	<i>Shigella dysenteriae</i>	Shiga
1898	Pleuropneumonia de gado	<i>Mycoplasma mycoides</i>	Nocard e Roux
1905	Sífilis	<i>Treponema pallidum</i>	Schaudinn e Hoffman
1906	Coqueluche	<i>Bordetella pertussis</i>	Bordet e Gengou
1909	Febre das Montanhas Rochosas	<i>Rickettsia rickettsii</i>	Ricketts
1912	Tularemia	<i>Francisella tularensis</i>	McCoy e Chapin

\* Nome atual do agente etiológico; o nome original, em muitos casos era diferente.

† Em alguns casos, o indivíduo simplesmente observou o agente etiológico; em outros, o investigador isolou o agente em cultura pura.

## •2. A Teoria Microbiana das doenças.

- As correntes de pensamento científico explicativas das doenças no século XIX são especialmente elucidativas.
- Em meados daquele século, podemos observar um terreno de conflitos entre as concepções de origem miasmáticas (dos miasmas) e a sua versão mais científica da constituição epidêmica e as teorias contagionistas iniciais que desembocaram depois na teoria microbiana da doença e, depois na própria unicausalidade biológica das doenças.
- O agente infeccioso do cólera foi elucidado posteriormente, por Koch em 1883.
- Pasteur, Koch e outros microbiologistas, inauguraram a fase microbiana da explicação das doenças, com sucessivas descobertas no período entre 1860 a 1890.

## •2. A Teoria Microbiana das doenças.

- Estas descobertas de Pasteur e Koch iniciaram-se com a eliminação da ideia da geração espontânea e adentraram o campo das doenças humanas, apresentando agentes e terapêuticas com grande impacto, haja visto por exemplo a vacina para a raiva, descoberta por Pasteur.
- A influência microbiana caracterizou a ideia da unicausalidade das doenças.
- Esta centrava-se na busca de novos agentes etiológicos e na descoberta da sua transmissão, a base da terapêutica e prevenção por vacinas.

## • 2. A Teoria Microbiana das doenças.

- O estabelecimento de causa microbiológica trouxe o estímulo à terapêutica específica. Reforçou também o reducionismo da medicina. “Saber o que causa, combater e curar”, seria o lema deste período.
- A teoria microbiológica trouxe o otimismo com “fim das doenças”, presente na primeira metade do século XX.
- Em 1943, Winslow celebrava “o triunfo de terem sido banidas para sempre da Terra as grandes pragas e pestilências do passado ...”.
- O período do início do século XX é marcado com o otimismo das grandes campanhas de saúde, da teoria da “erradicação” e do campanhismo.



## • 2. A Teoria Microbiana das doenças.

- Mesmo no século XX, observou-se esta mesma concepção, nos anos 80, na corrida pela descoberta do vírus da imunodeficiência adquirida – HIV e, depois, dos príons.
- De forma geral, o etiologismo na explicação da doença passou a deter uma rede preventiva abrangente. No caso da AIDS isto só retomada vários anos depois da descoberta do HIV.

- 3. Os postulados de Koch.

### Postulados de Koch

Por volta de 1880, Koch utilizou-se dos métodos laboratoriais recentemente desenvolvidos e organizou os quatro critérios necessários para provar que um micróbio específico causa uma doença particular. Esses critérios são conhecidos como *postulados de Koch*:

1. Um microrganismo específico pode sempre estar associado a uma doença.
2. O microrganismo pode ser isolado e cultivado em cultura pura, em condições laboratoriais.
3. A cultura pura do microrganismo produzirá a doença quando inoculada em animal susceptível.
4. É possível recuperar o microrganismo inoculado do animal infectado experimentalmente.

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- A teoria de Oparin do surgimento químico da vida é de uma abiogênese em condições especiais. Uma ideia de abiogênese desenvolveu-se no conhecimento científico, muitos séculos antes a teoria da geração espontânea: a vida surge do nada, contrariando a ideia de que vida surge de vida.

- A ideia antiga, dos tempos de Aristóteles, de que seres vivos podem surgir por geração espontânea, permaneceu até o século XIX. Seria a repetição da abiogênese original, após esta e portanto impossível. Como permaneceu?

-

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- O papel da reprodução era reconhecido, mas admitia-se que certos organismos vivos pudessem surgir espontaneamente da matéria bruta.
- O cotidiano mostrava, que larvas de moscas apareciam no meio do lixo e que poças de lama podiam exibir pequenos animais. A conclusão: o lixo e a lama haviam gerado diretamente os organismos.
- Reconhecia-se que nem toda matéria bruta podia gerar vida. De um pedaço de ferro ou de pedra não surgia vida. De um pedaço de carne, da lama ou da poça d'água era possível.



## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- Explicava-se esta diferença entre diversos materiais brutos alegando-se a necessidade de um “princípio ativo” que não estaria presente em qualquer matéria bruta, mas cuja presença seria necessária para haver geração espontânea. O princípio ativo não era considerado algo concreto, mas uma capacidade ou potencialidade de gerar vida.
- As ideias sobre geração espontânea perduraram por um tempo muito longo. A sua forma original mudou aos poucos; ainda nos meados do século passado, havia numerosos partidários dessa teoria, definitivamente destruída pelos trabalhos de Louis Pasteur apenas no século XIX.
- Os partidários da geração espontânea eram fortemente criacionistas.

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

### • Redi, Needham e Spallanzani

• Francesco Redi, no XVII, tentou derrubar a noção de geração espontânea. Ele colocou pedaços de carne em dois grupos de frascos; um dos grupos permanece aberto, enquanto o outro é recoberto por um pedaço de gaze. Sobre a carne dos frascos abertos, após alguns dias, surgem larvas de moscas; nos frascos cobertos não aparecem larvas. Redi concluiu que a carne não gera as larvas; moscas adultas devem ter sido atraídas pelo cheiro de material em decomposição e desovaram sobre a carne. As larvas nasceram, portanto, dos ovos postos pelas moscas. Essa idéia é ainda reforçada pela observação dos frascos cobertos: sobre a gaze, do lado externo do frasco, algumas larvas apareceram.

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- Apesar da repercussão das experiências de Redi, a idéia de geração espontânea ainda não havia morrido.
- O uso crescente do microscópio e a descoberta dos microorganismos foram reforçando a teoria da abiogênese: tais seres pequeninos, argumentava-se, eram tão simples, que não era concebível terem a capacidade de reprodução; como conclusão óbvia, só podiam ser formados por geração espontânea.

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- John Needham, em 1745 fez um experimento cujos resultados pareciam comprovar as ideias da abiogênese. Vários caldos nutritivos, como sucos de frutas e extrato de galinha, foram colocados em tubos de ensaio, aquecidos durante um certo tempo e em seguida selados. A intenção de Needham, ao aquecer, era obviamente a de provocar a morte de organismos possivelmente existentes nos caldos; o fechamento dos frascos destinava-se a impedir a contaminação por micróbios externos. Apesar disso, os tubos de ensaio, passados alguns dias, estavam turvos e cheios de microorganismos, o que parecia demonstrar a verdade da geração espontânea.

-



## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- Cerca de 25 anos depois, o italiano Lazzaro Spallanzani repetiu as experiências de Needham. A diferença no seu procedimento foi a de *ferver* os líquidos durante uma hora, não se limitando a aquecê-los; em seguida os tubos foram fechados hermeticamente. Líquidos assim tratados mantiveram-se *estéreis*, isto é, sem vida indefinidamente. Desta forma, Spallanzani demonstrava que os resultados de Needham não comprovavam a geração espontânea pelo fato de aquecer por pouco tempo, Needham não havia destruído todos os micróbios existentes, dando-lhes a oportunidade de proliferar novamente.

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- Needham, porém, responde às críticas de Spallanzani com argumentos aparentemente muito fortes:

- “...Spallanzani... selou hermeticamente dezenove frascos que continham diversas substâncias vegetais e ferveu-os, fechados por uma hora. Mas, pelo método de tratamento pelo qual ele torturou suas dezenove infusões vegetais, fica claro que enfraqueceu muito ou até destruiu a força vegetativa das substâncias em infusão...”

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- O termo “força vegetativa”, que era usado como sinônimo de princípio ativo. O aquecimento excessivo, segundo Needham, havia destruído o princípio ativo; sem princípio ativo, nada de geração espontânea! É interessante notar que o próprio Spallanzani não soube refutar esses argumentos, ficando as idéias da abiogênese consolidadas.

- Finalmente no século XIX, o cientista francês Louis Pasteur conseguiu, por volta de 1860, mostrar definitivamente a falsidade das idéias sobre geração espontânea da vida.

- Seus experimentos foram bem semelhantes aos de Spallanzani, porém com alguns aperfeiçoamentos.

## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

• “Coloquei em frascos de vidro os seguintes líquidos, todos facilmente alteráveis, em contato com o ar comum: suspensão de lêmbedo de cerveja em água, suspensão de lêmbedo de cerveja em água e açúcar, urina, suco de beterraba, água de pimenta. Aqueci e puxei o gargalo do frasco de maneira a dar-lhe curvatura; deixei o líquido ferver durante vários minutos até que os vapores saíssem livremente pela estreita abertura superior do gargalo, sem tomar nenhuma outra precaução. Em seguida, deixei o frasco esfriar. É uma coisa notável, capaz de assombrar qualquer pessoa acostumada com a delicadeza das experiências relacionadas à assim chamada geração espontânea, o fato de o líquido em tal frasco permanecer imutável indefinidamente...”



## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- Parecia que o ar comum, entrando com força durante os primeiros momentos (do resfriamento), deveria penetrar no frasco num estado de completa impureza. Isto é verdade, mas ele encontra um líquido numa temperatura ainda próxima do ponto de ebulição.
- A entrada do ar ocorre, então, mais vagarosamente e, quando o líquido se resfriou suficientemente, a ponto de não mais ser capaz de tirar a vitalidade dos germes, a entrada do ar será suficientemente lenta, de maneira a deixar nas curvas úmidas do pescoço toda a poeira (e germes) capaz de agir nas infusões...

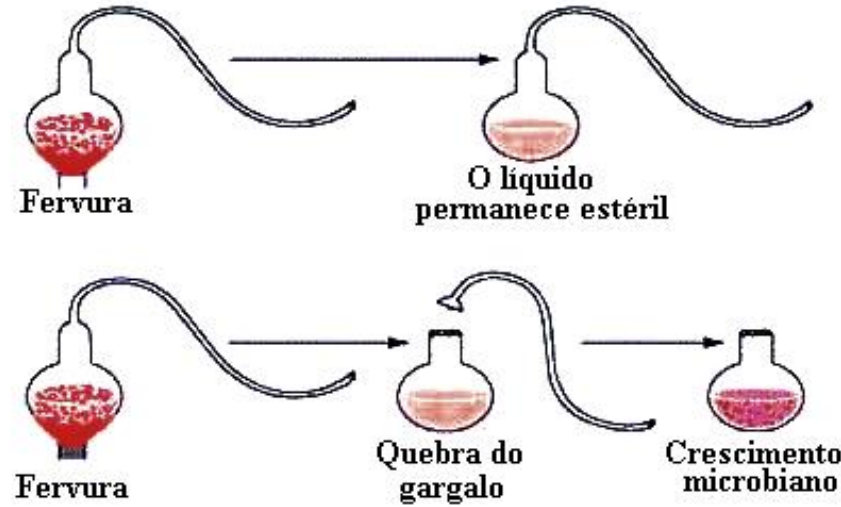
## • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

- Depois de um ou vários meses no incubador, o pescoço do frasco foi removido por golpe dado de tal modo que nada, a não ser as ferramentas, o tocasse, e depois de 24, 36 ou 48 horas bolores se tornavam visíveis, exatamente como no frasco aberto ou como se o frasco tivesse sido inoculado com poeira do ar.”

- Com esta experiência engenhosa, Pasteur também demonstrava que o líquido não havia perdido pela fervura suas propriedades de abrigar vida, como argumentaram alguns de seus opositores. Além disso, não se podia alegar a ausência do ar, uma vez que este entrava e saía livremente (apenas estava sendo filtrado).

-

# • 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.



• 4. A nova Abiogênese: a Geração Espontânea e a refutação de Pasteur.

