

Desarrollo de tecnicas de  
MonteCarlo  
en radio Terapia

***Pedro Podesta***

FCFM - UAS

# Mi historia con la Fisica Medica

- Cuando realice mi licenciatura mi facultad Fisica Matematica , tome algun laboratorio habia un laser, Me interesaban cuerdas Gravitacion gran unificacion.
- En mi maestria vi algunas aplicaciones a medicina huesos pero nunca algo realmente aplicado
- En mi doctorado en un documntal de discovery me entere de que existia un terapia de protones en Fermilab

# Mi primera experiencia con proton terapia (2003)



## Neutron Therapy

from **Flavia Ferreira** 3 years ago / (CC) BY NC ND ALL AUDIENCES

This story was shot at the Fermilab, Illinois. It aired on the Discovery Channel Latin America.  
Show: Conexão Discovery

Full video en: <https://vimeo.com/31505562>

# Primeras impresiones:

- Difícil seguir como carrera ya que realizar contribuciones importantes es decir curar el cancer era poco probable
- Me parecia poco atractivo y demasiado caro
- No me gustaba trabajar con enfermos terminales

# Resultado

- TOTALMENTE EQUIVOCADO
- Perspectivas en salud no son las de ciencias exactas
- Altas Energías los objetivos son claros
- Encontrar el higgs → (SI) Exito (NO) Fracaso
- Encontrar la cura contra el cancer → (SI) Exito (NO) Fracaso
- Pero no es tan simples, hay opciones intermedias tal ves aumentar calidad de vida, curar algun tipo, complementaria con otras quimioterapia, ect ..

En 2012 despues de conseguir una posición fija en culiacan se me acercan dos colegas El Dr. Tomas Carillo y el MC A Andrei Mendoza (ver su platica), les interesa colaborar

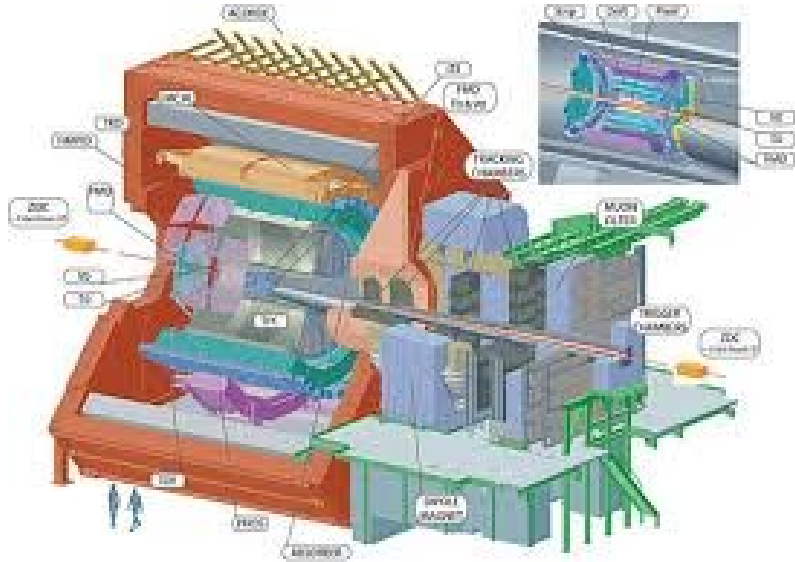
El Instituto Sinaloense de Cancerologia adquiere un acelerador Lineal

Me interesa trabajar con ellos pero en que ?

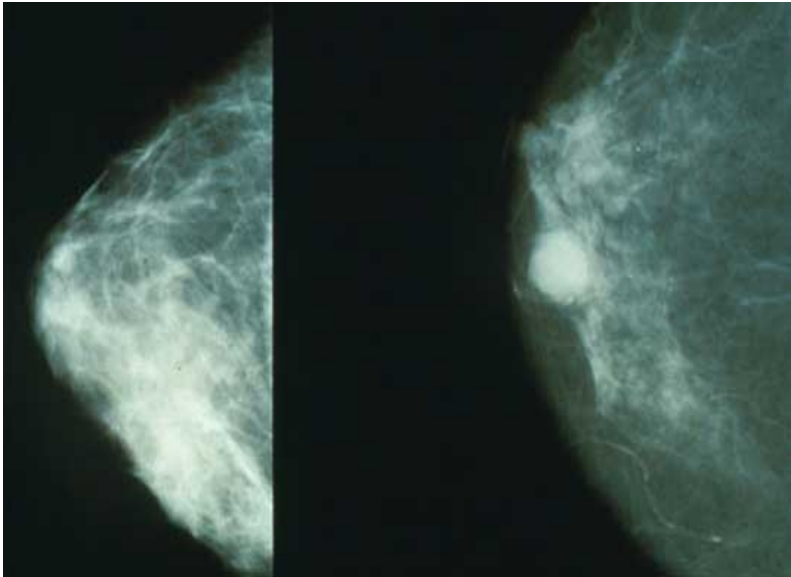
- Como buen fisico hay que simplificar el problema .

Un haz de electrones o de fotones que interacciona con un Tejido y deposita radiacion lo importante es saber cual es La dosis depositada

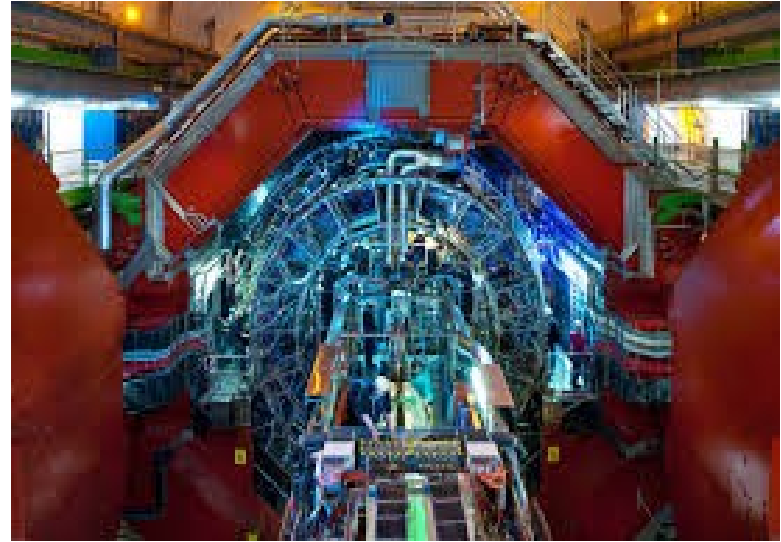
# Simulacion



---



# Realidad



# CONSIDERACIONES

- El problema es muy parecido al de altas energias
- Cuanta energia se deposita ?

Hay una caracteristica inherente que complica el calculo

- Es un proceso estocastico
- Cada foton o electron seguira su propia trayectoria depositara energia y lo que tendremos sera la suma de ellos

# Las interacciones

- Que procesos fisico son relevantes

Efecto fotoelectrico

$$\sigma_{\text{photo}}^{\text{K}} = \left( \frac{32}{\epsilon^7} \right)^{1/2} \alpha^4 \cdot Z^5 \cdot \sigma_{\text{Th}}^e \text{ \{cm}^2\text{/atom\} } ,$$

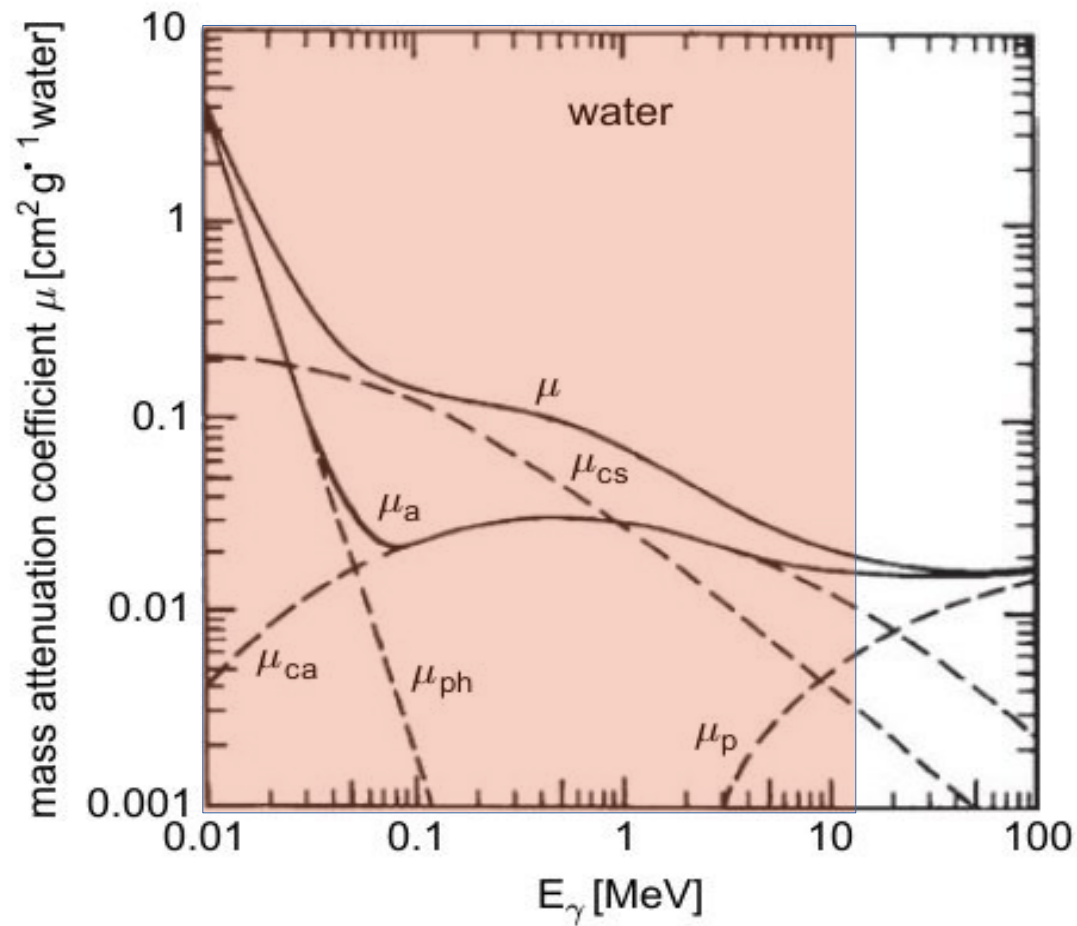
Compton

$$\sigma_{\text{c}}^e = 2\pi r_e^2 \left[ \left( \frac{1+\epsilon}{\epsilon^2} \right) \left\{ \frac{2(1+\epsilon)}{1+2\epsilon} - \frac{1}{\epsilon} \ln(1+2\epsilon) \right\} + \frac{1}{2\epsilon} \ln(1+2\epsilon) - \frac{1+3\epsilon}{(1+2\epsilon)^2} \right] \text{ \{cm}^2\text{/electron\} }$$

Produccion de pares

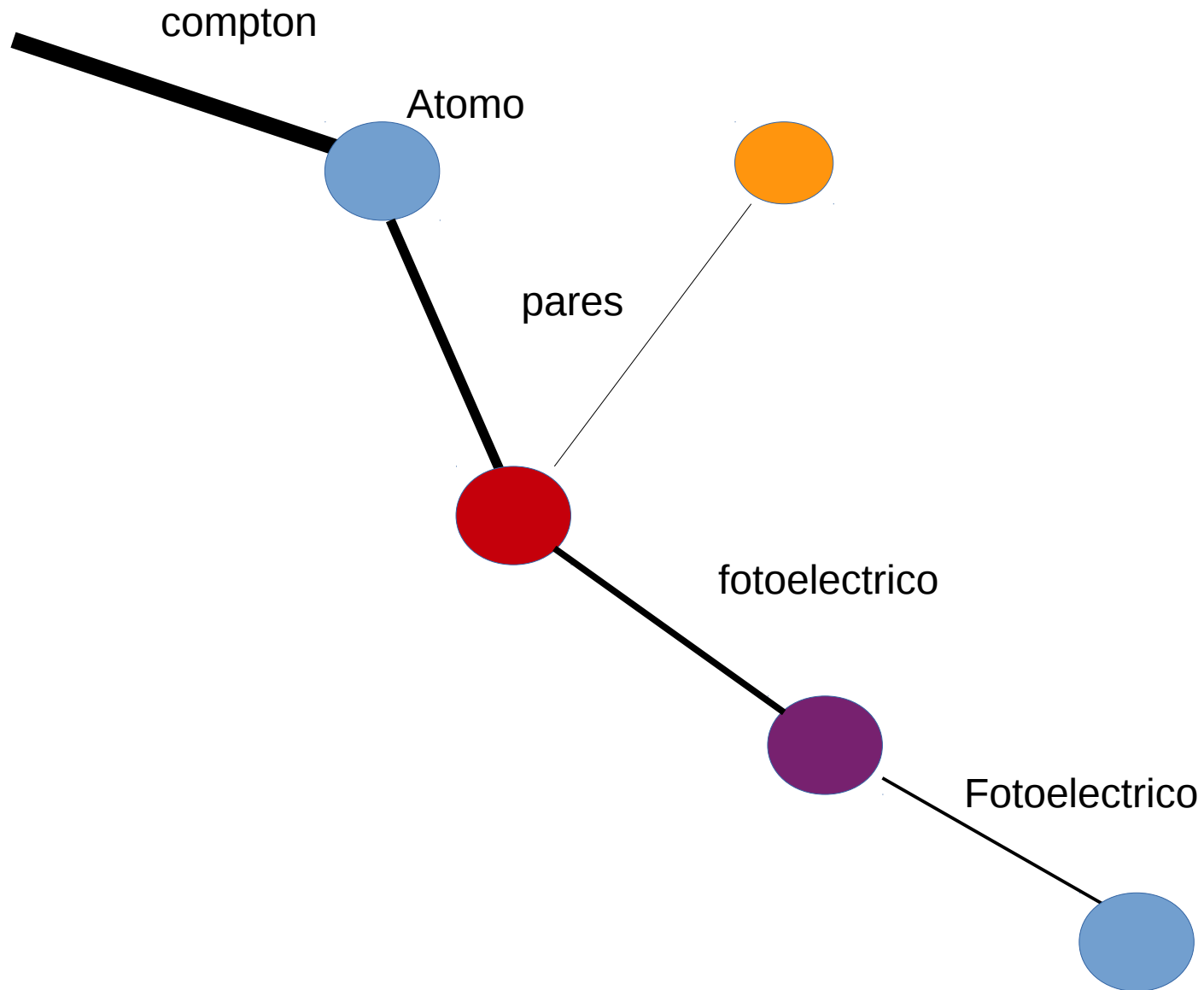
$$\sigma_{\text{pair}} = 4\alpha r_e^2 Z^2 \left( \frac{7}{9} \ln 2\epsilon - \frac{109}{54} \right) \text{ \{cm}^2\text{/atom\} }$$

# Coeficiente de atenuación de fotones



Gruppen

# Esquema de perdida de energía



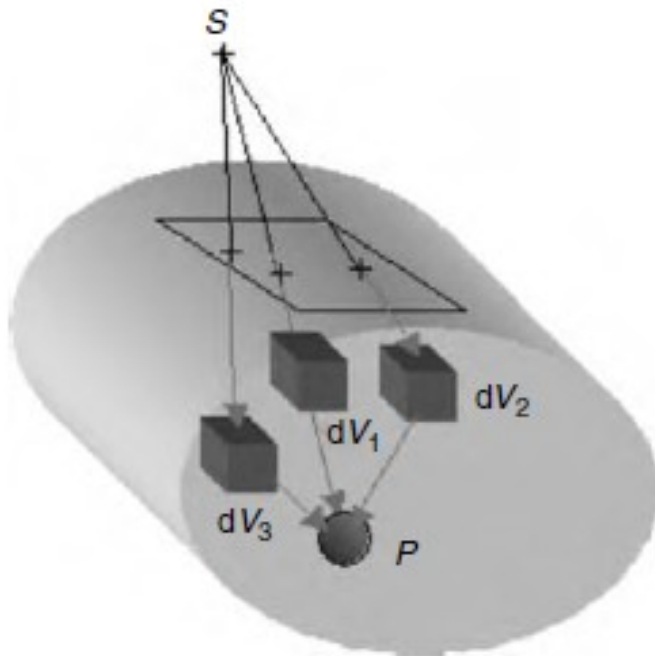
# Como se simula las interacciones

## EN ALTAS ENERGIAS

- Se utiliza un software llamado Geant3, este es basicamente una software que recibe partículas cargadas o neutras, las hace interaccionar con un material y te da la trayectoria asi como la energía depositada en cada interacción.
  - Lento
  - Puedes aumentar precisión

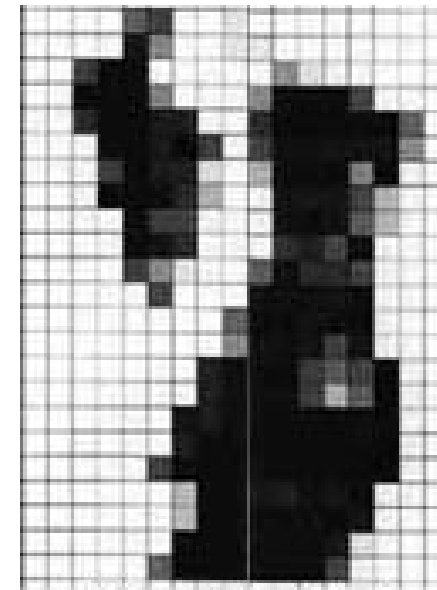
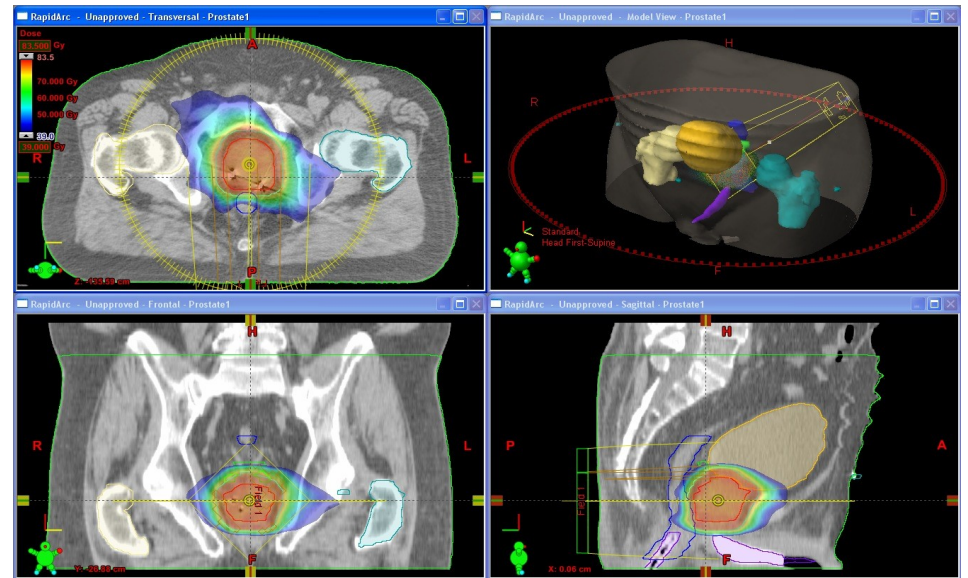
## EN UN ACELERADOR LINEAL

- Se toma una imagen ya sea con resonancia magnetica, con PET, que nos describa el material y se utiliza una tabla que hace una integracion rapida
  - Rapidos
  - No se puede aumnnentar precisión

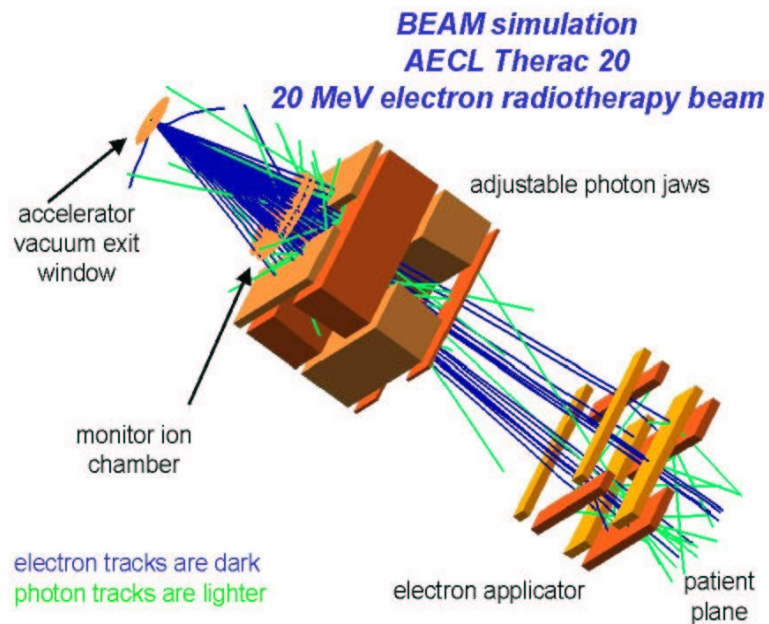


$$D_p(x, y, z) = \iiint_V p(x', y', z') s(x, x', y, y', z, z') dV$$

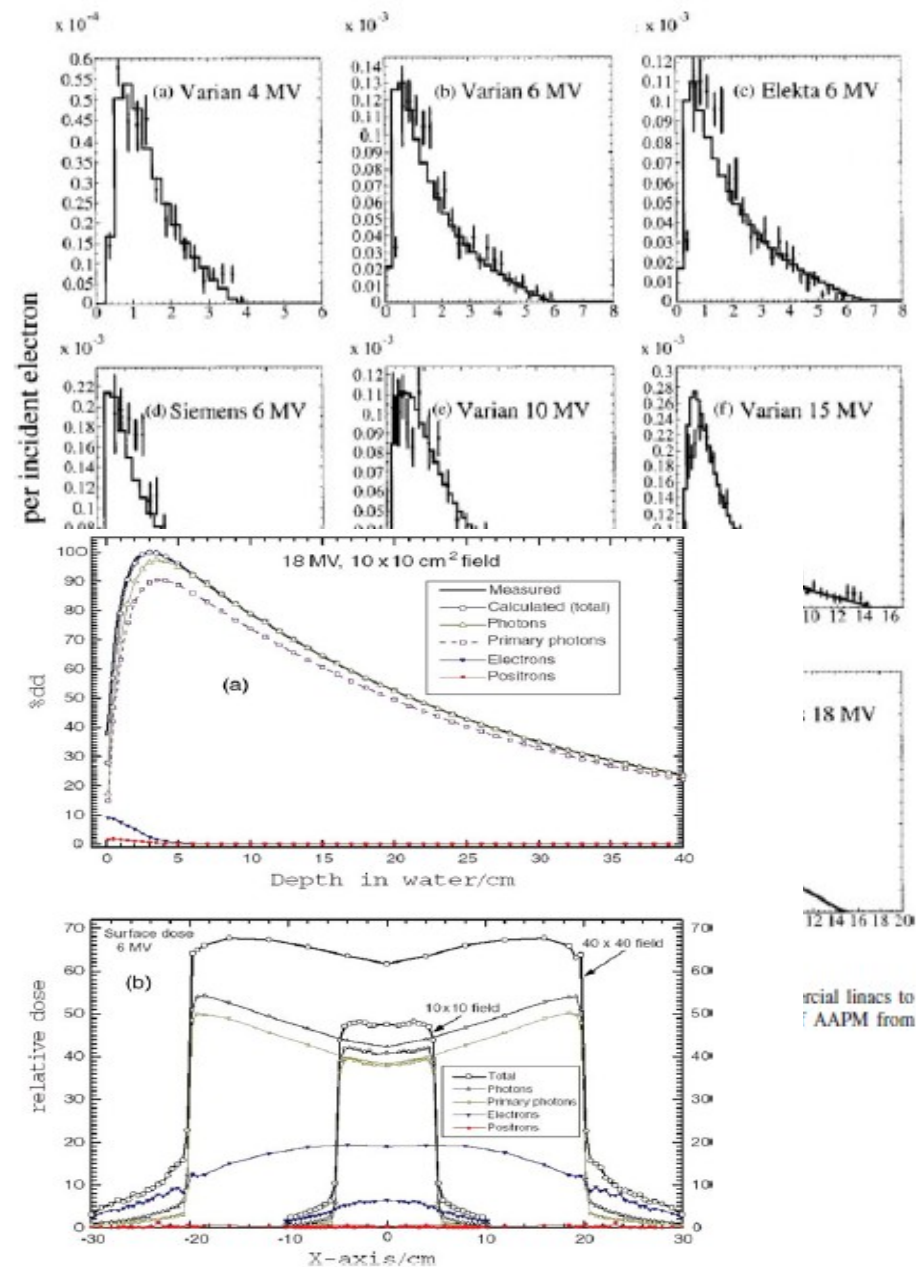
$$D(x, y, z) = \iint \frac{\mu}{\rho} \psi_E(x', y') K_{PB}(x - x', y - y', z) dx' dy'$$



Map calculated  
by computer



Simulacion del cabezal  
Esta depende de cada  
acelerador



**Figure 19.** (a): Comparison of measured and MC calculated percentage depth dose along with dose contributions from incident photons, primary photons, electrons and positrons for a 10 x 10 cm² field at 18 MV (SSD = 100 cm). (b): MC calculated results showing the total surface dose and contribution from different particles to surface dose across the field for 10 x 10 cm² and 40 x 40 cm² fields at 6 MV. The calculated dose is the average dose between 0 and 0.25 cm depth in water. Reproduced with kind permission from Ding *et al* (2002).

# Que puedes mejorar

- La imagen una mas precisa nos puede ayudar a que la terapia sea mas exitosa.
- La precisión del calculo de la radiación depositada.
- La precisión de la simulacion de la radiacion emitida por el haz, es decir la calibracion del haz.

# Iniciamos un proyecto

- Simular el cabezal del acelerador

Hecho, se usan los multihojas se hizo con permiso de variant.

- Simular el detector

En proceso

- Contrastar con las calibraciones.

Ya se tiene los datos

# Experiencias

- Es mas complicado trabajar en un ambiente medico hay protocolos, proceso inherentes al hecho de trabajar con humanos que hacen mas sensible los proyectos
- Finalmente el objetivo del acelerador es curar por lo que nos tenemos que adaptar a sus tiempos y necesidades.

# Que ventajas tendria un acelerador de hadrones

- Nos permitiria avanzar en investigación.
- La deposición de energía es puntual
- Como ya vimos es algo multiproposito
- Aumentar la supervivencia o calidad de vida de pacientes de cancer es uno de los objetivos de la ciencia que no debemos de dejar de buscar aun es estos tiempos complicados.

# Conclusiones

- La Colaboracion entre fisica de altas energías terapia de aceleradores es una actividad que se debe fomentar y aumentar
- La cantidad y tipos de cancer y otras enfermedades demantas terapias mas innovadoras
- Es una satisfacción ver que se este planeando este proyecto en Puebla