

Tecnología y sociedad^(*)

Por OLEGARIO LLAMAZARES GOMEZ

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

Continúa nuestro colaborador sus reflexiones sobre la nueva sociedad tema al que dedicó el último artículo publicado en estas páginas. Se refiere ahora a la importancia de la actividad tecnocientífica para la configuración de una sociedad más justa y solidaria. La mejora de la calidad de vida, y el propósito de extenderla progresivamente al ámbito mundial, pasa por la aplicación de las modernas tecnologías fruto del fomento activo de los hallazgos de la ciencia. Para ello es preciso el desarrollo del hombre aprovechando al máximo posible su capacidad cerebral y esto justifica el papel fundamental de la educación y el aprendizaje en la construcción de la sociedad del porvenir.

1. Introducción

El avance científico y tecnológico debe responder al desafío cotidiano del desarrollo y a la explosión demográfica con sus exigencias imperativas y, de hecho, ya ha influido decisivamente en múltiples mutaciones muy beneficiosas para la sociedad. Como huella imborrable de nuestro siglo quedará el paciente esfuerzo de una élite de hombres, secundados por la tecnoestructura de aplicación, que hizo posible unos logros en el aspecto cualitativo y cuantitativo y unas cotas de calidad de vida que no podían soñarse hace cuarenta años. Y esto constituye una esperanzadora promesa de las metas que pueden alcanzarse con un orden nuevo basado en la convivencia pacífica y en el aprovechamiento racional de los recursos humanos y materiales.

Si la sociedad industrial se basó en la coordinación de máquinas y hombres, la nueva sociedad se organiza en torno al conocimiento, a la explotación de los hallazgos de una ciencia que evoluciona con rápido ritmo y que debe ser definida en una intercomunicación continua para que el intercambio de experiencias y la colaboración entre los países sean los máximos posibles.

Las relaciones entre la sociedad y la ciencia, a través de la aplicación social de ésta que es la tecnología, se van haciendo más profundas y decisivas, en este mundo que puede ser cada

vez más dirigible hacia objetivos predeterminados, dentro de la inevitable limitación que tiene el poder del hombre.

La tecnología, con su enorme aparato de producción y comunicación, nos brinda posibilidades de alcanzar una madurez social y política, dentro de una comunidad eminentemente humana, con todos los estímulos y recursos, materiales y espirituales, que pueden ofrecerse al hombre de finales del siglo XX.

Hemos llegado a una situación sin precedentes para la especie, pues nunca el hombre tuvo tantos medios como ahora para configurar la sociedad en que vive. Claro está que, como tantas veces se ha repetido, las grandes conquistas de la ciencia y de la tecnología nos capacitan tanto para una gran mejora de la salud y del nivel de vida como para la total destrucción del mundo y sus habitantes.

Es temible el hombre ebrio por el desarrollo de la tecnología y sus éxitos inmediatos en la modificación de la naturaleza, que no se da cuenta de que la humanidad —aun sin pensar en próximas destrucciones de origen bélico— puede pagar mañana muy caro los beneficios que va a conseguir hoy. Cegado por los avances de la Ciencia, el hombre tiene propensión a prescindir de las inspiraciones de la Filosofía y de la Fe que son las que pueden dar continuidad y armonía a su empresa. Como se ha dicho, refiriéndose a este aspecto, el hombre de hoy es capaz de desarrollar todo pero se olvida de desarrollarse a sí mismo en su parte más noble y

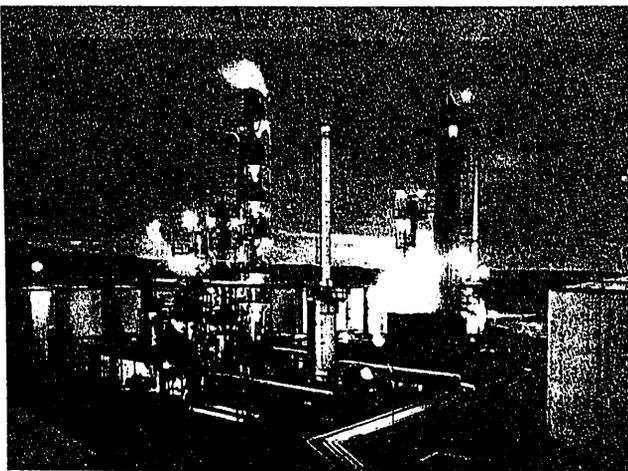
(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de marzo de 1982.

en ello estriba la incertidumbre y el temor respecto al porvenir de la sociedad y de la especie.

2. La ciencia y la tecnología como bases del desarrollo

Desde luego está fuera de dudas que el conocimiento científico y sus múltiples aplicaciones ha sido motor básico de la sociedad industrial. Esto tardó en comprenderse tanto por los políticos como por los propios promotores de la industria, pero ya es una realidad incuestionable y no hay que esperar al milagro técnico, esporádico y casual, sino que éste se provoca con una actividad investigadora continua y racionalmente orientada.

Bien es verdad que la investigación base del progreso, punta fina y sensible del espíritu humano, es un camino que como tal en algunos casos puede no llegar a ninguna parte; por otro lado tampoco puede acertarse a veces con la aplicación óptima de un descubrimiento. Pero nada de esto invalida la gran atención que, en estímulo y medios materiales, debe prestarse al investigador. En científicos recordaremos, como ejemplo elocuente, que Lord Rutherford, el gran sabio inglés que fue uno de los padres de la Física Nuclear dijo en 1934: "Hay ingenuos que piensan que podrá aprovecharse la energía del átomo". Tal afirmación es una prueba palpable del escaso valor de las previsiones tecnológicas de los propios científicos en cuanto a su influencia en la transformación de la sociedad.



El refinado de productos petrolíferos debe ampliar su capacidad para tratar los cinco mil millones de toneladas de incremento anual que se supone pueda obtenerse en la última década del siglo en la que se llegará a un máximo para reducirse posteriormente a la mitad, de acuerdo con el decrecimiento previsto en los recursos de esta tradicional fuente energética.

Por otro lado existe el aspecto negativo del avance científico con su secuela de contaminación de la naturaleza o su latente amenaza de utilización en armas mortíferas. Esto ha sido causa de arrepentimiento y crisis en algunos sabios y sobre tal tema de nuestro tiempo ilustra la famosa obra teatral de Dürrenmatt, *Los Físicos*.

En este aspecto cabe apuntar la contradicción a que están sometidos los investigadores entre su potencia como creadores y su impotencia como ciudadanos. Como es sabido tanto en la U.R.S.S. como en los EE.UU. ha habido casos de rebelión de científicos contra la política de su país. A semejanza de los atletas que aprovechan el momento en que suben al podium olímpico para denunciar injusticias de su pueblo, algunos sabios aprovechan su situación para tomar una posición política contestataria.

Al margen de estas relaciones no siempre fáciles de la ciencia y la política, es preciso reconocer que nuestra sociedad se organiza cada vez más para el desarrollo tecnológico, lo que por otra parte es necesario para el bienestar y la supervivencia (*).

La interacción entre tecnología y sociedad es básica para el desarrollo de los pueblos y, en consecuencia, para la definición de sus esquemas políticos. Y ello incide en la ineludible necesidad de arbitrar recursos humanos, financieros e instrumentales para propiciar y activar la investigación de base, al mismo tiempo que para orientar sus aplicaciones hacia beneficios auténticos para el hombre en su concepción de ser integrante de la comunidad, situado en el tiempo y en el espacio. Y es indispensable una firme voluntad política que coordine y estimule, tanto a nivel nacional como internacional, todas las actividades que confluyan en una investigación destinada a satisfacer, en el mayor grado posible, las apetencias sociológicas.

Si la ciencia, con sus aplicaciones, fue motor de la sociedad industrial más lo será de la posindustrial a cuyo umbral ya llegan los países más avanzados. En una recensión que publicamos en esta revista sobre el libro de referencia (**) señalábamos que uno de los problemas de la nueva sociedad era la relación entre la comunidad carismática de la ciencia

(*) Esta cuestión ha sido ampliamente tratada en el libro del profesor francés de origen judío J.J. Salomn. *Science et Politique*. Editions du Seuil. Paris, 1979.

(**) Gustafsson, B. y otros. *Post Industrial Society*. Proceedings of Symposium in Uppsala University. Printed by Croom Helm. Londres 1979.

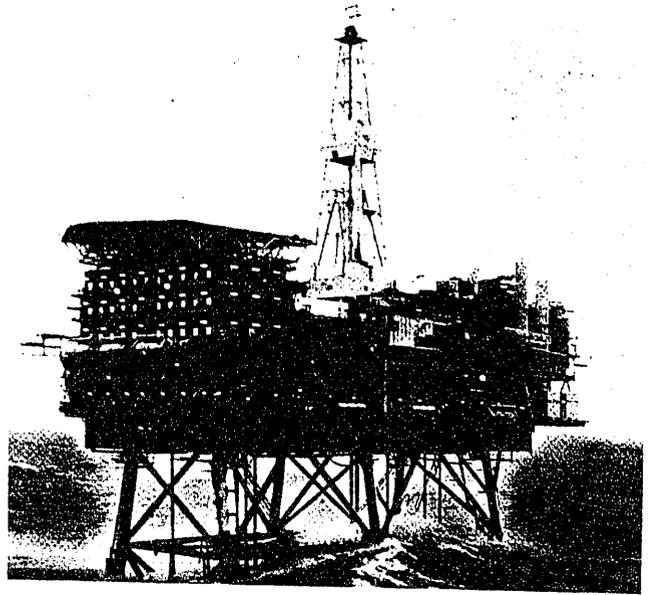
—surgida como una nueva fuerza en la segunda guerra mundial en la que los científicos se alzaron sobre sus logros de desencadenar fuerzas apocalípticas— y las instituciones que ordenan y financian las actuaciones en investigación.

En los 25 años que siguieron a la segunda guerra mundial los científicos vivieron en una perspectiva eficaz y tranquilizadora. Se formularon objetivos muy ambiciosos y se crearon, en gran número, instituciones nuevas. Los presupuestos y los medios destinados a la investigación crecieron en los países más desarrollados según una ley exponencial y se asistió, con admiración y orgullo, a una sucesión de grandes programas: la euforia alcanzaba un máximo en este período en que se reforzó de un modo radical la legitimidad social de la ciencia. La política científica era una conjunción feliz de una élite política, consciente de las virtudes apodícticas de la planificación y de una élite científica con grandes afanes de investigación y progreso en el amplio y diversificado campo de la tecnología (aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, electrónica, informática, química de los polímeros, ingeniería genética, bioindustria, etc.) con grandes beneficios para elevar la calidad de vida de la colectividad.

No obstante la crisis del petróleo de 1973 ha sido un condicionante desfavorable para esta política activa a la que afectó, en mayor o menor grado, en los países más desarrollados de Occidente, donde se ha ido notando una progresiva devaluación en la función de científicos y tecnólogos, que han perdido parte de su influencia anterior en cuanto a la imposición de opciones de investigación y obtención de créditos suficientes para financiarlas (*).

El problema es especialmente agudo en Francia donde se celebran frecuentes debates en los que se pone de manifiesto la *rutinación* de los programas y una visión imperante de rentabilidades y eficacias a corto plazo; esto se acusa más en el sector privado donde los grandes

(*). Incluso este frenado de la labor investigadora se ha notado en los Estados Unidos con excepción de algunas universidades de California sobre todo en el llamado Silicon Valley, entre San Francisco y Palo Alto, donde tienen asiento actualmente 1.400 sociedades especializadas en tecnologías de vanguardia en las que se trabaja con el mismo espíritu y eficacia que lo hacen las fanáticas tropas de choque de la industria japonesa. Los americanos han mantenido aquí su pasión por los sectores de punta (electrónica, informática e ingeniería genética). Parte importante del éxito se debe a una simbiosis entre Universidad-empresa, por desgracia infrecuente en otros países.



La tecnología de las estructuras metálicas y de cimentación y anclaje ha permitido la construcción de plataforma para la explotación del petróleo de los yacimientos submarinos.

centros de investigación han perdido la importancia que en otro tiempo se les dió. Por otra parte, a nivel de Gobierno el poder de decisión es acaparado por gabinetes ministeriales mal preparados para conducir *per se* una política de investigación audaz y continua con la necesaria visión a largo plazo.

En recientes informes sobre la política científica del país vecino se pone de manifiesto la necesidad de promoción de una investigación, restableciendo las prioridades presupuestarias que antes fueron conferidas a esta actuación decisiva y basándose en una profunda reflexión prospectiva, inevitablemente conflictiva, pero que debe apoyarse, con la fuerza precisa, por una sensibilidad política que valore la trascendencia de los programas científico-tecnológicos en el desarrollo socioeconómico.

La reforma de la enseñanza en las facultades de ciencias y en las escuelas técnicas es otra exigencia prioritaria; hay que poner en evidencia el carácter problemático y flexible de los conocimientos que se imparten antes que su ortodoxia académica. Y por lo que se refiere a los ingenieros, en sus planes de estudio las materias técnicas deben estar estrechamente ligadas con otras de gestión social para la aplicación de éstas, que con análogo rango tienen que figurar en los programas. El esquema socioeconómico del desarrollo no puede seguir apoyado en ideas centenarias que cumplieron su estimable función, pues los supuestos ya no

son los mismos y las premisas que fueron predominantemente económicas deben ser relevadas, o al menos compartidas, por otras de carácter social; la riqueza material ha perdido su condición de objetivo básico frente a otros imperativos como son la calidad de vida y la plena realización del hombre. Para ello la ciencia se orienta hacia una mejor ordenación de la naturaleza en cuanto a la explotación de sus recursos y la protección ambiental. Y es preciso insistir en la necesidad de la prospectiva a largo plazo, considerando al hombre y a las diversas sociedades coexistentes en la multiplicidad de sus exigencias e interacciones.

Señalamos en este aspecto el interés del ensayo de prospectiva que constituye el informe *Interfuturos* (*) —ya fue objeto de nuestra recensión en estas páginas— en el que se contemplan en su necesaria aproximación y relación los países avanzados y los del Tercer Mundo, en cuanto a los factores materiales (fuentes energéticas, materias primas, desarrollo agrícola e industrial) así como al cambio de estructuras socioeconómicas a nivel planetario, inevitable por la creciente interdependencia que imponen las conexiones e incidencias, tanto en los aspectos políticos como en los económicos del mundo de hoy.

En todo ello juega un papel decisivo la ciencia y la tecnología que han pasado a ser factores básicos del cambio necesario que debe operarse en la sociedad del futuro. Sobre ello ha insistido en España la calificada voz del profesor Mayor Zaragoza, ex-director general adjunto de la UNESCO y ministro de Educación, del que transcribimos estas palabras: "Las posibilidades de que la tecnología modifique la índole del desarrollo, su orientación y sus objetivos son de tal magnitud que quienes posean su clave poseerán a menudo también la del desarrollo económico".

Pero no hay que olvidar, y a ello ya aludimos al principio, que las conquistas de la ciencia son un arma de doble filo, que pueden orientarse a la mejora del nivel de vida —en sus aspectos cualitativo y cuantitativo— o hacia la destrucción del mundo; y en consecuencia es indispensable disponer a nivel mundial de unos mecanismos de control basados en unas normas éticas para su empleo.

Recordamos que el pasado año Su Santidad el Papa Juan Pablo II se dirigió desde la UNESCO a los científicos, tecnólogos, profesores, e intelectuales en general, pidiéndoles que alzaran su voz para contribuir a un mejor futuro de la Humanidad, y en su reciente encíclica *Laborem Exercens* pone de relieve la supremacía del hombre en la producción y recepción de bienes: "El hombre vale más por lo que es que por lo que tiene". Por supuesto el hombre con moral, que a todos los niveles se esfuerce por la convivencia pacífica y la concordia.



Para cubrir el creciente consumo energético no debe prescindirse de ninguna de las posibles fuentes renovables. La importancia de la energía eólica se pone de manifiesto por las recientes estimaciones de sus reservas que la equiparan a la hidráulica, si bien el potencial realizable sería sensiblemente la mitad; pero en todo caso podría suponer unos 700 millones de TEP.

Con ello se desterrarían las aplicaciones inoportunas y las temibles consecuencias del avance científico que justifican oposiciones y desconfianzas. Porque, en todo caso, el proceso investigador y la utilización de sus hallazgos debe proseguir. La sociedad necesita de la ciencia y gracias a ésta se ha llegado a cotas de calidad de vida que aún hace pocos años no se podían vislumbrar y que deben extenderse progresivamente a los países más retrasados.

(*) Lesourne, M. y otros, *Interfuturs. Face aux futurs*. Organisation de Cooperation et de Développement Economiques (OCDE). Paris, 1979. La versión española la ha publicado el Instituto Nacional de Prospectiva.

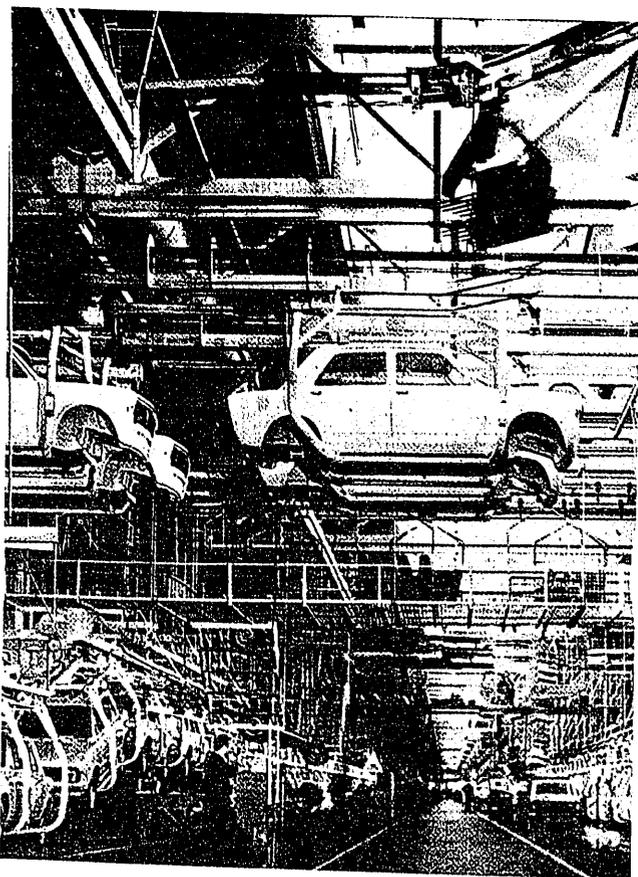
3. Los recursos humanos

Si antes hablábamos del hombre en cuanto al aspecto de su desarrollo moral como freno de los perjuicios y hasta catástrofes a que puede llevarnos el uso indebido o poco controlado de la tecnología, nos referimos ahora a su condición de agente fundamental para el aprovechamiento de recursos *lato sensu* empezando por los específicamente humanos.

No olvidemos que el hombre es el responsable de la gobernación de ese vasto conglomerado de sociedades y de sistemas cada vez más complejos e imbricados que constituyen el mundo de hoy. Para aprender a gobernarle es preciso aprender a gobernarlos a nosotros mismos. Por ello el imperativo más urgente es promover el desarrollo del hombre, sin el cual ningún otro desarrollo, ninguna política, ningún proyecto racional de futuro son posibles. Y ya nos hallamos en una situación límite para actuar debido a este *gap* que cada vez nos separa más del mundo real, un mundo frenético y mecánico, tan inexorable y errático que no podemos comprender ni dominar.

Refiriéndose a tal situación dramática, Aurelio Peccei, Presidente del Club de Roma en su último libro (*), pone énfasis en esta separación del mundo real al mismo tiempo que señala la existencia de una *falla* que nos impide distinguir las cosas que agravan la actual situación de la sociedad de las que podrían mejorarla. Consideramos el gran interés de su análisis sobre los rasgos esenciales de mentalidad y aptitud que incidirán en la mutación cultural necesaria para hacer frente a los grandes retos del futuro. Como dice "nuestra situación sería totalmente desesperada si no hubiera una última tabla de salvación en el hombre". Se refiere a los recursos latentes de una riqueza innata de visión, comprensión y creatividad que es patrimonio de cada individuo pero que está olvidada, inexplorada.

Una simple observación superficial nos muestra que el hombre moderno es un ser nacabado, mal preparado para la época que le ha tocado vivir, en una sociedad tecnológica de limitados recursos. Ha conseguido éxitos espectaculares y ha llegado con su conocimiento y su poder a cotas imprevisibles, pero se ha traicionado a sí mismo al creer que había alcanzado para siempre la era de la abundancia del bienestar, eludiendo el esfuerzo de ponerse a la altura de las grandes transformaciones que



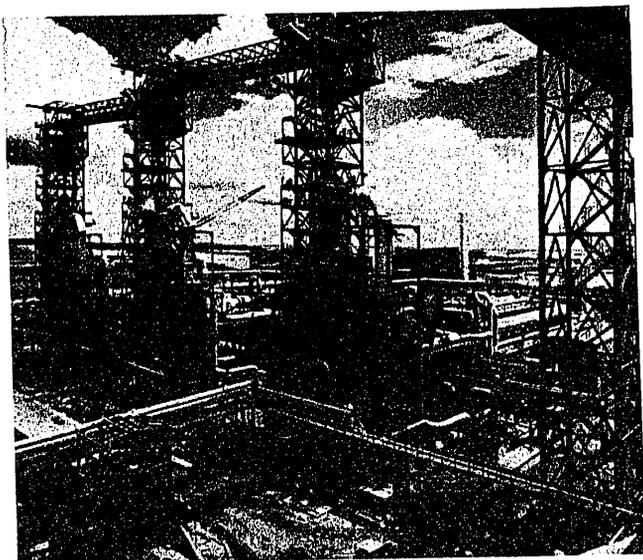
La tecnología del automóvil avanza por el doble motivo de la gran competencia internacional y la investigación de motores con fuentes de energía alternativas de los carburantes petrolíferos. La robotización y la mejora de las cadenas de montaje han permitido aumentar considerablemente los ritmos de producción.

provocaba. Y en consecuencia, sigue subdesarrollado desde un punto de vista humano, lejos de las realidades que se salen de los límites de sus posibilidades de actuación.

La elección entre ser o no ser, entre supervivir o sucumbir depende, en gran medida, de nuestra capacidad de movilización del potencial humano; y el hombre lo primero que tienen que hacer es concentrar sus facultades en el enfoque adecuado de los problemas y adaptarse al mundo nuevo, fantástico y semiartificial que en las últimas décadas ha creado.

La transformación que tales condicionantes imponen serán diferentes para los ciudadanos de los distintos países y serán necesarias innumerables iniciativas a todos los niveles. El Club de Roma ha imaginado una serie de activi-

) Peccei, A. 100 pags pour l'avenir. Reflexions du President du Club de Rome. Editions Economica. Paris, 1981.



Para evitar una penuria de productos industriales frente al gran incremento de consumo es necesario el nuevo establecimiento o reestructuración de factorías de acuerdo con nuevos modelos de gran rendimiento.

dades orientadas hacia tres objetivos específicos:

- crear un movimiento de aprendizaje-innovación de muy amplias bases
- promover alternativas para el futuro movilizandando la creatividad de la juventud
- provocar la renovación del pensamiento básico actual.

La capacidad cerebral media del individuo es muy superior a la que normalmente emplea, pero hasta ahora se sabe muy poco respecto a la manera de aprender del hombre y de como pueden mejorarse los mecanismos mentales que, desconocidos e invisibles, presiden nuestro aprendizaje. En todo caso en una sociedad de masas, que además está en rápida transformación, el aprendizaje debe basarse en la participación y en la anticipación. Es ésta una exigencia que refleja dos aspectos —uno relativo al presente y otro orientado hacia el futuro— de la ansiada solidaridad humana que será la quinta esencia de una sociedad madura y responsable.

En la actualidad se están promoviendo diversos programas de investigación (estudios neurofisiológicos, sociopsicológicos y pedagógicos para aumentar y perfeccionar nuestras facultades de aprender) al mismo tiempo que proyectos pilotos de comunidades experimentales en que se oriente o controle el desarrollo rural hacia niveles crecientes de estímulo y eficacia. No hay que olvidar que de cada dos habitantes del planeta uno es un campesino del

Tercer Mundo y se trata de que no huya de su medio sino de que aprenda a vivir dignamente en él. El hombre, a todos los niveles, tiene que luchar por salir de una inercia indolente y generalizada y esforzarse por aprender mucho. En el fondo de la redención de la sociedad está el concepto *learning* —designación breve adoptada para sintetizar el imperativo vital de aprender y seguir aprendiendo sin límites— destinado, por razones obvias, a convertirse en una idea-fuerza en un mundo que camina a tientas, en la semioscuridad, buscando vías de salvación.

En los comienzos de esta década decisiva de los 80 debemos confiar en los recursos humanos ordenados y estimularlos hacia su máximo aprovechamiento. Como ciudadanos del mundo tenemos que tomar en nuestras manos el futuro y esforzarnos en forjar conjuntamente nuestro destino común. Esto postula una *revolución humana* que sitúe al individuo en el centro de todo desarrollo y eleve la percepción, la capacidad y la calidad de sus responsabilidades. Es un imperativo de esta sociedad basada en la tecnología que requiere un nuevo humanismo que renueve principios y cree estímulos espirituales, socioeconómicos y políticos que tiendan a establecer un equilibrio de solidaridad y supervivencia. Más que nadie las nuevas generaciones son las que deben aprestarse a esta lucha por el cambio, en una reacción —que es mandato ineludible— por una evolución político-estructural de la sociedad y de los sistemas humanos para hacer a éstos gobernables; evolución que debe pasar por la sustitución de tensiones Este-Oeste por una colaboración activa y por una reestructuración del Sur *pér se* —con las necesarias ayudas de los países industrializados— para que pueda integrarse orgánicamente en una sociedad planetaria.

No se oculta que serán necesarias transferencias masivas de recursos tecnológicos y económicos a los países del Tercer Mundo así como la adopción de estrategias internacionales en materia energética y alimentaria. Para todo es preciso contar con la indiscutible realidad que domina el horizonte de la sociedad de fines del siglo XX. Asistimos a una mundialización de la economía, resultado de una interdependencia creciente de los Estados y a una minimización de las acciones exclusivamente nacionales. Y el mundo debe ser conquistado no por la fuerza militar ni por la pasión ideológica, sino por las armas pacíficas de la organización de la economía y de la creatividad en cuya raíz está el hombre con sus recursos intelectuales que hay que tratar de aprovechar al máximo mediante un progresivo y eficaz desarrollo.