

Capítulo 7

Conclusiones

Durante este trabajo medimos el tiempo de decoherencia T_2 de una muestra policristalina de C_{60} utilizando las secuencias de Hahn, Carr-Purcell y Carr-Purcell-Meiboom-Gill. Los resultados presentaron interesantes sorpresas:

Utilizando la secuencia *MGSF* medimos la magnetización y encontramos que ésta perdura aún para valores de tiempo dos órdenes de magnitud mayores que $T_{2,EH}$ (el tiempo de decaimiento que medimos con la secuencia Hahn). Encontramos además, que si tomamos separaciones entre los pulsos de la secuencia del orden de $T_{2,EH}$ se manifiesta lo que llamamos comportamiento par-impar. Estos dos comportamientos se habían reportado para esta secuencia en una muestra de silicio [1] y no hemos encontrado ningún otro sistema donde hayan sido observado.

Luego haciendo variaciones en las fases de las secuencias encontramos que estos comportamientos, colas largas en la magnetización y comportamiento par-impar, también se manifiesta si utilizamos la secuencia *CPAF2*.

Notamos que son los ecos estimulados los que subyacen en estos casos y pueden considerarse como el origen inmediato de estos comportamientos anómalos. Para ver esto bien hicimos un estudio profundo de los ecos estimulados en forma analítica y experimental, paralelamente, usando la mínima secuencia donde éstos aparecen (tres pulsos).

De los cálculos analíticos obtuvimos que para el caso en que las secuencias consten de un pulso de $\frac{\pi}{2}$ seguido de pulsos de π , el eco estimulado no se forma. Para los casos en que el eco si se forma (pulsos distintos de π), la fase del eco estimulado cambia en función de las fases de los pulsos de rf en las secuencias. Vimos como varía la amplitud del eco estimulado en función del ángulo de volteo de los pulsos, siendo máxima cuando todos los pulsos son de $\frac{\pi}{2}$.

Esta misma variación la hicimos experimentalmente y obtuvimos que la amplitud del eco estimulado varía con el ángulo de volteo de la misma forma, siendo también máxima cuando todos los pulsos son de $\frac{\pi}{2}$. Pero la sorpresa que obtuvimos experimentalmente es **amplitud del eco estimulado no nula aún para pulsos de π** . Estos ecos estimulados que se observan experimentalmente presentan el cambio en la fase predicho analíticamente.

Por lo tanto lo que tenemos es que, si aplicamos pulsos de π en el sistema C_{60} se forman los ecos estimulados, positivos para el caso en que las fases de los

pulsos se elijan como en las secuencias *CPAF2* y *MGSAF* y negativos para el caso en que se elijan las fases como en las secuencias *CPSAF* y *MGAF2*.

Este hecho nos está dando la explicación fenomenológica para las colas de magnetización. En el caso en que utilizamos las secuencias *CPAF2* y *MGSAF* hay una interferencia **constructiva** entre el eco normal (llamamos de esta forma al que sabemos que tiene que aparecer para estas secuencias) y el eco estimulado, siendo el eco estimulado el que hace que la magnetización perdure en el tiempo. Mientras que en el caso en que utilizamos las secuencias *CPSAF* y *MGAF2* la interferencia es **destructiva**, haciendo que la magnetización decaiga sin presentar colas largas.

Haciendo variaciones de los distintos parámetros de las secuencias hemos observado una serie de comportamientos anómalos que encuentran su explicación en estos procesos de interferencia entre los ecos normales y los ecos estimulados.

Nos preguntamos **por qué** se forma en estas muestras el eco estimulado. Como ya dijimos en base a los resultados analíticos, si la muestra estuviera realmente viendo pulsos de π no debería formarse. Experimentalmente debido a la inhomogeneidad de H_1 distintos sitios en la muestra se ven afectados por pulsos con distintos ángulos de volteo.

Como ya dijimos, este tipo de comportamientos se manifestaron en silicio y en C_{60} ambos sistemas son **magnéticamente diluidos**. En sistemas magnéticamente concentrados no ocurren estos fenómenos y sin embargo en todos los experimentos está presente la inhomogeneidad de H_1 .

Aquí, vemos que es sumamente relevante la idea expresada por Anderson [4] con respecto a que en un sistema aleatorio (inhomogéneo, diluido, amorfo, etc.) no hay energías de sitio **promedio**, sino una **distribución de energías**.

En muestras concentradas las energías de interacción son altas dando lugar a que se produzcan dinámicas rápidas entre espines (flip-flop), esto hace que si bien en principio sitios distintos ven pulsos distintos, luego de la evolución dipolar se promedian estos "errores" en los pulsos. En los sistemas diluidos las energías de sitio son muy altas comparadas con las energías de flip-flop, y por lo tanto no es posible el promedio de estos errores.

Nos encontramos aquí frente a la situación de **ausencia de difusión de espines** estudiada por Anderson [5]. En nuestro caso este fenómeno de localización generado por una propiedad intrínseca del sistema, la diferencia en energías de sitio dadas por la dilución, es evidenciada por un hecho tan prosaico como la inhomogeneidad de H_1 .

Es decir, **ambas condiciones**, la aleatoriedad de la muestra y la inhomogeneidad de H_1 son necesarias para que se formen las colas largas que reflejan el fenómeno de Localización.

Simulaciones en las que incluimos estas consideraciones: "errores" en los pulsos de π y energías de sitio altas comparadas con las constantes de acople dipolar confirman este resultado.