

Producción Académica

Dr. Ricardo Faccio

Actividad Docente:

El suscrito es Profesor Adjunto de Física desde el año 2008, con dedicación total desde el año 2007 y se ha desempeñado como docente en forma continua desde la incorporación en la Cátedra de Física en 1999, con un importante número de horas destinado a enseñanza directa y al desarrollo de actividades de investigación y de extensión al medio a través de asesoramientos.

A nivel de Grado:

Se ha participado en el dictado de 7 cursos curriculares de grado para las distintas carreras que dicta la Facultad de Química, y además se ha participado en cursos de grado de Facultad de Ciencias.

Se ha participado en el dictado de clases magistrales de cursos teóricos masivos de Física 101 y 102. Además se han dictado cursos de segundo nivel, tal como son Tecnología de Polímeros, Física del Estado Sólido, Cristalografía, generando material didáctico y actualizando la temática año a año. La labor ha también incluido la coordinación de cursos prácticos, en particular desde el año 2013 desde el cual se asume como responsable del curso de Física 102.

Se han realizando aportes técnico-didácticos que también fueron utilizados en un proyecto financiado por la Comisión Sectorial de Enseñanza vinculado a la enseñanza de la Física. La labor docente ha sido evaluada, en particular por parte de UNADEQ en el año 2006 con una encuesta estudiantil sobre el curso teórico de Física 101, la cual arrojó resultados muy favorables.

A nivel de Posgrado:

Se han dictado varios cursos en Facultad de Química, así como también en Universidades de la región, directamente vinculados al área de investigación en simulación de materiales y nanomateriales.

En lo que refiere a la formación de RRHH se participa en la supervisión de varios proyectos de tesis de posgrado y de grado. Este año el primer estudiante de Doctorado del suscrito culminó sus estudios satisfactoriamente. Todo esto resume una labor docente intensa desde el año 1999 que cubre en forma razonable los aspectos: técnicos, didácticos y de formación de RRHH directo, que la asignatura requiere.

Generación de Conocimientos:

La Ciencia de Materiales es un área bien consolidada y pujante, que está experimentando un crecimiento importante gracias al desarrollo de la nanociencia y nanotecnología. Este crecimiento no sólo se da desde el punto de vista experimental, sino también teórico, conjugándose ambos en desarrollos conjuntos multidisciplinarios. Esto otorga una sinergia ideal para el cabal entendimiento fundamental de las propiedades físicas y químicas de los materiales, con un aporte importante de la Química-Física cuántica, al proporcionar explicaciones fundamentales a los fenómenos físicos que ocurren a escala atómica y nanométrica. Si bien desde hace tiempo el país recorre este camino, desde el punto de vista de Ciencia de Materiales no habían sido consolidado desarrollos conjuntos experimental-teórico, en especial aquellos con énfasis en teoría.

Mi actividad de investigación se inicia ya desde el comienzo de mi labor docente en el año 1999, realizando tareas en el Laboratorio de Cristalografía de la Facultad de Química. En ese marco se ha enfocado a la Ciencia de Materiales, sintetizando materiales y aplicando técnicas físicas/químicas para el estudio de estos nuevos sistemas, tanto cerámicos como carbonosos. Este último tema es el que recientemente permitió ingresar en el área de materiales gráficos modificados, incluyendo la simulación de nanoestructuras carbonosas. Si bien el aporte del trabajo siempre ha conjugado desde el comienzo aspectos experimentales y teóricos, luego de la obtención del título de Doctor en 2007 se trabaja de manera mucho más intensa en la consolidación de la simulación computacional para la determinación de estructura electrónica de sólidos en volumen (bulk) y nanoestructurados. Esto permite simular y entender propiedades físicas complejas en estos sistemas. Como se mencionó anteriormente, se entiende que este aspecto ha sido el más relevante, ya que ha permitido generar un aporte interesante en el área de materiales, tanto en la creación de conocimiento como en la formación de

recursos humanos. Este desempeño teórico-experimental ha permitido colaborar intensamente con diversos grupos de investigación nacionales e internacionales (Argentina, Brasil, Alemania, Arabia Saudita, etc), siempre en el ámbito de nuevos materiales. Así se han generado diversas publicaciones en revistas internacionales con referato, totalizando a la fecha 43 artículos (40 publicados y 3 aceptados). Gracias a este trabajo mayormente teórico, he sido invitado desde 2009 como referee en más de 80 artículos de 24 journals internacionales. Se ha participado además en la evaluación de proyectos de investigación nacionales y regionales. Se ha integrado tribunales de posgrado nacionales e internacionales. Además se ha dictado cursos sobre simulación de nanomateriales en varias ocasiones, tanto en Uruguay como en Argentina. Quien suscribe ha presentado proyectos con experimentos de radiación sincrotron, por ejemplo en el Laboratorio Nacional de Luz Sincrotron de Brasil, para la caracterización de los material obtenidos en las diferentes líneas de investigación del grupo, los que fueron aprobados y los experimentos realizados.

En referencia al trabajo de investigación, la línea principal consiste en la simulación de materiales, con especial foco en nanomateriales de carbono y materiales para celdas solares. En el caso de materiales de carbono se ha estudiado el efecto de vacancias de átomos, presencia de defectos e impurezas. La comprensión del papel de estos defectos ha sido muy importante para explicar el fenómeno de magnetismo cooperativo en carbono, en el cual el grupo de investigación trabaja desde el punto de vista experimental desde hace tiempo. El artículo Faccio et al PRB 2008 es uno de los primeros en abordar teóricamente el efecto de vacancias en grafito y su influencia en el magnetismo cooperativo y sus propiedades estructurales y a la fecha totaliza 34 citas. Adicionalmente se ha estudiado las propiedades electrónicas de sistemas sometidos a efectos de borde, tanto en grafeno como en nanocintas de carbono. Por ejemplo en el trabajo Faccio et al JPCM 2009, se predice que las nanocintas de carbono serían los materiales con mayor dureza (módulo de Young), incluso superando al grafeno. Este trabajo fue seleccionado por el editorial board de la revista como uno de los trabajos más destacados de 2009: (<http://iopscience.iop.org/0953-8984/page/Highlights%20of%202009>), y totaliza a la fecha 32 citas. Por otra parte se ha estudiado el efecto de la inclusión de vacancias y átomos dopantes en grafeno, en particular respecto a su repercusión en sus propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas (Faccio et al JPCC 2010). En este trabajo se demuestra el papel de los átomos de boro a través de su capacidad para distorsionar el plano de los grafenos y

aniquilar el magnetismo cooperativo del carbono: esta publicación totaliza 17 citas a la fecha. Cabe destacar que los 3 artículos reseñados en la oportunidad, se corresponden con investigación original en temas de mucha actualidad y con numerosos grupos a nivel internacional que están produciendo una importante cantidad de resultados, por lo que la novedad e impacto de los resultados es clave a la hora de la aceptación de artículos en revistas de primer nivel. El resto de los artículos han cubierto tópicos vinculados a los anteriormente citados, por ejemplo estudiando el dopado de nanotubos/grafeno, la determinación de propiedades ópticas de sistemas híbridos grafeno/fullereno (Faccio et al *Comp. Theor. Chem.* 2013), y la reactividad de óxido de titanio nanoestructurado (Fernández et al *App. Surf. Science* 2013 en prensa) y estos dos últimos de cara a su posible aplicación en celdas solares. Esta área ha permitido publicar desde 2008 unos 14 artículos que poseen un aporte netamente teórico, en la que se proponen nuevas propiedades de materiales, así como también se interpretan resultados experimentales a escala atómica (Zoldan et al *J. Phys. Chem. C* 2013).

Durante este tiempo se ha consolidado la generación de capacidades en simulación de estructura electrónica en materia condensada, pero particularmente se ha iniciado un fuerte trabajo de formación de RRHH. Se ha dirigido una tesis de doctorado y actualmente se dirige otra tesis de doctorado, una tesis posgrado y una licenciatura en química, todas apoyadas económicamente por ANII (posgrados nacionales e iniciación científica), y que utilizan herramientas computacionales para entender los fenómenos de los materiales de estudio. Estos materiales son óxido de titanio nanoestructurado para celdas solares (L. Fernández, quién se doctora en 10/2013), sistemas cerámicos complejos (M. Romero, doctorando), propiedades electrónicas de nanomateriales de carbono (S. Píriz, posgrado actual); y nuevas tintas basadas en nanotubos/fullereno y grafeno/fullereno para celdas solares (B. Montenegro, Licenciatura en Química actual). El aporte como investigador ha sido recientemente premiado con el otorgamiento del premio "Roberto Caldeyro Barcia" en Química, edición 2013.

Por otra parte, se ha trabajado de forma sostenida en el desarrollo de biomateriales. En este contexto se ha logrado dar importantes avances en la preparación de segmentos a base de colágeno para regeneración tisular (piel artificial). Se dirigió una pasantía de final de carrera de Ingeniería Química (Alejandra Szabo), con el objetivo de optimizar del proceso de obtención de colágeno a partir de tendón bovino, el cual es utilizado para la preparación de la piel artificial.

Por todo lo anterior se entiende que quien suscribe ha colaborado con el fortalecimiento del área teórica/experimental en ciencia de materiales, generando así una línea de investigación muy poco explorada en el Uruguay y que busca consolidar el uso de modelos teóricos para el entendimiento de las propiedades físicas y químicas de nuevos materiales.