



MARIO SCHENBERG

*Uma estrela
da ciência brasileira*

*Ricardo Franco
CASP / EEE 2016*

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG

Uma estrela da ciência brasileira

1. **Motivação**
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG

MOTIVAÇÃO – por que a escolha deste tema?

- 1º brasileiro citado nos materiais do CASP
- Pioneiro da astrofísica teórica no Brasil
- 2 obras fundamentais no campo da Evolução Estelar
- Biografia fascinante
- Farto material para pesquisa
- Possibilidade de obter testemunhos de colegas
- Homenagem à USP
- Tema diferente, alinhado ao conteúdo do curso

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. **Biografia**
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG – BIOGRAFIA



Nasceu em 1914 no Recife e faleceu em 1990 em SP, aos 76 anos
Transferiu-se para SP em 1933 (POLI-USP)
Formou-se Eng. Elétrica POLI/USP (1935) e Matemática FFCL/USP (1936)

MARIO SCHENBERG – BIOGRAFIA

A black and white close-up portrait of an elderly man with white hair, looking slightly to the left. He is wearing a dark suit jacket and a white shirt. The background is dark.

Casado 2 vezes: Julieta Bárbara Guerrini e Lourdes Cedran
Uma filha: Ana Clara Guerrini Schenberg
Também assinava como Mario Schönberg (origem judaica)

MARIO SCHENBERG – BIOGRAFIA

Ciência

- USP 1933-1969
- Europa 1938 e 1948
- EUA 1940-1944
- SBF 1953-1961
- Trabalhos relevantes astrofísica, termodinâmica, mecânica quântica, mecânica estatística, relatividade geral, termodinâmica e matemática

Política

- Partido Comunista
- 2 vezes eleito e impedido: 1947 e 1962
- “O Petróleo é Nosso”
- Criação FAPESP
- Preso pela ditadura militar em 1964, ficou no DOPS
- AI-5 1969: aposentado compulsoriamente e proibido lecionar, só retornou em 1979

Cultura

- Artes plásticas
- Pintura
- Colecionador
- Marchand
- Crítico de arte
- Conviveu com artistas brasileiros e estrangeiros
- Centro Mario Schenberg de Doc. Pesquisa em Artes ECA/USP

MARIO SCHENBERG – BIOGRAFIA

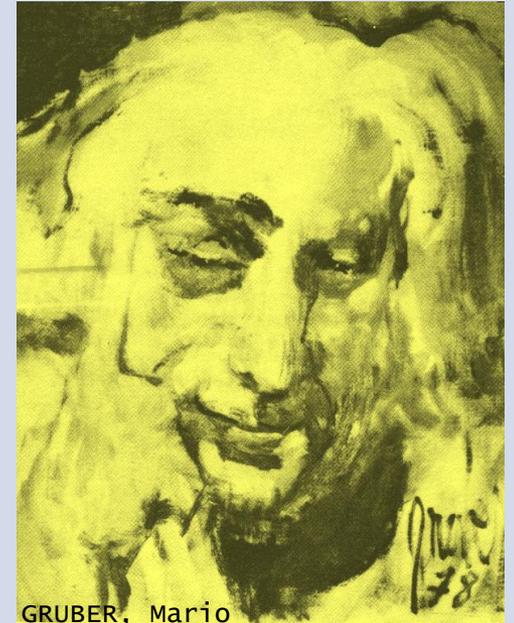
Ciência



Política



Cultura



GRUBER, Mario

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. **Colegas**
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG – COLEGAS

- Gleb WATAGHIN 1936, USP
- Giuseppe OCCHIALINI 1937, USP
- ABRAHÃO de Moraes 1938, USP
- Cesar LATTES 1943, USP
- José LEITE LOPES 1943, USP
- Enrico FERMI 1938, Roma 
- Wolfgang PAULI 1938, Zurique 
- Frederic JOLIOT-CURIE 1939, Paris 
- George GAMOW 1940, Washington
- S. CHANDRASEKHAR 1942, Chicago 
- Albert EINSTEIN 1942, Chicago 
- Ilya PRIGOGINE 1948, Bruxelas 

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. **Limite Schenberg-Chandrasekhar**
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

Subrahmanyan CHANDRASEKHAR (1910-1995)

Um dos mais renomados astrofísicos do século XX
Nasceu na Índia (atual Paquistão), naturalizou-se americano
Embate Chandrasekhar x Eddington (1935)
Trabalhou Universidade Chicago, que opera Observatório Yerkes

1942: publicação Limite Schenberg-Chandrasekhar
Prêmio Nobel Física 1993: estudos estrutura evolução estelar
Homenagem: telescópio raio-X Chandra lançado pela NASA em 1999

LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL

AN INTERNATIONAL REVIEW OF SPECTROSCOPY AND
ASTRONOMICAL PHYSICS

VOLUME 96

SEPTEMBER 1942

NUMBER 2

ON THE EVOLUTION OF THE MAIN-SEQUENCE STARS

M. SCHÖNBERG¹ AND S. CHANDRASEKHAR

ABSTRACT

The evolution of the stars on the main sequence consequent to the gradual burning of the hydrogen in the central regions is examined. It is shown that, as a result of the decrease in the hydrogen content in these regions, the convective core (normally present in a star) eventually gives place to an isothermal core. It is further shown that there is an upper limit (~ 10 per cent) to the fraction of the total mass of hydrogen which can thus be exhausted. Some further remarks on what is to be expected beyond this point are also made.

LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR

ON THE EVOLUTION OF THE MAIN-SEQUENCE STARS

M. SCHÖNBERG¹ AND S. CHANDRASEKHAR

ABSTRACT

The evolution of the stars on the main sequence consequent to the gradual burning of the hydrogen in the central regions is examined. It is shown that, as a result of the decrease in the hydrogen content in these regions, the convective core (normally present in a star) eventually gives place to an isothermal core. It is further shown that there is an upper limit (~ 10 per cent) to the fraction of the total mass of hydrogen which can thus be exhausted. Some further remarks on what is to be expected beyond this point are also made.

Examina a evolução das estrelas na sequencia principal decorrente da queima gradual de hidrogênio nas regiões centrais. Mostra que, como resultado da diminuição do conteúdo de hidrogênio nestas regiões, o núcleo convectivo (normalmente presente numa estrela) dá lugar a um núcleo isotérmico. Mostra ainda que existe um limite superior (aprox 10%) para a fração da massa total de hidrogênio que pode então ser exaurida. Também são feitas algumas observações do que é esperado além deste ponto.

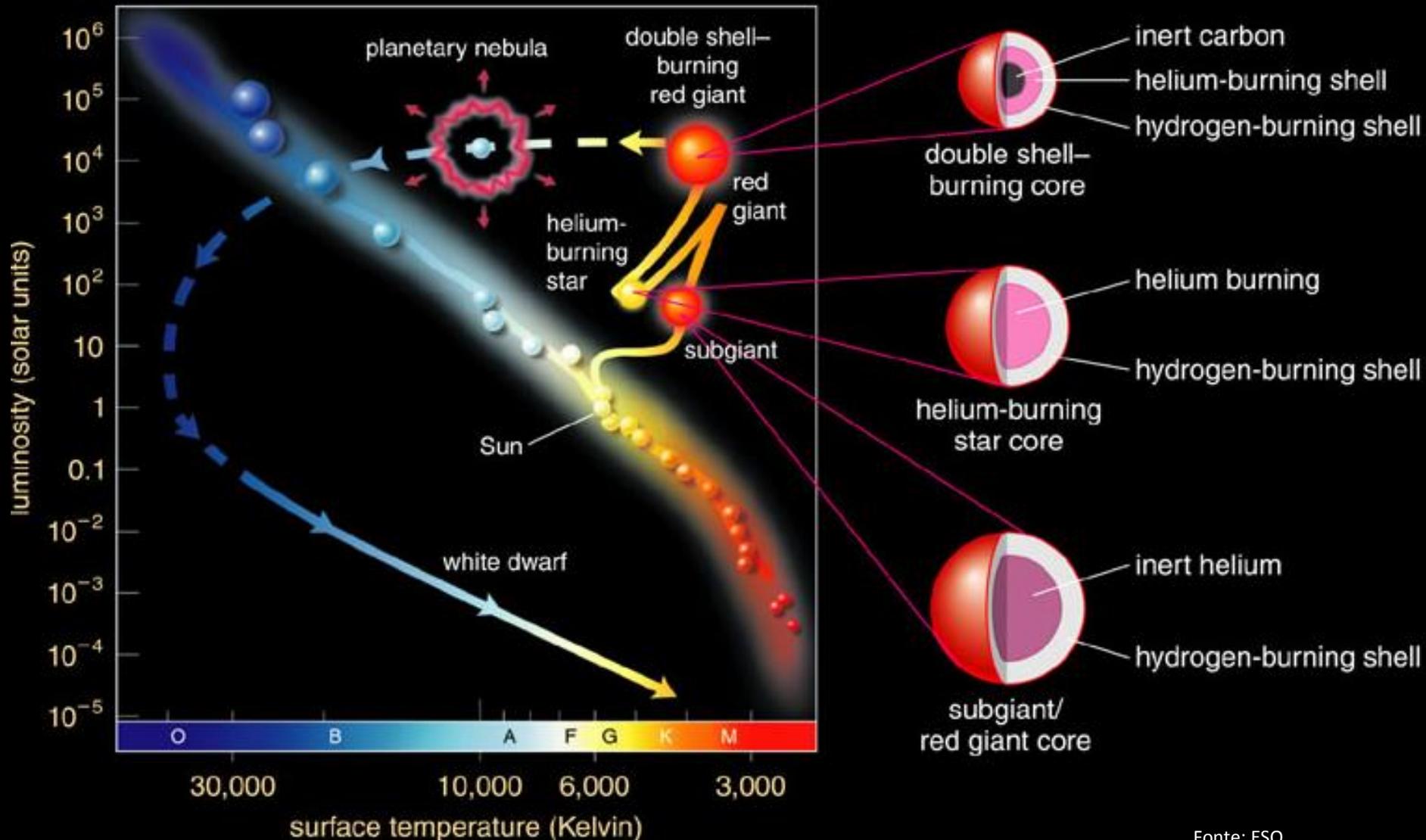
LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR

- O trabalho de 1942 examina a evolução das estrelas na sequência principal e o limite da exaustão do hidrogênio na região central por reações termonucleares
- Cálculo define que **10% a 15% da massa de uma estrela** estão disponíveis para gerar energia na região do núcleo
- Limite para sustentação de uma estrutura em equilíbrio
- É atingido quando a fusão numa estrela na sequência principal exaure o hidrogênio do centro da estrela
- O núcleo repleto de hélio inerte torna-se isotérmico e o hidrogênio passa a ser queimado no envelope ao redor
- No caso de uma estrela como o Sol, o novo estágio da evolução estelar é a **gigante vermelha**

LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR

- Cálculos e gráficos complexos, trabalho insano
- Clássico 1942 confirmado e consagrado, e nunca contestado
- Causou abandono suposição estrelas composição uniforme
- Texto original fala ~10% e não 10% a 15% como é aceito hoje
- Alguns textos chamam o núcleo de "caroço" da estrela
- Limite funciona bem para estrelas até $6 M_{\odot}$
- Exceção: sistemas múltiplos
- Não confundir com Limite Chandrasekhar: anãs brancas $1,4 M_{\odot}$
- Pergunta: quando acaba o combustível principal (hidrogênio) do centro de uma estrela, ela sai da sequência principal. Seria o limite SC o **turn off point** do diagrama HR? **SIM**

LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR



LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR

Aplicação prática: permite calcular o tempo de vida de uma estrela na sequência principal, combinando a hipótese de Helmholtz e a equação da Relatividade de Einstein

Exemplo do cálculo para o nosso SOL:
 $T_{\text{vida}} = 10$ bilhões de anos aproximadamente

LIMITE SCHENBERG-CHANDRASEKHAR

Calcular T vida das estrelas dos planetas que queremos colonizar



This artist's impression shows a view of the surface of the planet Proxima b orbiting the red dwarf star Proxima Centauri, the closest star to the solar system. The double star Alpha Centauri AB also appears in the image. Proxima b is a little more massive than the Earth and orbits in the habitable zone around Proxima Centauri, where the temperature is suitable for liquid water to exist on its surface. Credits: ESO/M. Kornmesser

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. **Processo URCA**
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

George GAMOW (1904-1968)



Físico teórico e cosmologista russo-americano
Forte defensor da teoria do Big Bang
Importante contribuição biologia DNA
Colaboração na Universidade de Washington
1941: publicação Processo Urca com Mario Schenberg
Autor de livros infantis sobre a ciência

MARIO SCHENBERG – PROCESSO URCA

APRIL 1, 1941

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 59

Neutrino Theory of Stellar Collapse

G. GAMOW, *George Washington University, Washington, D. C.*

M. SCHOENBERG,* *University of São Paulo, São Paulo, Brazil*

(Received February 6, 1941)

At the very high temperatures and densities which must exist in the interior of contracting stars during the later stages of their evolution, one must expect a special type of nuclear processes accompanied by *the emission of a large number of neutrinos*. These neutrinos penetrating almost without difficulty the body of the star, must carry away very large amounts of energy and prevent the central temperature from rising above a certain limit. This must cause *a rapid contraction of the stellar body* ultimately resulting in a *catastrophic collapse*. It is shown that energy losses through the neutrinos produced in reactions between

free electrons and oxygen nuclei can cause a complete collapse of the star within the time period of half an hour. Although the main energy losses in such collapses are due to neutrino emission which escapes direct observation, the heating of the body of a collapsing star must necessarily lead to the *rapid expansion of the outer layers* and the *tremendous increase of luminosity*. It is suggested that stellar collapses of this kind are responsible for the phenomena of *novae* and *supernovae*, the difference between the two being probably due to the difference of their masses.

MARIO SCHENBERG – PROCESSO URCA

At the very high temperatures and densities which must exist in the interior of contracting stars during the later stages of their evolution, one must expect a special type of nuclear processes accompanied by *the emission of a large number of neutrinos*. These neutrinos penetrating almost without difficulty the body of the star, must carry away very large amounts of energy and prevent the central temperature from rising above a certain limit. This must cause *a rapid contraction of the stellar body* ultimately resulting in a *catastrophic collapse*. It is shown that energy losses through the neutrinos produced in reactions between

free electrons and oxygen nuclei can cause a complete collapse of the star within the time period of half an hour. Although the main energy losses in such collapses are due to neutrino emission which escapes direct observation, the heating of the body of a collapsing star must necessarily lead to the *rapid expansion of the outer layers* and the *tremendous increase of luminosity*. It is suggested that stellar collapses of this kind are responsible for the phenomena of *novae* and *supernovae*, the difference between the two being probably due to the difference of their masses.

Nas altas temperaturas e densidades que devem existir no interior de estrelas em contração durante os estágios finais de sua evolução, deve-se esperar um tipo especial de reações nucleares acompanhadas por uma emissão de um grande número de neutrinos. Estes neutrinos penetram quase sem dificuldade o corpo de uma estrela, e devem levar embora grandes montantes de energia e prevenir a temperatura central de aumentar além de um certo limite. Isto deve causar uma rápida contração do corpo estelar, causando um colapso catastrófico. Mostra que a perda de energia através dos neutrinos produzidos em reações entre elétrons livres e núcleos de oxigênio podem causar um colapso completo da estrela dentro do período de tempo de meia hora. Apesar das principais perdas de energia em tais colapsos se deverem à emissão de neutrinos que escapam à observação direta, o aquecimento do corpo de uma estrela em colapso deve necessariamente conduzir a uma rápida expansão da camada externa e um tremendo aumento de luminosidade. Sugere-se que um colapso estelar deste tipo é responsável pelos fenômenos de nova e supernova, sendo que a diferença entre as duas deve-se provavelmente à diferença de suas massas.

MARIO SCHENBERG – PROCESSO URCA

- Schenberg apontou a Gamow a importância da emissão de **neutrinos**, que explica a explosão das supernovas
- Um ciclo de reações no núcleo da estrela em seu estágio final da evolução estelar, com **forte perda de energia**
- **Sequencia de eventos**: contração gravitacional causa a fotodesintegração do núcleo de ferro. Reações em cadeia geram nêutrons e uma quantidade torrencial de neutrinos, que escapam da estrela. Colapso do núcleo. Camadas superiores sem sustentação desabam e geram onda de choque fortíssima, que volta para a superfície. Torrentes de neutrinos escapam do núcleo, arrastam material e respondem por 99% da energia liberada.
- Eis o processo Urca, gerando a explosão de uma **supernova** (tipo II)
- Nome **Urca**: seria *“ultra rapid catastrophe”*?

MARIO SCHENBERG – PROCESSO URCA

Nome **Urca**: seria *“ultra rapid catastrophe”*?
Não, vem de antigo **Cassino da Urca** do Rio de Janeiro:
“a energia desaparece no núcleo da supernova tão rápido como o dinheiro some de uma mesa de roleta”

Cassino da URCA
Rio de Janeiro
1933-1946

MARIO SCHENBERG – PROCESSO URCA

O processo foi confirmado pela Supernova 1987A, cuja observação coincidiu com a detecção de 12 neutrinos no Japão (Kamiokande II) e 8 em Ohio/EUA (IMB). Foi possível detectar que neutrinos tem uma pequena massa, não é zero.

MARIO SCHENBERG – PROCESSO URCA

A Supernova Shelton 1987A ocorreu na Nebulosa da Tarântula, na Grande Nuvem de Magalhães, a partir do colapso da estrela conhecida como Sanduleak -69° 202, uma supergigante azul



www.eso.org

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG

GALERIA DE FOTOS E FRASES

- **Frases:**

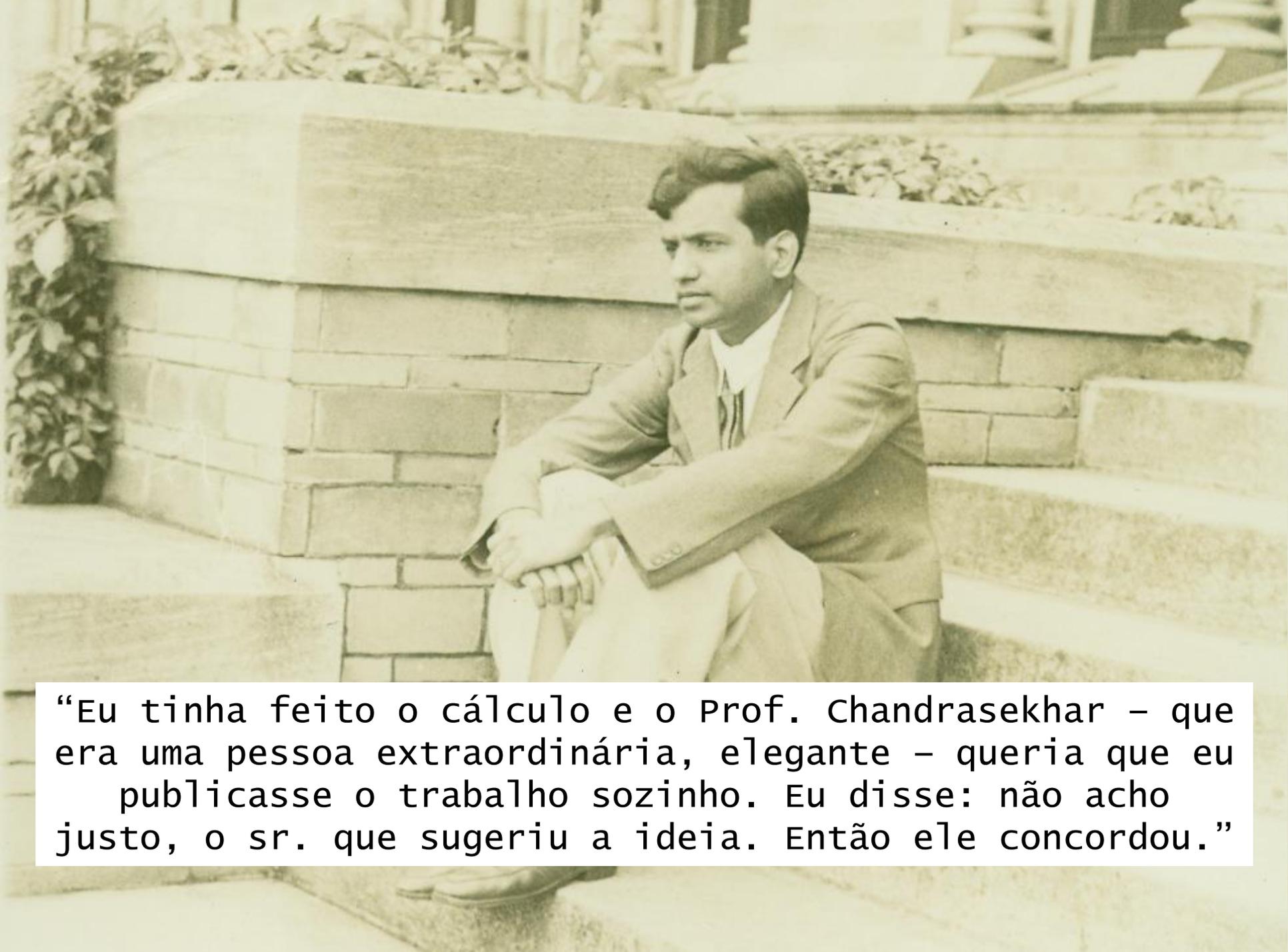
Entrevista CPDOC / FGV
Depoimento, junho de 1978

Livro "Pensando a Física"
Mario Schenberg, 1984

- **Fotos:**

Centro Mario Schenberg de Documentação da Pesquisa em Artes
ECA - USP

Arquivo pessoal
Família Schenberg



“Eu tinha feito o cálculo e o Prof. Chandrasekhar – que era uma pessoa extraordinária, elegante – queria que eu publicasse o trabalho sozinho. Eu disse: não acho justo, o sr. que sugeriu a ideia. Então ele concordou.”



“Realmente, esse trabalho que fiz com o Chandrasekhar foi logo muito bem aceito e considerado um trabalho clássico de Astrofísica sobre a evolução do Sol e dessas estrelas da sequência principal.”

A black and white photograph of a man in a suit and tie, pointing his right hand towards a chalkboard. The chalkboard has some faint markings, including what appears to be the Greek letter χ . The man is looking towards the camera with a slight smile. A white text box is overlaid on the bottom center of the image.

“Mas cadê o neutrino?
Por quê não puseram o neutrino aí?
Por quê os outros não pensaram?”



“Naquele tempo não tinha computador. Pegar aquele sistema de equações diferenciais era um negócio desagradável. Eu usava aquelas maquininhas de calcular de mesa.”



“Eu não estava com muita vontade de ficar nos Estados Unidos, podia ser convocado para trabalhar em negócio de guerra, de bomba atômica, e não estava com muita simpatia por essa história.”



“Depois de 1960, eu fiquei desinteressado da Astrofísica, não mexi mais. Foi uma pena.”



“Eu nunca me preocupei em fazer coisas que estavam na moda. Eu acredito muito em certas coisas lógicas.”



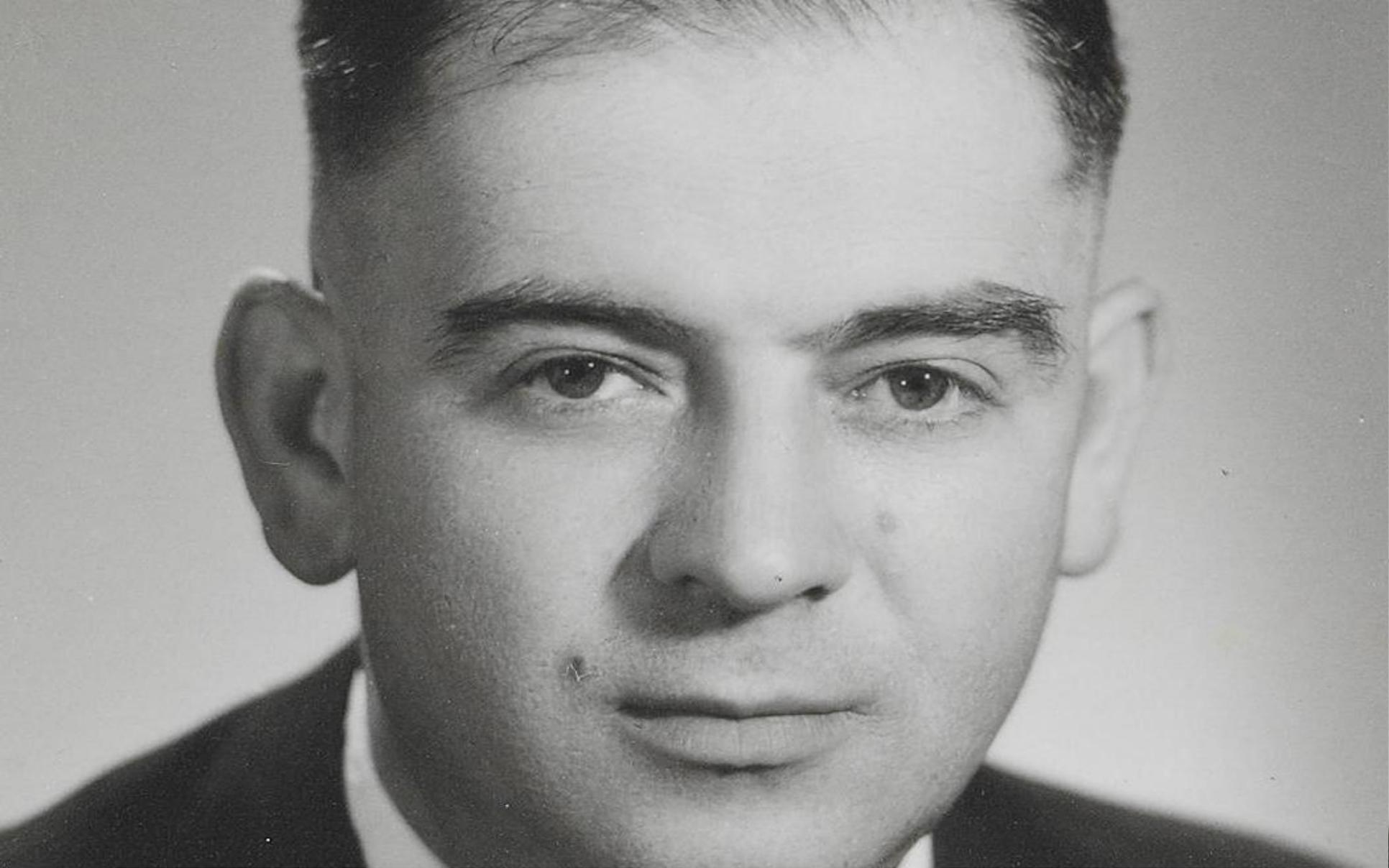
“Essa ligação do dado sensorial com a coisa matemática foi que me impressionou muito na Geometria.”



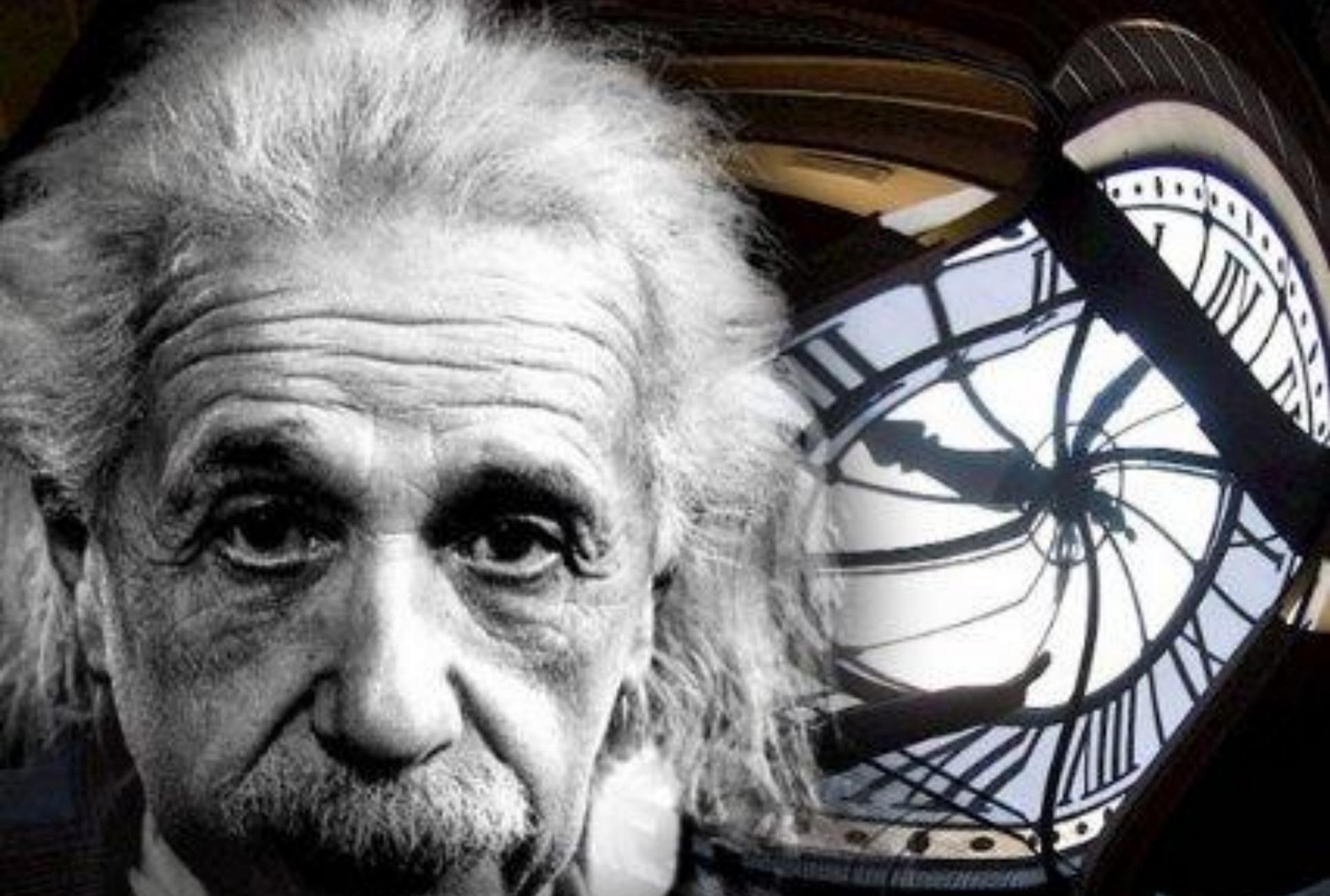
“O 1º computador aqui da USP,
eu é que consegui que fosse comprado.”



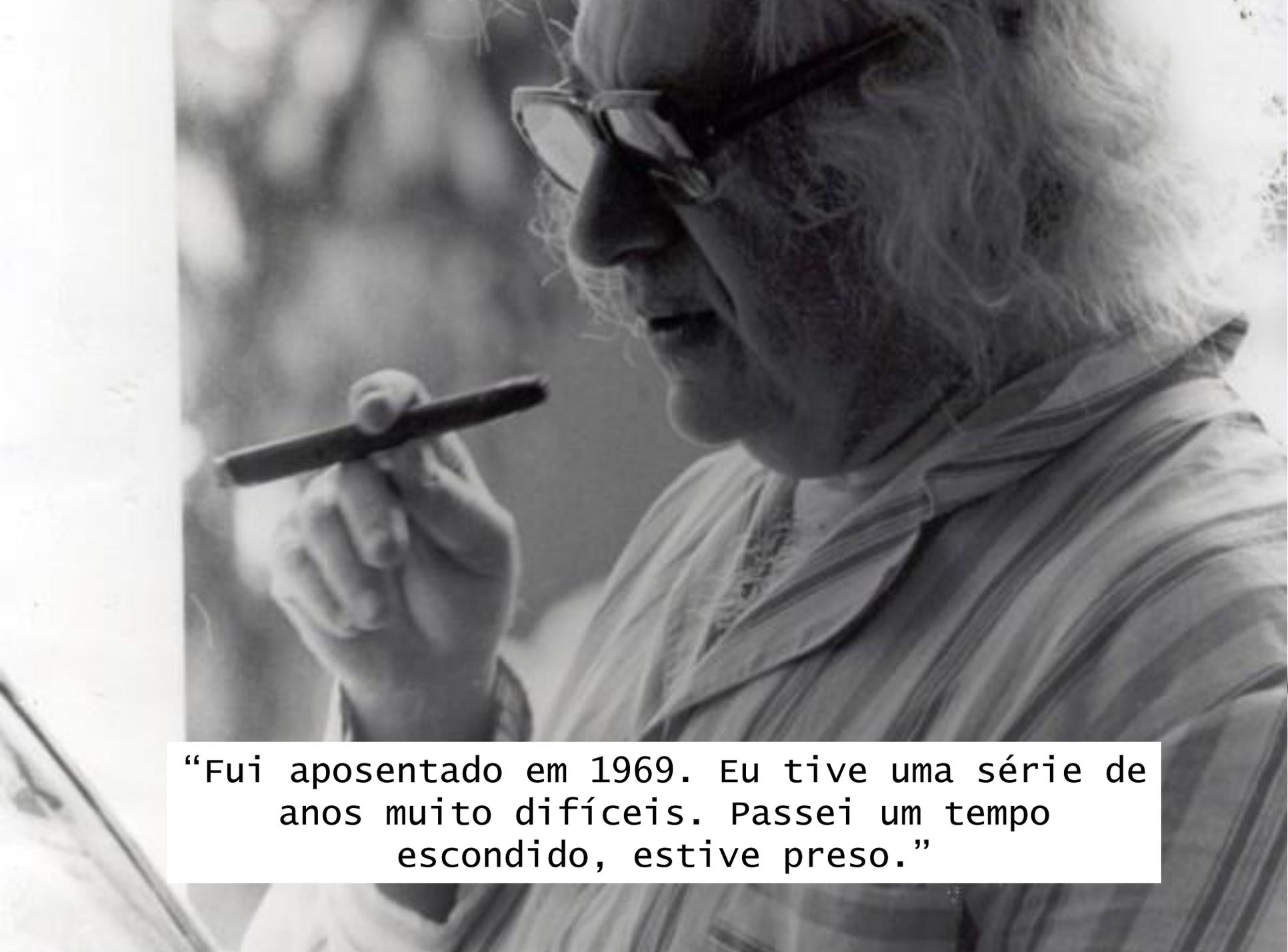
“Aquele Prêmio Nobel pela descoberta do Méson-PI não devia ter sido dado ao Prof. Powell, devia ter sido dado para o Prof. Lattes.”



“O Abraão de Morais foi assistente da minha cadeira. Foi ele quem deu o impulso maior para o Instituto Astronômico.”

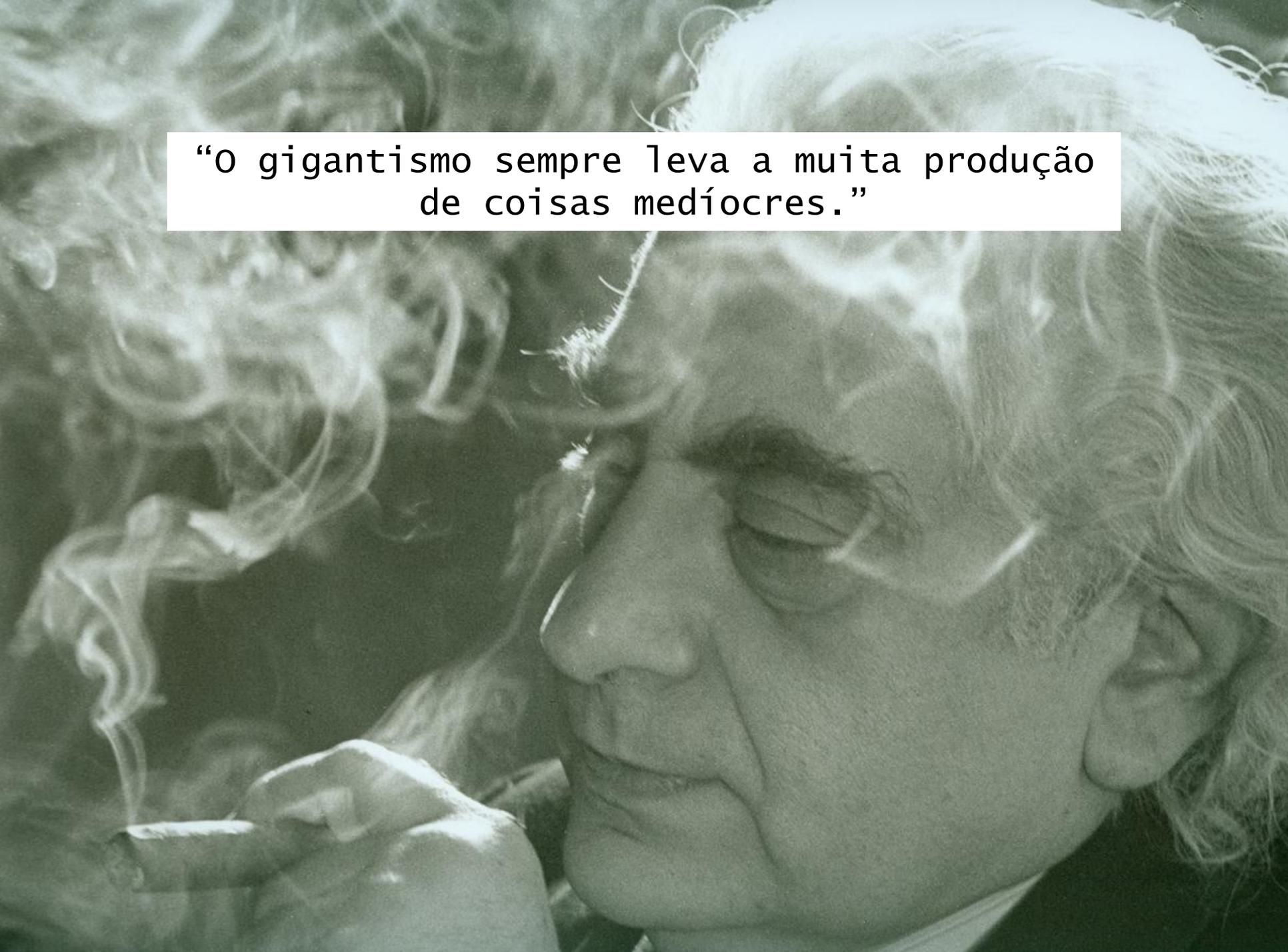


“O Einstein era muito ignorante em Matemática.”

A black and white photograph of an elderly man with white hair and glasses, wearing a striped shirt. He is holding a cigar in his right hand and looking down at it. The background is blurred.

“Fui aposentado em 1969. Eu tive uma série de anos muito difíceis. Passei um tempo escondido, estive preso.”

“O gigantismo sempre leva a muita produção de coisas medíocres.”





“Toda criação de um sistema teórico novo é sempre, num certo sentido, um fruto da imaginação”



“Em geral, os grandes físicos eram pessoas muito musicais, com uma percepção musical do mundo, pois a música é, exatamente, baseada em escalas numéricas. Muitas vezes houve o dilema de ser músico ou físico, de Galileu até Planck. Einstein adorava o violino mais do que qualquer coisa....Perceber o mundo musicalmente é uma forma de perceber os números intuitivamente.”

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS



ANA CLARA GUERRINI SCHENBERG

Sobre o cientista:

“Ele tinha muita energia, se entregava nas coisas que gostava. Onde ia, agitava.”

“Dizem que ele merecia o Prêmio Nobel por esse trabalho com Chandrasekhar.”

“Realmente ele produziu menos ao retornar ao Brasil...É que tudo é mais fácil lá fora, principalmente financiamento para pesquisa.”



Profa. Dra. Ana Clara Guerrini Schenberg
Bióloga, especializada em Genética Molecular

ANA CLARA GUERRINI SCHENBERG

Sobre o apreciador das artes:

“Quando viajávamos para uma cidade nova, a 1ª coisa que ele gostava de visitar era o museu da cidade.”

“Virou crítico de arte depois que foi impedido de trabalhar pelo AI-5.”

“Acho que ele precisava deste lado artístico para respirar mais solto, fugir da seriedade da ciência.”



Profa. Dra. Ana Clara Guerrini Schenberg
Bióloga, especializada em Genética Molecular

ANA CLARA GUERRINI SCHENBERG

Sobre o político:

“Foi militante de esquerda desde sempre.”

“Foi preso duas vezes. Na 1ª eu ia visitá-lo, mas no regime militar foi barra pesada, me escondiam.”

“Considero que ele foi bem reconhecido no Brasil, até foi condecorado postumamente.”

“Mas na política ele foi muito tolhido.”



Profa. Dra. Ana Clara Guerrini Schenberg
Bióloga, especializada em Genética Molecular

ANA CLARA GUERRINI SCHENBERG

Sobre o pai:

“Quando eu estava na escola e precisava de ajuda dele para estudar física, ele me dizia: mas é tão óbvio!...”

“Falava: biologia é muito mais complexo que física.”

“Era bem humorado, bonachão, gostava de piadas.”

“Era zen com coisas graves e às vezes se incomodava com coisas pequenas.”



Profa. Dra. Ana Clara Guerrini Schenberg
Bióloga, especializada em Genética Molecular

ANA CLARA GUERRINI SCHENBERG

Mensagem aos alunos do CASP:

“Não tinha telescópio, nunca o vi olhando para o céu.”

“Já convidei o Daminelli do IAG para fazer palestra sobre vida em outros planetas, uma mistura de astronomia com biologia.”

“Abriu caminhos, sempre se empenhou muito.”

“É um belo exemplo a ser seguido.”



Profa. Dra. Ana Clara Guerrini Schenberg
Bióloga, especializada em Genética Molecular

MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS



MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS

SYLVIO FERRAZ MELLO

“Fui aluno do Schenberg. Era uma excelente pessoa, um grande praça, me ajudou na USP. Suas aulas eram de difícil compreensão. Lamento que sua produção tenha caído após retornar ao Brasil. Sua prioridade era a política, e a Ciência é uma mulher ciumenta. Ressalto a importância dos astrônomos amadores, desde a época da Associação dos Amadores de Astronomia de SP.”



Prof. Dr. Sylvio Ferraz Mello
Físico, Prof. Emérito do IAG-USP
Nome de asteroide Ferraz-Mello 1983 XF 5201

MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS

TASSO NAPOLEÃO

“Infelizmente não cheguei a ser aluno do professor Schenberg, pois quando entrei na USP ele já havia sido proibido de lecionar pelo regime militar. Mas tenho uma grande admiração pelo trabalho dele como cientista – e também como intelectual, crítico de arte e humanista. Achei excelente a idéia de fazer um seminário sobre ele. É um tema muito original e tem tudo a ver com evolução estelar.”



Prof. Tasso Napoleão

Engenheiro, Astrônomo, caçador de supernovas

Autor dos materiais do curso CASP

MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS

LILIAN PERA

“Para quem estuda Astrofísica, o nome de Schenberg brilha em dois trabalhos fundamentais: Limite de Schenberg-Chandrasekhar e Processo Urca (em parceria com Gamow). Foi físico e matemático, professor e político. E foi crítico de Arte. Foi cientista e humanista; deu seguimento à linhagem dos filósofos da natureza. Quando penso que ele teve diferentes visões do mundo, concluo que o seu entendimento do Universo foi mais abrangente.”

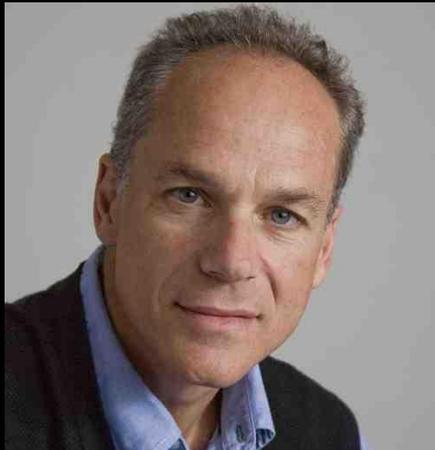


Profa. Lilian Pera
Instrutora do CASP
Especialista em Astronomia Univ. Cruzeiro do Sul

MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS

MARCELO GLEISER

“Olá Ricardo, infelizmente não tenho tempo para a ajudá-lo em seu projeto. Mas existem muitas informações sobre o Schenberg, e mesmo uma escola de comunicação e artes na USP de SP com nome dele e imagino acervo de suas obras. Pessoa exemplar, grande cientista e humanista, combinação rara. Um abraço, Marcelo”



Marcelo Gleiser
Físico Dartmouth College, escritor

MARIO SCHENBERG – DEPOIMENTOS

JORGE AMADO

"Na universidade, na mostra de pintura, no comício, no meio da rua e da multidão, na cadeia, no livro e no jornal, onde quer que se proteste contra a opressão, onde quer que se lute pela paz e pelo amor, ei-lo presente e militante. Não desanimou nem vacilou, assumiu o seu posto e continua. Um homem singular, um cidadão ilustre, um humanista que nos orgulha e honra. Um brasileiro chamado Mario Schenberg."



Jorge Amado

Um dos maiores escritores do Brasil

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. **Bibliografia**
9. Agradecimentos
10. Conclusão

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS

2 Artigos científicos:

G. Gamow and M. Schoenberg: *Neutrino Theory of Stellar Collapse*; Phys. Rev. 59, 539 – Published 1 April 1941

M. Schönberg, S. Chandrasekhar: *On the Evolution of the Main-Sequence Stars*; Astrophysical Journal, vol. 96,161 – 1942,

10 Livros:

SCHENBERG, Mario (2001). **Pensando a Física** (Landy Editorial)

HAMBURGER, Amélia Império (coord.) (2009). **Obra científica de Mário Schönberg Vol I** (São Paulo: EDUSP)

MATSUURA, Oscar (org.) (2013) **História da Astronomia no Brasil** (Cepe: Recife)

KEPLER, Souza SARAIVA, M. Fátima (2004) **Astronomia & Astrofísica** (São Paulo: Editora Livraria da Física)

FRIAÇA, A PINO E SODRÉ L JATENCO V (org) (2001) **Astronomia, uma visão geral do universo** (São Paulo: EDUSP)

NOVELLO, Mario (2016) **Os Cientistas da Minha Formação** (São Paulo: Editora Livraria da Física)

FITTIPALDI, Ivon (coord.) (2012). **Projeto Caravana dos Notáveis Cientistas Pernambucanos**

OLIVEIRA, Alecsandra Matias de (2011). **Schenberg: Crítica e Criação** (São Paulo: EDUSP)

VENKATARAMAN, G. (1992) **Chandrasekhar and His Limit** (Universities Press, India)

Various authors (2016). **The Stars: The Definitive Visual Guide to the Cosmos** (DK, Penguin Random House UK)

2 Apostilas do CASP:

FEE – Capítulo 3 – **A fonte de energia das estrelas** – Prof. TASSO AUGUSTO NAPOLEÃO

FEE – Capítulo 8 – **Supernovas e Novas** – Prof. TASSO AUGUSTO NAPOLEÃO

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS

5 Entrevistas:

MARIO SCHENBERG, entrevistado por Carla Costa e Tjerk Franken em 09 e 10/06/1978, CPDOC/FGV

SYLVIO FERRAZ MELLO, entrevistado por Ricardo Franco em 17/11/2016, São Paulo

TASSO NAPOLEÃO, entrevistado por Ricardo Franco em 23 e 24/11/2016, São Paulo

PAULO BEDAQUE, entrevistado por Ricardo Franco em 24/11/2016, Vinhedo

ANA CLARA GUERRINI SCHENBERG, entrevistada por Ricardo Franco em 24/11/2016, São Paulo

Links internet:

Wikipedia inglês e português

https://en.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%86nberg%E2%80%93Chandrasekhar_limit

<http://mrphome.net/starlifecalculator.htm>

http://www.eso.org/sci/libraries/historicaldocuments/ESO_Conferences_Workshops/SN_1987A_and_other_Supernovae_A1b.pdf

http://www.academia.edu/25976685/THE_APPROXIMATE_STAR_AGE_CALCULATION_EQUATION_....._AND_THE_AGE_OF_THE_SUN

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Astro/startime.html>

<http://astro.physics.uiowa.edu/~kqg/teaching/astrophysicsII/evolution.html>

<https://www.eso.org/public/outreach/eduoff/vt-2004/mt-2003/mt-sun.html>

Imagens e vídeos:

Acervo pessoal da Família Schenberg, imagens gentilmente cedidas por Ana Clara Schenberg

Créditos do Centro Mario Schenberg de Documentação da Pesquisa em Artes – ECA USP

ESO – Proxima b

ESO – zoom 1987A

Youtube - MARIO SCHENBERG by AGUILAR

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. **Agradecimentos**
10. Conclusão

MARIO SCHENBERG

AGRADECIMENTOS

- Ana Clara Guerrini Schenberg
- Prof. Sylvio Ferraz Mello
- Prof. Paulo Bedaque
- Prof. Francisco Conte
- Profa. Lilian Pera
- Prof. Tasso Napoleão
- Jean Pierre Chamouton
- Colegas do CASP
- Família

MARIO SCHENBERG

*Uma **estrela** da ciência brasileira*

1. Motivação
2. Biografia
3. Colegas
4. Limite Schenberg-Chandrasekhar
5. Processo URCA
6. Galeria de fotos e frases
7. Depoimentos
8. Bibliografia
9. Agradecimentos
- 10. Conclusão**

MARIO SCHENBERG – CONCLUSÃO

- Tema delicioso: mistura ciência, política, cultura
- Figura interessante: multifacetado
- Mente brilhante: físico-matemático-artista-pensador
- Humanista: valoriza a condição humana acima de tudo
- Total relação com curso EEE/CASP: jornada por grandes nomes da astrofísica e pela evolução estelar
- Exemplo e inspiração para estudantes e cientistas
- Foi devidamente reconhecido?
- Esta apresentação é meu pequeno e humilde tributo a esta **estrela** da ciência brasileira.



MARIO SCHENBERG

*Uma estrela
da ciência brasileira*

*Ricardo Franco
CASP / EEE 2016*