



APRENDIZAJE INTEGRADO, DEL AULA AL LABORATORIO. TRABAJO PRÁCTICO SOBRE LA SÍNTESIS DE NANOMATERIALES.

Línea Temática: 4. Prácticas de integración universitaria.

Eliana G. Vaschetto

Verónica R. Elías

Angélica C. Heredia

Nancy F. Bálsamo

Analía L. Cánepa

Silvia N. Mendieta

Ema V. Sabre

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITEQ) Universidad Tecnológica Nacional (UTN)
Facultad Regional Córdoba (FRC). CONICET. Córdoba – Argentina.

elivaschetto@hotmail.com

Resumen. En el marco de la integración universitaria, se planteó el desarrollo de un práctico de laboratorio para la unidad “Nanoestructuras” particularmente en el tema de Nanomateriales, en el Centro de Investigación y Tecnología Química de doble dependencia de la Universidad Tecnológica Nacional y CONICET con estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química de la Universidad Nacional de Córdoba. El principal objetivo fue la realización del práctico en un contexto real, donde además de métodos de síntesis, se trabajó con técnicas de caracterización específicas. Esto permitió, mediante la vinculación entre universidades, observar el aprendizaje centrado en el estudiante, donde se les modificó el entorno de dictado de clases, buscando generar una alta participación, autonomía y poder de decisión en su propio proceso de aprendizaje. Así, en el contexto de colaboración de dos facultades, los conocimientos apprehendidos les darán herramientas a los estudiantes en el ámbito de la investigación y desarrollo de materiales en industrias o instituciones científicas para su futuro desarrollo laboral.

Palabras Clave: Aprendizaje contextualizado, Autonomía de trabajo, Trabajo Interdisciplinario, Síntesis de Nanomateriales.

1. Introducción

En un mundo globalizado, cada vez más complejo e interconectado, las instituciones de educación universitarias, se están viendo forzadas a tener que replantear sus modelos de formación, de modo que puedan responder mejor a las necesidades del contexto social. Las demandas cada vez apuntan

más hacia la formación de individuos que comprendan una gran cantidad de información disponible [1].

Actualmente, las orientaciones principales en la enseñanza y el papel de los profesores se han replanteado, en el sentido de proporcionar entornos de experiencias que faciliten la elaboración del conocimiento por parte de los estudiantes. Esto implica un movimiento trascendental porque significa cambiar el foco de atención de la enseñanza hacia el aprendizaje. Se trata de lograr un equilibrio entre el aprendizaje guiado, el independiente y en equipo promoviendo un balance adecuado en la interacción docente–estudiante, buscando el mejor aprovechamiento de los recursos que ofrece la tecnología y estableciendo planes de estudios que incentiven la autonomía de trabajo y la contextualización del aprendizaje [2].

Las universidades se plantean, diseñan y aplican estrategias para ampliar sus horizontes mediante la educación continua, la educación permanente, el currículo polivalente, la transdisciplinariedad, las relaciones de cooperación interinstitucionales nacionales e internacionales para la formación profesional, entre otras. Existe el consenso de que estas estrategias no pueden desarrollarse a espaldas del contexto [3].

La química está en constante cambio producto de la gran competencia tecnológica a la que estamos sujetos; si ella cambia los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia también deben cambiar, porque junto con el resto de las ciencias naturales son pilares para que ocurran los cambios tecnológicos y científicos. Esta es la causa por la cual los docentes deben ser capaces de adaptar esos avances al ámbito de la enseñanza, para así enfrentar las grandes transformaciones que sufre la sociedad [4].

Por su parte, es muy importante la vinculación entre las universidades y particularmente el trabajo entre disciplinas complementarias. Por esta razón, en este trabajo se planteó el desarrollo de un práctico de laboratorio que involucra a dos universidades. Así, en el marco del dictado de la asignatura “Métodos experimentales en Química-Física” de la carrera de Licenciatura en Química Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Córdoba (UNC), y específicamente en la unidad temática “Nanoestructuras”, se llevó a cabo un práctico de laboratorio titulado “Nanoestructuras. Síntesis de dos familias de nanomateriales”. El mismo se desarrolló en el Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ), instituto de investigación de CONICET y de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba. Lo importante de la articulación entre ambas instituciones fue que se propuso a los estudiantes la realización de una actividad práctica en un contexto real, donde se trabaja en el desarrollo de nanomateriales con propiedades catalíticas.

La principal finalidad de la realización del práctico fue estudiar dos familias de materiales nanoestructurados y sus principales aplicaciones en la industria, con el objetivo de relacionar los contenidos que brinda la asignatura “Métodos experimentales en Química-Física” con los materiales que se desarrollan y caracterizan en el CITeQ. Así, mediante esta cooperación entre dos instituciones de enseñanza superior, se analizó la influencia de trabajar el aprendizaje de ciertos temas en un ámbito distinto al que están acostumbrados los estudiantes.

En cuanto al contenido abordado en el práctico, la nanotecnología, se sabe que trata las diferentes estructuras de la materia con dimensiones del orden de una milmillonésima parte del metro. Así, se define a la nanotecnología como el trabajo a niveles atómicos, moleculares y supramoleculares en la escala de longitud de 1-100 nm, que tiene como objetivo entender y crear materiales, dispositivos y sistemas, con nuevas propiedades y funciones especiales debido a su estructura a escala atómica y/o molecular [5]. En los últimos años, se lograron increíbles avances en electrónica, computación, medicina y diseño de materiales gracias a que la nanotecnología es una rama multidisciplinar de la ciencia que involucra los campos de la física, la química, la biología y la ingeniería. Su importancia radica en que controlando el tamaño, composición y estructura a escala nanométrica es posible

diseñar materiales con las propiedades deseadas [5]. Los sectores de actividad más relevantes en nanomateriales incluyen materiales nanoestructurados, nanopartículas, nanopulvos, materiales nanoporosos, nanofibras, nanoarcillas, fullerenos, nanotubos de carbono, nanohilos, dendrímeros, electrónica molecular, puntos cuánticos y láminas delgadas. La actividad en cada uno de ellos está fuertemente condicionada por la demanda de cada sector socio-económico mencionado anteriormente. La nanotecnología ya se encuentra en muchos de los productos que se usan diariamente, y comprende diversas áreas como por ejemplo componentes automotrices y electrónicos, pasando por materiales textiles, fármacos, cosméticos y alimentos, entre otros.

La asignatura, Métodos experimentales en Química Física, correspondiente al 4° año de la carrera de Licenciatura en Química, ofrece:

- Proporcionar al alumno la descripción desde el punto de vista de la Química Física de sistemas, de propiedades de superficies y su aplicación a la Química de Coloides, Interfases, Macromoléculas y Nanoestructuras.
- Adquirir una metodología rigurosa de trabajo en base al empleo de instrumental moderno aplicado a tópicos de actualidad en el área de la Química Física y áreas relacionadas [6], que se logran a través de una serie de actividades prácticas, entre ellas, la obtención y caracterización de nanoestructuras con propiedades catalíticas [6].

En este marco planteado por la asignatura, se trabajó, durante la actividad práctica desarrollada por los estudiantes, en el estudio de la síntesis de materiales sólidos con al menos una dimensión en la escala nanométrica provenientes de dos familias: Hidróxido Doble Laminares (Hidrotalcitas) y Tamices Moleculares Mesoporosos (MCM-41). Con esto, se pretendió que los estudiantes puedan reconocer en el tema “Nanomateriales”, dos métodos de síntesis muy utilizados como son el método sol-gel y la co-precipitación, ambos aplicados a escala laboratorio. También se buscó indagar en las principales aplicaciones y en la importancia que tienen estos materiales en la actualidad, además de aprender a interpretar las técnicas de caracterización más representativas y adecuadas para las propiedades de cada uno de ellos.

De esta manera, el presente trabajo, mediante una actividad práctica contextualizada, busca ser una contribución a la adecuación de los procesos de formación universitaria con el perfil profesional, específicamente al rol científico que tan necesario es en el proceso de aprendizaje [7].

2. Metodología

Objetivo general: Integrar y vincular universidades para contribuir a los procesos de formación educativa, específicamente en el rol científico, mediante la realización de un práctico de laboratorio.

La metodología de la actividad planteada fue la siguiente: por una parte el dictado de las clases teóricas de la unidad temática 7: Nanomateriales, que se realizó en la UNC, donde se desarrollaron los siguientes temas: Propiedades fisicoquímicas en sistemas de diferentes dimensiones; Estructuras a nivel nanoescala; Moléculas ensambladas en superficies; Dispositivos de tamaño molecular; Propiedades de nano-partículas, nanocables y nanomateriales; Materiales nanoestructurados. Por otra parte, se realizó el práctico de laboratorio en el CITEQ donde se trabajó particularmente en los últimos temas de la unidad: Materiales nanoestructurados y sus propiedades. Para el mismo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- 1) Identificar los principales métodos de síntesis de las dos familias de nanomateriales a sintetizar: método de co-precipitación y método sol-gel.
- 2) Sintetizar tamices moleculares silíceos con estructura MCM-41 por el método sol-gel.
- 3) Sintetizar hidróxido doble laminares (HDL) por el método de co-precipitación.

4) Indagar, en base a sus propiedades, sobre algunas de las aplicaciones de los materiales sintetizados.

5) Inferir sobre la capacidad reflexiva adquirida por los estudiantes respecto a los temas tratados en el práctico a través de la evaluación del proceso y de un informe final individual.

En primera instancia, se brindó a los estudiantes el marco teórico donde para cada familia de nanomateriales se indicaron las principales características estructurales y químicas, los métodos de síntesis (indicando reactivos y metodología), las aplicaciones sobre las cuales se investiga en el CITEQ y las técnicas de caracterización más relevantes. Por otra parte, se les brindó a los estudiantes una guía práctica elaborada por los docentes del CITEQ para que los estudiantes llevaran a cabo la síntesis de los materiales en el laboratorio.

Específicamente el práctico se enfocó al desarrollo de nanomateriales, silicatos MCM-41 y las Nanoarcillas de Al y Mg con estructura tipo hidrotalcita (HT), los cuales pueden modificarse con un gran número de elementos químicos, principalmente metales de transición o alcalinos/alcalinotérreos, para brindarles diferentes funciones químicas. Así, es posible desarrollar materiales con distintas funciones, entre las que pueden mencionarse catalizadores para reacciones redox, fotocatalizadores, adsorbentes para metales o aniones/cationes, etc. En este sentido se les explicó y mostró a los estudiantes como modificar los materiales de base o matriz (MCM-41 y HT) por dos métodos:

- Ex situ o post-síntesis (Impregnación): impregnando el sólido ya sintetizado con una solución de la sal elegida como fuente del heteroátomo.
- In situ o de Incorporación directa: agregando la fuente del heteroátomo en el gel de síntesis del material mesoporoso o durante la co-precipitación de los otros reactivos, para el caso de las HT.

Las dos familias de nanomateriales poseen propiedades diferentes. Estas propiedades pueden observarse por distintas técnicas de caracterización como son la espectroscopia de UV-Visible con reflectancia difusa (UV-vis RD), o la Desorción a Temperatura Programa de CO₂ como molécula sonda (TPD-CO₂). Con la primera técnica pueden caracterizarse las diferentes especies metálicas incorporadas en el sólido a partir de la absorción del mismo a distintas longitudes de onda. Con la segunda técnica, se caracteriza las propiedades básicas de los materiales. Teniendo en cuenta esto, se llevó a los estudiantes a la sala de equipos y se les mostró cómo se realiza la caracterización por las dos técnicas antes mencionadas. Así, los estudiantes analizaron las diferencias en los espectros de materiales sintetizados con diferentes cargas metálicas o por distintos métodos. El principal objetivo de esta actividad es que los estudiantes adquieran la capacidad de interpretar las propiedades específicas obtenidas mediante la variación de metales en la síntesis. En este punto es importante aclarar que todos son estudiantes que probablemente trabajen en un futuro en el área de investigación y desarrollo ya sea de industrias o instituciones científicas.

Finalmente, una parte de gran importancia fue la elaboración de un informe de las actividades prácticas a cargo de los estudiantes. Las consignas para la redacción del informe consistieron en:

- 1) Explicar brevemente los pasos a seguir y las observaciones realizadas durante la síntesis de los materiales MCM-41 y HT por los métodos de sol-gel y co-precipitación.
- 2) Mediante artículos científicos brindados por los docentes, identificar y analizar las técnicas de caracterización de UV-Vis RD y de TPD-CO₂ (cuando corresponda) y observar que factor durante la síntesis influyó sobre la actividad catalítica de los mismos.

Por otra parte, las competencias básicas que se esperaban logren los estudiantes, se evaluaron durante la realización de la actividad práctica grupal en el laboratorio y a través del informe que cada uno de ellos tuvo que redactar y presentar, donde se hizo hincapié en que a través de la lectura exhaustiva de un artículo científico en inglés, los estudiantes desarrollen una capacidad reflexiva

que les permita identificar la relación entre el método utilizado y las propiedades preponderantes desarrolladas en los materiales sintetizados para una aplicación catalítica específica.

3. Resultados y discusión

Los resultados de esta experiencia de cooperación entre universidades como lo son la Facultad de Ciencias Químicas y la Universidad Tecnológica Nacional, ambas de Córdoba, se puede expresar de dos maneras: la primera “El aprendizaje centrado en el estudiante, dónde se les modifica el entorno de dictado de clases, se les ofrece una alta participación, autonomía y poder de decisión en su propio proceso de aprendizaje en el contexto de colaboración de dos facultades”. Como segundo resultado “La síntesis de Nanomateriales y sus aplicaciones”. Los estudiantes pudieron desarrollar exitosamente las consignas impartidas en la guía de práctico, desempeñándose con habilidad y destreza en el manejo del material de laboratorio. Aunque los estudiantes no tuvieran experiencia en la interpretación de las técnicas ni en la síntesis de los materiales, fueron capaces de interpretar la influencia de las variables de síntesis sobre las propiedades químicas de los mismos. Analizaron e interpretaron los artículos científicos asignados, siendo capaces de evaluar qué especies metálicas incorporadas en los nano-materiales, brindaron las distintas propiedades a los sólidos sintetizados. Se logró la participación de los estudiantes mediante el intercambio de conocimientos e ideas. Se indagó sobre la utilización de estos catalizadores y los beneficios ambientales que conlleva al utilizar este tipo de materiales en reemplazo de los utilizados en la actualidad.

Para el primer caso, se logró una interacción de los estudiantes con los docentes en el dictado del práctico tanto en la parte teórica como en lo experimental. Los docentes, estudiantes y la investigación guardan estrecha relación, y se lo vio reflejado en este tipo de actividad. La universidad es una institución social como centros del saber, de trasmisión de conocimientos y de formación cultural que tiene sus normas, valores, organización y estructura que responden al escenario socioeconómico y político social.

4. Conclusiones

Se concluye que la metodología de realizar el trabajo práctico integrado entre universidades, en un contexto real, mediante la síntesis de los materiales por parte de los estudiantes, fue muy eficiente al momento de la adquisición y/o consolidación de nuevos conocimientos. Así, los estudiantes, pudieron desarrollar la capacidad de indagar sobre las variaciones que pueden aplicarse en la síntesis de materiales a escala nanométrica. La caracterización y aplicaciones específicas de los mismos a través de trabajos científicos publicados fueron analizadas.

De esta manera, mediante la realización del práctico de laboratorio en colaboración con las dos universidades involucradas, se generó un entorno de alta participación, autonomía y poder de decisión de los estudiante, para el desarrollo de su propio proceso de aprendizaje. Así, en el contexto de colaboración de dos facultades, es importante continuar con este tipo de actividades para enriquecer la formación de los estudiantes para su futura inserción tanto en el ámbito de la investigación como en el industrial,

Referencias

- [1] Moreno Olivos, T. (2009). La Enseñanza Universitaria: una tarea compleja. Revista de la Educación Superior, Vol. XXXVIII (3), No. 151, 115-138.
- [2] Vásquez Mota, Y., Tuirán Gutiérrez, R., Szekely Pardo, M., González Sánchez J., Castellano Ramírez, J., Santibáñez Romellón, J. (2007-2012). Programa Sectorial de Educación. México, D. F. Secretaría de Educación Pública.
- [3] Sánchez de Mantrana, M. (2005). La Revista Venezolana de Educación, Educere, 9:30, 345-357.

- [4] Alvarado Hernández, K. W. (2011). Incidencia de los trabajos prácticos en el aprendizaje de los estudiantes de Química General I en conceptos de materia, energía y operaciones básicas, en la UPNFM de la sede de Tegucigalpa, Tesis de Maestría - Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.
- [5] Klabunde K., Richards R., (2009). Nanoscale Materials in Chemistry, New Jersey, Wiley.
- [6] Lanconi G., Brunetti V., Métodos experimentales en Química-Física, unidad 7 Nanoestructuras. Extraído el 10 de agosto de 2017 desde http://estudiantes.fcq.unc.edu.ar/sites/default/files/comisiones1/fu_metodosexperimentalesenquimicafisica_dpto_fisicoquimica_2017web.pdf.
- [7] Abdala Leiva S., Castiglione A. M., Infante L. A. (2008). La deserción universitaria. Una asignatura pendiente para la gestión institucional. Cuad. Fac. Humanid. Cienc. Soc., Univ. Nac. Jujuy, 34, 41-51.