

Cientistas na Guerra

Alexander Friedmann na guerra

O jovem Friedmann estudava em Leipzig (Alemanha) com Bjerknes, 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

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 saíria de sua memória. Nesse ano a Universidade de Louvain foi queimada perdendo toda sua biblioteca.



Georges Lemaître



Universidade de Louvain

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

Fritz Haber liderou produção de armas químicas

Ganhou o Nobel de 1920, o que gerou incômodo em relação à Academia de Ciências da Suécia, que atribui o prêmio

Armas químicas na Guerra

Uso de armas químicas na I Gerra 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

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 alemães com máscaras contra gases nas trincheiras de Ypres

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

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

Outros assuntos que interassaram nossos investigadores

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

Mulheres inglesas na política

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.



Nancy Witcher Astor

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

Devemos investir nos prósperos, ou ajudar os mais pobres?

Prosperidade econômica nos EUA

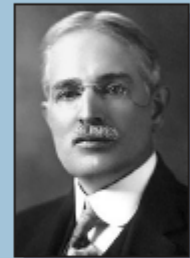
Em 1914 os EUA fabricavam 56% do total de automóveis no mundo e a Ford era a maior empresa americana com seu modelo de montagem em série. Enquanto a indústria e o comércio de novos produtos recém inventados, como rádio, filmes e automóveis, crescia, os preços dos produtos agropecuários e os salários diminuía. 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

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

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

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

O orgulho da ciência alemã

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

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, Berlim, 1918

Otto Lubarsch, foi mais generoso como parecerista de artigos russos. Queria evitar que enviassem seus artigos para jornais ingleses e franceses

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

Manifesto dos 93

- "An die Kulturwelt" Publicado em outubro de 1914, assinado por cientistas alemães, dentre os quais Max Planck e Walther Nernst e outros 7 que ganharam (ou ganhariam) o Nobel
- Declaravam que era falso que:
 - A Alemanha tinha causado a guerra, ou que ela havia invadido a Bélgica (que era neutra na Guerra) sem sua permissão
 - Soldados alemães tenham cometido atrocidades contra soldados e civis belgas, queimado a biblioteca da Universidade de Louvain, ou que tenham desrespeitado leis internacionais

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

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

Boicote à ciência alemã

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.



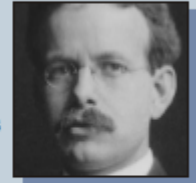
Charles Picard



George Hale

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

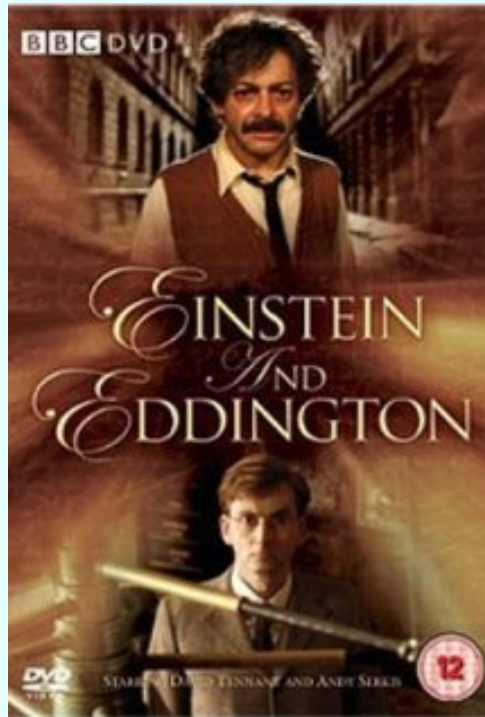
Charles Picard e George Hale organizaram boicote à ciência alemã, junto com outros cientistas ingleses, franceses e estadunidenses.(bloco dos Aliados na Primeira Guerra).

Desconfiavam dos cientistas dos países neutros, como a Suécia e Holanda, que mantinham contato com os alemães.

Os aliados continuaram mantendo contato com eles, por medo de ficarem isolados.

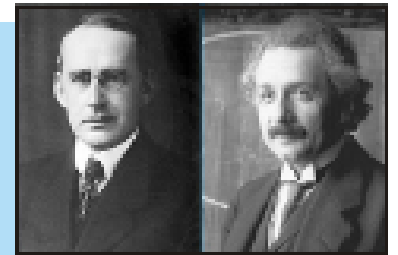
Exceções pacifistas

Arthur Eddington, inglês que liderou



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



Modelos de universo estático

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

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, William 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.



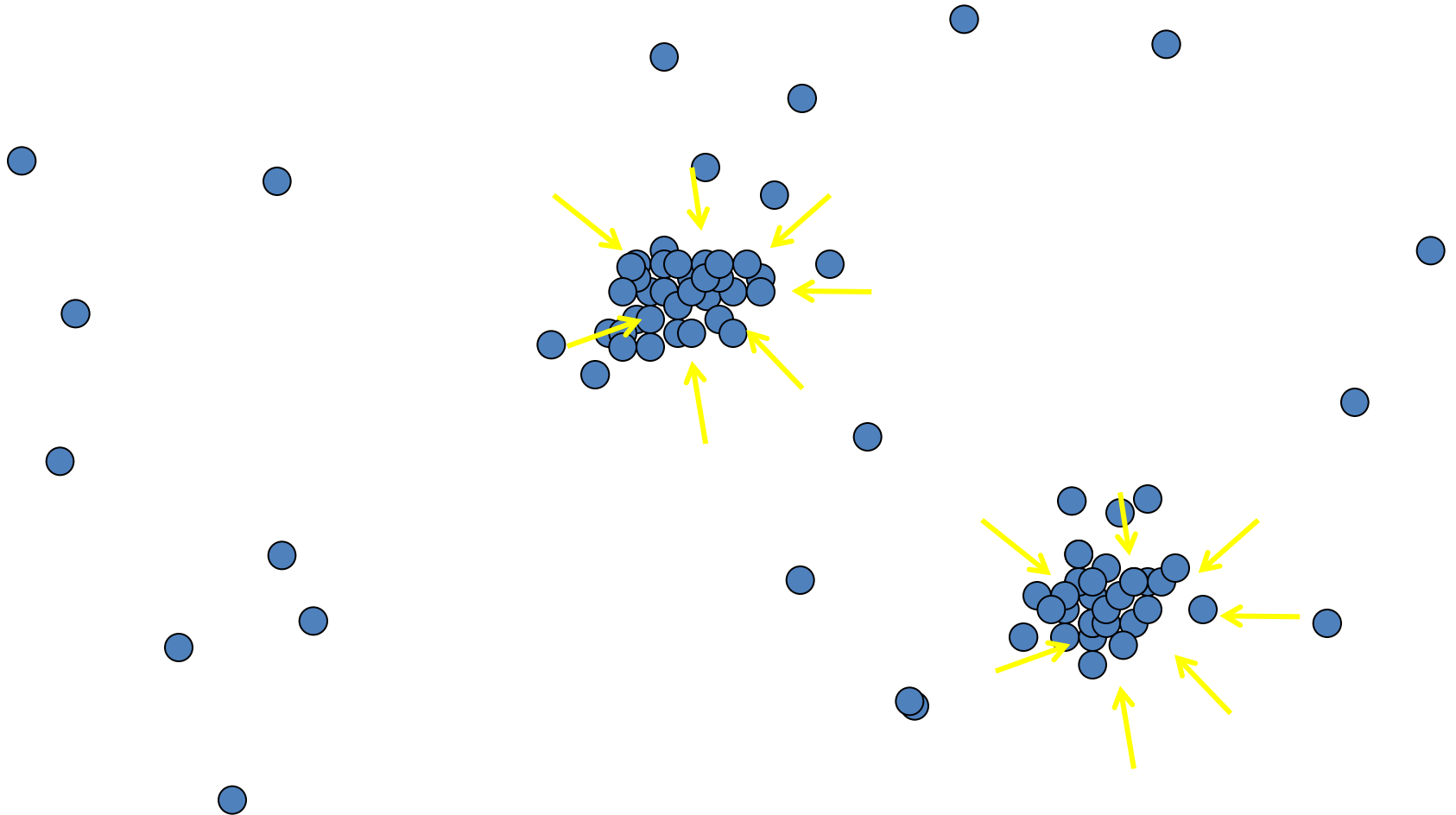
Edwin Hubble no Observatório de Mount Wilson



Construção do Observatório

Nernst (Alemanha) e W MacMillan (EUA) criaram modelos de universo estático, sem fazer uso da relatividade. Se basearam na mecânica clássica, newtoniana

Instabilidade gravitacional

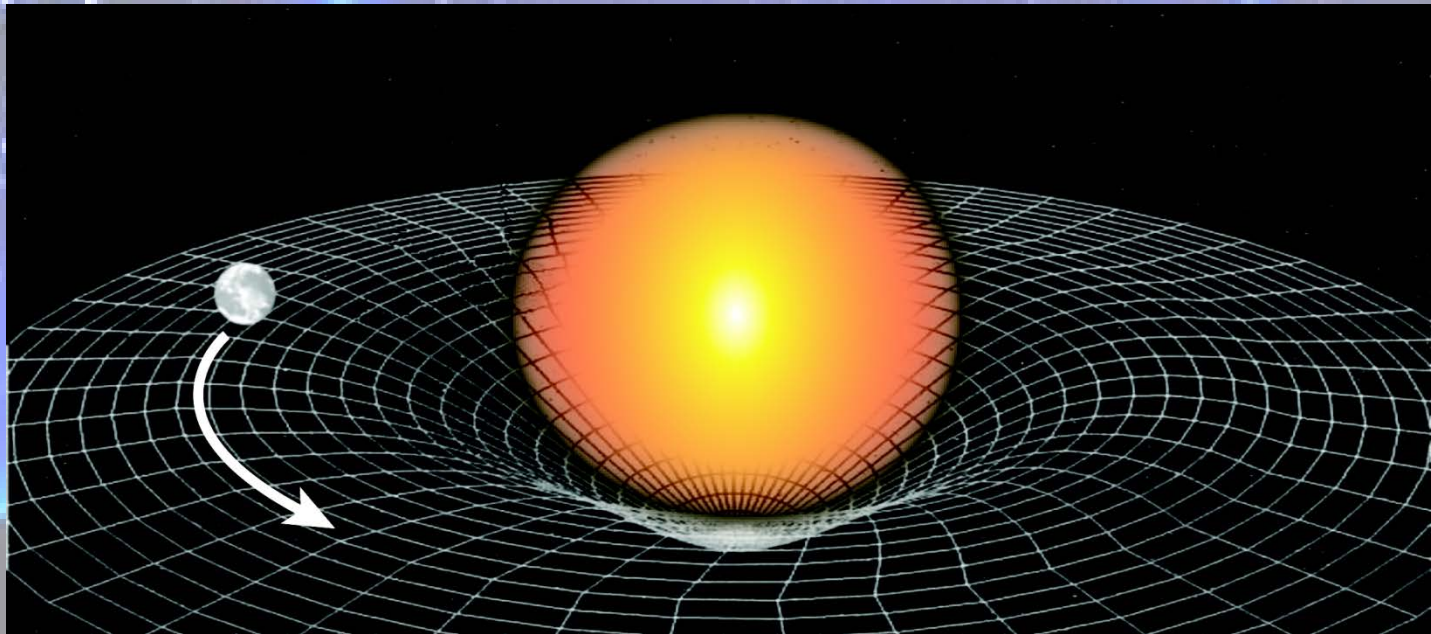


Uma nova visão da gravidade

Gravidade não é uma força!

Newton - força que se propaga instantaneamente

Einstein – massas seguem a curvatura do espaço tempo



A cosmologia relativística

Os modelos cosmológicos relativísticos foram obtidos a partir das equações da *relatividade geral*.

Envolvem conjuntos de quatro coordenadas (três espaciais e uma temporal) chamados *tensores*

Compreender quantitativamente os modelos cosmológicos relativísticos exige muito tempo de treinamento específico

$$G_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ab}$$

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

Willem De Sitter

Encontrou um segundo modelo de universo estático em 1917

A densidade é nula, logo não há matéria, o que desagradou Einstein.

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

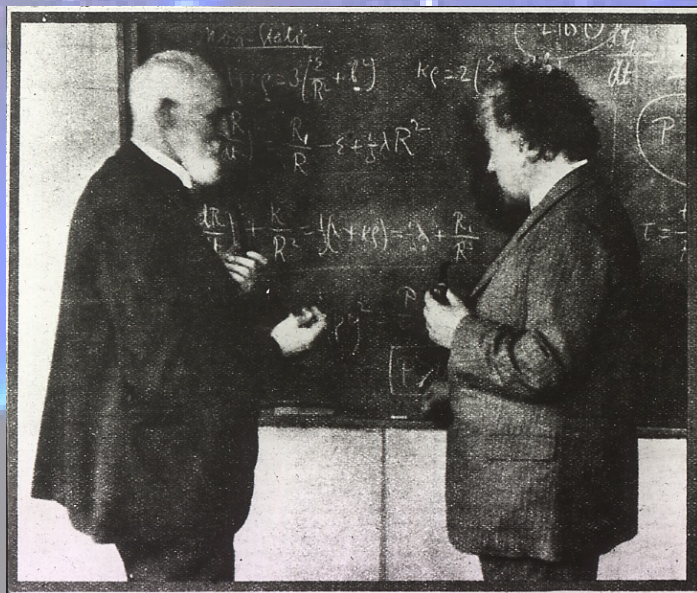


Albert Einstein

Porém, se houvesse um corpo inserido no modelo, aparecia um efeito estranho, de afastamento, chamado de “Efeito De Sitter”. As partículas se espalhariam com uma velocidade proporcional à distância, produzindo deslocamentos espectrais para o vermelho. Por isso, ele se interessou em investigar os desvios espectrais medidos por Slipher.

Influências políticas sobre a ciência

A Holanda era neutra na Guerra, então De Sitter agiu como embaixador, levando a teoria "alemã" de Einstein para o inglês Eddington.

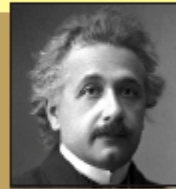


Einstein e Friedmann

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 für Physik* e enviado para Einstein, que devia julgar se o artigo podia ser publicado, emitindo um parecer.

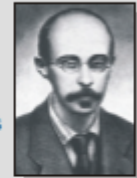
18/09/1922: O parecer de Einstein foi recebido pela revista. Ele considerou "suspeita" a solução não estacionária apresentada no artigo de Friedman. Ela seria incompatível com suas equações da relatividade geral, em que o fator de escala é constante.



Albert Einstein

Einstein rejeita solução de Friedmann

O cientista russo Alexander Friedmann submeteu um artigo à revista alemã *Zeitschrift für 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 checkou seus cálculos e escreveu a Einstein, defendendo que sua solução era correta.



A. Friedmann



Yuri Krutkov

Considerou “suspeita” a solução não estacionária apresentada no artigo de Friedman. Ela seria incompatível com suas equações R constante (Einstein 1922).

Krutkov estava em Berlim e conta isso para Friedmann

A intervenção de 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

Friedmann escreve uma carta detalhada a Einstien, que estava viajando e não a leu.

Encontram-se em Leiden

"Eu ganhei de Einstein em um argumento sobre Friedmann. A honra de Petrogrado está salva"

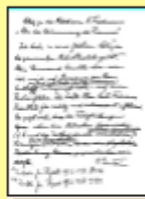
A retificação de Einstein

31/05/1923: Nova nota na *Zeitschrift fur Physik* reconhecendo seu erro, os resultados do artigo de 1922 eram corretos e esclarecedores.

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

Ultima frase deve ter sido apagada por Einstein quando ele enviou a versão a ser publicada (Stachel 1987)

A solução de Friedmann de um universo não estático ainda que correta matematicamente, dificilmente pode ter algum sentido físico.

O que pode influenciar a aceitação de teorias?

- O fato de Einstein ser famoso e Friedmann desconhecido interferiu na avaliação dos cientistas sobre os novos modelos cosmológicos?
- Características pessoais dos cientistas, como sua reputação, nacionalidade, preferências estéticas, e até mesmo sua visão de mundo individual podem influenciar a aceitação das teorias pela comunidade científica?