



México, D.F. a 5 de Noviembre de 2008.

**Doctor Mario Molina
Premio Nobel de Química**

**Intervención en la VII Conferencia de la
Unión Iberoamericana de Ciencia,
Tecnología y Empresa 2008, en el Museo
de Antropología**

Bueno días a todos ustedes. Si me permiten, antes de empezar quiero aprovechar esta oportunidad, hablando en público, de mandarles mis condolencias a la familia Mouriño y a las familias del equipo que lo acompañaban.

A Juan Camilo lo conocía yo desde hace años y realmente lo considero una enorme tragedia.

Para empezar, quiero agradecerle a la diputada Silvia Luna Rodríguez el que me haya invitado y dado la oportunidad de presentarles algunas ideas con respecto a este tema importantísimo para nuestros países, el de ciencia y tecnología.

Lo que voy a hacer es tratar de presentar algunas ideas que he desarrollado a lo largo de los años, conectadas con este tema.

Empezamos con lo que todos ustedes conocen: cuál es la inversión en ciencia y tecnología, qué porcentaje del Producto Interno Bruto, vemos que en México es relativamente pequeño, bastante menos del uno por ciento, punto tres... siete o algo así, pero ya oímos del diputado César Duarte que la Ley de Ciencia y

Tecnología estimula a que este porcentaje aumente al uno por ciento.

Por qué nos importa esto; pues lo que vemos, si comparamos este porcentaje con otros países es claramente que los que han tenido mucho éxito en su desarrollo económico, desarrollo industrial, consideran que el capital humano es una parte muy importante de ese desarrollo.

Tenemos pues, evidencia histórica y continuando al presente de que es una inversión, aunque se puede considerar a largo plazo pero sí es importantísima para garantizar un nivel de desarrollo económico apropiado, sobre todo para nuestros países en que todavía tenemos una buena parte de la población con pocos recursos.

Vemos aquí que algunos países como Finlandia tienen un porcentaje elevadísimo, inclusive los Estados Unidos, Europa en general, porcentajes bastante mayores, esto creo que lo conocen todos ustedes.

Lo que quiero agregar es que es un reto. No es suficiente tener los recursos disponibles, es muy importante también asegurarse de que estén bien invertidos.

Tenemos la oportunidad de que ese aumento de recursos se haga de tal manera que esa investigación, esa inversión de capital humano se haga a los mejores niveles internacionales con excelencia pero no sucede automáticamente, realmente tenemos que preocuparnos para garantizar que ese sea el caso y es un reto porque tenemos que tomar en cuenta no solamente, como decía yo, los recursos.

Vemos aquí por ejemplo, cómo en México en el 2007, de una cantidad muy significativa de alumnos de licenciatura tenemos un número relativamente pequeño de estudiantes que recibieron el doctorado, pero inclusive con este número pequeño si no nos cuidamos ya hay un problema de desempleo.

Necesitamos al mismo tiempo garantizar que haya instituciones de investigación, instituciones educativas en la industria misma que

puedan absorber este incremento en el número de egresados que tengamos, que puedan dedicarse a hacer ciencia y tecnología de muy alto nivel, ese es parte del reto importante.

En algunos campos, quizás, el problema es más agudo que en otros, en mi propio campo, por ejemplo, hemos hecho investigaciones creo que muy exitosas relacionadas con la calidad del aire aquí en el Valle de México y hemos logrado atraer a la comunidad internacional haciendo mediciones, tanto cerca de la superficie como en aviones e inclusive tratando de medir qué es lo que le sucede a la contaminación una vez que sale aquí del Valle de México y han sido campañas de muchos millones de dólares y las hemos aprovechado para educar a estudiantes.

Algunos de ellos han hecho la carrera en Estado Unidos, muchos otros aquí y con este tipo de campañas ha habido una interacción realmente muy productiva, pero lo que veo, pues muchos se acercan a mí, no todos encuentran trabajo adecuado, algunos de ellos pues tienen buen trabajo pero es en la industria haciendo cosas poco relacionadas con su experiencia en un campo de investigación.

Entonces tenemos que planear este desarrollo de nuestros centros de investigación y de tecnología repitiendo lo que es evidente, no solamente preparando el número adecuado de investigadores, sino asegurándonos de que tengan los recursos para hacer la investigación requerida, y el problema que también tenemos, como saben ustedes, es que pues la jubilación cada vez se atrasa más, entonces no tenemos suficiente movimiento en nuestras universidades y no le damos lugar a la gente joven como lo deberían de hacer quizás dadas las limitaciones del empleo.

Ahora bien, estoy simplemente apuntando algunas ideas que quizás son evidentes, pero creo que son importantes para hacer una planeación realmente integral, aquí vemos estos números, es una estadística con números aproximados del personal dedicado a la investigación y desarrollo por país, y claro, vemos que es evidente que en México tenemos mucho menos, quince veces menos que en Estados Unidos por ejemplo, pues tenemos un potencial enorme para incrementar esto.

Pero aquí de nuevo tenemos que analizar qué es lo que sería bueno fomentar, por supuesto tenemos que fomentar el interés por la ciencia en los niños, en los jóvenes y en los próximos minutos voy a hablar un poco de eso, pero antes de empezar lo que quiero enfatizar con estas cifras es que, por un lado, necesitamos tener investigación aplicada, que haya una colaboración mucho más estrecha entre las universidades, las industrias y el Gobierno, que de momento no están suficientemente bien acopladas.

La investigación aplicada, que se refleja en el número de patentes que tenemos, también nos demuestra que estamos muy rezagados. No solamente es la cantidad de personal sino la creatividad, la oportunidad que tienen para invenciones.

Eso es un extremo: hacer investigación aplicada, y hay todo un rango de distintos tipos de aplicación, y en el otro extremo tenemos lo que es investigación que podríamos llamar motivada puramente por curiosidad científica.

La pregunta: ¿es justificable que invirtamos en nuestros países en este tipo de investigación? No es una pregunta muy sencilla de contestar porque hay opiniones diversas, pero aquí está la mía.

Sí, es justificable que tengamos por lo menos un número pequeño de investigadores de excelencia para competir con la comunidad internacional y para darle prestigio a nuestros países, eso lo justifica, pero si nada más tomamos ese punto de vista, nuestra contribución al avance del conocimiento de la ciencia, dado los números que tenemos, no puede ser dominante, quizá pueda ser significativa.

Sin embargo, y aquí hay una diferencia muy importante, si esa investigación motivada por curiosidad, muy justificable, está conectada con la educación, entonces sí es ampliamente justificable porque una manera, quizá la única, de garantizar que en nuestras universidades tengamos niveles de excelencia es que tengamos profesores que hacen investigación de excelencia.

Es más, está muy claro que la manera más eficiente, sobre todo para estudiantes de niveles de investigación, o sea, maestría o

doctorado, está muy claro que la manera más eficiente de producir y de aprender, de volverse científico, es participando activamente en la investigación y para eso se necesita colaborar con grupos que estén realmente funcionando a nivel internacional.

Esto se puede medir, se puede medir por el número de publicaciones en revistas internacionales, por el impacto que tienen estos grupos. Ahí no tenemos excusa de tener investigación de segunda. Como los recursos que tenemos son limitados creo que sí deberíamos de tener como objetivo hacer investigación de primera.

Esos investigadores que nada más hagan investigación por curiosidad que tengan grupos de estudiantes, es extremo, pero por supuesto, no se nos olvide lo que dije hace un momento que no hay que olvidarse de que además de esa investigación solamente motivada por curiosidad, tenemos tantos problemas en nuestra sociedad, tantos problemas específicos en nuestros propios países, que una parte muy importante de esa investigación debe de estar destinada a ayudar a la solución de esos problemas.

Y no es incompatible eso con la ciencia pura, de nuevo aquí pongo el ejemplo de mi propio campo que fue química de la atmósfera, pues resulta que yo hice el doctorado en ciencias muy fundamentales, dinámica de reacciones químicas, algo pues aparentemente muy esotérico, pero tiene una aplicación muy directa para entender cómo funciona la atmósfera; entonces hay conexiones directas y en ese caso además tuvimos que tomar un paso adicional, y es no solamente hacer ciencia, sino asegurarnos de que esa ciencia se le pudiera comunicar clara y eficientemente a la sociedad, a los tomadores de decisiones en el Gobierno, etcétera.

Entonces, ése es un reto adicional, educar a nuestros estudiantes no nada más para que sean buenos científicos, sino para que estén conscientes de los problemas que tiene nuestra sociedad y tengan la capacidad de tener interacción con el Gobierno.

Así pues, volviendo al ejemplo que di de hacer nada más ciencia pura sin que esté conectada con la educación, pues es, digo, es

justificable, pero con números muy pequeños nada más por prestigio.

Creo que la mayor parte de la inversión, la mayor parte del énfasis debe ser más bien orientada a problemas importantes, a educar a nuestros estudiantes que puedan colaborar no solamente como (inaudible) de gobierno, sino muchas veces con otros científicos, o con economistas, o con abogados, necesitamos tener una mente amplia para resolver problemas reales.

En fin, esto simplemente son ideas, pero son retos, son retos que creo que podemos enfrentar para que realmente sea eficiente nuestra inversión, que no es fácil sobre todo en estos tiempos difíciles, por cierto un comentario muy breve pero qué podría decirse con la crisis financiera que tenemos, lo que es importantísimo es que a pesar de la crisis financiera, si bien será difícil aumentar el presupuesto, pero que no se considere en ningún momento bajarlo, o sea si dejamos de hacer esa inversión nos saldría mucho más caro después recuperar.

Inversión en educación

Así es que en el peor de los casos tenemos que ser pacientes, pero esa inversión en educación, en investigación y en ciencia es fundamental y no puede echar marcha atrás.

Bien, pues quiero ahora tocar el punto de educación, el interés en la ciencia es algo que tenemos que fomentar para crear esta capacidad de capital humano que necesitamos, entonces les voy a mencionar brevemente un programa en el que estoy involucrado, que creo que ha sido muy eficiente, hay una fundación que se llama INNOVET que está promoviendo unos sistemas de enseñanza llamados SEVIC Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia.

La idea fundamental es ésta: que los niños tienen una curiosidad innata por entender cómo funciona el mundo que los rodea y la manera tradicional de enseñar ciencia, realmente es tan aburrida, que los niños pierden ese interés, pero lo sabemos, pasa en todo el mundo y pasa de rutina.

Entonces, grupos de científicos como yo, interesados en la educación y algunos especialistas en educación, no sólo en México, en realidad en todo el mundo, coordinados, entre otros, por las academias de ciencia, han formulado una alternativa, una manera de enseñarle ciencia a los niños, empezando por primaria, donde los niños hacen ciencia, los niños participan activamente en proyectos y entre ellos se comunican, hacen experimentos, hacen reportes de sus resultados y pasa a segundo término el hecho de estar simplemente sentados, oyendo lo que dice un maestro.

Esto ha tenido un éxito enorme, porque realmente los niños se entusiasman; los profesores o los maestros, una vez que entienden cómo funciona esto, también se entusiasman y colaboran muy efectivamente para que funcione todo esto.

Es todo un tema que sería muy interesante discutir, pero dado el tiempo, nada más se los menciono, que en México tenemos una gran cantidad de estudiantes en este programa, apoyados por la Secretaría de Educación Pública y los gobiernos de los estados, aquí ven una descripción muy somera del tipo de clases que se dan y funciona, no sólo en México, también en Francia, en Europa, en Estados Unidos, por supuesto, pero hasta ahora como proyecto piloto.

Creo que esto realmente refleja que es indispensable que haya una revolución en la pedagogía.

Estos programas piloto ya pasaron de su época de ver si funcionan o no, ya se demostró ampliamente su enorme efectividad y es por eso que estamos entusiasmados con sus resultados y creo que si formáramos una red, si esto se hiciera con más efectividad en todos nuestros países iberoamericanos, podríamos intercambiar experiencias, podríamos adaptarlo todavía más a nuestra propia cultura y ser aún más eficientes.

Lo que quiero mencionar aquí también es que aunque esto ha funcionado, hasta ahora, a nivel de niños en educación primaria, realmente esta revolución en la enseñanza también se necesita en secundaria, en preparatoria y hasta en las universidades.

Está relacionado con lo que les mencionaba hace un momento, de que sin duda alguna la manera en cómo aprenden los estudiantes del doctorado a hacer investigación, no es tomando más cursos, sino haciendo investigación, o sea, ese es el otro extremo.

Pero también en las universidades hay un movimiento en el que yo estoy muy interesado, un colega mío, Carl Wayman, también premio Nobel, pero él de física, está dedicando todo su tiempo a modificar la manera como enseñamos en las universidades, de nuevo, en lugar que haya un profesor describiendo alguna materia que fácilmente puede leer en texto, se trata de aprendizaje activo, los estudiantes participan en clase, ellos discuten, forman grupos, etcétera.

Hay una serie de experiencias muy positivas con esto, pero están basadas en mediciones. Hay toda una ciencia detrás de esto, no es nada más cuestión de opinión. Puede uno medir que en una clase convencional, que cuando mucho el 20 ó 30 por ciento de la información que da un profesor así de manera convencional, es absorbida por los estudiantes.

Entonces, toda esta ciencia, creo que puede tener un impacto enorme y, ¿por qué nos interesa?, creo que en nuestros países latinoamericanos tenemos un potencial enorme, tenemos una oportunidad de no esperarnos por varias generaciones a ver si alcanzamos a los países muy desarrollados en sus niveles de excelencia.

Yo creo que si aprendemos todas estas nuevas maneras, esta nueva pedagogía, si entendemos cómo funciona la ciencia, etcétera, no tenemos que esperar tanto, podemos dar un brinco, en corto plazo tener niveles muy elevados de excelencia en nuestras investigaciones.

Como ya es el caso de, no tengo aquí la lista, pero sabemos que en México y en muchos otros países iberoamericanos tenemos científicos de primera, en algunos campos; pero por qué estar satisfechos con éstos, podríamos ampliarlos a muchos más campos, podríamos asegurarnos de esa calidad del capital humano al que me he referido.

Investigación aplicada

Tengo unos minutos más en los que quiero tocar un punto adicional y es este de la investigación aplicada, usando un ejemplo que está relacionado con mi propia investigación y para explicar por qué es tan importante que en nuestros países también hagan investigación aplicada y tecnología, no he hablado hasta ahora de tecnología, pero es una parte directamente afectada con todo este problema.

Lo que voy a hacer es en unos minutos nada más, hablar del problema del cambio climático, como quizá el ejemplo más importante de lo que le está pasando a nuestro planeta que requiere una revolución en nuestra manera de funcionar y requiere una gran creatividad de nuestros científicos e ingenieros para adaptarse para los cambios que son indispensables.

Les voy a enseñar dos figuras nada más que vienen del cambio climático, que es este grupo internacional de científicos alrededor de dos mil científicos, el grupo que compartió el premio Nobel de la Paz con Al Gore el año pasado.

En resumen qué es lo que dice este reporte: primero, vemos en una de estas gráficas que claramente hay consenso de que la temperatura está aumentando en todo el planeta y no es tan preocupante el pequeño grado de temperatura, que es menos de un grado, pero las consecuencias extremas de clima, inundaciones, sequías, etcétera, cosas de las que creo que todos ustedes pues están al tanto.

Por otro lado, está muy claro esto ya desde hace años, que hay un cambio en la composición química de nuestra atmósfera ocasionado por actividades de la sociedad, pero es un cambio espectacular, si lo graficamos pues casi repentinamente estamos haciendo estos cambios muy profundos.

Bien, éstos son cambios en lo que llamamos gases efecto invernadero, pues resumiendo, la conclusión de este panel intergubernamental es que estas dos observaciones son observaciones experimentales y están conectadas.

O sea, que el cambio de clima está originado por actividades humanas. El clima es tan complicado que no tenemos la certeza absoluta que éste sea el caso, pero hay más del 90 por ciento de probabilidad de que efectivamente somos nosotros los que estamos causando este cambio de clima; bien, ése es el problema.

¿Qué es lo que se puede hacer? El consenso de los expertos es que tenemos que reducir las emisiones que estamos haciendo de gases efecto invernadero, quizá la más espectacular o difícil de lograr es reducir emisiones de bióxido de carbono, que vienen de quemar combustibles fósiles.

Aquí es una gráfica de que si continuamos actuando como lo estamos haciendo hoy en día seguirían aumentando estas emisiones. Pero el consenso de los expertos es que debemos de tratar de evitar que la temperatura del planeta suba más de dos grados; va a estar difícil, digamos que no suba más de dos grados y medio.

En esta gráfica es nada más para enseñar algunos resultados que nos dicen en cuánto tenemos que reducir esas emisiones en distintos años y son reducciones enormes, no estamos hablando de este año, ni del año próximo, pero sí de la próxima década, tenemos ya que empezar a hacer cambios muy profundos en la manera de cómo usamos energía.

¿Cómo podemos lograr ese cambio? Quizá la manera más sencilla de explicarlo, es repitiendo esa misma gráfica de manera esquemática, donde tenemos emisiones en función del tiempo.

Tenemos que pasar de la zona verde a la zona sur, son cambios profundos en la manera como funciona la sociedad, la manera como quemamos combustibles fósiles y la única manera de hacer ese cambio tan importante es tomar muchas medidas simultáneamente, lo que se llama triángulos de estabilización.

Algunas personas opinan que la energía nuclear es la solución, pues no si ve uno el detalle, la escala, etcétera, es quizá importante tener esa opción, aunque es discutible, hay grupos que piensan que es muy peligroso, otros que es muy caro, pero es una opción, pero cuando mucho contribuye un triángulo de estabilización.

Tenemos que mejorar la eficiencia con la que se usan energías, tanto en el sector transporte, en el sector de vivienda. No quiero pasar mucho tiempo con el detalle, pero tenemos energía renovables, energía solar, energía eólica, tenemos que hacer todo esto simultáneamente, sabiendo que no todas las opciones van a tener éxito.

Aquí la duda es ésta: ¿se puede o no se puede? Resulta que ya tenemos, casi, para tomar todas estas medidas, pero nos faltan proyectos de demostración, aquí es donde embona esto con lo que quiero hablar de tecnología, se están invirtiendo cantidades muy importante en tecnología, sobre todo en los países desarrollados, pero aquí es donde es indispensable que nosotros, en nuestros países también contribuyamos a ese cambio porque nos conviene.

Si esperamos que la tecnología se desarrolle en otros países y después la tenemos que comprar y estamos atrasados, pues nos sale más caro. Como lo podemos ver, es muy probable que haya, a nivel internacional, un acuerdo, posiblemente en Copenhague, ya a finales del año que entra.

Un acuerdo que estipule que haya un costo a estas emisiones de gases invernadero, pero en lo que todo el mundo está de acuerdo es en que hay que aumentar las inversiones en investigación y no estoy hablando nada más de nuestro países, esto es en todo el planeta.

Se necesitan inversiones en investigación, desarrollo e implementación de nuevas tecnologías. ¿Por qué menciono esto?, porque es una oportunidad que tenemos, es una oportunidad que se nos está escapando si no empezamos a actuar ya.

¿Qué es lo que pueden hacer nuestros países?, por supuesto tenemos que asegurarnos que nuestro desarrollo económico continúe, que no sea limitado por los acuerdos internacionales, pero sí se puede. El ahorrar energía resulta que es redituable, se paga a sí misma, pero en un momento dado tenemos que usar tecnologías nuevas.

La primera serie de medidas son aquellas en que nos conviene de todas maneras, que no se están llevando a cabo por lo barato que es la energía, de momento, pero eso ya se está acabando.

Pero este segundo punto, crear un fondo para cambio climático para permitir la inversión en la investigación, desarrollo, etcétera, esto es muy pertinente al tema que estamos tratando aquí en esta conferencia.

Porque es un problema de todo el planeta, es un problema típico que normalmente no hemos contribuido mucho a sus soluciones, pero lo podríamos hacer y ya no nada más esa investigación básica que va a tardar una década en materializarse.

Estoy hablando de inversiones, por ejemplo, en plantas piloto de energía solar, por cierto, no de energía fotovoltaica, todavía es demasiado cara, pero de energía térmica, energía eólica, ahí ya se nos fue el tren porque ya alcanzó el precio de los combustibles fósiles, pero la tecnología se desarrolla en otros países.

España lo ha hecho muy bien y de momento hay tal demanda por las turbinas que no estamos al día, no podemos avanzar con suficiente rapidez.

De haberlo sabido, pues tendríamos fábricas de turbinas en México y estaríamos haciendo mucho dinero que a su vez podríamos invertir en investigación, pero no estábamos al día.

Pero eso no es excusa para no seguir al día. Tenemos ejemplos muy concretos y específicos, podemos armar, por cierto, con ayuda y colaboración de la comunidad internacional, aquí no hay competencia, de a ver quién lo hace primero y voy a esconder mis resultados.

En este campo hay una gran colaboración a nivel internacional. Tenemos que formar parte de esa colaboración, por eso me parece un ejemplo tan interesante y tan importante.

Termino con un ejemplo adicional. Una tecnología que ya tenemos planeado un proyecto para hacerlo en México es la siguiente: la única manera de seguir usando combustibles fósiles es capturando

y almacenando el bióxido de carbono que se emita, por ejemplo, en las plantas termoeléctricas.

Algunas personas mantienen que tenemos un problema muy grande porque se nos va acabar el petróleo, pues no. Tenemos un problema mucho más grande y que se viene antes: se nos acaba la atmósfera.

Pero aunque se acabe el petróleo hay muchísimo carbón en el planeta. China y Estados Unidos lo tienen y para seguir usándolo se necesita desarrollar esta tecnología para que no se emita a la atmósfera.

Eso sí, necesariamente tiene que aumentar el precio de la energía, pero no mucho, estamos hablando del uno por ciento del PIB de todo el planeta, o sea que es algo que sí se puede hacer.

Pero, aunque cueste, aunque de momento no sea redituable, creo que sería muy importante que en nuestros países tengamos el personal, los ingenieros, los científicos con conocimientos para poder implementar estas tecnologías, y por qué no, contribuir a su desarrollo exitoso.

Termino con esta gráfica de la población. Como estamos en nuestro planeta, pues resulta que, como saben ustedes, tenemos ya más de 6 mil millones de habitantes, pero el reto enorme que tenemos es que solamente la cuarta parte o la quinta parte de esa población es la de los países industrializados, los países ricos, los que hacen ciencia e investigación con mucho énfasis, pero también son los que han contaminado al planeta.

Entonces, el reto enorme que tenemos en el resto de la población, es primero un desarrollo económico muy vigoroso, pero no puede ser del mismo tipo que ha habido en los países desarrollados porque no nos caben los desperdicios en el planeta.

Por eso tenemos un reto enorme en nuestros países, en ciencia y tecnología, para que en colaboración con la comunidad internacional podamos resolver estos problemas, no solamente por razones económicas y muy justificables, sino por razones éticas de dejarle a futuras generaciones un planeta sustentable en que los

habitantes tengan las mismas oportunidades o mejores de las que tenemos nosotros hoy en día.

Muchas gracias.

-- ooOoo --