



## Nombrado Doctor Honoris Causa el día 20 de febrero de 2004

En primer lugar, permítanme felicitar a los estudiantes por la finalización de sus doctorados. También, permítanme extender mis felicitaciones a los familiares y amigos que ayudaron a hacer realidad este día y al profesorado que ha trabajado tan duro en la formación de esos estudiantes.

Estoy profundamente honrado por este reconocimiento especial. De la misma forma, espero que mi nombramiento aporte un honor significativo a la Universidad.

Es un placer encontrarme de nuevo con mis amigos, aquí en España, especialmente en estas circunstancias. Este día supone un reconocimiento personal a la vez que demuestra la importancia que otorgamos a la educación universitaria. Para mí en especial por la oportunidad de favorecer vínculos más estrechos y relaciones duraderas. Quiero dar las gracias a la universidad, a su profesorado y personal administrativo, estudiantes y a todos aquellos que han contribuido a hacer de éste un acontecimiento tan especial. Me siento profundamente honrado.

He decidido aprovechar esta oportunidad para realizar algunos comentarios sobre la formación en ingeniería. Se han dicho muchas cosas sobre mis logros profesionales, pero mis logros profesionales se sustentan por el acceso a una formación ingenieril. Yo crecí en una familia relativamente pobre y fui el primero de mi familia que accedió a la educación universitaria. Esto es importante porque yo escogí la ingeniería, y muchos de entre los estudiantes universitarios de primera generación poseen inclinaciones similares hacia la ingeniería. Históricamente, la ingeniería ha sido un camino atractivo para jóvenes estudiantes motivados provenientes de familias relativamente pobres. En realidad, la oportunidad de tener acceso a una "profesión" es uno de los atractivos de la ingeniería. Así, quiero citar aquí algunas observaciones y preocupaciones sobre tendencias en la formación en ingeniería.

Permitidme resaltar algunas tendencias globales que proporcionan base a mis comentarios. Los ingenieros construyen cosas. Comenzaron por construir puentes y acueductos con herramientas de geometrías sencillas, pero en la actualidad la ingeniería influye en todos los aspectos de la vida moderna. No es sorprendente que el trabajo desarrollado por los ingenieros determine la riqueza de las naciones. Un reciente estudio sobre cómo el mundo llegó a existir en el contexto geopolítico actual es la hipótesis de que las claves del desarrollo son las armas, los gérmenes y el acero ( Jared Diamond, *Guns, Germs and Steel: The Fates of Human Societies* ). Los ingenieros tienen que ver con dos de esas tres claves. Sostengo la teoría de que se puede evaluar la relación existente entre la educación en ingeniería y el desarrollo económico esperado en una región.

Hoy la competencia se entiende bajo la perspectiva global, y una fuerza laboral con educación técnica es una parte crítica de la que depende el éxito. De la misma manera, se aprecia un incremento paralelo en la producción de grados en ingeniería en aquellos países en los que están produciendo avances económicos. Como comparación, la población de nuevos ingenieros en la India está creciendo una media del 15%. Por el contrario, en EE.UU. los nuevos ingenieros son unos 65000 al año, pero los puestos de trabajo están disminuyendo un 3% por año. Un serio problema es el ratio de jubilación entre los ingenieros en activo; por ejemplo, del orden del 15% al año en algunas áreas, como la NASA. Más preocupante es la disminución en los Doctores en Ingeniería, ya que son los innovadores y educadores del futuro.

En los EE.UU., la educación superior supone más del 1,7% de la economía. La ingeniería es, probablemente, algo menos del 4% de la población de estudiantes. Cerca del 80% de los estudiantes en las Universidades están becados por el gobierno u otras instituciones. Sin embargo, los gobiernos están abandonando su papel histórico de proporcionar a la población una educación superior. Teniendo en cuenta la inflación, el apoyo del Gobierno a la educación superior es el mismo desde hace 30 años. Mientras tanto, los costes han ido subiendo. Mientras el conocimiento técnico se dobla cada dos años, el conocimiento que se requiere que adquiera un ingeniero está disminuyendo. Esto implica una menor formación en los laboratorios. Con demasiada frecuencia la formación en ingeniería pierde su enfoque en 'cómo resolver problemas' y se vuelve hacia 'cómo enseñar más y más detalles de cada disciplina'. Yo estudié en la San José State University, como estudiante de ingeniería, con una beca completa del estado de California. Recuerdo que teníamos un estudiante de Ingeniería a tiempo parcial en una de mis clases que trabajaba para una compañía llamada Fairchild

Camera. Él trabajaba en el desarrollo de imágenes en silicio. Mientras tanto nos enseñaban cómo funciona un alto horno. Esto ilustra lo irrelevante de los detalles técnicos. No éramos conscientes de que la fotolitografía, el desarrollo de imágenes en el silicio, era un desarrollo crítico en microelectrónica. Ese desarrollo condujo al circuito integrado y a la creación de Silicon Valley en California. Visto ahora con retrospectiva, lo que sucedió en Silicon Valley ha cambiado a la humanidad más profundamente que cualquier otro descubrimiento reciente, y ha creado a más millonarios que cualquier otro descubrimiento en la historia pero mientras estaba siendo entrenado como ingeniero en Silicon Valley, le estaban enseñando cómo construir altos hornos.

Fui contratado como joven profesor por George Ansell. Luego él se trasladó para dirigir la Colorado School of Mines, cargo que ocupó durante 13 años. El primer consejo que me dio resulta hoy más convincente que nunca " La Educación en Ingeniería es el último negocio en el que cualquiera entraría".

En mi caso, la educación en Ingeniería fue el camino para independizarme económicamente de mi familia. Hay muchos estudiantes potenciales que les encantaría seguir ese mismo camino, pero no tienen la posibilidad ni de empezar. Por un lado, los estudiantes de sectores económicos más altos tienden a seguir estudios no técnicos, como Derecho, Economía y Ciencias Sociales. Por otro lado, las naciones para poder sostener su vitalidad económica, necesitan de los Ingenieros y por implicación los buenos candidatos necesitan acceder a la Educación en Ingeniería, independientemente de las fortunas de sus familias. Pero dicho acceso está cayendo víctima de la Economía y está, posiblemente, privando a la Ingeniería de sus mejores estudiantes. Debido a que históricamente, la formación en ingeniería ha sido una forma rápida de obtener una profesión para estudiantes de baja posición económica, cualquier cambio en el costo de esa educación se convierte en un impedimento en la consecución a largo plazo del desarrollo de la nación. En otras palabras, el coste es la barrera educativa que daña a la ingeniería y dañará la prosperidad social en el futuro. Verdaderamente, en el siglo pasado la prosperidad de la nación se medía por la producción de ingenieros.

Una solución innovadora a este problema se encuentra en la nueva política inglesa de enseñanza. Esa política levantará la enseñanza, pero la factura habrá que pagarla utilizando las ganancias después de la graduación. Esta innovación ayuda a la formación del ingeniero salvando el problema anteriormente mencionado. Otra posibilidad es que los programas de ingeniería se amplíen para permitir más doctorados, empleo, y la instrucción de mano de obra disponible con apoyo financiero corporativo. Hoy en día, pienso que algunos conocimientos no técnicos son muy importantes en la educación de un ingeniero.

Echemos un vistazo a los requisitos reales necesarios para funcionar como ingeniero:

- Habilidades técnicas: la formación básica debería sustentarse en área técnicas para poder resolver problemas en la especialidad elegida, como el diseño, los circuitos, las operaciones o los materiales, siendo que todos los que obtengan el título deben dominar su área específica, pero la habilidad de pensar de manera crítica debe ser pulida por tutores con experiencia, posiblemente procedentes la industria.

- Habilidades del día a día: éstas incluyen liderazgo y saber estar en diversas circunstancias; se le debe enseñar al ingeniero cómo manejar los problemas que están justo después de las especificaciones técnicas de su disciplina, y esto es más importante si consideramos que nuestros ingenieros están llamados a ser una nueva generación de líderes, en un contexto global; lo más importante es la habilidad de comunicación y que todos los estudiantes deben estar instruidos en saber hablar en público, en lenguaje técnico escrito y en saber escuchar.

- Habilidades para desenvolverse en PYMES. La vitalidad de la tecnología está estrechamente ligada con el impulso empresarial y esto coincide normalmente con empresas pequeñas, altamente tecnológicas, llenas de especialistas; no es sorprendente que casi el 40% de los ingenieros se coloquen de esa forma, por lo que las habilidades en finanzas, ventas, marketing, dinámica organizativa y relaciones humanas resultan claves para los ingenieros y estas habilidades provienen de una formación amplia.

- Habilidades para la resolución de problemas. Al final es en lo que se basa la ingeniería, en cómo resolver problemas y proporcionar soluciones con el mínimo tiempo, esfuerzo y coste; éstas habilidades pueden desarrollarse con trabajos de verano, empleos a tiempo parcial e incluso tareas internas, por lo que el empleo externo coordinado puede ser aquí lo más importante.

Como ejemplo, un estudio de los graduados por la Universidad de Stanford y su éxito a lo largo de su vida profesional, demuestra que solo hay un habilidad común en todos sus "graduados con éxito". Y esa es la habilidad en la comunicación, con una correlación del 80%. Por tanto, efectivamente, necesitamos habilidades técnicas, pero un ingeniero deber ser capaz de explicar sus ideas a otras personas.

Las universidades están encarando dificultades financieras, y la ingeniería es un blanco perfecto para la reducción de costes y profesorado. Sin embargo, no quiero olvidar el valor social y económico de la formación en ingeniería y de las ventajas sociales posibles de los buenos ingenieros. El acceso abierto a la formación en ingeniería se debe mantener a pesar de las dificultades financieras. Al mismo tiempo, los educadores en ingeniería deben ser conscientes que las habilidades de la carrera van más allá de campos como la Estática, la Transferencia de Calor o la Mecánica de Fluidos. Esencialmente, estamos entrenando "revolvedores de problemas". Consecuentemente, los ingenieros tienen un amplio impacto y necesitan amplias habilidades.

Está claro que necesitamos introducir más prácticas en la industria, permitiendo a los estudiantes hacer prácticas en empresas reales. Otra necesidad son las estancias en la industria. Estas tienden a ser programas pobremente coordinados, por lo que es posible mejorar mucho. Además, las empresas, los fabricantes, pueden coger estudiantes

para darles una enseñanza complementaria en base al trabajo, que puede ser coordinada con la enseñanza en el aula. Ello permitiría, además, que el estudiante contribuyese a sus costes de educación al recibir un salario. Otra posibilidad es examinar opciones que mantengan los costes bajos a corto plazo en beneficio de futuros reembolsos. Por todo ello, mi mensaje es sencillo: la educación en ingeniería incide en la salud de las naciones, atrae a muchos jóvenes a causa de su rápido acceso a una carrera profesional, y se deben hacer todos los esfuerzos para atraer a los mejores candidatos. Son necesarias soluciones innovadoras para mejorar la participación industrial en el entrenamiento de ingenieros. Desde mi conocimiento de los programas de la Universidad Carlos III de Madrid, pienso que están haciendo las cosas correctamente. Aplaudo vuestro progreso.

Es un gran honor para mí estar aquí siendo reconocido por mis pares ingenieros. Confío que el importante rol de la educación en ingeniería sea reconocido y preservado por nuestro mutuo beneficio.