

# APUNTES SOBRE TECNOLOGÍA

**ARQ. ANDRÉS FELIPE PÉREZ MARÍN**

Maestría en Construcción

Profesor Asociado Facultad de Artes

Investigación en " Morfología Estructural"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

---

## APUNTES SOBRE TECNOLOGÍA: UNA MIRADA PERSONAL

### INTRODUCCIÓN

El acercamiento a la Tecnología en los últimos años a través del conocimiento empírico no ha sido beneficioso para los que hoy en día llamamos "Países en vía de Desarrollo". El presente artículo es básicamente la mirada personal a la compilación de algunos escritos de personas que para la época actual en Latinoamérica se presentan como "revolucionarios" en el arte de escribir acerca del desarrollo técnico y científico. Vale la pena aclarar que escritos sobre Ciencia y Tecnología existen muchos, pero escritos enfocados a Latinoamérica, no son comparables en cantidad con los enfocados al resto del mundo. De igual manera es influyente la época actual y las condiciones de desarrollo en nuestro continente.

La crisis de los modelos de desarrollo, contruidos mas "mirando hacia fuera" que hacia las características propias de las sociedades latinoamericanas, plantea el interés de buscar también "hacia adentro", conocer nuestras propias fuerzas en lo que concierne a los recursos tecnológicos. La investigación que los medios científicos han aportado en el tema es bastante escasa, salvo algunas honrosas excepciones (algunas de ellas relacionadas en el presente documento).

La ciencia y la tecnología han asumido un papel clave en el desarrollo de los países y, particularmente, en la creación de capacidades competitivas en el mercado internacional.

Los indicadores sobre ciencia y tecnología para América Latina muestran logros modestos, no sólo en comparación con los países industrializados, sino también respecto de otros países en desarrollo, como los asiáticos. Ello no significa que la región sea un continente donde sólo lucen los grandes potentados o sus talentosos escritores y futbolistas. Ella posee una comunidad científica vasta (aunque con frecuencia relegada en sus aspiraciones y necesidades) e incipiente -más no desechables- desarrollos tecnológicos.

Los textos aquí relacionados, han servido de guía para la introducción al nuevo planteamiento del Seminario de Profundización en Tecnología I que desde el primer semestre de 2003 esta a mi cargo.

Como se advierte en la introducción, los escritos sobre tecnología pueden ser muchos y cada uno con un enfoque diferente, este enfoque depende del autor y la relación que este tenga con el contexto en el que escribe y se desenvuelve. Los artículos aquí relacionados que corresponden a tres países - Colombia, Argentina y México - son básicamente escritos de autores latinoamericanos quienes se han preocupado por crear a través de sus opiniones, un concepto "tecnología" en Latinoamérica.

## MARCO TEÓRICO

### Sobre la Historia de la Tecnología,

Frente a la concepción lineal y acumulativa del cambio tecnológico hay que contraponer su carácter sistémico y complejo, así como el hecho de que las innovaciones tecnológicas no se producen por completo y de inmediato, sino de modo parcial y mediante negociaciones y adaptaciones a los intereses existentes -una de las características señaladas por Gilbert (1995) para una visión alternativa de la tecnología que pudiera resultar más compatible con un desarrollo sostenible-. El éxito de una tecnología no es una cuestión que pueda resolverse exclusivamente con ciencia, técnica e instrumentación, sino que también tiene mucho que ver con juicios emitidos por grupos sociales diversos. Para comprender cómo se aceptan determinadas innovaciones tecnológicas mientras que otras experimentan un cierto retraso -p.ej., la tecnología eléctrica en la Inglaterra de 1890- es necesario considerar la tecnología como un sistema interrelacionado de conocimientos, artefactos, destrezas y habilidades, recursos naturales, estimaciones económicas, valores y acuerdos sociales, preferencias culturales y estéticas, etc.; esto es, como un entramado sociotécnico.

Nos suelen presentar una historia de las innovaciones tecnológicas que se reconstruye de manera lineal siguiendo una sucesión de éxitos; sin embargo, al principio dichas innovaciones están abiertas a más de una interpretación, ya que las personas pueden percibir el mismo tipo de artefactos con fines distintos.

Esta flexibilidad interpretativa, que es un concepto sustancial para comprender cómo se construyen socialmente las tecnologías, no se refiere únicamente a los múltiples significados que los diferentes grupos sociales interesados en la innovación pueden dar a los artefactos o sistemas tecnológicos y a sus usos, sino también a las distintas formas de concebir su diseño. Como consecuencia de esta flexibilidad, también varían los requisitos técnicos puestos en juego y la manera de entender su eficacia y su eficiencia. El desarrollo sociotécnico de una innovación tecnológica es pues el resultado del enfrentamiento entre estrategias diversas. Las controversias terminan con cambios en el diseño o bien traduciendo el significado de algunos componentes -a veces del conjunto completo- como resultado de la dinámica de los problemas planteados por los diversos grupos sociales relevantes.

Los procesos de desarrollo tecnológico se consiguen cerrar cuando se logra alcanzar un acuerdo sobre lo que es el objeto tecnológico. Ciertos grupos de personas aceptaron la moderna bicicleta con neumáticos y frenos de zapata porque era rápida y estable, mientras que a otros les gustaba porque su conducción tenía menos riesgos que sus predecesores. Cuando se logra el consenso cesan los procesos fundamentales de innovación, consiguiéndose la estabilización del entramado sociotécnico y la desaparición de los problemas planteados, al menos provisionalmente hasta que se produzca otra definición de significados y requisitos técnicos, lo que supondrá una nueva correlación de fuerzas. En definitiva, el diseño de una innovación tecnológica refleja al mismo tiempo una variedad de restricciones técnicas previas y un determinado conjunto de valores que manifiestan una manera particular de ver las cosas. Tal y como Staudenmaier (1985) afirma:

"[...] La característica fundamental de la tecnología consiste en las tensiones históricamente específicas entre el significado de los conceptos puestos en juego, los contextos sociales en donde se producen y las limitaciones materiales".

## Sobre la Epistemología de la Tecnología<sub>2</sub>

La posibilidad de plantear una epistemología de la tecnología se sustenta sobre la prueba empírica que mostraría que la tecnología es un conocimiento. Si la tecnología es un conocimiento, entonces sus actividades entran en la epistemología. La prueba la provee Hugo Padilla en su artículo "Los objetos tecnológicos su base gnoseológica<sub>3</sub>". Allí él sostiene la existencia de un conocimiento obtenido a raíz de generalizaciones, nacidas, a su vez, de la resolución práctica de problemas tecnológicos. La tecnología, por lo tanto, aporta un conocimiento, el cual se configura por generalización. "Es posible adquirir conocimientos desde una generación de las funciones y creación de la tecnología".

Tenemos así que, desde que la tecnología es un conocimiento, está implicada dentro de los problemas de la epistemología.

La epistemología cubre los siguientes aspectos:

- Estudia la aparición y el desarrollo del conocimiento humano debidos a la práctica histórico-social.
- El mundo es aprensible por la razón. Por lo tanto rigen las mismas leyes para el mundo (naturaleza y sociedad) que para el pensamiento. Epistemología es, por lo tanto, el estudio de los métodos con que conocemos al mundo.
- La epistemología es, también, la generalización de los resultados más importantes del conocimiento científico del mundo. (Esto implica que la epistemología incluye a la tecnología en la medida en que la tecnología aporta información al conocimiento científico).

Es necesario estudiar de qué modo la tecnología aporta información a la ciencia pues, por sí misma, procede por generalización. Sin embargo, sus relaciones con la ciencia son, por lo menos, las siguientes: verificación de paradigmas científicos, aporte de soluciones prácticas a problemas teóricos, generalizaciones reformulables en términos científicos, ampliación de la ciencia básica o corroboración de la ciencia básica.

No es posible separar ciencia y tecnología pues son partes de un mismo proceso.

Los lineamientos generales de una epistemología de la tecnología estarían circunscritos por las siguientes áreas de estudio:

1- Estudio de la aparición y el desarrollo del conocimiento debido a la práctica tecnológica histórico-social.

Estudio de la aparición del conocimiento tecnológico a través de la práctica, práctica que tiene como función: traducir problemas cuya solución sea práctica para, así, ayudar a la constitución de la ciencia.

Estudio del desarrollo del conocimiento tecnológico: debido a la práctica, a su interacción con la ciencia y formulación de una historia del proceso de producción.

2- Estudio de los métodos que en tecnología se conocen: método de la aplicabilidad y método de la resolución práctica de problemas, si tomamos a la tecnología desde el punto de vista de la generalización. Método científico aplicado (Lógica Material) si tomamos a la tecnología como proveniente de la ciencia básica.

3- Generalización de los resultados más importantes del conocimiento científico-tecnológico del mundo.

“La tecnología no se puede definir, comprender, o analizar fuera o independiente, del grado y desarrollo de las fuerzas productivas de una sociedad”.

Qué se quiere decir con esto, que tanto la ciencia como una actividad racional, la técnica, como una actividad práctica, o la tecnología en general están en una necesaria correspondencia, con el proceso de producción de bienes y mercancías de una sociedad. Valga decir producción de valores de uso y de cambio.

Lo mismo cuando se habla de la necesidad y la posibilidad de hacer tecnología, este pensamiento se topa con el hecho concreto de medir cuánto es y cuál es, la capacidad de trabajo creativo, con que cuenta o pueda generar una sociedad, sus instituciones y especialistas.

Lo que se ha definido como trabajo creador no trata la capacidad de ensamblar carros, embotellar líquidos, o construir piezas mecánicas en un torno. Trabajo creador, se refiere en este caso, a la capacidad de tomar conciencia sobre un determinado problema, variado y muchas veces complejo de resolver, como suelen presentarse las necesidades tecnológicas y sociales de nuestro tiempo. Esa capacidad que se ha traducido en capacidad administrativa, intelectual, de recursos y en especial de la posibilidad de contar con centros e institutos de investigación y docentes, es lo que se ha considerado necesario para introducir y realizar esfuerzos, que logre un pensamiento y un desarrollo tecnológico en nuestra sociedad.

Sin embargo, la experiencia, los resultados y las apreciaciones hechas hasta el momento, parecen indicar que no se ha logrado esta meta; que si bien se cuenta con un potencial humano y administrativo para hacerlo, hay ciertas variables con carácter de causales, que no han permitido ponerla en vigencia. Ni en una realización concreta, imprimir la huella y el toque de una auténtica tecnología nacional.

Además de esto, y lo que resulta más curioso, es que tampoco hay consenso ni opiniones coincidentes, en lo que se debe entender por tecnología e innovación tecnológica no en cuanto a la perspectiva de lo que se quiere conseguir.

## **Sobre la Tecnología y las Nuevas Fuentes de Energía 4**

Durante este siglo se han derrochado cantidades ingentes de combustibles fósiles y, a pesar de que los nuevos yacimientos encontrados han retardado su futura desaparición, no cabe duda de que esta tendrá lugar, posiblemente, en el siglo próximo (al menos en el caso del petróleo). La necesidad de buscar nuevas fuentes de energía ha sido constante en este siglo y así se han desarrollado (entre otras) la energía nuclear (por fisión) y las llamadas limpias, como la solar o la eólica. Pero, ¿cuáles serán las alternativas que nos presente el próximo siglo?

Parece que las posibilidades del futuro en cuanto a nuevas fuentes energéticas se reducen principalmente a dos: la solar y la de fusión nuclear. ¿Por qué la solar y no la eólica? Porque mientras que la segunda es poco estable, ya que depende del viento, la primera podría no serlo, si se obtuviese en el espacio por un satélite y se emitiera la energía obtenida en forma de

microondas a una estación situada en la Tierra, la cual volvería a transformar esta energía en eléctrica.

Sin embargo, hoy por hoy, la energía de fusión nuclear parece la alternativa más viable. Se alimenta de combustible casi inagotable, pues el hidrógeno se puede extraer fácilmente del agua y, una vez controlada (que es al fin y al cabo el problema que se intenta resolver ahora), no produce ninguna clase de residuos radioactivos (el mayor defecto de la energía de fisión nuclear convencional).

No cabe duda de que la obtención de una fuente de energía barata e inagotable es, junto con la obtención de más materias primas, un requisito imprescindible para lograr la universalización real de la tecnología. El dato aproximado de que el 20% de la población consume el 80% de los recursos nos hace pensar que para lograr una cierta equiparación o bien la población se reduce, o bien esos recursos aumentan. Los energéticos parece que están en vías de poder hacerlo, pero las materias primas más bien se reducen. Las soluciones a este problema no están muy claras. Se puede pensar en varias cosas, desde la manera de aprovechar las amplísimas reservas minerales del mar o unos mejores sistemas de reciclaje, complementados quizá por un mejor aprovechamiento de los recursos por medio de la miniaturización. O estudiar la posibilidad de aprovechar los que se hallan fuera de nuestro planeta.

## **Sobre la Nanotecnología 5**

La revolución nano tecnológica, se asocia, por una parte, a la "fabricación molecular" cuya viabilidad tendría un impacto enorme en nuestras vidas, en las economías, los países y en la sociedad en general en un futuro no lejano. Entre los efectos, destacan sus potenciales impactos en la medicina, la biología, el medioambiente, la informática, la construcción. En la actualidad los principales avances prácticos ya se dan en algunos campos: nano partículas, nanotubos.

### **Nanotecnología y su impacto para la construcción**

Cuando se habla de la Nanotecnología solemos pensar en nano-chips o en aparatos ultra-pequeños que están siendo desarrollados por científicos para la medicina, la lucha contra el cáncer, la bioquímica, la física, etc.

Sin embargo, el sector de la construcción empieza a entrar en el mundo de los avances tecnológicos, y se está empezando a investigar formas en las que la nanotecnología puede aportar mejoras a la construcción de carreteras, puentes y edificios.

En un artículo publicado por Better Roads, Small Science Will Bring Big Changes To Roads (La ciencia "pequeña" causará grandes cambios en las carreteras), y citado por Nanodot, se explica como las actuales investigaciones en polímeros podría llevar a una situación en la que las barreras protectoras en las carreteras arreglen sus propios imperfectos causados por choques de vehículos.

La aplicación de la nanotecnología en las carreteras y la construcción también hará posible identificar y reparar de forma automática, sin intervención humana, brechas y agujeros en el asfalto o en el hormigón, y fabricar señales de tráfico que se limpian a si mismas. Se utiliza la nanotecnología para fabricar acero y hormigón más fuertes. También para la seguridad vial. Por ejemplo en algunos sitios de los Estados Unidos se han colocado nano sensores para vigilar el estado de sus puentes y detectar cualquier anomalía o riesgo.

A pesar de la mala prensa que recibe la nanotecnología de algunos medios, son cada vez más evidentes los avances y las nuevas soluciones hechas posibles por este nuevo fenómeno científico.

El presente artículo no pretende dar lineamientos específicos y concretos a la definición de Tecnología y sus aplicaciones, simplemente pretende ser apoyo a la concepción integral de un proyecto arquitectónico visto desde la Profundización en Tecnología y apoyado en los conceptos teóricos de la arquitectura actual.

El complejo científico-tecnológico latinoamericano, en suma, es de una heterogeneidad tal, tanto por diferencias entre países como entre instituciones, empresas y disciplinas, que no puede sorprender la convivencia de áreas de carencia y de excelencia de nivel internacional. Así como es posible que un grupo de investigación participe en algunos proyectos de frontera, en ciertas áreas y países la infraestructura es tan débil que la tarea por hacer es fundacional y debe abarcar desde la formación de recursos humanos hasta la creación y equipamiento de laboratorios.

Es por esto que se han seleccionado entre muchos autores en América Latina los que se relacionan en el presente artículo, primero, en Colombia muy poca gente tiene escritos sobre Tecnología y en particular sobre su historia y desarrollo. Segundo, las definiciones epistemológicas y la filosofía de la Tecnología han sido exclusivas de escritores norteamericanos o europeos. Y por último, en América Latina con Ernesto Ocampo Ruiz se habla por primera vez de la nanotecnología y la investigación en arquitectura.

## CONCLUSIONES

### La nueva arquitectura

El gran arquitecto Alejandro de la Sota dijo un día que la construcción sería en el futuro realizada por operarios de traje blanco y llave inglesa. Hoy, la idea de un proceso constructivo tan desarrollado como la industria convencional de los automóviles o los aviones no está lejos de nuestras posibilidades y nuestra imaginación.

Un gran ingeniero francés, J. Prouv, pensaba que si los aviones fueran construidos con el cuidado con el que se construyen los edificios tradicionales, no podrían volar. Esa es la diferencia entre la nueva y la vieja arquitectura.

Los productos que la actual industria de la construcción pone en nuestras manos, tienden a ser más ricos en prestaciones, más ligeros, previstos para su montaje en seco, con un control de calidad desde la fábrica que permite alejar el fantasma de los errores humanos y aptos para adecuarse a cualquier dimensión. La imagen tradicional de la construcción desaparece rápidamente.

La producción de elementos planos, con procedimientos de plegado y conformación de placa, los sistemas de inyección y la extrusión de perfiles, han dado al técnico y a la construcción en general una completa libertad de movimientos. Nos encontramos en una situación en la que el valor agregado al elemento constructivo es muy superior al valor derivado de su manipulación en obra. Se reduce de este modo el límite de lo aleatorio, lo inesperado.

Utilizar las ventajas que la técnica pone en nuestras manos nos permite concentrar esfuerzos en conseguir que los valores de la arquitectura, los invariantes de la antigua raíz cultural, y los

nuevos principios de confort y extensa disponibilidad del mundo contemporáneo, se manifiesten más libremente.

Pero la aplicación de estos nuevos conceptos y nuevas tecnologías requieren de una investigación, investigación extensa e exhaustiva, para la cual, nosotros como arquitectos no hemos sido educados.

Tratar de explicar la importancia de una verdadera investigación científica en la arquitectura puede ser una tarea muy difícil cuando se vive en un medio donde el arquitecto está acostumbrado a pensar que el universo de su hacer profesional se encuentra definido dentro de los límites únicos percibidos del arte de proyectar y construir el espacio.

Para poder siquiera explicar esta importancia, es menester que el lector se sitúe desde un punto de observación integrador, pero no totalizante, del verdadero hacer de nuestra disciplina buscando entender que la arquitectura es multidimensional, como lo son todas las disciplinas complejas de la cultura humana, pues no sólo es un arte, sino que al mismo tiempo, es también ciencia y a la vez tecnología.

Dentro de estos parámetros, el hacer arquitectónico no sólo es diseñar y construir el espacio habitable, sino que la arquitectura adquiere un nivel complejo superior, y se adentra, se apropia y pide tareas específicas de investigación y desarrollo que abarcan un sinnúmero de campos de trabajo que el arquitecto tradicional no ha conocido jamás.

Para contextualizar se describe el siguiente ejemplo: Un médico no deja de ser médico, aún cuando no realice consulta directa a pacientes, o no prescriba medicamentos o deje de trabajar como cirujano en un hospital. También son médicos aquellos que laboran en sofisticados laboratorios analizando el comportamiento específico de las papilas gustativas, o de los bastones y conos oculares, o el comportamiento variable de un virus de gripe común. Son también médicos aquellos que trabajan toda su vida diseñando y probando novedosos biomateriales adaptados a complejas pero creativas prótesis humanas, como también son médicos aquellos que dedican su jornada a estudiar y solucionar las cuestiones político sociales de una población determinada que ve su salud continua y precariamente afectada.

Estos médicos son sumamente importantes para su gremio pues generan nuevos conocimientos con su trabajo, abriendo al cambio y al progreso constante las fronteras de la medicina. Por ello, para los médicos, es importante formar investigadores en medicina.

En la arquitectura debiera percibirse lo mismo, pero nuestra concepción tradicional del hacer arquitectónico omite, a veces por desconocimiento y en otras por deformación gremial, la posibilidad diversa de desarrollo profesional del arquitecto dentro de más vastos y amplios caminos como los que ofrece la investigación científica y tecnológica de la arquitectura.

Esta visión limitada ha generado que la investigación arquitectónica sea poca en todo el mundo por la ausencia de investigadores especializados, al mismo tiempo que genera una feroz competencia en campos ampliamente concurridos por el gremio, así como también limita y demora el estudio de apremiantes temáticas que se deben resolver en el corto y el mediano plazo dentro de la arquitectura.

Hacen falta en el hacer arquitectónico, sobre todo, recursos humanos preparados que convencidos plenamente de la importancia de su ser y hacer, exploren incansablemente todas estas interesantes posibilidades.

En la arquitectura, por ejemplo, hay problemas trascendentales que se deben investigar: Uno es la posible existencia de una deformación profesional, o la pérdida de un objetivo claro gremial, en función de la preponderancia histórica durante el último medio siglo del discurso abundantemente poético y artístico dentro de nuestra disciplina ¿Acaso los edificios premiados internacionalmente parecen más unas esculturas urbanas que sólo responden a la expresión aislada y subjetiva de un artista, que verdaderos espacios arquitectónicos que dan solución creativa y aceptable a un problema de habitabilidad? Otro tema que hace también falta meditar es sobre la pertinencia de los materiales actuales y tradicionales de construcción en un mundo con comprobados problemas ambientales y al mismo tiempo plenamente industrializado y acelerado: Es cada vez más apremiante la búsqueda de nuevas rutas en el diseño de sistemas constructivos utilizando materiales de vanguardia, sobre todo cuando vemos que otras disciplinas distintas a la arquitectura, han creado en los últimos quince años sus propios materiales para solucionar problemas evidentes dentro del hacer de su profesión.

En estos y otros problemas, son arquitectos los que deben estudiarlos, y no críticos del arte, poetas, y sociólogos, o ingenieros, químicos y físicos. Estamos habituados a cederles el camino, pero no debe ser así ¿o acaso éstos y otros profesionales comprenden mejor a la arquitectura y sus grandes problemas que un arquitecto?

Quienes actualmente deben trabajar estas cuestiones, ocupando su tiempo completo, están y deben estar dentro de centros e institutos de investigación arquitectónica, desentramando las virtudes y los riesgos de novedosas opciones a través de una verdadera investigación científica en la arquitectura.

En un mundo donde la investigación científica es prioritaria para el desarrollo, no tener investigación significa no permitir el progreso y la actualización de nuestra profesión y sentenciar con ello a muerte a nuestro gremio. Con el tiempo, así se han perdido en el olvido otros muchos oficios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Artículo original, *HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA, DE LA HISTORIA A LA EDAD MEDIA*, EDIT, BOGOTÁ, COLOMBIA. AÑO 2000
2. Artículo original, *EPISTEMOLOGÍA DE LA TECNOLOGÍA*, RAUL D. MOTTA, BUENOS AIRES, ARGENTINA. AÑO 1998
3. Hugo Padilla "Los objetos tecnológicos; su base gnoseológica," en *La filosofía y la ciencia en nuestros días* (México: Editorial Grijalbo, 1976), pp. 157-170.
4. Artículo original, *LA TECNOLOGÍA Y LAS NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA*, EDIT, BOGOTÁ, COLOMBIA. AÑO 2000
5. Artículo original, *NANOTECNOLOGÍA Y ARQUITECTURA*, ERNESTO OCAMPO RUIZ, UNAM, MÉXICO D.F., MÉXICO. AÑO 1998