



SOLEMNE INVESTIDURA COMO DOCTOR HONORIS CAUSA DE

AVELINO CORMA CANÓS

---

Universidad de Salamanca, 2 de julio de 2021



DISCURSO DEL DR. AVELINO CORMA CANÓS

La Universidad de Salamanca a propuesta del departamento de química inorgánica y con el apoyo de la facultad de ciencias químicas me acoge hoy en su claustro como doctor Honoris Causa. Quiero agradecer el honor que me hacen y el afecto que demuestran al aceptarme como uno de los suyos.

Muchas gracias Vicente, por tus cariñosas palabras, que son más el fruto de tu generosidad que de mis merecimientos. Hoy, me siento todavía más vinculado a esta universidad en la que tengo buenos y queridos amigos y con los que he compartido no solo conocimientos y afecto, sino también la formación de excelentes estudiantes de doctorado y post doctorales que son hoy en día profesores, investigadores o desarrollan su profesión en el mundo empresarial.

Aquí y ahora, una intensa emoción me sobrecoge, remitiéndome hacia los tiempos más lejanos, como en un sueño del que emergen mis padres, pequeños agricultores que sacrificaron sus vidas con el fin de proporcionar a sus hijos educación, estudios y esos conocimientos de los que les privaron sus circunstancias vitales. Hoy, en mi sueño están a mi lado felices y emocionados al encontrarnos en este acto solemne en la Universidad de Salamanca, cuna del saber, y en esta aula magna cargada de historia. Porque la Universidad de Salamanca es un símbolo ya que durante más de 800 años y de manera ininterrumpida ha conseguido, incluso en tiempos de oscurantismo, generar, promocionar y divulgar el humanismo y el conocimiento científico. La Universidad de Salamanca ha sido el alma mater de muchas otras universidades en el mundo y ha alumbrado personalidades como Francisco de Victoria, Diego de Torres Villarroel, Fray Luis de León, Francisco de Salinas, Antonio de Nebrija o Miguel de Unamuno, entre muchos otros. En su claustro de doctores figuran pensadores, estadistas, escritores y científicos como por ejemplo, Mario Vargas Llosa, José Saramago, Adolfo Suárez, Federico Mayor Zaragoza, Ramón Castroviejo, Paul Nurse y Severo Ochoa. Pero sobre todo, es especialmente emocionante contemplar el espíritu abierto y adelantado de esta universidad que ya a principios del siglo XVI contaba con una catedrática, Luisa de Medrano, y formó a una especialista en latín, Beatriz Galindo, que pasó a ser preceptora de los hijos de los Reyes Católicos y mentora de Isabel I de Castilla. Fueron mujeres del renacimiento que tuvieron la fortuna de acceder a la educación y con el conocimiento adquirido y el desarrollado tuvieron un gran impacto en la política y la cultura. Ciertamente Beatriz Galindo e Isabel I de Castilla con su ansia de saber hicieron que Juan de Lucena escribiera durante el reinado de los Reyes Católicos: “Jugaba el Rey,

todos éramos tahúres, estudia la Reina, somos agora estudiantes”. En efecto, entre las lecturas de Isabel I de Castilla figuraba un libro de la escritora y poeta del siglo XIV, Christine de Pizan. Es de admirar que hace casi siete siglos, aquella intelectual desarrollara una línea de pensamiento en su libro “La ciudad de las damas” que sigue hoy de rabiosa actualidad en muchas partes de nuestro mundo. Así, Christine de Pizan escribía: “Si fuera habitual mandar a las niñas a la escuela y enseñarles las ciencias con método, como se hace con los niños, aprenderían y entenderían las dificultades y las sutilezas de todas las artes y las ciencias tan bien como los hombres”.

Resulta evidente que el objetivo de la universidad ha sido y debe ser además de producir buenos y buenas especialistas en humanidades, artes, ciencias o medicina, formar sobre todo personas libre pensadoras y conscientes de su responsabilidad social. Personas convencidas de que deben mantener los derechos irrenunciables de educación y salud pública universal, bienestar social, justicia, cultura y la búsqueda del conocimiento a través de la investigación.

Soy consciente de que me encuentro en el último tramo de “la escalera del conocimiento”. Pues bien, desde este tramo de la escalera se aprecia en su plenitud la maravillosa pintura, el increíble mural que ha dibujado la ciencia. A media distancia me es imposible apreciar las pinceladas de fondo con las que he contribuido. Debo acercarme a corta distancia para identificar nuestras pequeñas pinceladas que apenas ayudan a definir una pequeña nube en el inmenso fondo del mural. Es pues con este espíritu de humildad con el que quiero exponerles lo que ha sido y continúa siendo nuestro trabajo de investigación y nuestra aportación al conocimiento.

Tuve la fortuna de que mis padres y maestros cambiaran lo que era mi destino natural, el trabajo como agricultor, y pudiese estudiar el bachiller, incorporándome después como alumno de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia. Ésta era una universidad de provincias que algunos catedráticos utilizaban como estación de paso para dirigirse a universidades más importantes o apetecibles para ellos. El inconveniente de este tránsito era que en aquellos tiempos difícilmente se establecían en Valencia grupos consolidados de investigación competitivos, incluso a nivel nacional. A pesar de lo anteriormente expuesto, recuerdo con gran afecto a algunos profesores que comenzaban sus clases con preguntas sobre fenómenos físicos y químicos-físicos observables para los que debíamos encontrar una explicación. Mediante esta técnica nos convertían en sujetos activos de la clase y nos animaban a razonar y a predecir. De alguna manera, hacían que la clase se convirtiera, para algunos de nosotros, en una experiencia de descubrimiento. En esas clases aprendíamos no solamente del profesor, sino también los unos de los otros, tanto a través de las respuestas erróneas como de las acertadas. Puedo decir que disfruté enormemente de las clases de física de Don Fernando Senent. Esperaba con impaciencia la hora de su clase a la que llegaba con una lección aprendida por adelantado.

Al terminar el selectivo, Don Fernando me animó a que estudiara físicas y casi lo consiguió. Y digo casi porque, a pesar de que me gustaba mucho la física, la química también me atraía y por mis orígenes ligados a la tierra y a la realidad práctica veía, quizás por mis dos dioptrías

de miopía juvenil, más posibilidades profesionales en la química. En cualquier caso, algunos de estos primeros profesores habían sembrado en mí la semilla de la curiosidad, la capacidad para plantear preguntas y la voluntad de buscar respuestas.

De nuevo la fortuna me amparó y junto con la inconsciencia y temeridad propia de la juventud, al comienzo del quinto curso de ciencias químicas pregunté al profesor Juan Palou, del departamento de química-física si aceptaría que llevase a cabo el proyecto que le presentaba y que entraba de lleno en la asignatura de cinética química que nos enseñaba. Le comenté que para llevar a cabo el proyecto, podría utilizar un pequeño laboratorio con un espectrofotómetro ultravioleta-visible que no utilizaba nadie. Prometí dedicación total y seriedad, y el profesor Juan Palou me autorizó. En este pequeño laboratorio era feliz. Trabajando y leyendo me pasaba muchas horas del día y de la noche, incluyendo sábados y domingos. Fallaba a muchas clases de otras asignaturas, que seguía como podía, ayudado por los apuntes de excelentes compañeros y amigos. Me encontraba en el primer tramo de la “escalera del conocimiento”, y los resultados de mis experimentos me parecían grandes descubrimientos, aún cuando vistos ahora en perspectiva no dejaban de ser los resultados de prácticas de laboratorio avanzadas. Para mí fue un tiempo apasionante que me hizo experimentar la excitación del descubrimiento, aunque esto fuese debido más a mi ignorancia y falta de conocimientos que a la relevancia del trabajo realizado. En cualquier caso, de esta experiencia resultó obvio para mí y para mi entorno que quería y debía dedicarme a la investigación.

En este sentido, recibí el estímulo del profesor Mateo Díaz Peña, entonces director del departamento de química-física, quien me aconsejó que, si quería hacer investigación, me dirigiese al Instituto de Química Física Rocasolano del CSIC en Madrid con una carta de recomendación suya. Allí, con una beca del CSIC, y en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, realicé mi tesis doctoral entre los años 1974-1976, bajo la dirección del profesor Antonio Cortés Arroyo. Fueron unos años extraordinarios ya que profesionalmente descubrí verdaderamente el mundo de la investigación y el deseo de convertirla en mi profesión.

En lo humano fue una etapa ilusionante en la que empezamos a ver que la España de las libertades estaba ya al alcance de la mano.

Terminada la tesis doctoral conseguí una beca para trabajar en el departamento de ingeniería química de la Queens University en Canadá. Allí tomé conciencia de la precaria situación de la investigación en España. Los medios de los que dispuse en Canadá eran impensables en nuestros laboratorios de España. Sin embargo, pude darme cuenta de que los medios materiales, aún siendo muy importantes, no lo son todo y que al final son también las personas con sus capacidades, su pasión y su trabajo las que determinan el resultado final. La estancia posdoctoral fue también una excelente escuela de vida. Aprendí que en la investigación, la pasión para concebir y desarrollar las ideas debe ir obligatoriamente acompañada del rigor en los planteamientos y análisis de los resultados. El contacto con la cultura anglosajona me enseñó a aceptar sin reservas la valía de los demás y a considerar mis errores y las críticas, no como derrotas sino como una parte del

aprendizaje para impulsarme con mayor fuerza. Aprendí a discutir de manera abierta sobre bases rigurosas, teniendo como objetivo la búsqueda de soluciones y no la prevalencia total de las ideas propias. De la época de posdoctorado aprendí lo importante que es viajar a otros países e incluso dentro del mismo país, y cómo el conocimiento más profundo de otras culturas ayuda a eliminar prejuicios y a buscar puntos de confluencia en lugar de ahondar en las diferencias.

A mi regreso de Canadá en 1979, me incorporé al instituto de catálisis y petróleo química en el CSIC, y comencé mis investigaciones sobre catalizadores sólidos y procesos catalíticos. La idea de partida era cambiar el paradigma e intentar superar el modelo de “un investigador, un grupo de investigación”. Me apliqué en formar un grupo de investigación multidisciplinar con el que afrontar mejor los desafíos en un campo interdisciplinar como es la catálisis heterogénea. Quería ir más allá de la metodología de prueba y error, tan común en el campo en aquellos tiempos, profundizando en la síntesis y caracterización de materiales inorgánicos, con el fin de determinar los posibles centros activos del catalizador, y conseguir maximizarlos. Para completar el esquema debía construir reactores avanzados con los que llevar a cabo estudios macro y microcinéticos que, en conjunción con cálculos teóricos y modelos moleculares, me permitirían profundizar en los mecanismos de reacción y establecer correlaciones entre la estructura del catalizador y su reactividad.

Con este proyecto científico, creé un pequeño grupo de investigación en una antigua carpintería que había sido adaptada como laboratorio.

Fueron años muy ilusionantes basados fundamentalmente en nuestra pasión por la ciencia, juventud e inocencia. Desde el punto de vista personal, fue una etapa extraordinaria en la que Brisa, Anaïs y yo formamos nuestra familia. Fue una época en la que pasé de manera natural desde el primero al segundo tramo de “la escalera del conocimiento”.

En 1990 se nos presentó la oportunidad de construir un nuevo instituto de investigación en Valencia. Empezando de cero y con los objetivos programáticos con los que comencé a mi regreso de Canadá, aceptamos el desafío y una parte del grupo de la carpintería y dos investigadores del Centro de Materiales de Madrid, Vicente Fornés y Amparo Mifsud nos desplazamos a Valencia. Allí junto con el profesor Jaime Primo y su grupo fundamos lo que sería el nuevo Instituto de Tecnología Química. Elegí este nombre a pesar de la corriente existente en aquellos momentos en España que contraponía ciencia y tecnología. Hoy en día, el Instituto de Tecnología Química ha logrado afianzarse siendo fiel a su objetivo programático: generar ciencia básica y transferir el conocimiento adquirido al sector productivo. Puedo decir con satisfacción que lo que nos costó tiempo y esfuerzo para que fuera reconocido y aceptado, sirve ahora como modelo para la creación de centros de investigación en España, Inglaterra, Holanda y otros países de nuestro entorno.

Como decía, mi actividad investigadora se ha centrado en el campo de la catálisis heterogénea. Los catalizadores, y en nuestro caso los catalizadores sólidos inorgánicos, no son más que materiales que cuando se introducen en una reacción química, aumentan la velocidad de la misma y la dirigen hacia el producto deseado, sin consumirse durante el

proceso. Por la propia definición de catalizador podemos entender el importante papel que juega la catálisis en lo que se denomina química sostenible. En efecto, al dirigir la reacción selectivamente a los productos deseados, disminuye la cantidad de subproductos formados, permitiendo utilizar de manera más eficaz y eficiente las materias primas de partida.

Los procesos catalíticos están presentes en al menos una etapa de más del 90 % de todos los procesos químicos industriales, y cobran hoy todavía una mayor relevancia por su impacto directo en la nueva revolución energética y medioambiental.

No cabe duda de que, tanto a nivel fundamental como aplicado, el objetivo final consiste en diseñar el catalizador adecuado para la reacción deseada a partir de principios básicos, en lo que podríamos denominar un diseño “ab initio” de los catalizadores. Sin embargo, en el caso de los procesos catalíticos heterogéneos en los que el catalizador es un sólido y los reactivos están en fase líquida y/o en fase gas, el diseño “ab initio” de un catalizador para una reacción determinada no es tarea sencilla ya que la reacción ocurre en la interfase sólido- líquido o sólido-gas. Más aún, la falta de homogeneidad de la superficie del sólido, en muchos casos, hace que la determinación de la estructura del centro catalíticamente activo sea difícil. Si además se considera que la superficie del catalizador puede variar en presencia de los reactivos o que incluso el centro activo real se genera únicamente en las condiciones de reacción, se comprenderán las dificultades a las que nos enfrentamos para simular y modelar los centros activos, así como para construir modelos microcinéticos en sistemas tan complejos.

Afortunadamente los avances conseguidos en los últimos años en la preparación de nanomateriales, química computacional, y técnicas espectroscópicas y de microscopía electrónica en condiciones de reacción, nos permiten una aproximación más racional y mecanística al proceso catalítico.

Resulta ahora más evidente si cabe, la belleza y la unidad de la química, en la que se difuminan los límites entre química inorgánica, orgánica, química-física, química analítica e ingeniería química.

Como habíamos mencionado anteriormente, nuestro objetivo es diseñar catalizadores sólidos con centros activos bien definidos, aislados y todos iguales con el fin de obtener selectividades elevadas. Precisamente, así es como la naturaleza ha construido los catalizadores biológicos, las enzimas, en las que los centros activos están bien definidos, son homogéneos y están aislados. Sin embargo, siendo esta una condición necesaria, no es suficiente para explicar la selectividad de las enzimas. Otras propiedades tales como, por ejemplo, la selección molecular a través de interacciones débiles, son características claves de las enzimas que permiten explicar la extraordinaria selectividad de los sistemas biológicos.

Con respecto a los catalizadores artificiales, los catalizadores moleculares, tales como los complejos de metales de transición o los órganocatalizadores han sido particularmente

útiles para generar centros activos aislados y uniformes en los que las propiedades electrónicas pueden ser modificadas mediante la selección de ligandos. Sin embargo, y tal como decíamos anteriormente, resulta difícil generar superficies elevadas y regulares con centros activos bien definidos, aislados y uniformemente distribuidos sobre el sólido. Más aún, la limitada flexibilidad de los sólidos y la dificultad de conseguir una composición atómica uniforme en los átomos vecinos, limita el control de la adsorción de los reactivos y la estabilización del estado de transición.

Con el fin de superar estas dificultades, nuestras investigaciones se centraron, desde el primer momento, en sintetizar catalizadores nanoporosos cristalinos formados por una red de poros y cavidades con dimensiones en el rango de las moléculas que van a reaccionar. Estos materiales nanoporosos denominados zeolitas, son capaces de actuar como verdaderos tamices moleculares, seleccionando por su forma y tamaño las moléculas que van a difundir dentro de los canales y a reaccionar en los centros activos que hemos generado en dichos canales. En realidad, las zeolitas actúan como nanoreactores catalíticos que, por confinamiento, pueden estabilizar el estado de transición que conduce a la reacción deseada. Además, el hecho de que las zeolitas sean materiales cristalinos, permite comprender su estructura, racionalizar la forma de introducir centros activos además de simular estructuras y modificaciones virtuales para adaptarlas a los procesos catalíticos objetivo.

Mediante el desarrollo de nuevos procedimientos de síntesis, combinados con métodos de caracterización avanzada, química computacional y estudios de reactividad, hemos conseguido introducir centros activos ácidos, básicos y centros metálicos (tanto átomos metálicos aislados, como clústeres subnanométricos) en posiciones definidas y pre-programadas en la red cristalina o en las cavidades de las zeolitas. Además, mediante la introducción de más de un tipo de centro activo, hemos preparado catalizadores multifuncionales sólidos para llevar a cabo reacciones en cascada que han permitido la intensificación de procesos.

Por último, hemos dado un paso más allá en lo que sería el diseño y síntesis “ab initio” de estructuras adaptadas a la reacción a catalizar. Esto ha sido posible mediante la introducción como agentes directores de estructura de moléculas orgánicas que mimetizan el estado de transición de la reacción y que, mediante auto ensamblaje con el componente inorgánico, dirigen la síntesis a una estructura zeolítica con cavidades que se adaptan a estos mímicos. Estas cavidades, de manera análoga a como lo hacen las enzimas, son capaces de estabilizar el estado de transición deseado, consiguiendo selectividades extraordinarias.

Con nuestras metodologías de trabajo y viajando desde los fundamentos hasta la aplicación hemos conseguido más de 70 nuevas estructuras zeolíticas que llevan el nombre del Instituto de Tecnología Química, así como catalizadores y procesos catalíticos que se utilizan comercialmente en los campos de la química, química fina, petroquímica y en la eliminación de contaminantes.

Hemos sido pues, fieles a nuestro objetivo programático: Comprender para diseñar y diseñar para aplicar.

He manifestado repetidamente la necesidad de conformar equipos multi e interdisciplinarios para resolver los grandes problemas de la humanidad, y en este sentido debemos considerar la formación que estamos impartiendo a nuestros estudiantes, diferenciando claramente “los conocimientos” y “las disciplinas”.

Una “disciplina” enseña cómo formarse, implica la idea de rigor y esfuerzo, mientras que un “conocimiento” es una acumulación memorística. Así pues, y de acuerdo con Abraham Moles, “si queremos impartir una educación interdisciplinaria de base, deberemos proporcionar una cantidad máxima de herramientas mentales multidisciplinares no específicas. Solo después se podrán incorporar conocimientos de carácter específico susceptibles de poderse intercambiar más tarde en el curso de reciclaje, sin que cambien las herramientas de base. La formación de un individuo irá de este modo ligada al dominio de un gran número de disciplinas, es decir de formas rigurosas en el ejercicio del pensamiento”. En cualquier caso, nuestra obligación como profesores no consiste solamente en formar buenos profesionales para que se desarrollen en sus respectivos campos de especialización. Debemos ser maestros que transmitan conocimientos y principios para que nuestros jóvenes alcancen una formación integral como seres humanos libres y conscientes de su responsabilidad social. Debemos ser investigadores que despierten en nuestros jóvenes la curiosidad y capacidad para plantearse preguntas y buscar respuestas. Además, debemos transmitirles la cultura de la innovación, la iniciativa y el espíritu emprendedor. Finalmente, considero que forma también parte de nuestras obligaciones ser agentes activos y críticos de lo que ocurre en nuestra sociedad. En los tiempos convulsos que vivimos es necesario que insistamos en lo obvio.

En la ciencia no existe la ideología única e inamovible. Necesitamos discutir abierta y rigurosamente. Con este fin, necesitamos que nuestros resultados sean reproducibles por nuestros pares. Independientemente de la nacionalidad, credo religioso o idea política, la ciencia se construye apoyándonos en los descubrimientos de los demás. De esta manera mediante discusiones abiertas y rigurosas, basándonos en el conocimiento y la razón y rechazando las manipulaciones, es como progresa la ciencia. Si se siguiese esta metodología de trabajo en la vida política, utilizando información veraz y contrastable, evitando tergiversar la información para magnificar diferencias, o incluso inventarlas, sería más fácil llegar a acuerdos necesarios en una sociedad como la nuestra con distintas sensibilidades políticas.

Señor Rector Magnífico de la Universidad de Salamanca, Doctora Ana Blandiana, Señor Profesor Sánchez Escribano, Señor Rector Magnífico de la Universitat Politècnica de València, Señora Vicepresidenta de Relaciones Internacionales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, distinguidos y distinguidas colegas, señoras y señores. Recibo el reconocimiento que me otorga la Universidad de Salamanca en nombre de todas las personas que han sido sostén y motor en mi vida y que me han ayudado a subir por la “escalera del conocimiento”. Mis padres y hermanos, los maestros, colegas y

colaboradores de los que he aprendido y de los que continúo aprendiendo, aquellos que quemaron conmigo las naves cuando empezamos la aventura del ITQ en Valencia, y a los que continúan haciéndolo posible hoy en día y que siempre me han apoyado, incluso cuando me equivocaba. A los amigos y amigas que se han alegrado y celebrado los éxitos y han estado conmigo en los fracasos. Y, sobre todo, mi devoción y agradecimiento a mis dos mujeres Brisa y Anaïs. Brisa, doctora en Letras Modernas y la meua xiqueta Anaïs que defendió su tesis doctoral en Medicina hace una semana. Ellas con su amor y apoyo hacen que mi vida sea más plena. Finalmente, gracias a todos los presentes por compartir conmigo estos momentos.

Valencia, a 2 de julio de 2021.

Avelino Corma Canós