



**A importância da  
Astronomia no  
Desenvolvimento  
Técnico: dos relógios  
aos computadores**



# Por que estudar Astronomia?





# Por que estudar Astronomia?



Por que o governo deve  
financiar projetos em  
Astronomia?



# Por que o governo deve financiar projetos em Astronomia?

*“Preservar conhecimento é fácil. Transferir conhecimento também é fácil. Mas produzir conhecimento não é nem fácil nem lucrativo a curto prazo. Pesquisa fundamental faz-se lucrativa a longo prazo e, tão importante quanto isso, é uma força que enriquece a cultura de qualquer sociedade com razão e verdade fundamental.”*

– Ahmed Zewali, ganhador do Prêmio Nobel em Química (1999).

# Do ponto de vista prático:

---

- Observações astronômicas *testam* nossas teorias fundamentais, nas quais nossa tecnologia é baseada.



# Do ponto de vista prático:

---

- Observações astronômicas *testam* nossas teorias fundamentais, nas quais nossa tecnologia é baseada.
- Astronomia torna possível estudar fenômenos em escalas de tamanho, massa, distância, densidade, energia e, especialmente, *tempo* que não podemos reproduzir em laboratório.

# Do ponto de vista prático:

---

- Observações astronômicas *testam* nossas teorias fundamentais, nas quais nossa tecnologia é baseada.
- Astronomia torna possível estudar fenômenos em escalas de tamanho, massa, distância, densidade, energia e, especialmente, *tempo* que não podemos reproduzir em laboratório.



Isso não só permite testar o que a nossa tecnologia pode atingir, mas também o que ela *não* pode.



# Do ponto de vista prático:

---

- O tempo padrão era dado pela Astronomia até 1967, quando foi substituído por relógios atômicos.

# Do ponto de vista prático:

---

- O tempo padrão era dado pela Astronomia até 1967, quando foi substituído por relógios atômicos.
- Ainda assim, pulsares podem fornecer relógios ainda mais estáveis no tempo do que relógios atômicos.





# Do ponto de vista prático:

---

- Técnicas astronômicas ainda são necessárias para determinar a orientação da Terra no espaço.
- Isso tem aplicações militares, mas também é necessário para o funcionamento dos sistemas de GPS.



# Do ponto de vista prático:

---

- Até recentemente, navegação celestial era a *única* maneira pela qual navios e aviões podiam determinar sua posição.



# Do ponto de vista prático:

---

- Até recentemente, navegação celestial era a *única* maneira pela qual navios e aviões podiam determinar sua posição.
  - Hoje existem sistemas de navegação por satélite (graças a técnicas aprendidas por meio de Astronomia, como Mecânica Celeste e Geodésia).



# Do ponto de vista prático:

---

→ O elemento *hélio* foi descoberto e nomeado por astrônomos. Ele serve não só para tornar festas infantis mais divertidas, mas para resfriamento de equipamentos.





# Do ponto de vista prático:

---

→ O elemento *hélio* foi descoberto e nomeado por astrônomos. Ele serve não só para tornar festas infantis mais divertidas, mas para resfriamento de equipamentos.



# Transferência de Tecnologia: imageamento

---

→ *Kodak Technical Pan*: filme fotográfico utilizado para detectar plantações e florestas doentes, em diagnósticos médicos e odontológicos e até para analisar camadas de pinturas para verificar fraudes.



# Transferência de Tecnologia: imageamento

---

→ *Kodak Technical Pan*: filme fotográfico utilizado para detectar plantações e florestas doentes, em diagnósticos médicos e odontológicos e até para analisar camadas de pinturas para verificar fraudes.

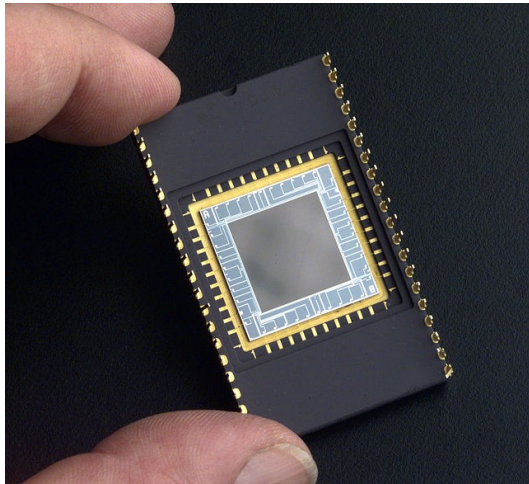
Foi originalmente criado para que astrônomos solares pudessem registrar mudanças na estrutura da superfície do Sol



# Transferência de Tecnologia: imageamento

---

→ CCDs: *Charged Coupled Devices*

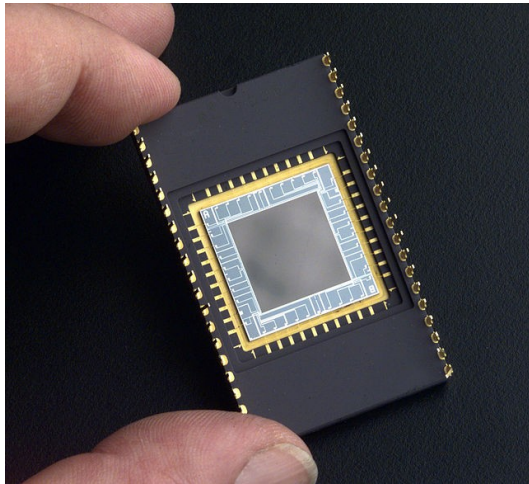


Estes detectores substituíram filmes fotográficos na Astronomia e logo também na fotografia.



# Transferência de Tecnologia: imageamento

→ CCDs: *Charged Coupled Devices*



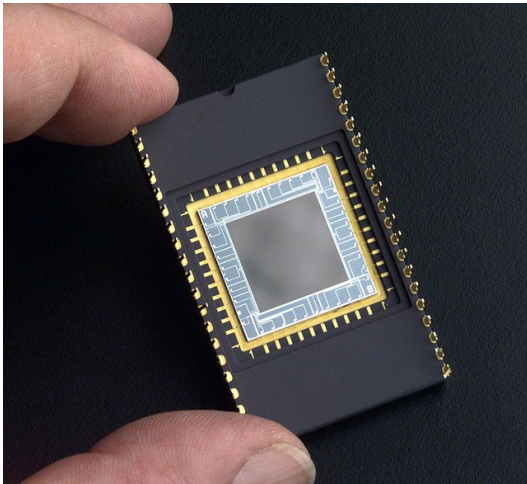
Estes detectores substituíram filmes fotográficos na Astronomia e logo também na fotografia.

Hoje estão presentes também nos celulares.



# Transferência de Tecnologia: imageamento

→ CCDs: *Charged Coupled Devices*



Estes detectores substituíram filmes fotográficos na Astronomia e logo também na fotografia.

Hoje estão presentes também nos celulares.



Seus inventores, Willard S. Boyle e George E. Smith, ganharam o Prêmio Nobel de Física em 2009.

# Transferência de Tecnologia: comunicações

---

- Radioastronomia, principalmente, forneceu ferramentas, dispositivos e métodos de processamento de dados.

# Transferência de Tecnologia: comunicações

---

- Radioastronomia, principalmente, forneceu ferramentas, dispositivos e métodos de processamento de dados.
- Muitas companhias de sucesso na área de comunicações foram fundadas por radio-astrônomos.



# Transferência de Tecnologia: comunicações

---

- Radioastronomia, principalmente, forneceu ferramentas, dispositivos e métodos de processamento de dados.
- Muitas companhias de sucesso na área de comunicações foram fundadas por radio-astrônomos.
  - A linguagem de programação FORTH, por exemplo, foi originalmente criada para uso no Observatório de Kitt Peak e passou a fornecer base para uma empresa altamente rentável (*Forth Inc.*). Ela é hoje utilizada pela FedEx em seus serviços de rastreamento.



# Transferência de Tecnologia: comunicações

---

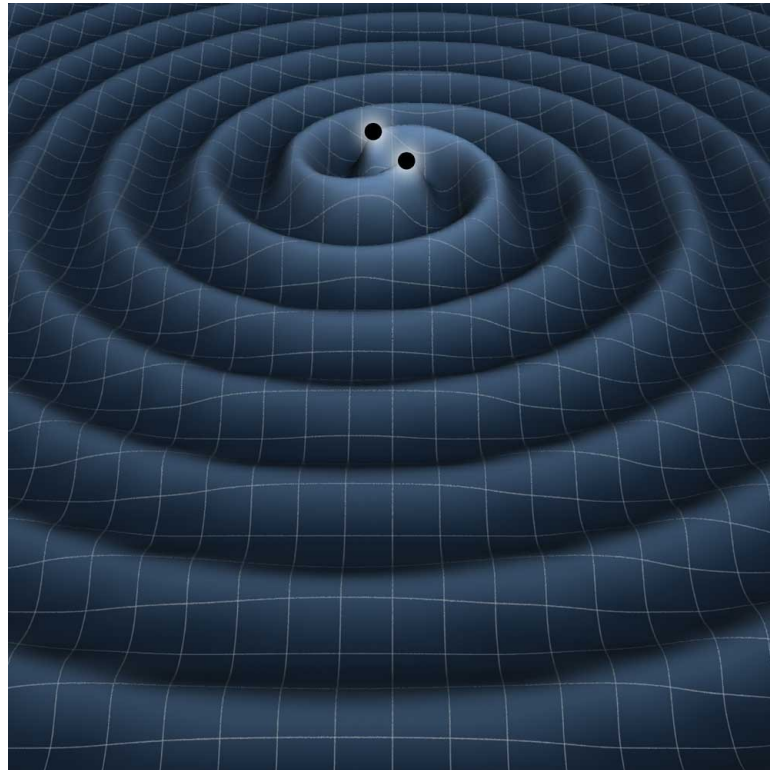
→ A companhia *General Motors (GM)* utiliza a linguagem de programação *Interactive Data Language*, originalmente desenvolvida para uso em *Astronomia*, para analisar dados de acidentes.



# Transferência de Tecnologia: comunicações

---

→ As primeiras patentes de técnicas para detectar ondas gravitacionais foram adquiridas por uma companhia para ajudar a determinar a estabilidade gravitacional de reservatórios de petróleo.



# Transferência de Tecnologia: comunicações

- A companhia de telecomunicações AT&T utiliza o software *Image Reduction and Analysis Facility (IRAF)* para analisar sistemas computacionais e gráficos envolvendo física do estado sólido.

```
ingrid@tardis: ~/iraf
NOAO/IRAF PC-IRAF Revision 2.16 EXPORT Thu May 24 15:41:17 MST 2012
This is the EXPORT version of IRAF V2.16 supporting PC systems.

Welcome to IRAF.  To list the available commands, type ? or ??.  To get
detailed information about a command, type `help <command>'.  To run a
command or load a package, type its name.  Type `bye' to exit a
package, or `logout' to get out of the CL.  Type `news' to find out
what is new in the version of the system you are using.

Visit http://iraf.net if you have questions or to report problems.

The following commands or packages are currently defined:

Initializing SAMP .... No Hub Available

      ctio.      gemini.      lists.      plot.      system.
      dataio.    gmisc.      mscred.    proto.    tables.
      dbms.      images.    noao.      softtools. utilities.
      fitsutil. language.  obsolete.  stsdas.   vo.

voc1> █
```



# Transferência de Tecnologia: setor aeroespacial

---

→ Satélites de defesa são essencialmente telescópios apontados para a Terra e requerem a mesma tecnologia e os mesmos *softwares* para serem operados.



Concepção artística do satélite MERLIN (*Methane Remote sensing Lidar mission*), que será lançado por França e Alemanha em 2019.

# Transferência de Tecnologia: setor aeroespacial

---

- Satélites de defesa são essencialmente telescópios apontados para a Terra e requerem a mesma tecnologia e os mesmos *softwares* para serem operados.
- Imagens via satélite são analisadas da mesma forma que imagens astronômicas.



Concepção artística do satélite MERLIN (*Methane Remote sensing Lidar mission*), que será lançado por França e Alemanha em 2019.

# Transferência de Tecnologia: setor aeroespacial

---



→ Observações de estrelas e modelos de atmosferas estelares são utilizados para diferenciar entre *plumas* de foguetes e objetos celestes. Está em estudo utilização do mesmo método para uso em sistemas de alerta.

# Transferência de Tecnologia: setor aeroespacial

---

- Astrônomos desenvolveram um fotômetro que não é afetado pelo Sol (*solar-blind photo counter*), sendo capaz de medir fontes durante o dia sem ser saturado pelo Sol.





# Transferência de Tecnologia: setor aeroespacial

---

→ Astrônomos desenvolveram um fotômetro que não é afetado pelo Sol (*solar-blind photo counter*), sendo capaz de medir fontes durante o dia sem ser saturado pelo Sol.

Ele é hoje utilizado para detectar fótons UV provenientes do escape de um míssil, permitindo um sistema de alerta. A mesma tecnologia pode ser utilizada para detectar gases tóxicos.



# Transferência de Tecnologia: setor aeroespacial

---

→ O Sistema de Posicionamento Global utiliza objetos astronômicos, como quasares e galáxias distantes, para determinar posições com precisão.



# Transferência de Tecnologia: setor energético

---

→ Métodos astronômicos podem ser utilizados para encontrar novos combustíveis fósseis e também para estudar novas fontes de energia renovável.





# Transferência de Tecnologia: setor energético

---

→ Duas companhias de petróleo, *Texaco* e *BP*, utilizam IDL para analisar amostras ao redor de áreas petrolíferas e para pesquisa em geral.





# Transferência de Tecnologia: setor energético

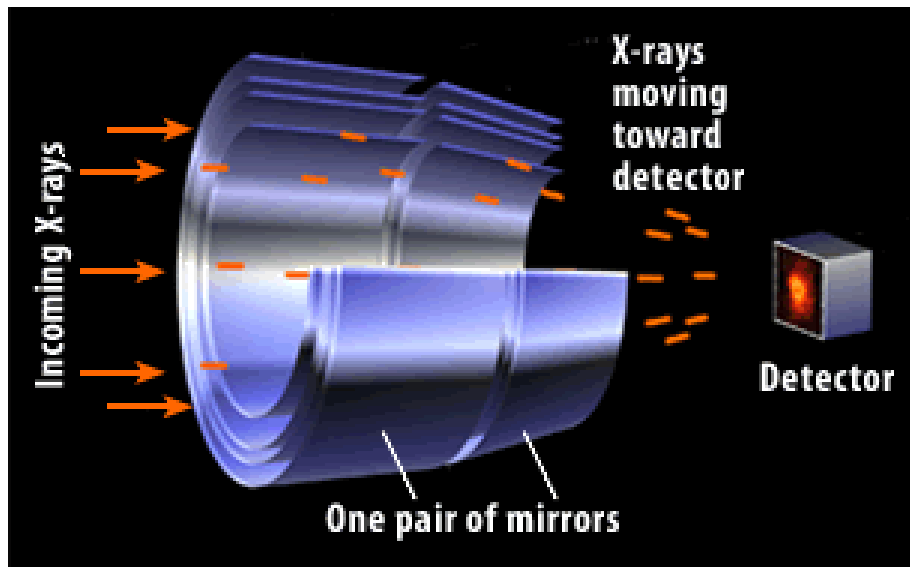
---

→ Um material à base de grafite desenvolvido para uso em telescópios espaciais foi utilizado por uma companhia australiana, *Ingenero*, para desenvolver placas solares com até 16 metros de diâmetro.

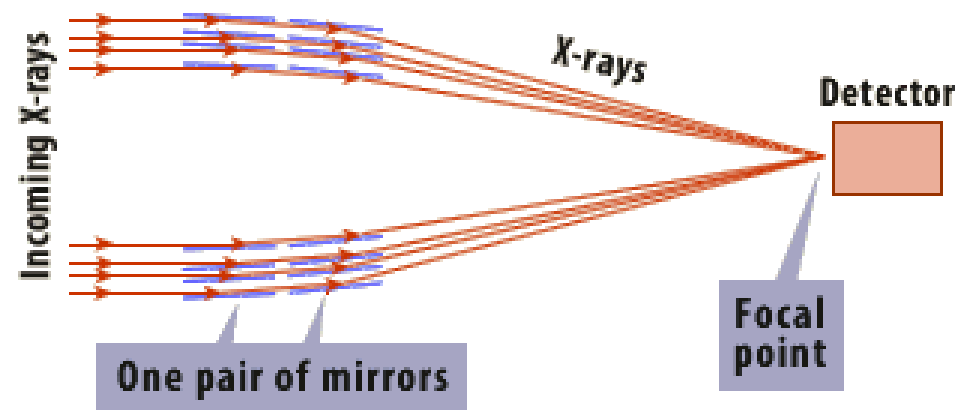


# Transferência de Tecnologia: setor energético

- Tecnologia desenvolvida para imageamento em telescópios de raios-X é hoje utilizada para monitorar processos de fusão em plasmas, o que poderia ajudar a obtermos uma nova fonte de energia.



Courtesy Chandra mission website:  
<http://chandra.harvard.edu>

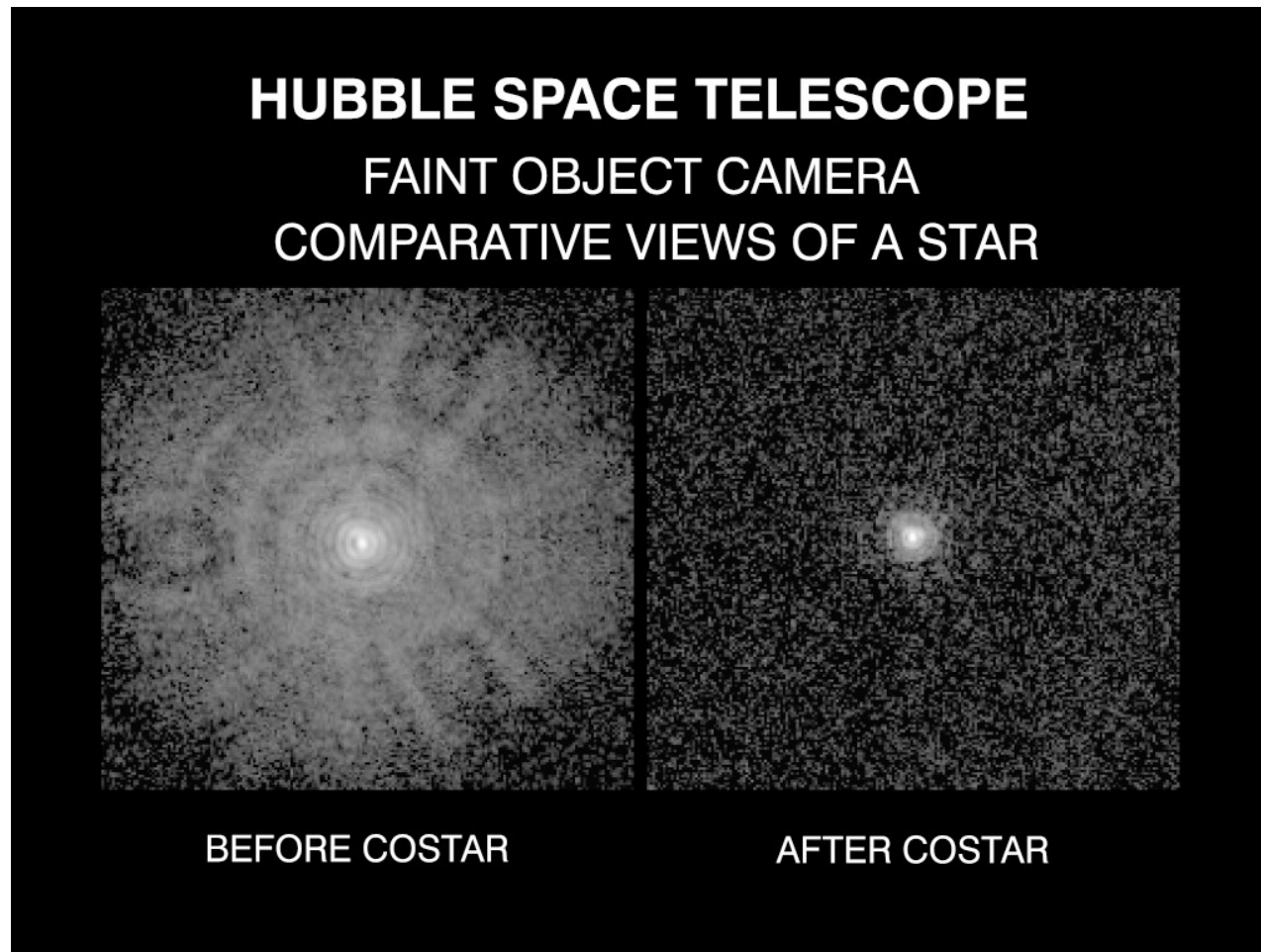


Chandra's mirrors are positioned so they're almost parallel to the entering X-rays. The mirrors look like open cylinders, or barrels. The X-rays skip across the mirrors much like stones skip across the surface of a pond.

# Transferência de Tecnologia: medicina

---

→ Um dos problemas da Astronomia é identificar objetos difusos e distantes. Um problema semelhante ocorre na medicina: identificar coisas no interior do corpo humano.



# Transferência de Tecnologia: medicina

---

→ O astrônomo Larry Altschuler foi responsável por desenvolver a tomografia em seu trabalho de reconstruir a coroa solar a partir de suas projeções.

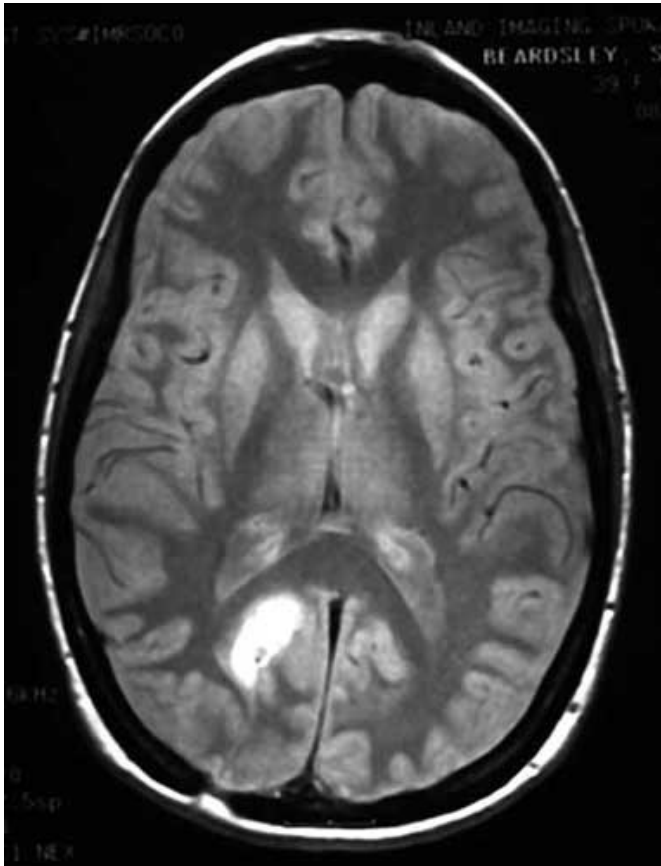




# Transferência de Tecnologia: medicina

---

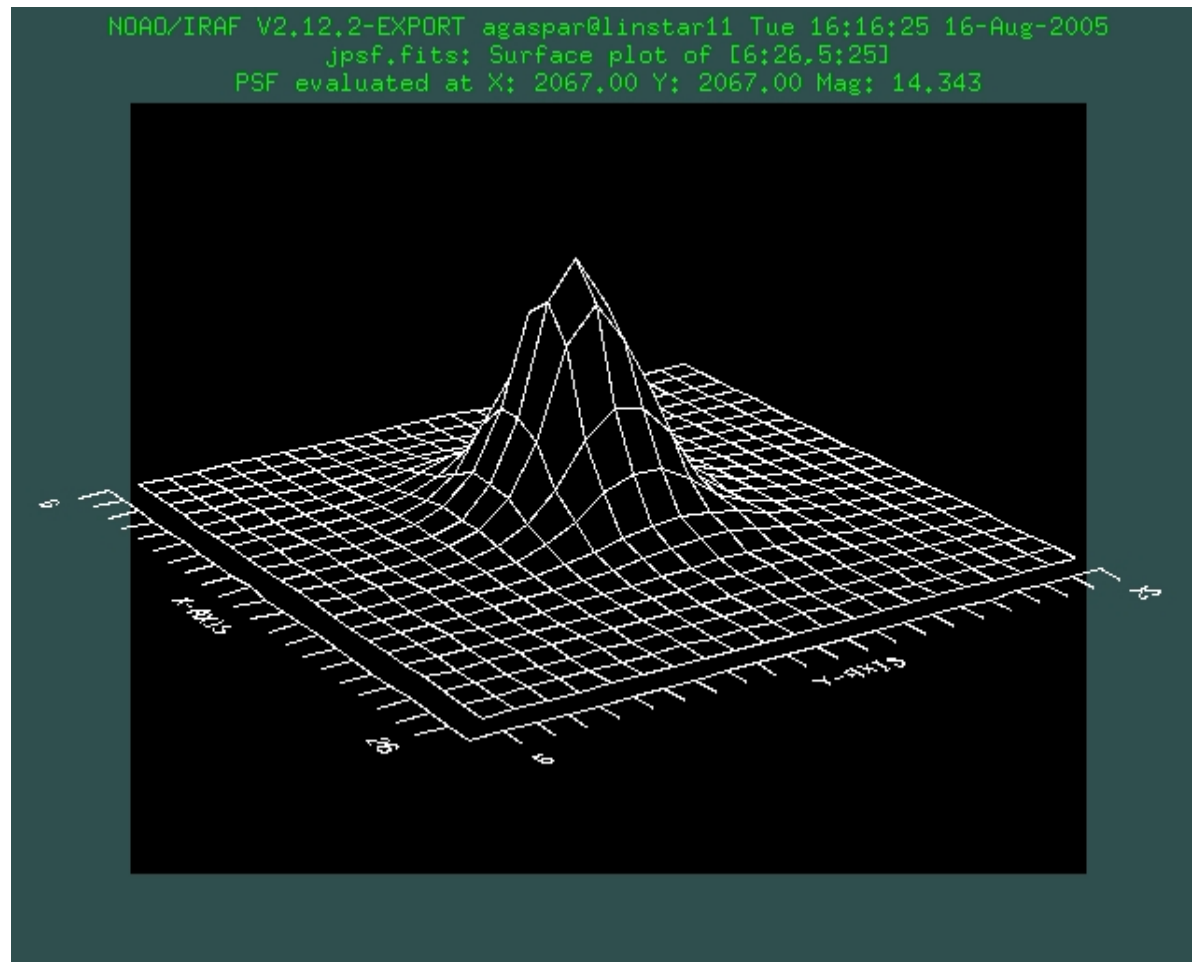
→ Técnicas desenvolvidas na Astronomia para maximizar a resolução de imagens são hoje utilizadas em tomografia computadorizada (*CAT-scans*), imageamento por ressonância magnética, tomografia por emissão de pósitrons (*PET-scans*) e outras ferramentas de imageamento na medicina.



# Transferência de Tecnologia: medicina

---

→ Linguagens de programação, como IDL, e *softwares* astronômicos, como o *IRAF*, são utilizados para aplicações médicas.



# Transferência de Tecnologia: medicina

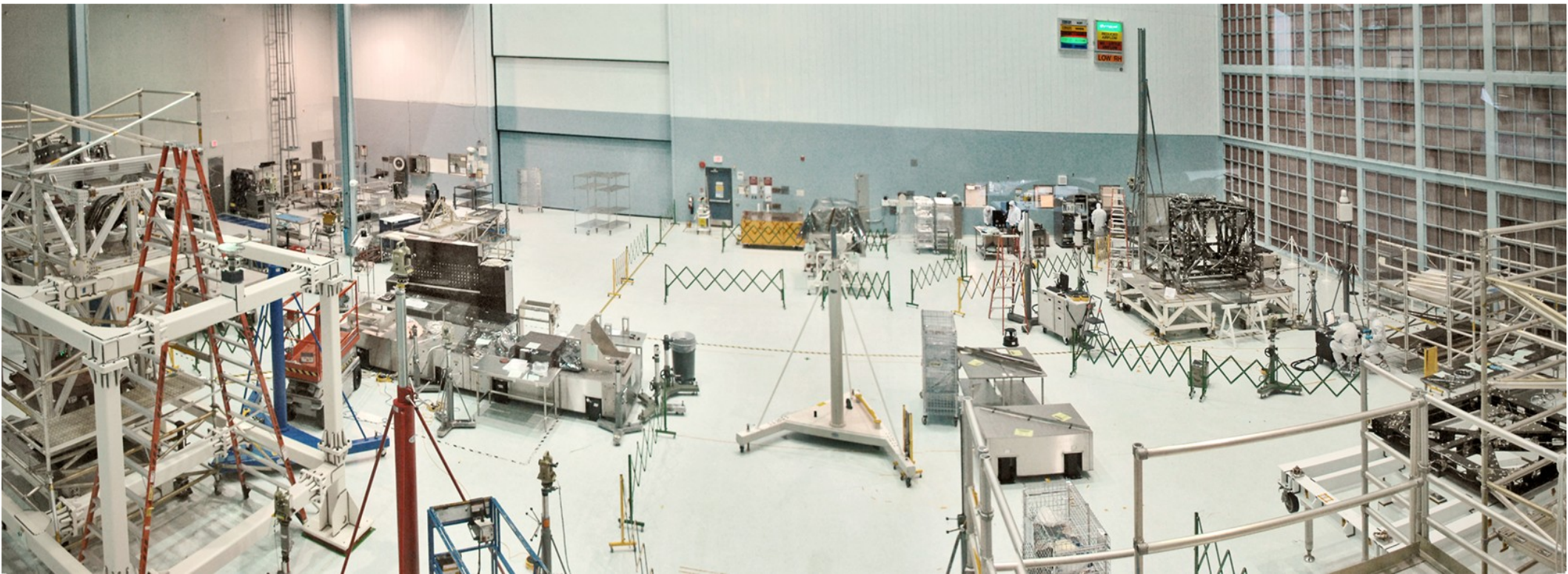
---

→ Protocolos de limpeza necessários para construção de telescópios (para evitar que poeira obscureça ou obstrua espelhos) são hoje utilizados em hospitais e laboratórios farmacêuticos.



Parte do telescópio Herschel na sala limpa.







# Transferência de Tecnologia: medicina

---

→ Uma colaboração entre uma companhia farmacêutica e a *Cambridge Automatic Plate Measuring Facility* permite que amostras de sangue de pacientes com leucemia sejam analisadas mais rápido, permitindo mudanças precisas na medicação.



# Transferência de Tecnologia: medicina

---

→ Radioastrônomos desenvolveram um método que é agora utilizado como uma maneira não-invasiva de detectar tumores.

# Transferência de Tecnologia: medicina

---

- Radioastrônomos desenvolveram um método que é agora utilizado como uma maneira não-invasiva de detectar tumores.
- Pequenos sensores térmicos inicialmente desenvolvidos para controlar a temperatura de instrumentos de telescópios são utilizados em hospitais para controlar o aquecimento em unidades neonatal.

# Transferência de Tecnologia: medicina

---

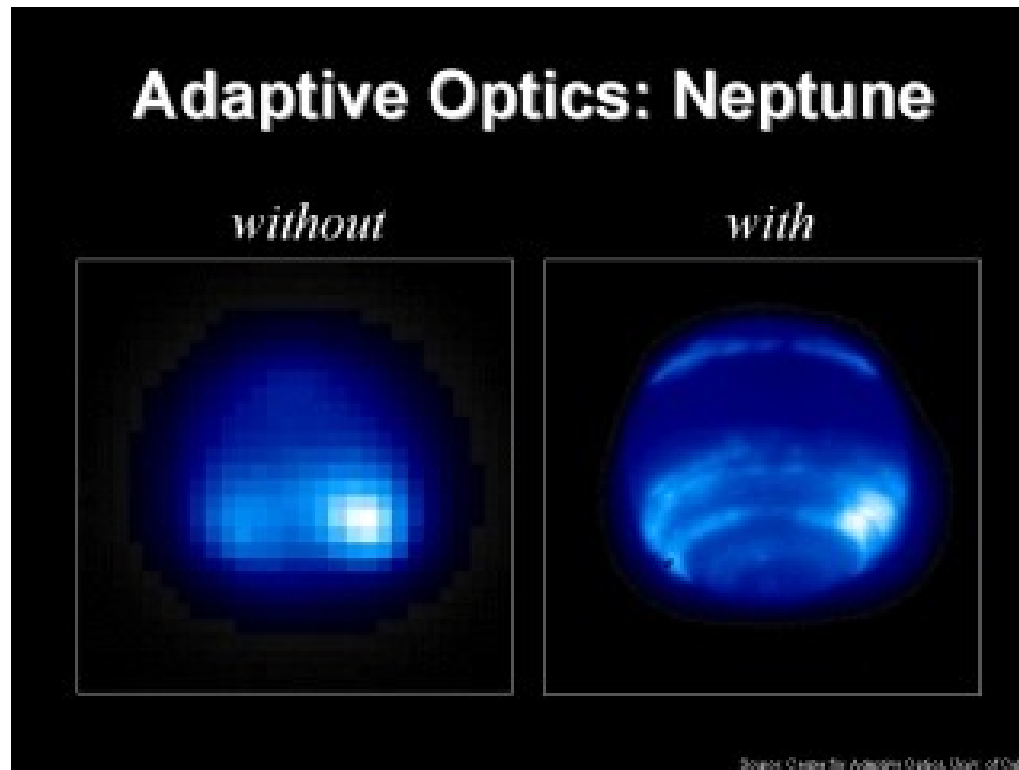
- Radioastrônomos desenvolveram um método que é agora utilizado como uma maneira não-invasiva de detectar tumores.
- Pequenos sensores térmicos inicialmente desenvolvidos para controlar a temperatura de instrumentos de telescópios são utilizados em hospitais para controlar o aquecimento em unidades neonatal.
- Um scanner de raios-X com baixo consumo de energia desenvolvido pela NASA é utilizado em cirurgias ambulatoriais.



# Transferência de Tecnologia: medicina

---

- Ótica adaptativa pode ser utilizada para imageamento de retina para estudar doenças como degeneração macular e retinite pigmentosa em seus estágios iniciais.



# Astronomia no dia-a-dia

---

→ Um espectrômetro originalmente desenvolvido para análise da superfície lunar é hoje utilizado para verificar a conservação das fundações de prédios históricos.



# Astronomia no dia-a-dia

---

→ Tecnologias de observatórios de raios-X são utilizadas em aeroportos para escanear bagagens. Eles também utilizam um cromatógrafo desenvolvido para uma missão em Marte para buscar drogas e explosivos em bagagens.





# Astronomia no dia-a-dia

→ Policiais utilizam instrumentos desenvolvidos por astrônomos para medir a indensidade da luz (*Chemical Oxygen Demand – COD*) para checar a transparência dos vidros de carros.

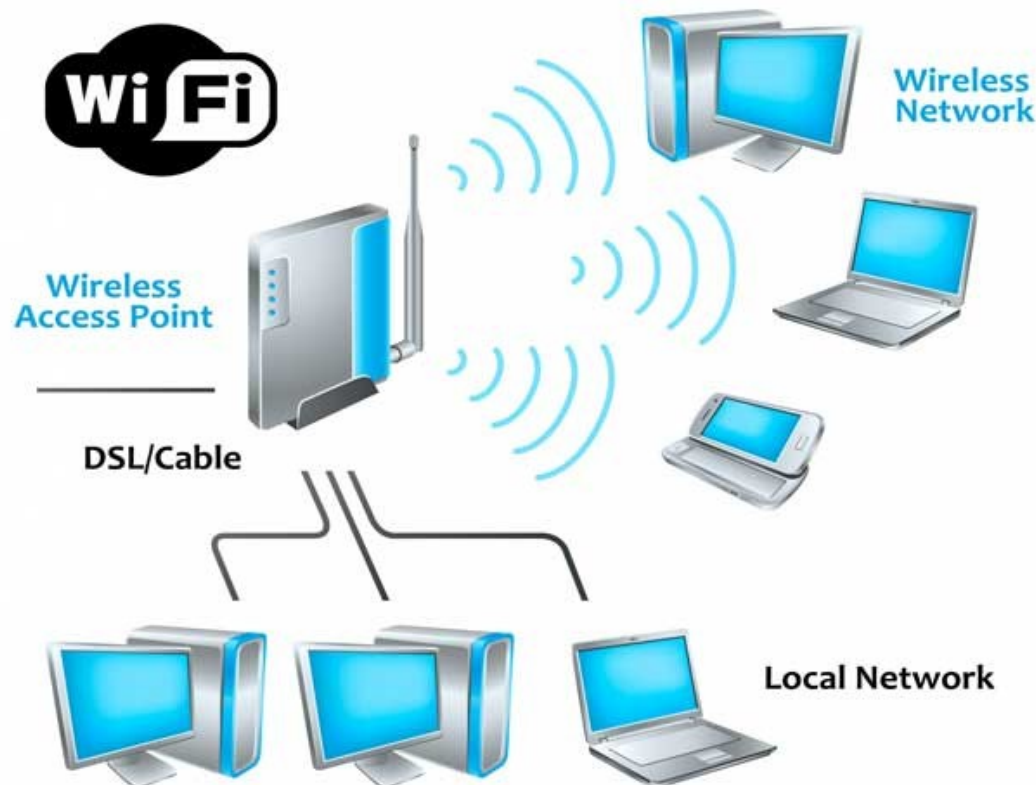




# Astronomia no dia-a-dia

---

→ Provavelmente a invenção astronômica mais utilizada é a *WLAN*: rede de área local sem-fio. John O. Sullivan desenvolveu, em 1977, um método para tornar mais precisas imagens de um rádio telescópio. Esse mesmo método foi aplicado para sinais de rádio em geral, sendo hoje parte de qualquer implementação de *WLAN*.



# Do ponto de vista filosófico:

---

- Um dos nossos diferenciais como seres humanos é a nossa habilidade de adquirir conhecimento sobre o Universo.

# Do ponto de vista filosófico:

---

- Um dos nossos diferenciais como seres humanos é a nossa habilidade de adquirir conhecimento sobre o Universo.
- Descobrimos que a Terra é redonda, que não estamos no centro do Universo, que a nossa galáxia é mais uma em um grande Universo, que teve um começo e hoje está em expansão.

# Do ponto de vista filosófico:

---

- Um dos nossos diferenciais como seres humanos é a nossa habilidade de adquirir conhecimento sobre o Universo.
- Descobrimos que a Terra é redonda, que não estamos no centro do Universo, que a nossa galáxia é mais uma em um grande Universo, que teve um começo e hoje está em expansão.
- Astronomia nos permite responder várias perguntas fundamentais:
  - por que o céu é azul?
  - de onde vem os metais?
  - por que o Sol brilha?



# Do ponto de vista filosófico:

---

- Astronomia necessita de observações em latitudes e longitudes diferentes, promovendo cooperação internacional.

# Do ponto de vista filosófico:

---

- Astronomia necessita de observações em latitudes e longitudes diferentes, promovendo cooperação internacional.
- São necessárias também observações ao longo de muitos anos, décadas e mesmo séculos, o que conecta gerações e culturas de diferentes épocas.

# Do ponto de vista filosófico:

---

- Astronomia necessita de observações em latitudes e longitudes diferentes, promovendo cooperação internacional.
- São necessárias também observações ao longo de muitos anos, décadas e mesmo séculos, o que conecta gerações e culturas de diferentes épocas.
- Pode ser utilizada para ilustrar muitos conceitos da Física: gravitação, radiação eletromagnética, reações nucleares...

# Do ponto de vista filosófico:

---

**Astronomia, ensinada corretamente, pode promover *pensamento racional* e uma melhor compreensão do que é realmente ciência.**



## Links interessantes:

<http://stason.org/TULARC/science-engineering/astronomy/16-What-good-is-astronomy-anyway-What-has-it-contributed-to.htm>

[https://www.iau.org/public/themes/astronomy\\_in\\_everyday\\_life/](https://www.iau.org/public/themes/astronomy_in_everyday_life/)

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20800>

Questionário  
(para 23/06/2015)

1. Por que é importante estudar Astronomia?
2. Descreva duas tecnologias desenvolvidas para Astronomia que são empregadas em outro campo.
3. Comente uma contribuição direta da Astronomia à sociedade.