

## INTERACCIÓN DE PARTÍCULAS CARGADAS VELOCES CON MOLÉCULAS DE INTERÉS BIOLÓGICO

**Período:** 2009

**Becario:** De Sanctis, María Laura

**E-mail:** ldesanc@fceia.unr.edu.ar

**Director:** Fojón, Omar A

### Resumen

Este proyecto se enmarca en las corrientes de investigación que procuran caracterizar la acción de las radiaciones ionizantes sobre las células. Diversas terapias para el tratamiento de tumores malignos utilizan radiaciones ionizantes, como ser rayos Gamma en la cobaltoterapia, electrones energéticos en la terapia con haces de electrones, iones pesados cargados en la hadronterapia, etc. Por lo tanto, resulta esencial la obtención de datos físico-químicos precisos de la interacción de estos haces con los constituyentes de la materia viva para lograr que los tratamientos mencionados resulten eficaces. Dichos datos son requeridos incluso a nivel molecular y durante las primeras etapas de la interacción física de las partículas involucradas. Está aceptado actualmente que la inactivación celular y la formación de aberraciones cromosómicas provocadas por las radiaciones ionizantes son el resultado de daños complejos provocados en la cadena de ADN. Las mismas pueden provocar lesiones mutagénicas o letales en las células por diversos efectos. Entre ellos, podemos distinguir los efectos *directos* e *indirectos*. Los efectos *directos* son provocados por la acción directa de las radiaciones ionizantes por excitación o ionización del ADN. A diferencia, los efectos *indirectos* son ocasionados por el ataque de las especies liberadas por la acción de dichas radiaciones sobre el medio acuoso circundante: electrones emitidos, radicales libres, etc. Se pueden diferenciar tres etapas en el proceso de descomposición del agua por radiaciones ionizantes (radiólisis). La *etapa física* ocurre durante el primer femtosegundo (10-15 s) aproximadamente y durante la misma se crean especies cargadas e iones *secundarios* que también transfieren energía al medio. En la segunda etapa, denominada *físicoquímica*, que comienza en los primeros femtosegundos y se continúa hasta aproximadamente algunos picosegundos (10-12 s), se forman radicales libres y se termalizan los electrones. En la tercera etapa, conocida como *etapa química no homogénea* y que dura hasta aproximadamente algunos microsegundos (10-6 s), los radicales libres reaccionan entre ellos y con las moléculas de la traza de las radiaciones. Estos procesos han sido objeto de numerosos estudios teóricos como experimentales pero lamentablemente, y a pesar de recientes avances, quedan todavía muchos puntos a elucidar para el entendimiento cabal de los mismos. Sanche y colaboradores, por ejemplo, mostraron recientemente que electrones emitidos con una energía del orden de decenas de eV pueden inducir de manera muy eficaz roturas dobles en la estructura del ADN. Este efecto depende fuertemente de la energía cinética de los electrones: a bajas energías de emisión (inferiores a 20 eV) los procesos disociativos a través de reacciones de desprendimiento de electrones son dominantes mientras que a energías superiores a 50 eV deberían dominar los procesos de ionización seguidos de fragmentación molecular. Chetioui y colaboradores sugirieron que los eventos críticos de estos mecanismos podrían situarse al nivel atómico o molecular mismo. En efecto, se ha puesto en evidencia una correlación muy marcada entre las secciones eficaces de inactivación celular por iones de gran poder de frenamiento (o transferencia lineal de energía) y las secciones eficaces de ionización de la capa K de átomos de Carbono, Nitrógeno, Oxígeno y Fósforo, componentes básicos de la molécula de ADN.

En consecuencia, resulta evidente que sólo un estudio al nivel molecular y en la etapa física mencionados más arriba puede mejorar la comprensión de la composición de la dosis de energía depositada en el medio biológico por las radiaciones responsable de dichos daños.

Para el estudio de estos procesos, sólo se han empleado hasta el presente, salvo contadas excepciones, modelos aproximados que han dado buenos resultados para la obtención de órdenes de magnitud. Se hace necesario entonces una correcta descripción mecánico-cuántica de las reacciones producidas a nivel molecular para la obtención de los observables ("datos") de los procesos de interés. En consecuencia, se desarrollaron modelos mecánico-cuánticos para describir las reacciones de intercambio de carga que se producen al nivel



**Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura**  
**Universidad Nacional de Rosario**

molecular por el pasaje de las radiaciones ionizantes a través de la materia biológica. Dado que la misma está constituida fundamentalmente por agua en fase líquida, la misma ha ocupado un lugar fundamental entre las especies a estudiar en el presente Proyecto de Investigación.