

Aspectos económicos de las tecnologías apropiadas

Beatriz C. AMARILLA

La tecnología y los cambios tecnológicos involucran una serie compleja y amplia de actividades humanas. Diversas tecnologías coexisten en la misma sociedad y además son dinámicas, modificándose a lo largo del tiempo. Por lo tanto, resulta difícil hablar de una tecnología homogénea y de sus consecuencias en conjunto: parece más acertado sustituir "tecnología" por "tecnologías", profundizando el análisis de aquellas que puedan considerarse apropiadas.

La tecnología y sus efectos no pueden ser analizados con independencia del contexto en el cual ésta aparece o se implanta, ya que una misma tecnología no será igualmente apropiada en sociedades que difieran en sus instituciones, valores, recursos e historia.

Por otra parte, la complejidad de la tecnología, su interdependencia con otros componentes del sistema social y su influjo en cuestiones socioeconómicas sólo pueden ser entendidos y procesados cambiando modos de pensamiento y paradigmas profesionales, los que funcionan con una especial inercia.

De este marco complejo que condiciona y a su vez es condicionado por la tecnología se analizarán aquí dos aspectos principales: las cuestiones de índole macroeconómica y el debate en torno de las tecnologías apropiadas.

Aspectos macroeconómicos de la tecnología

Toda decisión en arquitectura encierra en su origen, desde el punto de vista económico, un doble problema: el macro y el microeconómico. El primero se refiere a la incidencia de la sumatoria de decisiones dentro del sector construcciones, y en consecuencia, al papel que este sector cumple dentro de la economía local, provincial o nacional. El segundo atiende a problemas más específicos, como es la economía en relación al proyecto y construcción de obras en particular.

Los profesionales suelen sentirse más cerca del segundo aspecto que del primero; sin embargo, ambos se encuentran estrechamente unidos, y ello puede apreciarse con claridad a través de ejemplos extraídos del ámbito tecnológico.

La relación entre enfoque macroeconómico y tecnología apropiada es relevante, ya que las fuentes de irracionalidad tecnológica pueden aparecer lejos, en el espacio y en el tiempo, de una obra arquitectónica o de una intervención urbana. Un ejemplo quizás pueda ilustrar mejor esta compleja malla de relaciones. Ciertos materiales industrializados pueden adoptarse en una obra debido a su reducido costo directo, lo que

dicho de otra manera, no constituye un problema desde el punto de vista microeconómico. Pero ese mismo material puede provenir de una fábrica con alto índice de contaminación, con derroche energético en el proceso de producción, donde existan condiciones deficientes de higiene y seguridad industrial, o donde los salarios sean reducidos como consecuencia de procesos de desocupación existentes.(1)

Partiendo de estas premisas es que se analizarán las características económicas del sector construcciones en nuestro medio y sus relaciones con la adopción de determinadas tecnologías, teniendo como objetivo último el desarrollo nacional.

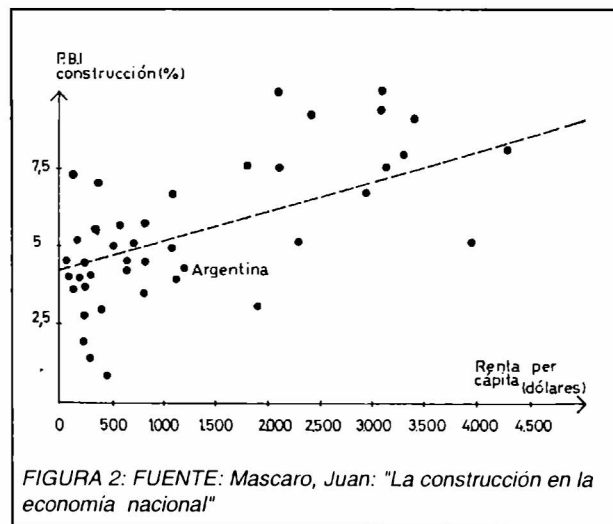
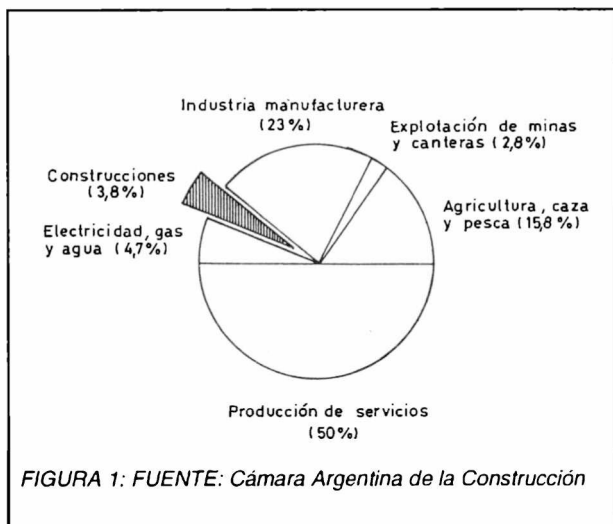
Se sabe que la construcción es un sector esencial para el crecimiento de un país; tiene uno de los mayores poderes de reproducción dentro de la economía y por lo tanto su buen funcionamiento es imprescindible para el desarrollo económico.

En la figura 1 puede apreciarse como las cuentas nacionales participan porcentualmente en el Producto Bruto Interno (Sumatoria de bienes y servicios disponibles). Allí puede observarse que, según datos correspondientes a 1985, la Construcción está colaborando con un 3,8% a la formación del P.B.I.(2)

En la figura 2 se relaciona el aporte porcentual del sector construcciones al P.B.I. con el grado de desarrollo de los países; éste último está medido mediante la renta per cápita como indicador económico. Los puntos representan países: los que están próximos al origen de coordenadas son los países más pobres, y los que se alejan hacia la derecha, los de mayor desarrollo o grado de industrialización. Se ha trazado además una recta de tendencia, obtenida por el sistema de mínimos cuadrados.

Se observa que hay una marcada correlación entre nivel de desarrollo y tamaño del sector construcciones. Los países con renta per cápita menor a los 1000 dólares tienen participaciones inferiores al 5% en el P.B.I.; aquéllos que superan los 3.500 dólares presentan aportes superiores al 7%.(3)

El caso de Argentina es muy particular, ya que existe un notable desfase respecto de la tendencia general: siendo un país de ingresos medios por comparación con el resto de naciones representadas en el



gráfico, la contribución del sector no alcanza al 4% del P.B.I., lo que correspondería a países de mucho menor desarrollo.

Las causas de esta situación son muy complejas; entre otras, merecen citarse:

- Falta de conocimiento de las estructuras propias de funcionamiento del sector construcciones, y que lo diferencian fundamentalmente del resto de las industrias manufactureras: dispersión geográfica, ciclo de producción largo, líneas de producción donde el producto es fijo y las cuadrillas móviles, mano de obra intensiva, etc.

- Imprevisión cualitativa y cuantitativa de los insumos básicos al diseñar políticas masivas de construcción.

- Diferencias de productividad entre la construcción y otras industrias. Este factor no es exclusivo de los países en vías de desarrollo. Un automóvil cuesta en Francia diez veces menos de lo que costaba en 1910, mientras que las viviendas no han podido en absoluto reducir su precio y aumentar la calidad en proporciones parecidas.(4)

- En el caso de la política habitacional, no se la suele implementar como una manera natural de redistribución de ingresos; por otra parte, son escasas las políticas de crédito accesibles a los niveles sociales de menor poder adquisitivo; además, a menudo suelen existir inversiones alternativas más rentables que la construcción.

Algunos economistas -es el caso de Nathan Rosenberg- presentan el interrogante acerca del siguiente problema: los países desarrollados, a partir de su condición inicial de relativa escasez de mano de obra, han producido una tecnología cuyo éxito se basa jus-

tamente en el ahorro de mano de obra. En cambio, los países subdesarrollados, con abundante oferta de mano de obra y escasez crónica de capital, no han conducido en general a tecnologías de ahorro de capital adecuadas. Es decir, no hay simetría de comportamiento ante la escasez de uno u otro de los principales factores de la producción. Según Rosenberg, una de las desventajas esenciales de los países subdesarrollados es su capacidad limitada para producir bienes de inversión a precios lo suficientemente reducidos como para asegurar tasas de retribución razonables en las inversiones en perspectiva.(5)

En la Figura 3 se compara el comportamiento de dos sectores económicos muy diferentes desde el punto de vista económico: el de química y petroquímica (que se caracteriza por ser de capital intensivo) y la construcción (mano de obra intensiva). Si ubicamos estos gráficos en nuestro contexto, se puede apreciar en la figuras 3a y 3b la conveniencia de prestar particular atención al sector construcciones. En efecto, es el sector capaz de generar mayor cantidad de empleos y mayor valor total de la producción por unidad de capital invertido, situación especialmente apta para países con abundancia de mano de obra y escasez de capital.

Esta reflexiones conducen al tema de la industrialización en la construcción. Dentro del sector, que hemos caracterizado por la mano de obra intensiva en comparación con otras industrias manufactureras, también existen tecnologías con mayor o menor intensidad de capital.

De la misma manera que debe hablarse de tecnologías en plural, tampoco puede tomarse a la industrialización como un fenómeno homogéneo. Las habituales comparaciones entre sistemas tradicionales e in-

dustrializados, sólo basadas en porcentajes de ahorro económico en los prototipos, que no contemplan el marco macroeconómico y la calidad como concepto integral, resultan superficiales e insuficientes. Existe consenso de que la oposición, planteada en esos términos, no conduce a conclusiones válidas.

El calificativo de "apropiado" aplicado a una tecnología -tema que se analizará en detalle más adelante- debe ser en principio manejado sin prejuicios. Según las circunstancias, y especialmente en países como los nuestros, lo apropiado puede hallarse tanto en las tecnologías más tradicionales como en la prefabricación, sobre todo si ésta es abierta, y se definen previamente el nivel y grado de industrialización adecuados a la situación socioeconómica de una región o país.

Este concepto de "grado de industrialización" surge por ejemplo de la necesidad de abandonar los análisis meramente cuantitativos que siempre han acompañado a este tema. En efecto, no es cuestión hoy de basarse en criterios únicamente productivistas, olvidando el análisis de la calidad obtenida, la relación costo-calidad, el estudio de las inversiones, las características de la mano de obra, etc. Se llama grado de industrialización a indicadores de calidad de un proceso o sistema, como son la capacidad de comercialización, el aporte de mejoras en las condiciones de trabajo, el tipo de materias primas consumidas, el consumo de energía, los índices de contaminación ambiental, las necesidades de inversión, por ejemplo. Estos criterios son importantes para poder juzgar y comparar alternativas tecnológicas en vistas a una operación determinada. (Fig. 4)

Para poder elegir entre diferentes opciones tecnológicas es necesario tener criterios de base que permitan vincular todos los aspectos analizados. En la Figura 5 puede observarse la relación, planteada en términos teóricos, entre la cantidad de mano de obra, el capital invertido y el nivel de producción para distintas opciones tecnológicas.

El aumento de capital disponible permite acceder a tecnologías más sofisticadas; incrementando el empleo de mano de obra se accede a niveles más altos de producción. También existe la posibilidad del empleo de tecnologías donde, sin variar el capital invertido, se puede alcanzar un nivel más elevado de producción, elevando también la productividad. (6).

Las tecnologías apropiadas

La tecnología, al igual que los aspectos económicos, también tiene una doble lectura: la que se dirige a los procesos de transformación en el campo de la

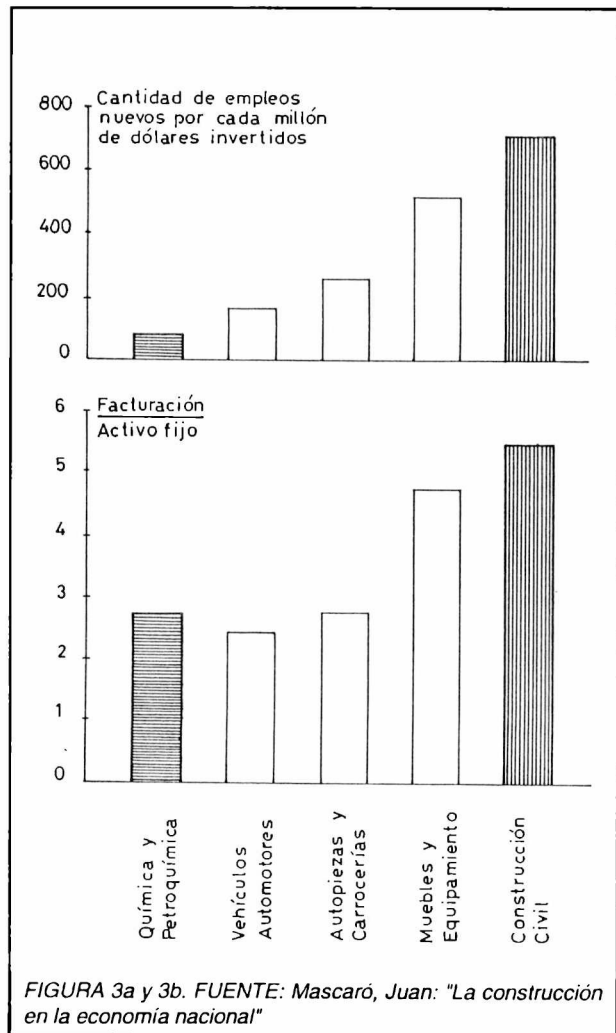


FIGURA 3a y 3b. FUENTE: Mascaró, Juan: "La construcción en la economía nacional"

materia (tecnología dura o hard technology), y la de las ideas e instrucciones (tecnología blanda o soft technology). Las tendencias más avanzadas, y las más convenientes para países en desarrollo, privilegian este segundo aspecto, cognoscitivo y programático, sobre el primero, que es la tecnología de las máquinas.

Dentro de este marco surge el concepto de tecnología apropiada. Las opciones tecnológicas son múltiples y no neutras, y existe estrecha vinculación entre dichas opciones y sus impactos sociales y ambientales. Una tecnología es apropiada cuando responde a determinados objetivos de desarrollo, propios y trazados previamente; y cuando se adapta a las condiciones económicas, culturales, sociales y ambientales del medio en el que se la implantará.

No puede existir una definición más precisa de lo que es tecnología apropiada, ya que el hecho de ser "apropiada" no es condición intrínseca de ninguna tecnología. Esta cualidad se adquiere cuando ésta es

	TECNOLOGIAS DE ELABORACION DE COMPONENTES						PROCEDIMIENTOS GENERALES					
	GRANDES PANELES HORMIGON HOMOCENEO LIGERO. ARIDOS LIGEROS	HORMIGONADO IN-SITU TUNELES.	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE HORMIGON Y SISTEMAS ASIMILADOS.	VIVIENDA UNIFAMILIAR Y PEQUEÑOS EDIFICIOS DE ESTRUCTURA METALICA.	VIVIENDA UNIFAMILIAR TRI-DIMENSIONAL, MADERA, MODULOS, MOVIL.	CAPSULAS.	PANELES DE FACHADA LIGEROS NO DE MADERA. SANDWICH CHAPA METALICA Y POLIURETANO.	COMPONENTES DE TABIQUERIA DE YESO.	COMPONENTES TUBULARES EN HORMIGON PRETENSADO.	COMPONENTES DE CUBIERTA Y TECHUMBRE. ASPALTO.	COMPONENTES DE EQUIPAMIENTO HIDRAULICO (SALVO BLOQUES SANITARIOS PREFABRIC.)	COMPONENTES DE DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD Y GAS.
Capacidad de comercialización en sistema integrado.			●	●								
Capacidad de comercialización como componente.	●		●					●	●	●		
Aporta mejoras en las condiciones de trabajo.				●	●		●				●	●
Relación con la mano de obra inmigrada.		●	●		●	●	●	●	●			
Consumo de materias primas.	●			●								
Disminución del consumo de energía.	●		●	●			●					
Necesidades de inversión.					●		●	●		●		

FIGURA 4: FUENTE: Salas Serrano, Julián: Alojamiento y Tecnología: ¿Industrialización Abierta? IETcc, Madrid, 1981.

aplicada con éxito integral, y son los resultados los que validan ese adjetivo.

En términos generales, puede decirse que una tecnología apropiada tiene, además de cualidades técnicas, viabilidad económica y capacidad de adaptación al medio en el que se la empleará.

Es bien conocido el hecho de que una transferencia tecnológica inadecuada puede tener graves consecuencias sociales, económicas y ambientales. Según la opinión de algunos autores, ello sucede porque una tecnología, al ser empleada en otro contexto diferente al que le dio origen, tiende a reproducir en el nuevo medio las estructuras socioculturales originales.(7)

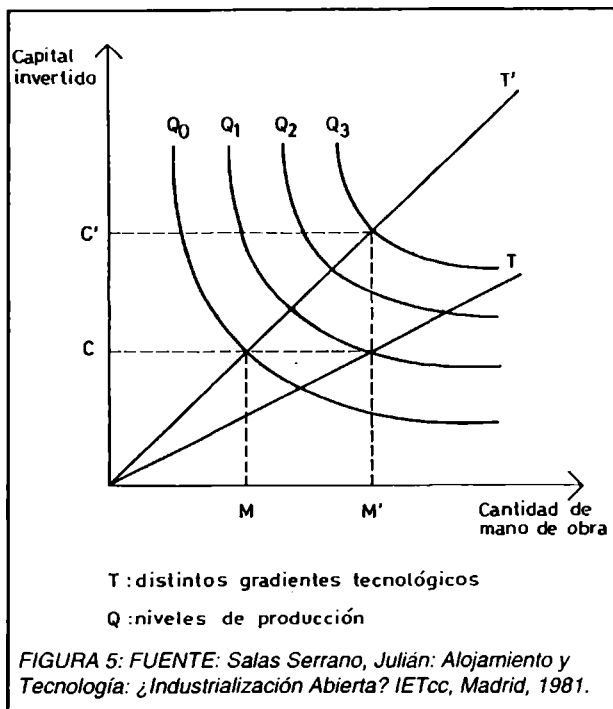
Si bien no puede citarse una definición acabada de tecnología apropiada, sí puede llegarse a un acercamiento a este concepto. Por de pronto, la tecnología adecuada implica una visión particular no sólo de la técnica, sino de la sociedad en su conjunto. Este tipo de tecnología debe ser:

- Capaz de adecuar, transformar y superar lo existente.

- No incidir negativamente sobre el ambiente.
- Diseñada para responder tanto a pequeñas como a grandes escalas.
- Poco costosa pero de calidad integral.
- Recuperar las técnicas ancestrales sin desechar las innovaciones técnicas útiles.
- Sencilla, extrayendo conclusiones de conocimiento elementales, lógicos y populares, no siempre explicitados a nivel teórico.(8)

A este respecto, aun teniendo en cuenta las diferencias con nuestro contexto, es interesante seguir las reflexiones del maestro egipcio Hassan Fathy:

“Es ciertamente raro ver que en Egipto todo campesino que tiene una media hectárea de tierra a su nombre posee una casa, mientras que los propietarios de cientos de hectáreas no la tienen. Pero el campesino ha construido su casa con barro, con ladrillos de barro, que ha extraído del suelo y secado al sol.... Allí, durante años, durante siglos, el campesino había sabido y tranquilamente explotado ese material de construcción evidente, mientras que nosotros, con nuestras ideas modernas aprendidas en las escue-



las, no habíamos nunca soñado en utilizar una substancia tan irrisoria como es el barro para una creación tan seria como es una casa".(9)

A partir de la Revolución Industrial, se generaliza la tendencia de identificar la tecnología con maquinaria, lo que lleva al concepto de que una solución es más técnica en la medida en que incorpora más maquinaria. Pero la organización necesaria para producir y distribuir el producto material de la tecnología llega a ser más importante, sobre todo desde la óptica de los países subdesarrollados, que los productos mismos: por ejemplo, campañas de ahorro en el consumo de algún fluido es una medida más eficaz y económica que sobredimensionar instalaciones y redes.

Los problemas tecnológicos no dependen exclusivamente de los artefactos. Cuando el capital es escaso, éste debe compensarse con la transformación cualitativa de los recursos humanos, los que potencialmente abundan. Ello requiere, entre otras medidas, profundos replanteos en los programas educativos y de capacitación.

El hecho tecnológico suele concebirse con un sentido bastante alejado del que tiene en la realidad. La tecnología no es un ámbito autónomo, neutro, no contaminado por las determinaciones sociales. Una idea contraria impide toda política global de selección tecnológica.

El hecho de realizar la elección tecnológica sólo basándose en criterios de mayor productividad suele pagar precios sociales y ambientales demasiados altos. El panorama debe ampliarse, y desde ya resulta imposible evaluar la racionalidad de un proceso técnico si el análisis se realiza exclusivamente dentro de los límites del proceso mismo.

De acuerdo a los anteriores comentarios, podría volver a definirse a la tecnología como el conjunto de las técnicas, a las que hay que agregarle la sumatoria de elementos aparentemente extratecnológicos:

- Artefactos más organización.
- Técnicas más sus impactos sociales y ambientales.

Estas ampliaciones al concepto de tecnología le dan al término una mayor significación teórica, reinsertándolo en su verdadera dimensión social y política.

Como en todo proceso de conocimiento, en el tecnológico también deben integrarse un objeto de estudio de carácter esencialmente dinámico y la red conceptual, sistemática, que es necesario construir para analizar, procesar y dar solución a los problemas planteados.

Al ámbito tecnológico confluyen flujos de información, donde pueden distinguirse distintos campos funcionales, de donde surgen diferentes tipos de decisiones:

- Político: qué hacer, para qué, para quienes.
- Técnico: modos de combinar recursos.
- Económico: procesos de producción y distribución.
- Social: procesos de uso y consumo de los productos tecnológicos. (Fig. 6)

Ya en el ámbito más restringido de los productos tecnológicos utilizables en el diseño y construcción en arquitectura, se puede decir que ellos también deben ser analizados como verdaderos sistemas cuyos límites no se circunscriben a una junta, un panel o una maquinaria. Los requisitos funcionales que se citan a continuación suelen contemplarse en forma aislada, y no como un sistema donde lo prioritario es el análisis de relaciones entre sus elementos:

- Aspectos dimensionales.
- Aspectos morfológicos.
- Correlación externa e interna (de los elementos con su contexto y de las partes entre sí).
- Uso del elemento (facilidad de maniobra, seguridad, características de servicio y uso).

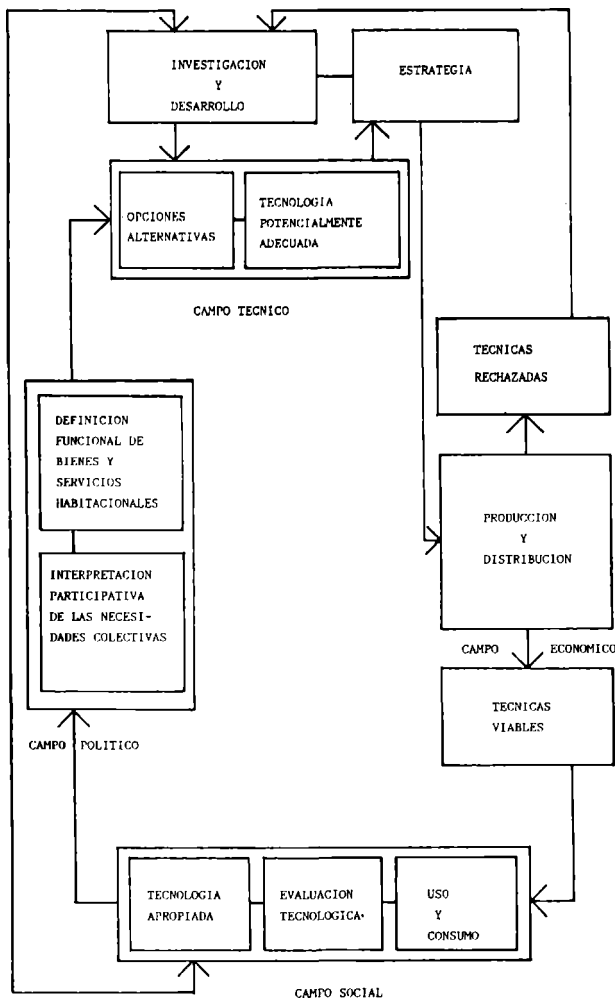


FIGURA 6: FUENTE: CEPAL: "Tecnologías para los asentamientos humanos: un marco conceptual". México, 1983 (modificado).

- Ecológicos y sicutécnicos (preservación del ambiente en todos sus aspectos).
- Durabilidad (permanencia de la calidad en el tiempo, incluyendo los aspectos de mantenimiento y buen uso de los elementos).

Una conclusión: la enseñanza de la tecnología

Uno de los caminos para iniciar y desarrollar el debate sobre los temas antes tratados es introducir

cambios de rumbo en la enseñanza de la tecnología en el nivel universitario de grado.

Elegir tecnologías adecuadas es sinónimo de racionalizar el proceso de selección tecnológica. En este sentido, dentro del ámbito de la arquitectura serán los profesionales, por su formación, los más idóneos para intervenir en estos procesos de racionalización tecnológica, optimizando el planteo de las tecnologías apropiadas.

Para la elaboración de una política tecnología adecuada a nuestra problemática, cobra especial importancia la afirmación de Albert Einstein, ya que fundamenta la absoluta necesidad de fomentar el espíritu crítico en la enseñanza de la técnica: "La formulación acertada de un problema es en la mayoría de los casos más importante que la solución. Las nuevas preguntas forman la base para considerar viejos problemas desde perspectivas nuevas, estimulan la imaginación y marcan los adelantos de la ciencia". (10)

En países donde el interés social es el interés de las mayorías y donde la pobreza en las áreas metropolitanas alcanza a un alto porcentaje de su población total, es significativo, a mi juicio, profundizar el debate entre los sectores sociales involucrados acerca de la tecnología como fenómeno global y su relación con los problemas habitacionales a resolver.

Notas

- 1- CEPAL: "Tecnologías para los asentamientos humanos: un marco conceptual". México, 1982.
- 2- CAMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCION: "Bases para una política habitacional". Buenos Aires, 1987.
- 3- MASCARO, Juan: "La construcción en la economía nacional". Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de La Plata, 1983.
- 4- SALAS SERRANO, Julián: "Alojamiento y tecnología: ¿industrialización abierta?". Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Madrid, 1981. (En el texto se cita al respecto una afirmación de Marcel Lods).
- 5- ROSENBERG, Nathan: "Tecnología y economía". Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1979.
- 6- IBIDEM 4.
- 7- IBIDEM 1.
- 8- SALAS SERRANO, Julián: "Tecnologías para viviendas de interés social en Latinoamérica". Seminario S9. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Madrid, 1988.
- 9- FATHY, Hassan: "Construire avec le peuple". Sindbab, París, 1985.
- 10- LEIBOVICH DE DUARTE, Adela: "Aspectos psicológicos de la creatividad". En: 1º Seminario de Metodología de la Investigación. Centro FAU - UBA - OEA. Buenos Aires, 1985.