

ALOCUCIÓN
DEL PROFESOR DR. RICHARD SCHROCK

Rector Magnífico
Autoridades académicas
Distinguidos Doctores
Señoras y señores

Es un placer y un gran honor recibir hoy el título de doctor honoris causa que la Universidad de Zaragoza me ha otorgado. Durante los últimos cuarenta años de mi carrera, he visto prosperar la química inorgánica en esta universidad y por toda España. Varios químicos de Estados Unidos han tenido la oportunidad de ser parte del desarrollo de la química inorgánica en España a través de colaboraciones con científicos españoles. Desgraciadamente, no he tenido esa oportunidad. Pero sí he observado con placer y con orgullo como científicos españoles han contribuido a la química que ha llegado a ser parte de mi propio interés e investigación, es decir, la química organometálica y catálisis, un área en la que

científicos de la Universidad de Zaragoza han realizado contribuciones relevantes. Yo considero mi parte del Premio Nobel de Química del año 2005 como una recompensa por los avances en la química organometálica. Las contribuciones de los químicos españoles en esta frontera importante entre la química orgánica e inorgánica son conocidas internacionalmente.

¡Un Premio Nobel! ¿Cuántos científicos han tenido la oportunidad de lograr ese pináculo de realización? ¿Cuántos trabajan en pos de ese premio? ¿Cómo se llega a él? ¿Cómo cambia la vida después de ganar tal reconocimiento? Me gustaría dedicar el tiempo hoy a responder estas y otras preguntas semejantes que rodean al Premio Nobel, por lo menos desde mi perspectiva. Y ahora, como no quiero torturarlos más con mi español, por favor, permítanme cambiar al inglés.

La Fundación Nobel fue establecida por Alfred Nobel, científico, inventor, empresario, escritor y pacifista, en su testamento de 1895. Alfred Nobel nació en Estocolmo el 21 de octubre de 1833, en el seno de una familia de ingenieros, y murió el 10 de diciembre de 1896. Cursó sus estudios en San Petersburgo (Rusia), donde llegó a dominar el ruso, el francés, el inglés y el alemán. En 1863 comenzó a interesarse por el desarrollo de la nitroglicerina como explosivo. La nitroglicerina había sido descubierta en 1847 por el italiano Ascanio Sobrero. Desgraciadamente, este material es extremadamente sensible a los golpes y las temperaturas. Varias explosiones, entre ellas una en 1864 en la que Emil, hermano de Alfred, y cuatro personas más fallecieron, hicieron que los experimentos con nitroglicerina se prohibiesen en Estocolmo. Nobel descubrió que la nitroglicerina mezclada con kieselgur (tierra de diatomeas) se convertía en una pasta mucho menos sen-

sible a los golpes que la nitroglicerina, pero que se podía detonar con la ayuda de un «detonador» que se prendía mediante un fusible hecho con pólvora. En 1867 Nobel la patentó con el nombre de *dinamita*, del griego, *dynamis*, que significa ‘potencia’. Entonces tenía treinta y cuatro años. El descubrimiento de la dinamita, junto con las barrenas que podían penetrar en la roca, redujeron de manera drástica el coste de la demolición de rocas, requisito imprescindible para la construcción de muchos proyectos.

A los cuarenta años, Alfred Nobel había hecho sus mayores descubrimientos, había creado un imperio a nivel mundial y se había hecho rico. Para Nobel, la ciencia, los inventos y los negocios eran sinónimos. Alfred Nobel no solo fue educado como ingeniero y científico sino también como humanista y filósofo. Durante su vida, escribió obras dramáticas y se interesó por los discursos filosóficos. Además, se hizo pacifista, y nunca se casó.

Cuando falleció, su testamento de 1895 establecía que toda su fortuna se tendría que emplear para otorgar cinco premios anuales en los campos de la Física, la Química, la Medicina y Fisiología, la Literatura y la Paz. Las universidades suecas serían las encargadas de conceder los premios el 10 de diciembre en Estocolmo, a excepción del Premio de la Paz, que se entregó en Oslo, Noruega. (Noruega no se independizó de Suecia hasta 1912). En su testamento estableció que un máximo de tres personas podrían recibir el premio siempre y cuando el *año anterior* hubieran hecho una contribución que supusiera un gran avance para la humanidad, y que la cuantía del premio tendría que permitir al galardonado ser económicamente independiente. Estas dos premisas de Nobel resultaron en la práctica inviables. Los primeros premios Nobel fueron galardonados en 1901.

Röntgen obtuvo el Premio Nobel de Física, van't Hoff el de Química, von Behring el de Medicina y Fisiología, Sully Prudhomme el de Literatura y Dunant y Passy el de la Paz. El sexto Premio Nobel con el que contamos hoy día, el de Económicas, nació en 1968 y lo estableció el Banco de Suecia «en honor a Alfred Nobel». Durante años, los comités de cada especialidad, formados por miembros de las academias de Suecia, discuten los posibles candidatos para cada disciplina y los suecos los eligen en un año en particular para cada disciplina. Las minutas de las deliberaciones solo se hacen públicas transcurridos 51 años. Los Premios Nobel solo se entregan a personas que no hayan fallecido, son irrevocables y no se pueden negociar.

El número de veces que una persona puede recibir un Premio Nobel no está limitado, pero, dado que se han entregado menos de 800 premios en los últimos 106 años, y que a menudo pasan décadas antes de que se produzca el impacto del trabajo por el que se ha entregado el premio, la probabilidad de recibirlo más de una vez es extremadamente pequeña. Sin embargo, sí se han otorgado premios múltiples. Marie y Pierre Curie recibieron el Premio Nobel de Física en 1903 por una investigación conjunta sobre los fenómenos de la radiación. En 1911, Marie Curie también recibió el Premio Nobel de Química por el descubrimiento del radio y el polonio. En Química, solo hay una persona que ha ganado más de un premio, Fred Sanger, que en 1958 lo obtuvo «por su trabajo en la estructura de las proteínas, especialmente en la de la insulina», y en 1980, junto a Paul Berg y Walter Gilbert, por sus «contribuciones relacionadas con la determinación de las secuencias de la base en los ácidos nucleicos». La mayoría de los premios para una sola persona o institución (tres) han ido destinados a la Cruz

Roja Internacional por la Paz. El químico estadounidense Linus Pauling es la única persona que ha ganado dos premios sin compartirlos con nadie, el de Química (1954) y el de la Paz (1962). La mayoría de los galardonados en ciencias fueron europeos. En la actualidad, aproximadamente la mitad de los Premios Nobel se otorgan a estadounidenses. En 2007, el Premio Nobel de 10 millones de coronas suecas estaba valorado en 1,5 millones de dólares. Los Estados Unidos de América y Sudáfrica son los dos únicos países que cobran impuestos por un Premio Nobel. La cantidad de dinero no es suficiente como para que el galardonado sea económicamente independiente, pero es el honor, y no el dinero, lo que importa a la mayoría de los premiados. Cuando una persona recibe el Premio Nobel gana para siempre dos nombres más: «Nobel Laureate». Hasta el año 2007, 777 personas, entre ellas 34 mujeres, y 20 organizaciones han sido galardonadas con el Premio Nobel.

Tengo que reconocer que nunca pensé en ganar el Premio Nobel. Nunca he trabajado como científico para recibir un premio. Soy científico porque el proceso de descubrir los secretos de la naturaleza me resulta realmente interesante. También tengo la oportunidad de transmitir este entusiasmo a licenciados y estudiantes de postgrado y de enseñar los principios de la química a estudiantes que están cursando la carrera. Además, tengo la oportunidad de cambiar de manera definitiva el curso de una disciplina científica. No puedo negar mi sorpresa cuando el 5 de octubre de 2005, a las 5:30 de la mañana, recibí una llamada de teléfono del comité sueco de química en la que me comunicaban que tendría que compartir el premio con el estadounidense Robert Grubbs y con el francés Yves Chauvin. Cuando el 7 de diciembre de 2005 entré en el Museo Nobel de Estocolmo,

me impactó el darme cuenta de las implicaciones de lo sucedido y el ver mi nombre escrito en la lista de los grandes científicos, hombres y mujeres, del pasado.

Bien, y... ¿por qué yo? Crecí en Indiana (Estados Unidos), y siempre estuve interesado en el mundo que me rodea, en general, y en los fenómenos naturales, en particular. Para mi octavo cumpleaños me regalaron un kit de química y se despertó en mí el interés por los cambios de la materia, una manifestación de mi pasión por crear cosas nuevas, que es precisamente lo que los químicos hacen en un nivel molecular. Creé un pequeño laboratorio donde realizaba sencillos experimentos (mezclar ácidos y bases para hacer sales, crear esteres aromáticos, etc.) siguiendo las instrucciones de los textos del laboratorio de química que me dieron. Cuando fui realmente consciente del poder de quemar el gas natural, el quemador de alcohol fue sustituido por un quemador Bunsen de alta tecnología, capaz de suministrar una gran cantidad de calor, suficiente para fundir metales con un crisol de porcelana e incluso un cloruro de sodio, que, en último lugar, dio como fruto mi experimento más brillante, la electrólisis de cloruro de sodio para producir sodio y cloro. Había transformado la materia. Me sentí como el mismísimo Sir Humphrey Davy. Puesto que mi laboratorio aumentó considerablemente, en dimensiones, diversidad y capacidad, tuve a mi disposición sustancias relativamente sofisticadas, y peligrosas en caso de ser mal empleadas, en una pequeña sala en el sótano. Aunque parezca mentira, aprendí de primera mano conocimientos relacionados con la nitración de la glicerina. Gracias a Dios, no hubo ningún percance grave. En 1959, cuando tenía catorce años, mi familia y yo nos trasladamos a San Diego (California). Allí encontré un distribuidor que vendía material de laboratorio donde podía comprar

equipos clásicos. También descubrí una droguería donde podía comprar productos químicos básicos, siempre con la ayuda de un adulto, claro. Formé parte de una feria regional de la ciencia con un proyecto sobre los procesos osmóticos en los huevos de un erizo de mar y, de alguna manera, logré ganar un premio por ello.

Siempre pensé que iría a la universidad y estudiaría química. Fui a Riverside, que está a unos 145 kilómetros al norte de San Diego. Acepté un trabajo de verano en el que aprendí a soplar el cristal, construir tubos de ensayo y medir concentraciones bajas de productos de fotólisis en la atmósfera utilizando un aparato de infrarrojos Perkin-Elmer. Jerry Bell, un profesor con talento y entusiasta de la fisicoquímica, me animó a enviar una solicitud de ingreso a la Universidad de Harvard, y así lo hice. Para mi sorpresa, me aceptaron. Aunque disfruté con la química física y orgánica en Riverside, también encontré muy excitante la química de los demás elementos de la tabla periódica.

Fui a Harvard sin tener claro qué tipo de investigación me gustaría llevar a cabo. Mi deseo de manipular la composición de la materia no parecía adecuarse a la fisicoquímica de Harvard en ese momento. Un profesor adjunto que acababa de llegar a Harvard, John Anthony Osborn, me habló de la química de metales de transición, sobre la emoción de crear compuestos nuevos, coloridos y cristalinos y sobre la catálisis promovida por metales de transición, como las catálisis de rodio que había desarrollado como parte de su tesis doctoral con Geoffrey Wilkinson en el Imperial Collage. Me gustaba cómo sonaba: crear moléculas que fueran útiles para alguien, y me apunté.

En agosto de 1971 terminé y defendí mi tesis doctoral. Solo había un puesto de trabajo disponible en ese momento y multitud de candidatos. Fui afortunado y

obtuve una beca posdoctoral de la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF) de Estados Unidos para trabajar en la Universidad de Cambridge, en el laboratorio de Jack Lewis, posteriormente conocido como Sir Jack y, más tarde, Lord Jack, quien celebrará su ochenta cumpleaños este año. Acepté una oferta que me hizo el departamento central de investigación de duPont, que en ese momento era un departamento académico en un emplazamiento industrial. Hoy día no existe nada que se le parezca.

En duPont compartí un laboratorio con el famoso Fred Tebbe, que estaba estudiando, entre otros temas, las reacciones de los reactivos de etil aluminio con dicloruro de titanoceno. Su descubrimiento más importante y sorprendente fue el que se ha llegado a conocer como el reactivo de Tebbe, una especie que contiene un grupo metileno (CH_2) puente entre el titanio y el aluminio. Quedé atraído por la síntesis de los complejos de pentaalquil tántalo y enseguida hice el altamente volátil e inestable pentametil tántalo. En julio de 1974, el intento de síntesis pentaneopentil tántalo dio lugar al primer complejo carbeno o alquilideno (CHR) en alto estado de oxidación. Poco tiempo después de esto, preparé el primer complejo aislable con metileno terminal. En duPont oí por primera vez el término *metátesis de olefinas* y empecé a leer la bibliografía relacionada con la materia, pensando que los nuevos alquilidenos de tántalo que había preparado reaccionarían con olefinas y podrían ser relevantes para la metátesis de olefinas.

En 1975 recibí una oferta para ir al Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Allí cumplí mi sueño de conseguir un puesto académico en una institución importante. Tuve suerte de contar con el apoyo de la Fundación Nacional de la Ciencia de Estados Unidos

en los comienzos de mi carrera y de lograr atraer a diez estudiantes al final de mi tercer año. Gracias al talento de los estudiantes y a su apoyo, desarrollamos rápidamente la química de alquilidenos y alquilidinos en estados de oxidación altos. Alrededor de 1980 habíamos transferido los principios de los enlaces químicos múltiples de carbono-tántalo al wolframio, al molibdeno y al renio. A mediados de los ochenta desarrollamos lo que acertadamente denominé catálisis para las reacciones de metátesis de olefinas y acetilenos. Mi inquietud por la química de alquilidenos todavía persiste. Mi otro gran interés desde 1980 ha sido la química de metales de transición de nitrógeno molecular (N_2), el mayor componente ($\sim 78\%$) del aire que nos rodea. Con el apoyo del NIH, en 2003 fui capaz de alcanzar el objetivo buscado por cientos de investigadores durante más de cuarenta años: la reducción catalítica del dinitrógeno a amoníaco con protones y electrones a temperatura y presión ambiente y un catalizador de molibdeno mononuclear al que se le coordinó un ligando diseñado adecuadamente. Estos descubrimientos podrían ser relevantes para entender cómo el dinitrógeno se reduce a amoníaco en la naturaleza y podrían dar lugar a un posible proceso comercial, pero esto solo el tiempo lo dirá.

¿Qué se necesita actualmente para ganar el Premio Nobel? En primer lugar, supongamos que la formación académica ha sido rigurosa. A continuación, en la lista de cualidades deseadas habría que incluir, sin lugar a dudas, la curiosidad, la perseverancia, el deseo de competitividad, el apoyo de la investigación y la capacidad de distinguir entre el camino del éxito y el del fracaso. Y por último entra en acción la suerte, no el azar o el tipo estadístico, sino una combinación de circunstancias que llevan a una persona a realizar el experimento adecuado en el momen-

to preciso y reconocer un resultado verdaderamente importante, un descubrimiento, cuando aparece. Sin embargo, creo que una persona no debe trabajar con vistas a conseguir el Premio Nobel; yo he preferido trabajar motivado por la pasión que siento por vuestra disciplina.

No puedo terminar sin hacer una mención a la importancia que tiene la ciencia en nuestro futuro. Es una pena que los ciudadanos de a pie no sean conscientes de que prácticamente todas y cada una de las comodidades y ventajas de la vida moderna que disfrutan y anhelan, incluyendo una esperanza de vida cada vez mayor, pueden atribuirse a los avances de la ciencia gracias a la investigación y a la aplicación de este conocimiento. Sin embargo, cuanto más sabemos, más nos damos cuenta de lo que no sabemos. Mi mayor, y por supuesto inalcanzable sueño, es volver a la vida 50 años después de mi muerte, simplemente para poder deleitarme con las maravillas que la ciencia habrá creado.

Y para terminar, deseo mostrar mi agradecimiento a usted, Excelentísimo Señor Rector, al Profesor Oro, y a todos aquellos que han apoyado mi nominación y han participado en la concesión del título de doctor honoris causa. Su hospitalidad y la ceremonia siempre permanecerán en mi recuerdo. Muchas gracias.

Richard SCHROCK

ALOCUCIÓN
DEL PROFESOR DR. RICHARD SCHROCK

Rector Magnífico
Academic Authorities
Distinguished Doctors
Ladies and gentlemen

Es un placer y un gran honor recibir hoy el título de doctor honoris causa que la Universidad de Zaragoza me ha otorgado. Durante los últimos cuarenta años de mi carrera, he visto prosperar la química inorgánica en esta universidad y por toda España. Varios químicos de Estados Unidos han tenido la oportunidad de ser parte del desarrollo de la química inorgánica en España a través de colaboraciones con científicos españoles. Desgraciadamente, no he tenido esa oportunidad. Pero sí he observado con placer y con orgullo como científicos españoles han contribuido a la química que ha llegado a ser parte de mi propio interés e investigación, es decir, la química organometálica y catálisis, un área en la que científicos de la Universidad de Zaragoza han realizado contribucio-

nes relevantes. Yo considero mi parte del Premio Nobel de Química del año 2005 como una recompensa por los avances en la química organometálica. Las contribuciones de los químicos españoles en esta frontera importante entre la química orgánica e inorgánica son conocidas internacionalmente.

¡Un Premio Nobel! ¿Cuántos científicos han tenido la oportunidad de lograr ese pináculo de realización? ¿Cuántos trabajan en pos de ese premio? ¿Cómo se llega a él? ¿Cómo cambia la vida después de ganar tal reconocimiento? Me gustaría dedicar el tiempo hoy a responder estas y otras preguntas semejantes que rodean al Premio Nobel, por lo menos desde mi perspectiva. Y ahora, como no quiero torturarlos más con mi español, por favor, permítanme cambiar al inglés.

The Nobel Foundation was established by Alfred Nobel, scientist, inventor, entrepreneur, author, and pacifist in his will of 1895. Alfred Nobel was born in Stockholm on October 21, 1833, into a family of engineers, and died on December 10, 1896. Alfred spent his formative years in St. Petersburg, Russia, where he became fluent in Russian, French, English, and German. Around 1863 Nobel became interested in developing nitroglycerine as an explosive. Nitroglycerine had been discovered in 1847 in Italy by Ascanio Sobrero. Unfortunately, nitroglycerine is unpredictably sensitive to shock and temperature. Several explosions, including one in 1864 in which Alfred's brother Emil and four others were killed, resulted in experimentation with nitroglycerine being banned in Stockholm. Nobel found that nitroglycerine mixed with *kieselguhr* (*diatomaceous earth*) yielded a paste that was much less shock sensitive than nitroglycerine itself, but still could be detonated with a "blasting cap," which was in turn ignited with a

fuse made with black powder. In 1867 he patented this material as “dynamite,” from the Greek, *dynamis*, meaning power. He was thirty-four years old. The invention of dynamite, along with drills that could drill into rock together dramatically reduced the cost of blasting rock, which was the key requirement for many construction projects.

By age 40, Alfred Nobel had made his greatest discoveries, had built up a worldwide industrial empire, and had become wealthy. For Nobel, science, invention, and business had become one. Alfred Nobel was educated not only as an engineer and scientist, but also as a humanist and philosopher. During his life he wrote dramatic works and became interested in philosophical discourse. He also became a pacifist. Alfred Nobel never married.

When Nobel passed away in 1896 on December 10 his brief will of 1895 dictated that his fortune was to be used to establish five prizes each year in the areas of physics, chemistry, medicine and physiology, literature, and peace. The prizes were to be awarded by the Swedish academies on December 10 in Stockholm, except the Peace Prize, which was to be awarded in Oslo, Norway. (Norway did not become independent from Sweden until 1912.) His will stipulated that up to three recipients would receive each prize for contributions that were of greatest benefit to mankind *in the previous year* and the amount of prize money was intended to allow the recipient to become *financially independent*. Both of these stipulations by Nobel were too impractical to enforce. The first Nobel Prizes were awarded in 1901 to Röntgen in physics, van’t Hoff in chemistry, von Behring in medicine and physiology, Sully Prudhomme in literature, and Dunant and Passy in peace. The sixth Nobel Prize in Economics that we have today was established in 1968 by

the Bank of Sweden “in honor of Alfred Nobel.” For years the potential recipients are discussed by committees for each discipline made up of members of the Swedish Academies and chosen in a given year by Swedes in each discipline. The records of deliberations become public only after 51 years. Nobel awards are given only to living persons, are irreversible, and are not negotiable.

There is no restriction as to the number of times one can win a Nobel Prize, but since less than 800 awards have been given in 106 years, and since decades often pass before the impact of the work for which the award is given is realized, the probability of receiving the award more than once becomes vanishingly small. Yet multiple awards have been made. Marie and Pierre Curie were awarded the Nobel Prize in Physics in 1903 for joint research in radiation phenomena. Marie Curie also was awarded the Nobel Prize in Chemistry in 1911 for the discovery of radium and polonium. In chemistry, only one person has won more than one award. That was Fred Sanger, alone in 1958 “for his work on the structure of proteins, especially that of insulin,” and with two others (Paul Berg and Walter Gilbert) in 1980 for his “contributions concerning the determination of base sequences in nucleic acids.” The most awards to a single person or institution (three) have gone to the International Red Cross for Peace. The American chemist Linus Pauling is the only person to have won two prizes alone, one in chemistry (1954) and one in peace (1962). Most recipients of early awards in the sciences were European. Today approximately half the Nobel awards on average are given to Americans. In 2007 the 10 million Swedish Kroner award for a Nobel Prize was worth approximately 1.5 million U.S. dollars. The U.S. and South Africa are the only countries to tax a Nobel

Prize. The amount of money certainly is not sufficient to become financially independent, but it is the honor, not the money, that matters to most recipients. Once an individual receives a Nobel Prize, he or she gains two more names, "Nobel Laureate," forever. As of 2007, 777 individuals and 20 organizations have received Nobel Prizes; 34 recipients have been women.

I have to admit that I never gave any thought to winning a Nobel Prize. I have never worked as a scientist in order to receive any prize. I am a scientist because I find the process of unlocking nature's secrets enormously satisfying. I also have an opportunity to instill that excitement in graduate and postdoctoral students, and to teach undergraduate students the principles of chemistry. Finally, I have the opportunity to change permanently the course of a scientific discipline. Yes, I was shocked to receive a phone call at 5:30 am on October 5, 2005 from the Swedish committee for chemistry telling me that I was to share the prize for chemistry with Robert Grubbs, an American, and Yves Chauvin, a Frenchman. Yes, when I entered the Nobel Museum in Stockholm on December 7, 2005, I was shocked to realize the implications of what had happened, and to see my name added to the list of great men and women scientists of the past.

So why me? As a child growing up in Indiana in the United States I was always curious about the world around me, and in particular about natural phenomena. I was given a chemistry set for my eighth birthday and became hooked on transforming matter, which is a manifestation of my love of building things and is what chemists do at a molecular level. I created a small laboratory where I carried out simple experiments (combining acids and bases to make salts, making

pleasant smelling esters, etc.) following the directions in chemistry laboratory texts handed down to me. As I became aware of the power of burning natural gas, the lowly alcohol burner ultimately was replaced by a high tech Bunsen burner capable of putting out a good deal of heat, enough to melt metals in a porcelain crucible, and even sodium chloride, which ultimately led to my most eye opening experiment, the electrolysis of sodium chloride to produce sodium and chlorine. I actually had transmuted matter. I felt like Sir Humphrey Davy himself. As my laboratory grew considerably in size, diversity, and capability I had at my disposal relatively sophisticated, and if misused, dangerous substances in a small room in the basement. Oddly enough, I came to know something about nitration of glycerine firsthand. Thankfully, there were no serious mishaps. I was fourteen years old when we moved to San Diego, California in 1959. There I found a laboratory supply house where I could buy classic equipment and a drugstore where I could buy basic chemicals, with some adult help, of course. I entered a regional science fair with a project that concerned osmotic processes in sea urchin eggs, and somehow managed to win a prize for it.

I always assumed I would attend college and study chemistry. I attended Riverside, which is about 90 miles north of San Diego. I accepted a summer job where I learned how to blow glass, construct vacuum lines, and measure low concentrations of atmospheric photolysis products using a multi-pass Perkin-Elmer infra-red machine. A talented and enthusiastic teacher in physical chemistry named Jerry Bell encouraged me to apply to Harvard University for graduate school, which I did. To my delight I was accepted. Although I enjoyed organic and physical chemistry at Riverside, I found the

chemistry of the many other elements in the periodic table also fascinating.

I went to Harvard with no plan as to what kind of research I would like to do. My desire to manipulate compositions of matter did not seem to fit with physical chemistry at Harvard at that time. An assistant professor who had just arrived at Harvard by the name of John Anthony Osborn told me about transition metal chemistry, about the excitement of creating new, colorful, crystalline compounds, and about catalysis by transition metal species, such as the rhodium catalysts he had developed as part of his Ph.D. with Geoffrey Wilkinson at Imperial College. That sounded like what I wanted to do, make molecules that might prove useful to someone, so I signed on.

In August of 1971 I finished and defended my Ph.D. thesis. Only one job was available at that time, for which there were several hundred applicants. I was fortunate to obtain a postdoctoral fellowship from the National Science Foundation to work at Cambridge University in the laboratory of Jack Lewis, later Sir Jack, and ultimately Lord Jack, who will celebrate his 80th birthday this year. I accepted an offer from the Central Research Department at duPont, which at that time was essentially an academic department in an industrial setting. Nothing close to it exists any longer today.

At duPont I shared a lab with the remarkable Fred Tebbe, who was studying, among other things, reactions of ethyl aluminum reagents with titanocene dichloride. His most important, and surprising, discovery was what has come to be known as Tebbe's reagent, a species that contains a methylene (CH_2) group bridging between titanium and aluminum. I was drawn to the synthesis of tantalum pentaalkyl complexes and soon had made

highly volatile and highly unstable pentamethyltantalum. In July of 1974 the attempted synthesis of pentaneopentyltantalum led to the first high oxidation state carbene, or alkylidene (CHR) complex. Shortly thereafter I prepared the first isolable *terminal* methylene complex. At duPont I also first heard the term “olefin metathesis” and started to follow the literature on that subject, thinking that the new tantalum alkylidenes that I had prepared might react with olefins and might be relevant to olefin metathesis.

In 1975 I received an offer to move to MIT. MIT fulfilled my dream of obtaining an academic position at a top institution. I was fortunate to obtain support from the National Science Foundation early in my career, and to attract ten students by the end of my third year. High oxidation state alkylidene and alkylidyne chemistry developed rapidly, thanks to the talented students, and support for them. By 1980 we had transferred the principles behind the early tantalum-carbon multiple bond chemistry to tungsten, molybdenum, and rhenium, and by the mid 1980s had developed what I call well-defined catalysts for both the olefin and acetylene metathesis reactions. My interest in alkylidene chemistry continues today. My other major interest since 1980 has been the transition metal chemistry of molecular nitrogen (N_2), the major component (~78%) of the air around us. With the support of the NIH I was able to achieve in 2003 a long sought goal for hundreds of researchers over a period of 40 years, the catalytic reduction of dinitrogen to ammonia with protons and electrons at room temperature and pressure with a monomeric molybdenum catalyst to which a properly designed ligand is bound. These findings may prove relevant to how dinitrogen is reduced to ammonia in

nature, and could conceivably lead to a commercial process, but only time will tell.

So what does it take to win a Nobel Prize today? Let us first assume that one's academic training has been rigorous. Then the list of desirable qualities should certainly include curiosity, perseverance, competitive desire, research support, and the ability to distinguish productive paths from dead ends. And then there is luck, not the random, statistical kind, but a combination of circumstances that causes a person do the right experiment at the right time and to recognize a truly important result, a discovery, when it presents itself. But one should not work to win a Nobel Prize. In my experience I have found it best to work for love of your discipline.

I cannot finish without noting how important science is for our future. It is unfortunate that the average citizen is not aware that virtually every convenience and advantage of modern living that he or she enjoys and desires, including an increasingly long life, can be attributed to advances in science through research, and application of that knowledge. But the more we know, the more we realize what we do not know. My greatest, and of course unrealizable desire, is to revisit the living fifty years after I have passed away in order simply to marvel at the wonders that science has produced.

In closing I want to thank you Excelentísimo Señor Rector, Profesor Oro, and all others who have supported my nomination and who otherwise have been involved in the process of bestowing on me the title of "Doctor Honoris Causa." The hospitality and the ceremony have been most memorable. Muchas gracias.

Richard SCHROCK