

O novo modelo atômico de Bohr

Após estudar com E. Rutherford na Inglaterra, o físico dinamarquês Niels Bohr percebeu em 1913 que utilizando uma teoria quântica seria possível criar um novo modelo atômico, capaz de explicar a forma como os elétrons absorvem e emitem energia radiante. Em 1914 publicou seus resultados, descrevendo os espectros dos átomos de Hidrogênio e Hélio. Em 1922 ganhou o prêmio Nobel por seus estudos envolvendo a estrutura do átomo e a radiação emitida por ele.



Niels Bohr

Medida de distâncias das estrelas

Ejnar Hertzsprung trabalhava no Observatório de Leiden, e criou um diagrama para classificar diferentes tipos de estrelas. Em 1913 encontrou um método para determinar distâncias de estrelas a partir da descoberta da astrônoma estadunidense Henrietta Leavitt, envolvendo cefeidas, estrelas de brilho variável cujo período de pulsação é proporcional ao brilho intrínseco (magnitude absoluta). Calibrando a relação período-magnitude, ele poderia medir as distâncias de estrelas a partir de seu brilho aparente.



Ejnar Hertzsprung

O tamanho do universo

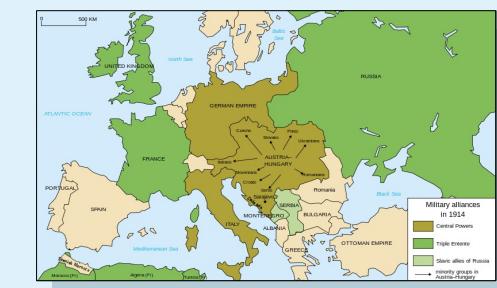
O astrônomo holandês Jacobus Kapteyn buscava medir as distâncias entre as estrelas conhecidas para fazer um mapa do nosso grupo local de estrelas. Discutia-se na época se haveria só uma ou mais "galáxias". No "universo de Kapteyn" todos as estrelas e demais corpos celestes, como as nebulosas espirais e aglomerados globulares, estariam em nossa Via Láctea, que teria um tamanho de cerca de 50 mil anos-luz. Após a guerra ele foi contrário ao boicote contra os alemães, porque achava que os cientistas deveriam ajudar a unir a Europa e não a separá-la.



Jacobus Kapteyn

Os neutros na I Guerra

Espanha, Portugal, Holanda, Suíça, Suécia e Noruega permaneceram neutros na Primeira Guerra Mundial. A Suécia teve grande crescimento econômico, vendendo aço para seus vizinhos.

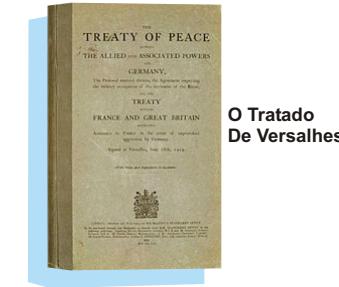


Europa em 1917

O fim da Primeira Guerra Mundial

Em 11 de novembro de 1918 foi assinado o armistício entre Alemanha e os países aliados. A Inglaterra exige uma indenização à Alemanha devido a sua derrota. Em 1919 foi assinado o Tratado de Versalhes. Os países aliados impuseram restrições e sanções à Alemanha.

O retorno dos soldados ingleses



O Tratado De Versalhes

Levante da Páscoa na Irlanda

Os militares irlandeses revoltam-se na semana santa contra o Reino Unido pela independência. Não houve vitória dos rebeldes, mas iniciou-se um processo de democratização no país dominado.



Declaração do governo ao povo irlandês anunciando a revolta.

Mulheres inglesas na política



Nancy Witcher Astor

Em 1919, Nancy Witcher Astor foi a primeira mulher a fazer parte da Câmara dos Comuns na Inglaterra. Essa instituição tinha os mesmos poderes que a câmara de deputados no Brasil.

Irrompe a Primeira Grande Guerra

Na noite de 4 de agosto de 1914, o governo britânico chefiado pelo primeiro-ministro Henry Asquith declarava guerra ao Império Alemão. Do lado dos ingleses estavam França e Império Russo (os chamados Países Aliados), contra Alemanha, Império Austro-Húngaro e Império Otomano (os chamados Impérios Centrais).



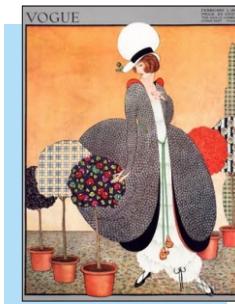
Henry Asquith



Mapa das alianças na Guerra em 1914

Arte de vanguarda inglesa: o Vorticismo

Havia na arte inglesa um movimento de vanguarda denominado Vorticismo. Alguns de seus adeptos defendiam um estilo puro e dinâmico com o intuito de trazer ação e movimento para as pinturas e esculturas.



Capa da revista Vogue em 1914.



Navio com camuflagem ofuscante em Liverpool.
Edward Wadsworth, 1919.

Desvios espectrais das nebulosas

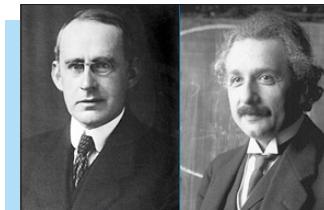
Herbert Dingle e Arthur Eddington eram cientistas da religião Quaker, pacifistas, e não participaram da Primeira Guerra mundial. Dingle estudou física teórica, astrofísica e história da ciência. Em 1924 publicou o livro “Astrofísica moderna”, em que apresentou algumas teorias atuais sobre a origem das nebulosas e aglomerados globulares, criadas pelo astrônomo inglês James Jeans. Dingle tentou explicar o afastamento das nebulosas evidenciado pelos desvios espectrais medidos por Slipher, mas considerava que por enquanto só havia possibilidade teórica, sem nenhuma observação decisiva para embasá-las.



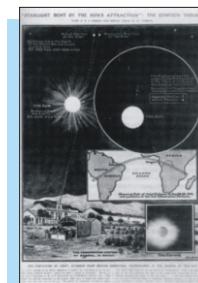
Herbert Dingle

Uma expedição para curar as feridas da guerra

Arthur Eddington, um astrônomo pacifista que não concordava com o boicote à ciência alemã, estudou e defendeu na Inglaterra a teoria da relatividade. Em 1919, Eddington liderou expedições para testar a teoria da relatividade geral, proposta por Einstein (um alemão), a partir da observação de eclipses solares na África e em Sobral, no Ceará. Ao lado, publicação dos resultados da observação do eclipse em Sobral num jornal inglês. Com a confirmação de sua teoria, Einstein ficou mundialmente famoso.



Arthur Eddington Albert Einstein



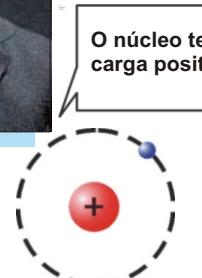
O modelo do átomo de Rutherford

O físico neozelandês Ernest Rutherford, que trabalhava em Cambridge (Inglaterra) desde o início do século XX, publicou em 1914 um novo modelo para o átomo, em que o núcleo seria pequeno, com uma carga positiva, rodeado por elétrons, de carga negativa. Ele já havia sido laureado com o prêmio Nobel em 1908, por seus estudos envolvendo radioatividade.



O núcleo tem carga positiva.

Ernest Rutherford



Uma relação entre a distância das nebulosas e os redshifts

O astrônomo sueco Knut Lundmark investigou a relação entre o *Efeito De Sitter*, um aspecto curioso do modelo cosmológico criado pelo holandês W. De Sitter em 1917, e as observações de desvios espectrais medidos pelo estadunidense Vesto Slipher. Lundmark criou um diagrama, publicado em 1924, mostrando que quanto mais distantes estavam as nebulosas, maior era o desvio espectral para o vermelho (o chamado *redshift*), que ele relacionou à velocidade de recessão.

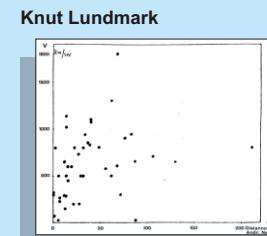
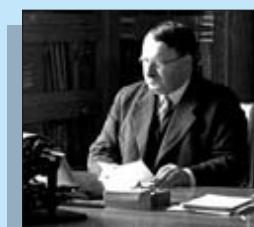


Diagrama de Lundmark com relação velocidade -distância

Aglomerados globulares e redshifts

O físico polonês Ludwik Silberstein analisou aglomerados globulares e encontrou uma relação linear entre os desvios espectrais para o vermelho (*redshifts*) de aglomerados globulares e sua distância do Sol, ilustrada no diagrama ao lado, publicado em 1924. Os métodos que ele utilizou foram questionados por astrônomos como o sueco Knut Lundmark, que o criticou por ter excluído os dados que não encaixavam na relação linear: dos 16 aglomerados disponíveis, ele escolheu apenas 7. Outros astrônomos também criticaram essa exclusão dos dados que não se encaixavam em sua teoria, de forma que relações entre *redshift* e distância passaram a ser vistas com desconfiança.

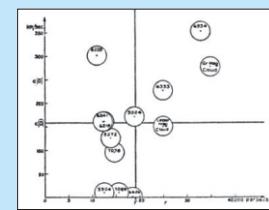
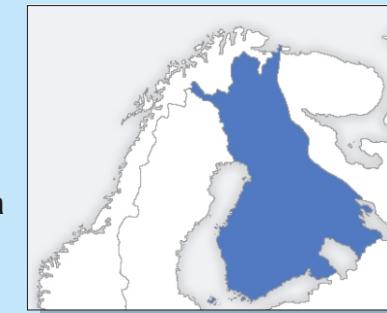


Diagrama de Silberstein:
relação entre velocidade
e distância é linear

Finlândia: guerra civil e independência

A Holanda, Suécia e Noruega ficaram neutras na Primeira Guerra Mundial. Já a Finlândia entrou em guerra civil após a Revolução Russa. O Exército Branco, apoiado pelos países capitalistas, derrotou o Exército Vermelho soviético e a Finlândia tornou-se uma monarquia independente.



Mapa da Finlândia

Nobel para pesquisador de armas químicas é questionado

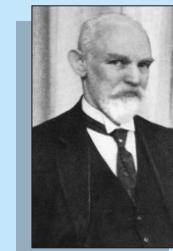
O prêmio Nobel de 1918 foi atribuído ao alemão Fritz Haber, famoso por seu trabalho envolvendo armas químicas, utilizadas pelos alemães na Primeira Guerra Mundial. O comitê que tomou essa decisão foi muito mal visto por franceses, ingleses e estadunidenses. Por isso, alguns franceses não queriam manter contato científico nem com alemães, nem com suecos, responsáveis pela concessão do prêmio.



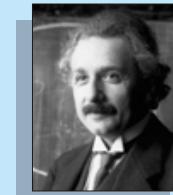
Fritz Haber

O universo estático e sem matéria de De Sitter

Como em 1917 estava acontecendo a Primeira Guerra Mundial, a relatividade geral não ficou muito conhecida fora da Alemanha. Willem De Sitter, que era membro da Royal Society, agiu como um diplomata divulgando os trabalhos do cientista alemão Albert Einstein para os ingleses. Ele, Arthur Eddington e Albert Einstein se encontraram em Leiden e discutiram seus trabalhos envolvendo a teoria da relatividade e a astronomia. No mesmo ano em que Einstein publicou seu universo estático, De Sitter encontrou outra solução possível para suas equações. O modelo de De Sitter era estático e sem matéria.



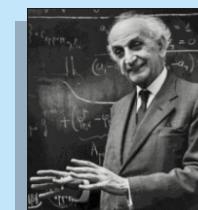
Willem De Sitter



Albert Einstein

Reinterpretações do modelo de De Sitter

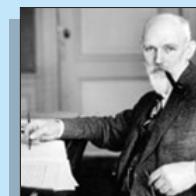
Hermann Weyl, um matemático alemão, publicou em 1923 um artigo discutindo o modelo do astrônomo holandês W. De Sitter e sua relação com desvios espectrais. No ano anterior o húngaro Cornelius Lanczos havia publicado outro modelo cosmológico, semelhante ao proposto por Weyl. O alemão considerou que sua solução seria melhor que a encontrada por Lanczos por não conter um começo no tempo, o que ficou conhecido como "singularidade".



Cornelius Lanczos



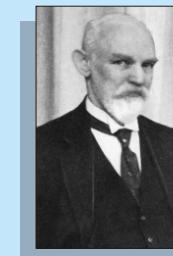
Hermann Weyl



Willem De Sitter

Relatividade e astronomia

Willem De Sitter estudou astronomia com Jacobus Kapteyn, trabalhou num observatório na África do Sul quando jovem, até ser nomeado diretor do Observatório de Leiden, em 1919. Estudou as relações entre a teoria da relatividade e a astronomia.



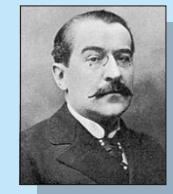
Willem De Sitter



Observatório de Leiden

Posição dos países neutros sobre o boicote à ciência alemã

Ao fim da guerra, franceses, ingleses e estadunidenses, como Charles Picard, James Jeans e George Hale, queriam iniciar um boicote à ciência alemã, mas temiam que os cientistas dos países neutros continuassem em contato com eles. Caso isso acontecesse, seriam eles próprios, e não os alemães, que ficariam isolados. Finalmente, 13 países neutros integraram o IRC (Conselho Internacional de Pesquisas), mas puderam manter contato também com os alemães.



Charles Picard



James Jeans



George Hale

Influência alemã sobre a URSS

Após a derrota na Primeira Guerra, o pioneirismo científico alemão passou a ser uma espécie de substituto para o poder militar. Com o boicote à ciência alemã arquitetado por estadunidenses, ingleses e franceses, os alemães estreitaram suas relações científicas com a URSS. Em 1922, cópias dos artigos alemães foram distribuídas aos cientistas soviéticos, que estavam isolados da ciência internacional desde 1917, durante sua Guerra Civil. O alemão Otto Lubarsch confessou ter sido bem mais generoso com autores soviéticos, exigindo menos de seus artigos submetidos a revistas alemãs do que era exigido normalmente. Queriam evitar com isso que os soviéticos mandassem seus artigos para revistas francesas ou inglesas.



Otto Lubarsch

Cientistas judeus perseguidos

No fim da I Guerra a Alemanha estava esgotada pelo confronto com a França e a Inglaterra, quando em 1917 os EUA entraram no conflito, desequilibrando a situação a favor dos aliados. Nesse contexto, os cientistas alemães se dividiram sobre o rumo da guerra. Alguns queriam a paz somente "pela vitória", outros achavam melhor negociar um acordo. A maioria dos intelectuais de Berlim, muitos dos quais eram judeus, escolheram a paz, e foram acusados de trair a nação quando pesadas indenizações de guerra foram impostas pelos aliados. Depois disso, os intelectuais judeus de Berlim, teóricos ou não, passaram a ser perseguidos por seus inimigos políticos conservadores. Os físicos Johannes Stark e Philip Lenard lideraram um movimento antisemita contra essa "física teórica judia".



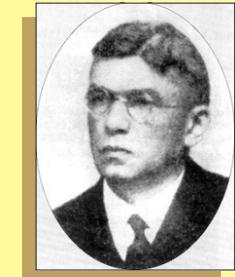
Philip Lenard



Johannes Stark

Estudos para determinar o movimento do sol

O alemão Carl Wirtz trabalhava no observatório de Estrasburgo, na Alsácia, região que pertencia à Alemanha mas foi perdida para a França após a Primeira Guerra Mundial. Depois disso, Carl Wirtz foi trabalhar no observatório de Kiel. Em 1918, logo após servir na guerra integrando o exército alemão, ele publicou um estudo de desvios espectrais de nebulosas, como parte de investigações sobre a possibilidade de se determinar o movimento do Sol em relação a outras estrelas. Além dele, o estadunidense G. Padock e o sueco Knut Lundmark realizaram investigações semelhantes envolvendo o chamado "termo K", que seria dado pelo movimento do Sol em relação às nebulosas.



Carl Wirtz

Uma relação entre velocidade e brilho das nebulosas espirais

Em 1922 o astrônomo alemão Carl Wirtz encontrou uma relação proporcional entre os desvios espectrais das nebulosas (que associou à velocidade radial) e seu brilho aparente (magnitude). Ele também buscou determinar o movimento do Sol em relação às nebulosas. O boicote à ciência alemã proposto por muitos cientistas franceses, ingleses e estadunidenses também pode ter tido forte influência no fato de Wirtz tornar-se muito pouco conhecido.

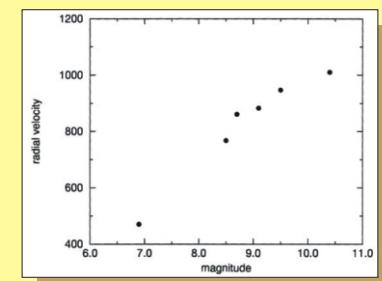


Diagrama reconstruído a partir do artigo de Wirtz, mostrando relação velocidade e magnitude de nebulosas espirais.

Alemães vencedores do prêmio Nobel trabalhando para a guerra

Devido à necessidade do desenvolvimento de armas para a Primeira Guerra Mundial, as pesquisas em ciências teóricas eram pouco valorizadas nas universidades alemãs, recebendo poucos investimentos. Em 1914 o físico alemão Max Von Laue ganhou o Prêmio Nobel por suas pesquisas experimentais envolvendo a difração de raios X e em 1918 o químico alemão Fritz Haber venceu o prêmio pela pesquisa da síntese da amônia. Ambos trabalharam desenvolvendo armas químicas para o exército alemão.



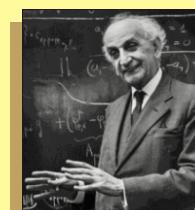
Max Von Laue



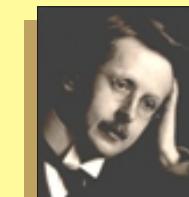
Fritz Haber

Reinterpretações do modelo de De Sitter

Hermann Weyl, um matemático alemão, publicou em 1923 um artigo discutindo o modelo do astrônomo holandês W. De Sitter e sua relação com desvios espectrais. No ano anterior o húngaro Cornelius Lanczos havia publicado outro modelo cosmológico, semelhante ao proposto por Weyl. O alemão considerou que sua solução seria melhor que a encontrada por Lanczos por não conter um começo no tempo, o que ficou conhecido como "singularidade".



Cornelius Lanczos



Willem De Sitter

O orgulho nacional da ciência alemã

Com a derrota da Alemanha na Guerra, o país foi submetido a pesadas indenizações, perdendo colônias e territórios importantes. O físico Max Planck, que havia assinado o Manifesto dos 93, escreveu: "Se o inimigo tomou de nossa pátria todo o exército e poder, se graves crises internas surgiram e outras ainda mais graves estejam diante de nós, há uma coisa que ainda nenhum inimigo estrangeiro ou nacional nos tomou: a posição que a ciência alemã ocupa no mundo".



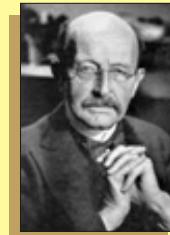
Max Planck

Críticas ao Nobel de Einstein

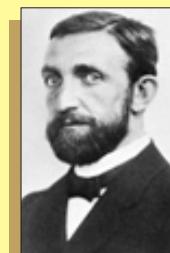
Os físicos Johannes Stark e Philip Lenard condenaram o comitê Nobel por ter concedido o prêmio a Einstein em 1921, por seus trabalhos envolvendo o efeito fotoelétrico. Com o aumento das hostilidades contra os judeus, Einstein passou alguns meses no Japão. Planck lamentou essa situação em 1923: "Estou indignado e envergonhado por esse homem, por quem o mundo todo nos inveja, ter sido obrigado a abandonar seu trabalho por intrigas tão baixas".



Johannes Stark



Max Planck

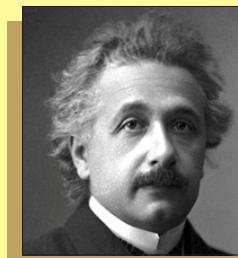


Philip Lenard

Einstein rejeita solução de Friedmann sobre curvatura do espaço

29/07/1922: "Sobre a curvatura do espaço", escrito pelo matemático russo Alexander Friedmann foi recebido pela revista *Zeitschrift fur Physik* e enviado para Einstein, que devia julgar se o artigo podia ser publicado, emitindo um parecer.

18/09/1922: O parecer de Einstein foi recebido pela revista. Ele considerou "suspeita" a solução não estacionária apresentada no artigo de Friedman. Ela seria incompatível com suas equações da relatividade geral, em que o fator de escala é constante.



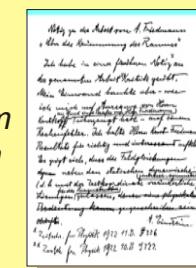
Albert Einstein

Einstein aceita cálculos de Friedmann

31/05/1923: Publicada nova nota na *Zeitschrift fur Physik* em que Einstein reconhece seu erro:

"Em uma nota anterior eu critiquei o artigo citado (Friedmann 1922). Minha objeção era baseada, no entanto, em um erro de cálculo, como me convenceram o Sr. Krutkoff pessoalmente e o Sr. Friedmann em uma carta. Estou convencido de que os resultados do Sr. Friedmann são corretos e elucidativos. Eles mostram que além das soluções estáticas das equações de campo existem também soluções que variam no tempo com estrutura espacial simétrica".

Última frase riscada no manuscrito: "A solução de Friedmann com um universo não estático, ainda que correta matematicamente, dificilmente pode ter algum sentido físico".

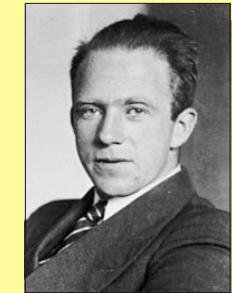


O manuscrito de Einstein

Heisenberg rejeita intromissão política na ciência

Em 1922 o jovem físico alemão Werner Heisenberg estava indo assistir a uma palestra de Einstein quando recebeu um panfleto que dizia que a relatividade não passava de uma especulativa desvairada de um judeu, exagerada pela imprensa judaica e avessa ao espírito alemão.

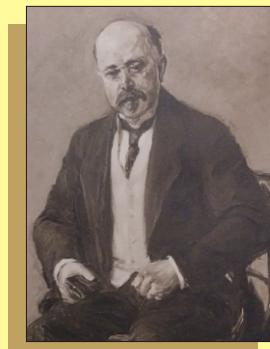
"Quando soube que esse panfleto partia de Philipp Lenard, um físico mundialmente conhecido que recebera o Prêmio Nobel por seus recentes trabalhos, o mundo ruiu sobre minha cabeça, pois imaginava até então que a ciência fosse isenta de intrigas políticas. Fiquei abalado ao saber que a verdade científica teria de ser combatida com meios políticos". Werner Heisenberg



Werner Heisenberg

Um modelo de universo eterno e estático

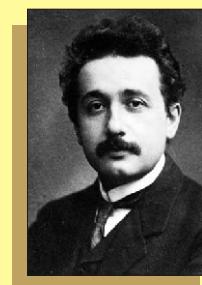
Walther Nernst, ganhador do prêmio Nobel de Química de 1920, publicou em 1921 um modelo de universo eterno e estático a partir de estudos de termodinâmica, sem utilizar a teoria da relatividade. Ele buscava uma forma de evitar a "morte térmica" do universo que seria causada pelo aumento incessante da entropia. Pensou que a energia do éter poderia de alguma forma ajudar na busca de uma solução para este problema.



Walther Nernst

Um modelo de universo estático

Em 1915 Albert Einstein publicou sua Teoria da Relatividade Geral, que 'destronou' a teoria da gravidade do inglês Isaac Newton elaborada 200 anos antes. Dois anos depois explorou a possibilidade de explicar o universo como um todo a partir desta teoria e defendeu o primeiro modelo cosmológico relativístico. Ele introduziu em suas equações um fator chamado *constante cosmológica*, que representa um tipo de repulsão, equilibrando a atração gravitacional e permitindo a existência de um universo estático, em equilíbrio. Einstein admitiu que a introdução da constante não era justificável pelo conhecimento cosmológico da época.



Albert Einstein

Reação ao Manifesto dos 93

Em outubro de 1914, noventa e três professores e trinta cientistas importantes da Alemanha, como o físico Max Planck e o químico Fritz Haber, assinaram o '*Manifesto dos 93*', negando as acusações de que o exército alemão cometeu atrocidades na invasão da Bélgica. Einstein se recusou a assinar. Como resposta ao manifesto e ao uso de armas químicas pelos alemães na Guerra, os acadêmicos ingleses decidiram expulsar os alemães e os austríacos que faziam parte da Royal Academic Society de Londres. Iniciou-se uma tentativa dos ingleses, franceses e estadunidenses de criar um boicote contra a ciência alemã.



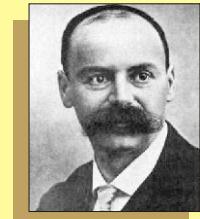
Max Planck



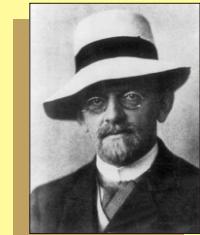
Fritz Haber

Soluções da Teoria da Relatividade

O matemático alemão David Hilbert trabalhou junto com Albert Einstein na criação das equações de campo da relatividade geral. Porém quando Einstein as publicou em 1915 Hilbert lhe concedeu todo o crédito pela criação. No mesmo ano, em meio às trincheiras da frente de batalha do exército alemão na Rússia, durante a primeira guerra mundial, o físico alemão Karl Schwarzschild elaborou as primeiras soluções exatas da recém publicada Teoria da Relatividade Geral. No ano seguinte morreu por causa de uma doença contraída durante a Guerra.



Karl Schwarzschild



David Hilbert

Mulheres na ciência?

Em 1918 a matemática alemã Emmy Noether demonstrou, entre outras coisas, que a Teoria da Relatividade de Einstein não viola a lei da Conservação da Energia. Ela dava palestras na Universidade de Gottingen em nome do professor D. Hilbert, porque o conselho universitário não permitia mulheres como professoras. Um membro do conselho perguntou: "O que nossos soldados vão pensar quando voltarem à universidade e descobrirem que são obrigados a aprender aos pés de uma mulher?"



Emmy Noether

O fim da guerra

Após seis meses de negociações, líderes Europeus assinam o fim da guerra! Em reunião realizada em Versalhes é assinado um tratado para pôr fim à guerra que durou quatro anos e matou mais de 19 milhões de pessoas. A Alemanha terá de devolver territórios invadidos e pagar pesadas indenizações aos países vencedores.



Líderes reunidos em Versalhes

Marcel Duchamp e o “ready-made”

Uma nova forma de fazer arte batizada de "ready-made", criada pelo francês Marcel Duchamp, causa impacto mundial pela sua inovação. Em 1915 Duchamp foge para os EUA onde se tornará um ícone da arte.



Uma roda de bicicleta sobre um baúinho

Picard e Hale tentam boicotar ciência alemã

O matemático e astrônomo Charles Picard, cujo filho havia sido morto na guerra, pediu em 1917 ao astrônomo estadunidense George Hale adesão a um boicote à ciência alemã. Para ele era impossível ter relações pessoais de qualquer tipo com homens de uma nação cujo governo cometera tantas atrocidades e que haviam desonrado a ciência ao usá-la para fins criminosos. Hale, que antes se recusava a aceitar influências políticas sobre a ciência, passou a apoiar o boicote, junto com cientistas ingleses, como James Jeans.



Charles Picard



George Hale

Cientistas franceses diante da Guerra

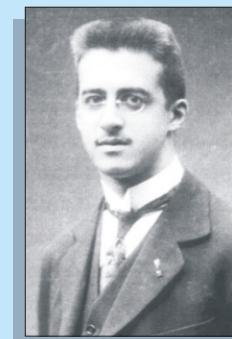
Marie Curie, uma cientista que nasceu em Varsóvia (atual capital da Polônia) mas foi morar e estudar ciências em Paris, ganhou o prêmio Nobel de 1902 por suas pesquisas envolvendo radioatividade, realizadas junto com seu marido, Pierre Curie. Durante a Primeira Guerra Mundial pesquisou aplicações das radiografias na medicina, como forma de salvar os soldados franceses feridos. Após a morte de seu marido teve um caso com o físico Paul Langevin, que estudava a teoria da relatividade e ajudou a criar Sonares para os submarinos de guerra franceses.



Marie Curie

Ciência e religião compatíveis

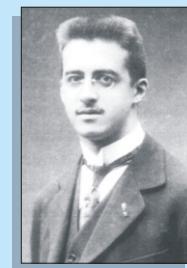
Após lutar na Primeira Guerra Mundial, Georges Lemaître terminou o doutorado em matemática em 1920 e foi para o seminário de Malines, ordenando-se padre em 1923. Nesse período estudou como certas passagens do Gênesis poderiam ser mais bem compreendidas utilizando conceitos da física moderna, e escreveu um manuscrito chamado "As três primeiras declarações de Deus". Interessou-se especialmente por um problema antigo da teologia: como poderia haver luz em um universo que ainda não existia?



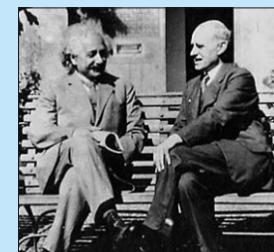
Georges Lemaître

Relações entre a relatividade e a astronomia

Entre 1923 e 1924 o padre cientista belga Georges Lemaître foi estudar em Cambridge com Arthur Eddington, que era um dos principais astrônomos na época, especialmente famoso após ter liderado a expedição inglesa que testou a teoria de um alemão, Albert Einstein, em meio à rivalidade da Primeira Guerra Mundial. Lemaître já havia lido seu livro "*The mathematical theory of relativity*" e estava muito interessado em investigar as relações entre a teoria da relatividade geral e a astronomia.



Georges Lemaître



Einstein e Eddington

Da Guerra até a mecânica quântica

Durante a Primeira Guerra Mundial Louis de Broglie trabalhava como operador de radiotelegrafia com base na Torre Eiffel, decodificando informações inimigas e tentando captar qualquer possibilidade de mensagens. Em 1924 publicou um artigo propondo a dualidade onda-partícula, dando sua contribuição à mecânica quântica.



Louis de Broglie

França: vitória na guerra e derrota na economia

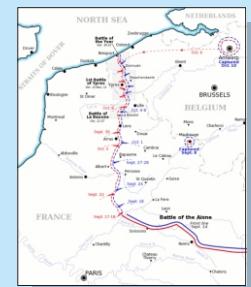
Depois da Primeira Guerra a França saiu vitoriosa, mas sofreu muitos danos, tendo mais de 1,5 milhão de mortos, entre civis e militares. No período de recuperação da economia, acentuou-se sua dependência econômica em relação aos EUA.



Soldados franceses retornam da guerra

Uso de armas químicas na I Guerra Mundial

Durante a Primeira Guerra Mundial se estabelecem trincheiras ao longo da Bélgica, constituindo a chamada "frente ocidental". Na batalha de Ypres, em 1915, os alemães lançaram toneladas de gás cloro contra soldados aliados (principalmente franceses e ingleses). Os franceses já haviam usado armas químicas contra alemães em 1914, mas pequenas quantidades, que mal haviam sido percebidas por eles. Posteriormente os Aliados (Inglaterra, França, EUA, etc.) também usaram armas químicas em larga escala contra os alemães.



Batalhas da Bélgica



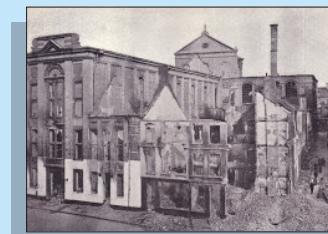
Batalha de Ypres

Georges Lemaître, soldado da I Guerra

Georges Lemaître estudava física e matemática na Universidade de Louvain, mas interrompeu seus estudos em 1914, para se alistar voluntariamente ao exército belga. Participou da batalha de Yser. Foi testemunha de uma das primeiras vezes em que os alemães usaram gases venenosos contra o exército francês; a loucura desse desastre jamais sairia de sua memória. Nesse ano a Universidade de Louvain foi queimada perdendo toda sua biblioteca.



Georges Lemaître



Universidade de Louvain

A Bélgica alia-se à França



Legenda

Os belgas queriam manter-se neutros no início da Primeira Guerra Mundial. Porém a Alemanha decide invadir a Bélgica para poder atacar a França pelo norte, o que faz com que o país entre na guerra ao lado da França.

O Paradoxo dos Gêmeos

O físico e matemático francês Paul Langevin elaborou um paradoxo com base na Teoria da Relatividade Especial de Einstein que ficou conhecido como "Paradoxo dos Gêmeos". Durante a Primeira Guerra ele criou um sonar, destinado a detectar os submarinos e minas explosivas inimigas.



Paul Langevin

A arte se inspira na ciência

O linguista e poeta russo Roman Jakobson foi enviado em 1920 numa missão diplomática soviética para fazer doutorado em Praga. Ao voltar à Rússia, encontra seu amigo poeta Vladimir Maiakovski e lhe fala das novidades do exterior. Maiakovski se entusiasma com a teoria da relatividade geral, porque em sua visão ela poderia ter alguma relação com a "imortalidade". Ele escreve: *"Pois eu estou inteiramente convencido de que algum dia não existirá mais a morte. Vão ressuscitar os mortos. Vou procurar um físico que me explique o livro de Einstein ponto por ponto. É impossível que eu não o entenda."* Pensava em escrever a Einstein, felicitando-o, *"da arte do futuro para a ciência do futuro"*. Essa inspiração sobre as relações entre a ciência e a imortalidade motivou alguns de seus poemas, como *Sobre isto* e *O percevejo*.



V. Maiakovsky



R. Jakobson

O universo cíclico

A. Chizhevsky e A. Friedmann, por meios completamente diferentes, viam com simpatia o universo cíclico. Em 1923 Friedmann publicou o livro "O universo como espaço e tempo", contendo o trecho: *"Alguns casos também são possíveis em que o tamanho do universo muda periodicamente: o universo se contrai em um ponto (em nada) e então aumenta seu raio desde o ponto até certo valor, então novamente diminui seu raio de curvatura, transforma-se num ponto, etc. Isso traz à mente o que a mitologia Hindu tem a dizer sobre os ciclos de existência e também permite falar sobre "a criação do mundo a partir do nada", mas tudo isso deve ser considerado como fatos curiosos que não podem ser suportados de forma confiável pelos dados observacionais astronômicos inadequados"*.

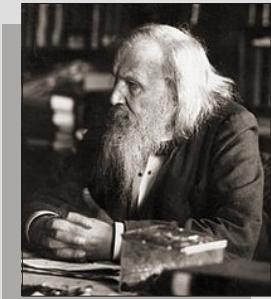


O livro de Friedmann



A Rússia consegue produzir pólvora mas precisa importá-la dos EUA

Dmitri Mendeleev era um dos cientistas mais importantes no Império Russo. Entre 1860 e 1890 criou uma das primeiras tabelas periódicas de elementos químicos e visitou a Inglaterra e França em busca de informações sobre como produzir pólvora sem fumaça. Conseguiu produzi-la na Rússia, mas após sua morte em 1907 seu projeto foi abandonado. Por isso a Rússia teve que pagar caro durante a Primeira Guerra Mundial, importando pólvora dos Estados Unidos.

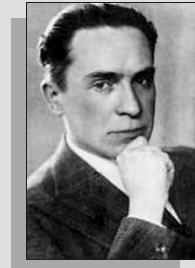


D. Mendeleev

O universo cíclico de Chizhevsky

"O sistema do Cosmos".

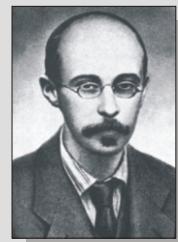
Nossa própria existência evidencia o fato de que o Cosmo já ressurgiu a partir de si mesmo infinitas vezes. O ritmo cósmico, os pulsos que significam o nascimento e morte, e o posterior renascimento após a morte das estrelas e dos sistemas solares, ou mesmo de universos inteiros. A circulação de matéria e a morte dos universos ocorrem ciclicamente. A partir das ruínas de um mundo morto surge um novo. O Cosmo não conhece a inanição. Sua vida é eterna, regulada pelo ritmo do pêndulo cósmico colossal. Um período desse pêndulo inclui toda a profundidade do tempo calculável, desde o começo até o fim do universo, que começa sua nova vida com o início do novo período. Somos as crianças de nossa mãe Natureza, que quer que sejamos racionais, que entendamos suas leis e, finalmente, paremos de temer a morte. A. Chizhevsky, 1920.



A. Chizhevsky

Einstein rejeita solução de Friedmann

O cientista russo Alexander Friedmann submeteu um artigo à revista alemã *Zeitschrift fur Physik*, mostrando que além das soluções de Einstein e W. De Sitter, também existem várias outras, muitas das quais em que o raio de curvatura do universo aumenta com o tempo. Seu colega Yuri Krutkov visitou Berlim e soube que o artigo foi analisado por Albert Einstein e que ele pensava que haveria um erro nos cálculos de Friedmann. Quando Krutkov contou isso para Friedmann, ele checou seus cálculos e escreveu a Einstein, defendendo que sua solução era correta.



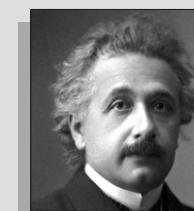
A. Friedmann



Yuri Krutkov

Einstein estava errado

O físico alemão Albert Einstein estava viajando para o Japão em 1923 e não leu a carta do russo Alexander Friedmann defendendo seu modelo de universo com tamanho variável, que havia sido considerada incorreta pelo alemão. O físico russo Yuri Krutkov e Einstein se encontraram em Leiden (Holanda) em 1923 e discutiram sobre o artigo de Friedmann. Krutkov escreveu em uma carta para sua irmã: "Eu ganhei de Einstein em um argumento sobre Friedmann. A honra de Petrogrado está salva!"



Albert Einstein



Yuri Krutkov

Pesquisas sobre armas químicas na Rússia

No início do século XX Vladimir Ipatieff se orgulhava da liberdade em seu trabalho por poder contribuir para pesquisas em química pura no Império Russo e não ter que preocupar com patentes, segundo ele uma obsessão dos químicos alemães. Com a Primeira Guerra Mundial, como a Rússia era muito dependente da Alemanha, pois precisava importar produtos industrializados, houve uma pressão para que todos os cientistas buscassem aplicações práticas imediatamente. Com isso Ipatieff pesquisou sobre armas químicas buscando aplicações na Guerra contra a Alemanha.



Vladimir Ipatieff

Gases venenosos na I Guerra Mundial

A Rússia dependia muito de importações da Alemanha e sofreu durante a Primeira Guerra com a falta de tecnologia. O exército alemão usou gases venenosos contra o exército russo, o que motivou os cientistas russos a pesquisarem armas químicas. N. Zelinsky, da Universidade de Moscou, desenvolveu em 1915 máscaras contra gases venenosos.



Soldados australianos com máscaras contra gases nas trincheiras de Ypres

O universo cíclico de Chizhevsky

Alexander Chizhevsky estudou física, matemática e arqueologia em Moscou. Desenvolveu uma teoria baseada em dados históricos em que desastres globais como fome, epidemias, guerras e outras grandes perturbações sociais ocorreriam periodicamente na Terra, como resultado de causas naturais: os picos da atividade solar, em média a cada 11 anos. Em 1920 escreveu "O Sistema do Cosmos", um texto sobre cosmologia sem cálculos matemáticos, defendendo um modelo de universo cíclico, com diversos nascimentos e mortes.



A. Chizhevsky

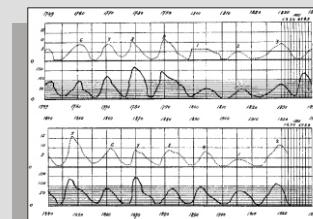


Diagrama de desastres globais

A revolução de 1917 e a guerra civil

O czar Nicolau II foi deposto por uma revolução em 1917. Os partidos Menchevique e Bolchevique disputam o poder. Com a Revolução o país sai da Primeira Guerra Mundial. A disputa pela liderança da nação leva a uma Guerra Civil. Vladimir Lênin torna-se o líder do Partido Comunista e, depois da vitória dos bolchevistas, se consolida no poder. Prometeu ao povo pão, terra e paz.



Desfile militar bolchevique em Moscou, na Praça Vermelha

Entusiasmo com a ciência e ficção científica na URSS

Konstantin Tsiolkovskii, professor de matemática em Kaluga, tinha dois sonhos: fazer viagens espaciais e ter uma vaca, o que garantiria pelo menos uma refeição diária para sua família em meio às dificuldades da guerra civil. Porém a partir de 1920 as crianças cresceram num ambiente mais otimista em relação ao futuro. Havia grande entusiasmo com a ficção científica e viagens para outros planetas. Tsiolkovskii acreditava que o universo seria eterno, mas não as estrelas. Achava que, como a vida na Terra não tem futuro, seria preciso encontrar outros sistemas planetários.



K. Tsiolkovskii



Alexander Friedmann na guerra

O jovem Friedmann estudava em Leipzig (Alemanha) com Bjerkes, um renomado meteorologista norueguês. Em 1914, no início da guerra entre Alemanha e Rússia, alistou-se voluntariamente como piloto de guerra e fez cálculos das trajetórias das bombas lançadas sobre o inimigo. Há boatos de que soldados alemães diziam que quando os russos acertavam algum alvo, era porque Friedmann estava voando. Chateado com a má organização do exército russo e com o impacto moral causado pela artilharia pesada, desanima da guerra e sonha em voltar para Leningrado e trabalhar em um observatório astronômico. Em 1917 escreveu: "Estou muito deprimido; arrependo-me profundamente de ter feito parte dessa guerra; parece que eu consegui realizar o que me foi pedido, mas e agora, para que isso serve?"



A. Friedmann

A Relatividade Geral chega à URSS

O físico V. Frederiks, da Universidade de Leningrado, publicou um artigo divulgando a relatividade geral em 1922, uma novidade na URSS que estava isolada desde a Revolução de 1917. No Instituto de Física da Universidade de Leningrado são organizados seminários sobre esse assunto. Alguns dos participantes foram A. Friedmann, V. Fredericks, V. Fock, Y. Frenkel e Y. Krutkov.



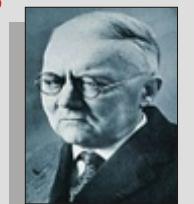
Vsevolod Fredediks



Vladimir Fock

Cientistas brancos e vermelhos

O astrônomo Ernst Öpik, nascido na Estônia, estudava sobre estrelas binárias, cometas e asteroides em Moscou. Alistou-se como voluntário no Exército Branco, que queria derrubar o governo bolchevique. O cientista russo Alexander Friedmann ensinava física e matemática na Universidade de Perm, mas em 1919 as tropas do Exército Branco lideradas por Aleksander Kolchak tomam a cidade. Friedmann foi acusado por alguns dos professores da universidade de ser amplamente favorável ao governo bolchevique. Em setembro o Exército Vermelho retomou a cidade.



Ernest Öpik



A. Friedmann

O Império Russo na I Guerra

O Império Russo entrou na Primeira Guerra em 1914 contra a Alemanha, aliado à Sérvia, França e Inglaterra. Os aliados da Alemanha eram o Império Austro Húngaro e o Império Otomano. Inicialmente os EUA mantiveram-se neutros na Guerra, mas vendiam armas para o Império Russo. Em 1918, após a Revolução Russa de 1917, foi assinado o Tratado de Brest-Litovsk e a Rússia saiu da guerra. Tornaram-se independentes países que antes eram dominados pelo Império Russo: Finlândia, Letônia, Bielorrússia, Ucrânia e Lituânia.



Leon Trotsky, líder do Exército Vermelho, com oficiais alemães.



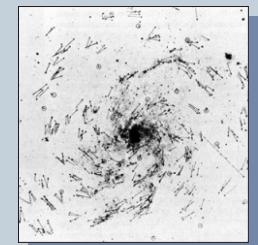
Europa em 1914

Debates sobre a natureza das nebulosas

Em 1918 o astrônomo Harlow Shapley defendeu que as nebulosas espirais seriam objetos de nossa galáxia em detrimento das ideias de Heber D. Curtis que defendia que as nebulosas fossem outras galáxias, compostas por muitas estrelas. Essa teoria era conhecida como "universos ilha" e foi debatida pelo inglês A. Eddington, pelo sueco K. Lundmark e pelo alemão Adriaan van Maanen. Este último, que se mudara para os EUA em 1911, defendeu a teoria de Shapley com base na observação de nebulosas espirais. Propôs que elas estariam em rotação, sendo corpos pequenos dentro da nossa galáxia.



Harlow Shapley



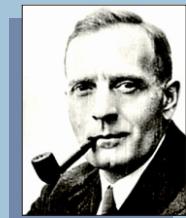
Nebulosa espiral

Medida das distâncias das nebulosas

Os astrônomos Edwin Hubble, Harlow Shapley e Knut Lundmark (sueco, visitando os EUA) estudavam métodos para medir distâncias de corpos celestes. Entre outros, havia um desenvolvido por Henrietta Leavitt, que mostrou que cefeidas, estrelas variáveis na Nuvem de Magalhães, tem um período de pulsação proporcional a sua luminosidade. Em 1923 Hubble se animou por encontrar uma estrela variável cefeida em Andrômeda. Ele sabia que com isso poderia estimar sua distância e com isso contribuir para o debate sobre a natureza das nebulosas.



Harlow Shapley



Edwin Hubble



Knut Lundmark

Influência dos EUA na América Latina

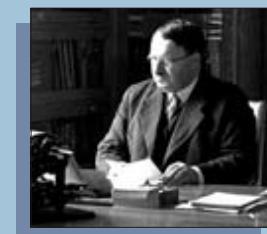
Em 1916 Pancho Villa liderou um grupo de 500 mexicanos para retomada da Cidade do México que foi anexada aos EUA. Morreram 12 soldados americanos. No mesmo ano a marinha americana invadiu a República Dominicana, iniciando a "Guerra das Bananas". Os EUA ampliavam assim sua influência comercial na América Central e Caribe.



Pancho Villa e seu grupo de revolucionários

Uma relação entre o modelo de De Sitter e os "redshifts"

Entre 1921 e 1926 o astrônomo sueco Knut Lundmark visita os observatórios Lick e Mount Wilson, nos EUA. Em 1924 ele publicou um artigo estudando o modelo de De Sitter a partir de observações de desvios espectrais, notando que quanto mais distante a nebulosa, maior era o desvio para o vermelho (redshift). Ele relacionou os redshifts a velocidades radiais, criando o diagrama ao lado.



Knut Lundmark

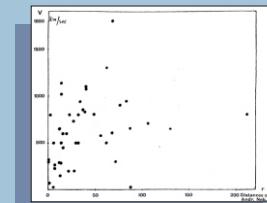


Diagrama de Lundmark

Poderemos fazer viagens pelo universo?

O físico, professor e inventor Robert Goddard foi inspirado por obras de ficção científica como *A Guerra dos Mundos* (H. G. Wells, 1898) quando criança, e passou a sonhar com viagens espaciais. Em 1914 criou patentes para foguetes de múltiplos estágios e com combustível líquido. No mesmo ano o setor responsável pelas análises do clima nos EUA iniciou a publicação de um mapa do hemisfério Norte para ajudar aviadores.



Robert Goddard



Cientistas estadunidenses e alemães reunidos

O transporte ferroviário por eletricidade

Em 1915 inicia o funcionamento das redes de ferrovias através da eletricidade pela Ferrovia Pensilvânia, ligando as cidades de Paoli e Filadélfia.



Cartaz da Ferrovia Pensilvânia

Um professor amador e um futuro astrônomo profissional

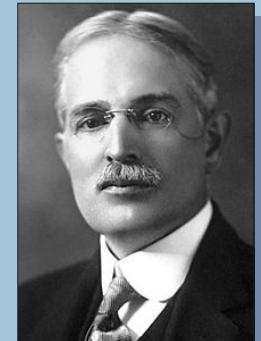
Em 1914, Edwin Hubble concluiu seus estudos em Oxford em jurisprudência, literatura e espanhol. No mesmo ano voltou para os EUA, morando com a família em situação financeira complicada. Começou a lecionar espanhol, física e matemática. Ficou conhecido por ler sobre astronomia durante as aulas.



Hubble com a família

O segundo prêmio Nobel dos EUA

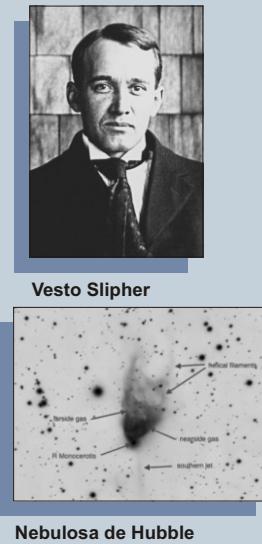
Em 1914 Theodore Richards, professor de química em Harvard, realizou estudos sobre pesos atômicos de diferentes elementos químicos e venceu o prêmio Nobel. Foi o segundo prêmio Nobel dos EUA em ciências, após o físico Albert Michelson ser laureado em 1907 pela criação de instrumentos de medida precisos para os estudos em óptica e espectroscopia. A ciência experimental era muito valorizada nos EUA.



Theodore Richards

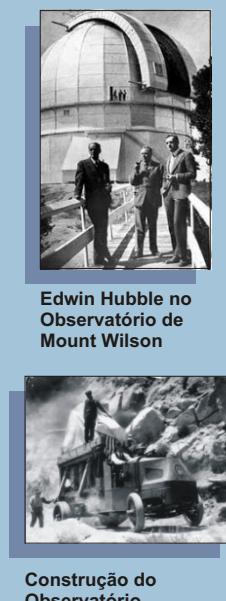
Hubble e o estudo das nebulosas

Entre 1912 e 1917 Vesto Slipher mediou o deslocamento das linhas espectrais de várias nebulosas espirais. Notou que Andrômeda parecia estar se aproximando da Via Láctea com velocidades altíssimas, de até 300 km/s. Seu resultado chamou a atenção de vários astrônomos, e motivou o jovem Edwin Hubble a estudar as nebulosas espirais, como a NGC2261, que passou a ser conhecida como "nebulosa de Hubble".



Construído o maior telescópio do mundo

Em 1917 Edwin Hubble serviu nas forças armadas dos EUA na I Guerra Mundial. Neste ano fica pronto o telescópio refletor de Mount Wilson, o maior telescópio do mundo na época. No ano seguinte, Willian D. MacMillan, professor na Universidade de Chicago que também lutou na guerra, publicou um modelo de universo estático, usando a mecânica newtoniana. Sua teoria não recebeu muita atenção, já que os cientistas estadunidenses estavam mais interessados em observações astronômicas do que em pesquisas teóricas. Quando Hubble voltou aos EUA em 1919 iniciou seus trabalhos com o grupo de pesquisa no Observatório Solar do Monte Wilson.



EUA vão à guerra

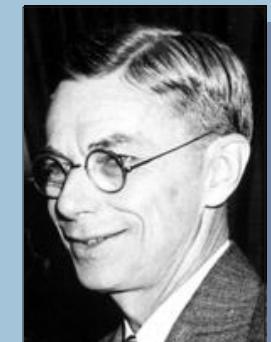
Os EUA haviam declarado neutralidade na Primeira Guerra Mundial depois que a Alemanha invadiu a Bélgica em 1914. Porém em 1917 os alemães provocaram uma explosão em uma empresa em Nova Jersey que fornecia armamentos para a Rússia. Esse evento foi um dos motivos para os EUA entrarem na guerra em 1917.



Fábrica estadunidense depois da explosão

Pesquisas dos EUA sobre armas químicas

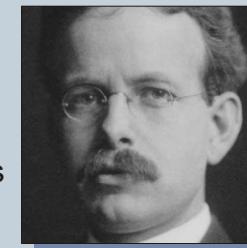
O químico estadunidense James B. Conant trabalhou na produção de armas químicas durante a guerra, em 1917. Liderou um grupo de cientistas que produziu a "lewisite", baseada em arsênio e semelhante ao gás mostarda. Por mais que o gás tenha gerado impacto moral, ele acabou se revelando pouco eficiente na prática, sendo muito menos mortal que a metralhadora. A guerra acabou antes que os EUA pudessem usá-lo.



James B. Conant

George Hale e o boicote à ciência alemã

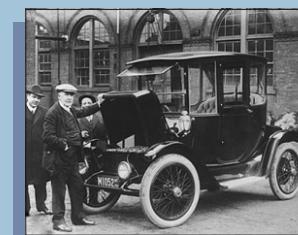
George Hale era um dos astrônomos mais influentes dos EUA, trabalhando no observatório de Mount Wilson, onde contratou Edwin Hubble e Harlow Shapley. Antes da entrada dos EUA na Guerra era um internacionalista, acreditava que a verdade não deveria levar em conta fronteiras nacionais. Dizia que os culpados pelos estragos da guerra seriam os governantes alemães, e não os cientistas. Porém após 1917 mudou sua posição. Apoiado por franceses e ingleses, participou de um movimento para criar uma rede de colaboração internacional, excluindo os cientistas alemães. Sua proposta foi mal vista pelo presidente dos EUA, Woodrow Wilson, pois poderia justificar as reclamações dos alemães de estarem sendo perseguidos.



George Hale

Prosperidade econômica nos EUA

Em 1914 os EUA fabricavam 56% do total de automóveis no mundo e a Ford era a maior empresa americana com seu modelo de montagem em série. Enquanto a indústria e o comércio de novos produtos recém inventados, como rádio, filmes e automóveis, crescia, os preços dos produtos agropecuários e os salários diminuíam. A qualidade de vida nas cidades aumentava com as melhorias no sistema de planejamento urbano, ao contrário do que ocorreu nas áreas rurais. Uma das razões da prosperidade dos EUA nos anos 20 foi a extensão de crédito a níveis perigosos, incluindo as bolsas de valores, que cresceram para níveis perigosamente inflados.



O modelo T da Ford

Uma gripe que matou mais que a Guerra

Em 1918 terminou a Primeira Guerra mundial, que matou mais de 15 milhões de pessoas ao redor do mundo, sendo aproximadamente 100 mil soldados dos EUA. No mesmo ano, a Pandemia da Gripe, conhecida como Gripe Espanhola, assolou o mundo todo, matando entre 20 e 40 milhões de pessoas, 600 mil nos EUA.



Hospital com infectados da Gripe Espanhola nos EUA

As consequências da “Lei Seca”

Em 1920, o Congresso dos EUA aprovou a proibição da fabricação, venda, importação e exportação de bebidas alcoólicas em todo o país, em uma tentativa de minimizar diversos problemas sociais. A chamada “Lei Seca” não conseguiu reduzir o consumo de álcool e ainda possibilitou que o crime organizado se fortalecesse. Nessa época Al Capone tornou-se o gangster estadunidense mais atuante e mais famoso.



Al Capone