

Facultad de Ciencias-UNAM*

Reyna Caballero, Carlos Quintanar y Elisa T. Hernández**

RESUMEN: La nanociencia en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México es un tema de investigación compartido tanto por grupos de investigación formados por físicos como por biólogos. Los físicos aplicando métodos de primeros principios de la fisicoquímica computacional estudian fragmentos específicos del genoma del ser humano donde los virus han dejado su huella. Por otra parte, los biólogos aplican métodos de la nanociencia para entender mejor los nanosistemas biológicos que están investigando. Esta situación no debiera sorprender a nadie, si se tiene en cuenta que biólogos, matemáticos y físicos comparten en la Facultad de Ciencias una larga historia. En este trabajo también se describe a grandes rasgos esa larga historia.

PALABRAS CLAVE: Historia de la Facultad de Ciencias-UNAM, virus, evolución.

ABSTRACT: Nanoscience in the Facultad de Ciencias of the Universidad Nacional Autónoma de Mexico is a research subject of physicists and biologists as well. Physicist research groups are studying specific parts of the human genome where viruses melded with our genome and became part of our genome legacy. On the other hand, biologist research groups are applying nanoscience methods to understand better their biological nanosystems. All this should be not surprising because biologist, mathematicians and physicist share a long history together at the Facultad de Ciencias. The high lights of this history are also presented in this work.

KEYWORDS: History of the Facultad de Ciencias-UNAM, virus, evolution.

Semblanza de la Facultad de Ciencias

En la actualidad, la Facultad de Ciencias es parte del grupo de veinte facultades, cuatro escuelas, seis centros y un instituto que conforman la oferta educativa a nivel licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México [1]. Pero hablar de su historia nos obliga a llevar la mirada a más de un siglo en el tiempo.

A finales del siglo XIX había cuatro escuelas profesionales independientes: Medicina, Jurisprudencia, Ingeniería, Bellas Artes, y además existía la Escuela Nacional Preparatoria. La idea medular era conformar una universidad, para lograrlo se agruparon en un proyecto común estas cuatro

Recibido: 1 de abril de 2016. Aceptado: 26 de abril de 2016.

* Se agradece a los doctores Berta Molina, Jorge Ramón Soto, Alipio Calles, Lourdes Segura, Vivianne Marquina, Manuel Quintana y al maestro José Luis Pérez por la valiosa información proporcionada.

** Correspondencia: Reyna Caballero: (rcaballero@ciencias.unam.mx); Carlos Quintanar: (carlos_quintanar@ciencias.unam.mx); Elisa T. Hernández: (elisat.ha@ciencias.unam.mx). Autor de contacto: Carlos Quintanar, 5622 5321.

escuelas profesionales y la Nacional Preparatoria. De modo que en los inicios del siglo XX, el maestro Justo Sierra lograba por fin la conformación de nuestra universidad. Aun así, en ese momento también era necesario un recinto en el que se culminaran estudios más avanzados, por lo cual se gestó la Escuela Nacional de Altos Estudios, inaugurada cuatro días antes que la Universidad Nacional de México [2].

Esta Escuela Nacional de Altos Estudios estaba construida por tres secciones y, debido a que uno de los aspectos centrales de tal institución era la investigación científica, en una de éstas se debía enseñar e investigar ciencia: biología, física, matemáticas y química. Cabe señalar que el primer curso que se dio en esta Escuela Nacional fue de matemáticas, específicamente sobre funciones analíticas y lo impartió el maestro Sotero Prieto —parteguas en la historia de las matemáticas en México [3].

En 1925 la Escuela Nacional de Altos Estudios se dividió en tres: Escuela Normal Superior, Escuela de Graduados y Facultad de Filosofía y Letras. Esta última conservó la sección de ciencias, la cual, cabe hacer hincapié, no tuvo el mismo desarrollo que las humanidades. Ya para la década de los años treinta, en la sección de ciencias, algunos biólogos obtuvieron su título profesional, Helia Bravo fue la primera en recibirse. En esta misma sección también existía la posibilidad de obtener los grados de maestro y doctor en ciencias físicas y matemáticas [2].

Para el año 1935, se suprimió la sección de ciencias en la Facultad de Filosofía y Letras y, por ende, desaparecieron los grados de maestría y doctorado derivados de dicha sección. En ese mismo año el Consejo Universitario aprobó la estructura general de la Universidad, la cual comprendía el establecimiento de cuatro nuevas corporaciones universitarias: Facultad de Filosofía y Bellas Artes, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, y, finalmente, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas [2, 4].

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas comprendía tres entidades: la Escuela Nacional de Ingenieros, la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y el Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas, el único de reciente creación y pensado para que en él se realizaran estudios que permitieran otorgar grados de maestro y doctor en ciencias físicas y matemáticas, con especialidad en matemáticas, física o química. Desde ese órgano se promovió la creación de la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, aprobada en 1936 y ubicada en el Palacio de Minería [4].

A finales de 1938, por iniciativa de los directores de la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, de la Facultad de Filosofía, del Instituto de Biología y del Instituto de Ciencias Fisicomatemáticas, Ricardo Monges López, Antonio Caso, Isaac Ochoterena y Alfredo Baños, respectivamente, se creó la actual Facultad de Ciencias [4].

En 1952 se inauguró Ciudad Universitaria, y para 1954 la Facultad de Ciencias se instala en los edificios que ahora ocupa la División de Educación

IMAGEN 1. Edificio *Tlahuizcalpan* de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Fuente: página electrónica de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Continua y el auditorio Alfonso Caso. Posteriormente, en 1977, la Facultad de Ciencias se muda a sus instalaciones actuales, en el Circuito Exterior de Ciudad Universitaria. En términos de construcción los espacios de la Facultad de Ciencias han crecido, pero también ha aumentado la oferta educativa; por ejemplo, en los años noventa hubo un desarrollo notable al incorporarse a la matrícula la carrera de ciencias de la computación y construirse el edificio Amoxcalli (lugar de los códigos) que alberga la biblioteca. En los albores del siglo XXI, específicamente en 2003, se inauguró el edificio Tlahuizcalpan (donde nace la luz) de docencia en ciencias experimentales; y pasados menos de diez años se construyó el edificio Yelizcalli (casa de la naturaleza). Hoy en día hay un nuevo edificio, abierto desde 2014, que todavía carece de nombre.

En el presente, la Facultad de Ciencias cuenta con alrededor de 8,000 estudiantes, 475 académicos y profesores conforman el personal de tiempo completo y 1,800 profesores de asignatura. Esta facultad es un espacio natural para la generación, distribución y aplicación del conocimiento científico, y prueba de ello es que aquí se imparten las licenciaturas de: actuaría, creada en 1947; biología, abierta desde 1939; ciencias de la computación, ofertada en 1994; ciencias de la Tierra, aparecida en 2010; física, iniciada en 1939; física médica, abierta en 2013; manejo sustentable de zonas costeras, inaugurada en 2006, y matemáticas desde 1939.

IMAGEN 2. Escultura de Prometeo frente a la biblioteca Amoxcalli.



Fuente: página electrónica de la Facultad de Ciencias, UNAM.

La Facultad de Ciencias y la nanociencia

De los 475 académicos de tiempo completo de la Facultad, 16 realizan investigación en áreas relacionadas con las nanociencias; 14 de ellos son profesores de carrera y 2 son técnicos académicos, y casi todos pertenecen al Departamento de Física.

El trabajo de cada grupo es variado. Por un lado, los grupos experimentales desarrollan películas nanoestructuradas y nanomateriales para encapsular material radioactivo para uso médico, además de realizar caracterización espectroscópica. Por otra parte, los grupos teóricos realizan estudios en el campo de la fisicoquímica computacional. Finalmente, en el área de biología, se desarrollan varias líneas de investigación enfocadas al estudio y caracterización de estructuras celulares de dimensiones nanométricas relacionadas con la biología celular de la expresión genética y sus productos en eucariontes y procariontes. Durante el desarrollo de estas líneas de investigación se produjo el descubrimiento de una nueva estructura celular nanométrica de naturaleza ribonucleoprotéica y se demostró que el parásito intestinal *Giardia intestinalis*, considerado durante mucho tiempo como el único eucarionte sin nucléolo, tiene el nucléolo más pequeño de la naturaleza, aproximadamente 200 nanómetros de diámetro.

Líneas de investigación, desarrollo e innovación

Los caminos de investigación que se siguen son diversos y se pueden agrupar en: aplicación de la teoría del funcional de la densidad al estudio de fullerenos dopados; cúmulos metálicos para catálisis ambiental; encapsulado de material

para uso médico y estudios de interacción de moléculas biológicas con metales, y, nanobiología celular.

En el rubro de estudios de fisicoquímica computacional usando DFT (*density functional theory*, por sus siglas en inglés) se encuentran las siguientes líneas:

- Interacción de moléculas de ARN con complejos metálicos de Au, Ag, Au-Ag.
La interacción entre los seres humanos y los virus a través de la historia de la humanidad [5] ha sido un proceso simbiótico y los virus han tenido un papel importante en la evolución de la vida [5, 6], entre otras cosas han promovido la sobrevivencia de los seres humanos [5, 6, 7]; en esta convivencia ellos han dejado su huella en fragmentos del genoma humano (ARN). Este proyecto se estudia con métodos de primeros principios la interacción de complejos metálicos con fragmentos de esas huellas dejadas en el genoma humano.
- No adiabaticidad en nanoredes hexagonales 2D tipo grafeno y sus unidades moleculares.
El objetivo en este proyecto es estudiar el mecanismo que da origen a las distorsiones fuera del plano que sufren moléculas tipo benceno compuestas por átomos de Si, Ge y Sn.
- Estudio de la estabilidad de cúmulos bimetálicos y/o *core-shell* de oro y plata, basado en cálculos DFT y caracterización de su estructura electrónica y vibracional.
- Cúmulos de metales de transición.
- Propiedades catalíticas de cúmulos, efectos no adiabáticos, reactividad, propiedades electrónicas, propiedades vibracionales, propiedades magnéticas.
- Estudios teóricos aplicando la teoría del funcional de la densidad o DFT de óxidos metálicos puros e impurificados para producir soportes donadores de electrones, que anclen y transfieran carga a cúmulos de oro y cúmulos bimetálicos de oro para su aplicación en catálisis ambiental.
- Estudios experimentales de películas delgadas nanoestructuradas.
- En estos estudios se busca que estas películas tengan una dirección preferencial y tengan actividad óptica.
- Nanomateriales para encapsular material radioactivo para uso médico.

Los siguientes proyectos cuentan con financiamiento de Proyectos PAPIIT:

- Interacción de moléculas de ARN con complejos metálicos de Au, Ag, Au-Ag.
- Estudio de la estabilidad de cúmulos bimetálicos y/o *core-shell* de oro y plata basado en cálculos DFT y caracterización de su estructura electrónica y vibracional.

- Estudio teórico y experimental de transferencia de carga entre nanosuperficies de metales nobles Au-M (M=Pt, Ag, Pd).
- Nanocúmulos bimetálicos interactuando con nanopartículas de TiO_2 y Ce_2O_4 .
- Estudio de los gránulos de *Lacandonia* en diferentes especies.
- Correlación estructura-función transcripcional del nucleolo del parásito *Trypanosoma cruzi*.
- Nanobiología del nucleolo y de la nucleogénesis.
- Estudio de la nucleogénesis en *Giardia lamblia*.
- Nucleogénesis en *Trypanosoma* y en *Entamoeba*.
- Nanobiología del nucleolo.
- Elaboración de un texto para el curso optativo de la asignatura de nanobiología celular de la carrera de biología.

Los siguientes proyectos cuentan con financiamiento de Proyectos CONACYT:

- Estudio de la estructura nuclear durante la profase de la mitosis con el microscopio de fuerza atómica.
- Estudio de la estructura del nucléolo con el microscopio de fuerza atómica.

Colaboraciones y proyectos

Los grupos que desarrollan investigaciones en nanociencia han establecido colaboraciones nacionales e internacionales. Los vínculos nacionales con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), con el Instituto Politécnico Nacional (IPN), con la Universidad Autónoma de Nuevo León, con el Laboratorio Nacional de Nanotecnología del Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), ubicado en Chihuahua. Las colaboraciones interinstitucionales han sido con el Instituto de Investigación de Materiales, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y la Facultad de Ingeniería. Dentro de las colaboraciones internacionales podemos mencionar las que hemos tenido con la Universidad de Florida y con la Common Wealth University of Virginia.

Infraestructura

Se cuenta con varios laboratorios de caracterización de materiales por métodos físicos dotados con campanas de flujo laminar, hornos, estufas, hornos de atmósfera controlada, molinos mecánicos (de bolas). También con equipos de caracterización como espectroscopía Mossbauer, un microscopio electrónico de transmisión y un microscopio de fuerza atómica, además de cuatro ultramicrotomos y aparatos que se requieren para el procesamiento de muestras como microscopios ópticos, estufas, centrífugas, máquinas para producir cuchillas.

Como parte de la infraestructura también posee sistemas de cómputo de alto rendimiento dos *clusters* Beowulf (Linux) Nano y Asis, de 40 y 60 cores, respectivamente; un servidor (finter.fciencias.unam.mx) dedicado a la enseñanza de la física, un sistema de respaldo de información de 36 TeraBytes, el cual, al estar en un arreglo de espejo, tiene una capacidad efectiva de 12 TeraBytes, un centro de cómputo de temperatura controlada, importante para evitar fallas en los equipos.

Docencia y formación de recursos humanos

Todos los profesores de carrera y técnicos académicos involucrados en proyectos de nanociencia y nanotecnología están comprometidos con labores de docencia y formación de recursos humanos. Todos ellos imparten cursos a nivel licenciatura en esta facultad y varios también están a cargo de cursos en posgrados de la UNAM. Estos académicos han dirigido tesis a nivel licenciatura y algunos de ellos de doctorado. Específicamente en el área de las nanociencias se han dirigido 7 tesis de doctorado, 4 tesis maestría, 4 de especialidad y 11 de licenciatura.

Principales logros

Se han formado varios grupos dedicados al desarrollo de temas de nanociencia y se han involucrado otros que incluyen ahora temas de nanociencia en sus proyectos, por ejemplo, grupos del área de biología.

Se ha iniciado a congregarse un grupo interdisciplinario y multidisciplinario llamado PUNTA (Proyecto Universitario de Nanotecnología Ambiental).

Cada vez, hemos interesado a más estudiantes en la nanociencia como posible área de estudio.

Perspectivas

A pesar de tener grupos de trabajo fuertes, bien conformados, multidisciplinarios y con vínculos favorecedores, y con líneas de investigación de frontera, pensamos en la necesidad de:

- Profundizar en la comprensión de los mecanismos que rigen la interacción entre nanopartículas, entre sustrato nanosuperficie, y nanopartícula.
- Ampliar tanto la interacción interinstitucional como la retroalimentación e interacción entre grupos de investigadores teóricos y experimentales.

Referencias

- [1] Universidad Nacional Autónoma de México. Facultades, escuelas y centros. En: <<http://oferta.unam.mx/escuelas-facultades.html>>.
- [2] Lozano, Juan Manuel. Génesis de la Facultad de Ciencias. En: <<http://www.fciencias.unam.mx/nosotros/historia/Index>>.
- [3] Nota de los editores. (1982). Historia de la Facultad de Ciencias I. Entrevista a Juan Manuel Lozano. *Ciencias*, núm. 2: 36-41.
- [4] Plascencia Gaspar, Leticia, María de la Paz Ramos Lara y Juan Manuel Lozano Mejía. (2011). La formación profesional del físico en la UNAM. *Perfiles educativos*, vol. 33, núm. 131: 155.
- [5] Villareal, Luis P. (2011). Viral ancestors of antiviral systems. *Viruses*, vol. 3, núm. 10: 1933-1958.
- [6] Villareal, Luis P. (2009). The source of self: genetic parasites and the origin of adaptive immunity. *Ann N Y Acad Sci.*, núm. 1178: 194-232.
- [7] Villareal, Luis P. (2009). Persistence pays: how viruses promote host group survival. *Curr Opin Microbiol.*, vol. 12, núm. 4 467-472.