

**1er. CONGRESO DE  
ADMINISTRACIÓN Y  
TECNOLOGÍA PARA LA  
ARQUITECTURA, DISEÑO E  
INGENIERÍA**

**4**



**UN NUEVO MODO DE  
INVESTIGAR EN LAS  
DISCIPLINAS CON  
CONTENIDO PRÁCTICO**

**IQ. Carlos E. Arcudia Abad, Dr.**

## GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ADMINISTRACIÓN PARA EL DISEÑO

**UN NUEVO MODO DE  
INVESTIGAR EN LAS  
DISCIPLINAS CON  
CONTENIDO PRÁCTICO**

IQ. Carlos E. Arcudia Abad, Dr.

Facultad de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Yucatán**RESUMEN**

El establecimiento de una política nacional con el propósito de lograr una superación sustancial en la formación, dedicación y desempeño de los académicos de las universidades, como un medio para elevar la calidad de la educación superior de México; dio lugar a que se creara, a finales de 1996, el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP).

De acuerdo con este programa estratégico de la Secretaría de Educación Pública, el personal académico de las universidades debe organizarse para trabajar en grupos, esto es en un Cuerpos Académicos. Entre los criterios para la consolidación de este tipo de grupo de trabajo se encuentra el de participar activamente en redes de intercambio académico, con sus pares en el país y en el extranjero, así como con organizaciones e instituciones nacionales y del extranjero.

Para hacer más efectivos estos tipos de trabajo colectivo, cuerpos académicos y redes, se propone una nueva forma de gestionar el conocimiento. En este trabajo se explica

cómo es este nuevo modo y como se diferencia y complementa con el procedimiento tradicional de generación del conocimiento, basado en la forma en que tradicionalmente ha trabajado la ciencia.

Después de una breve reseña histórica acerca de la técnica, la ciencia y la tecnología, se tratan primero los aspectos relacionados con la problemática de integrar un solo conocimiento con la participación de diferentes disciplinas (Transdisciplinaridad). Esto se puede lograr con el nuevo modo, con la participación de una gama de personas con preparación heterogénea y diversa. Se explica también, cuáles han de ser los criterio para el control de la calidad para esta nueva forma de gestionar el conocimiento producido.

Otro aspecto tratado es la forma en que este nuevo modo de producción de conocimiento interactúa con el tradicional; pues esta nueva manera de trabajar el conocimiento no se contrapone a la que se ha venido utilizando; pero sí la puede aventajar en los casos en que la disciplinas tiene como objeto de estudio contenidos prácticos como es el caso de la Arquitectura/Ingeniería/Construcción.

# UN NUEVO MODO DE INVESTIGAR EN LAS DISCIPLINAS CON CONTENIDO PRÁCTICO

IQ. Carlos E. Arcudia Abad, Dr.

*Un reconocimiento y agradecimiento a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, por la invitación a participar en el 1er. Congreso de Administración y Tecnología en Arquitectura, Ingeniería y Diseño, organizado por el Cuerpo Académico de Administración para el Diseño perteneciente al Departamento de Proceso y Técnicas de Realización de la División de Ciencias y Artes para el Diseño .*

**Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad Autónoma de Yucatán**

## INTRODUCCIÓN

Para formar a los profesionales que la sociedad mexicana demanda y alcanzar su pleno desarrollo, la administración pública nacional, por medio de la Secretaría de Educación Pública (SEP), ha instrumentado políticas de calidad para la educación superior. Una de esas políticas va encaminada al logro de una superación sustancial en la formación, dedicación y desempeño del personal académico de las universidades públicas mexicanas, la cual ha dado lugar a la creación, a finales de 1996, del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP).

De acuerdo con este programa estratégico, el personal académico de las universidades debe organizarse en grupos de trabajo, esto es, en cuerpos académicos. Los criterios para la consolidación de este tipo de grupo de trabajo son: la formación, la habilitación,

la permanencia y la participación activa en redes de intercambio académico, con sus pares en el país y en el extranjero, así como con organizaciones e instituciones nacionales y del extranjero.

El trabajar en cuerpos y redes podría concebirse como una extrapolación de la forma de trabajo académico que tradicionalmente se efectúa en una institución de educación superior, por medio de academias o grupos generalmente disciplinarios de investigación. Esto supone la utilización de los mismos métodos del modo tradicional de la ciencia que hasta ahora han servido para esos propósitos. Sin embargo, las disciplinas de orientación teórico práctica, por demandas propias de la situaciones que son su objeto de estudio, requieren, cada vez más, una forma más efectiva de generar integrar y sobre todo, de propagar el conocimiento producido.

Los problemas de la práctica conllevan múltiples dimensiones para su estudio y teorización, lo que demanda cada vez más la participación de profesionales con diversos perfiles y pertenecientes a múltiples disciplinas. Hasta el momento se han empleado estrategias de división del trabajo pero la dificultad se presenta a la hora de plantear soluciones integrales a los problemas. Los métodos actuales basados en el tratamiento fraccionado de un problema desde el punto de vista de cada una de las disciplinas participantes en su estudio, dificulta y muchas veces impide dar soluciones integrales al problema.

En nuestro caso particular, aunque en nuestras disciplinas de estudio: arquitectura, ingeniería y administración, estén enfocadas a la tarea común de diseñar y construir de manera efectiva la infraestructura que nuestra sociedad demanda, tengan su origen cognitivo, en gran medida, en la experiencia sensible del tratamiento del problema, cada una de ellas va creando su propio conocimiento disciplinar. Si bien se podría pensar que estos conocimientos producidos son de caracteres complementarios y fácilmente integrables, la verdad es que esto rara vez sucede, pues cada una de las disciplinas le da una orientación diferente al problema, haciendo complicado y muchas veces imposible lograr alguna integración ya sea conceptual o factual, de la solución.

En este punto de la exposición se pueden plantear las siguientes preguntas: ¿Cómo se ha llegado hasta esa situación? ¿Qué problemáticas enfrenta actualmente la producción del conocimiento para la solución integral de los problemas inmediatos del contexto? ¿Cómo hacer más productiva la generación del conocimiento dentro de las disciplinas teórico prácticas como la arquitectura, la ingeniería o la administración cuando se abocan a la integración de conocimientos útiles para el diseño-construcción?

Para responder a este cuestionamiento, en esta exposición se hará primero una semblanza histórica de la técnica, la ciencia y la tecnología como modos de obtener conocimiento. Después se analizará la problemática de la producción actual del conocimiento basada en la actividad científica clásica por disciplinas. Como alternativa de solución al problema de la generación del conocimiento se presentan las características básicas de un nuevo modo para investigar. Éste propicia el trabajo que conduce a un resultado más integrado para el tratamiento de problemas en el contexto, y considera una organización transdisciplinaria del trabajo para la generación del conocimiento.

## **TÉCNICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

En esta sección se presenta como, a través del tiempo, el tratamiento de los problemas prácticos y del conocimiento producido de la reflexión acerca del origen de los acontecimientos naturales y culturales se han encontrado y lo que ha resultado de esa conjunción. De ese encuentro surge la necesidad de adoptar nuevos esquemas de generación del conocimiento los cuales requieren de un tratamiento transdisciplinar.

### **La invención o la técnica**

Las disciplinas que tiene por objeto de estudio la resolución de los problemas de la vida práctica, como lo son la arquitectura, la ingeniería o la administración, tienen su origen cuando el hombre pasó de ser un ente reactivo ante la naturaleza a ser uno proactivo dedicado a transformar su entorno para hacer más comfortable su existencia. Esto

implicaba que el conocimiento utilizado para realizar estas transformaciones estuviera basado principalmente, en su experiencia sensible. El conocimiento creado quedaba plasmado en el objeto diseñado. Un ejemplo de este tipo de conocimiento son los trabajos de arcilla que aparece por primera vez en el Paleolítico Superior (25000 a. C.) con las esculturas de barro secas (1).

Desde esas épocas la humanidad ya genera el conocimiento técnico para la transformación del ambiente. Este conocimiento técnico se ha comunicado a través de sus propias producciones (objetos) y, en algunos casos, algo ha quedado a la posteridad en forma de algún registro gráfico o escrito.

### **La filosofía y la ciencia**

Por otra parte el conocimiento intrínseco de los elementos materiales utilizados por arquitectos e ingenieros proviene de la física; así como el administrativo utilizado en las empresas en que laboran, de las ciencias culturales. Aunque la reflexión acerca de la constitución de la materia y de la naturaleza de las relaciones sociales se ha dado en diferentes culturas en la antigüedad, suele considerarse a la filosofía griega clásica como el punto de partida del paradigma actual de la ciencia, tanto para la explicación de los fenómenos naturales como de los culturales. Este movimiento es de base principalmente reflexiva, en la consecución del conocimiento, como el producido por Sócrates, Aristóteles y Platón (2). No obstante hay que hacer notar que algunos filósofos Griegos como Arquímedes, no se limitaron a la pura especulación intelectual sino desarrollaron también algunas metodologías empíricas.

En la Edad Media llega a su apogeo la escolástica en el Siglo XIII. En este siglo se fundan las universidades, de donde procederán la mayoría de los teólogos y filósofos de la época. Más que la generación de nuevos conocimientos se da la asimilación en el catolicismo de los conocimientos de la filosofía griega clásica, con inclinación hacia lo dogmático.

Como reacción ante esa forma de obtener conocimiento se comienza a integrar la forma de trabajo que hasta actualmente utiliza la ciencia. Esta es en grana parte la consolidación de las aportaciones de: Bacon con su *Novum Organum* (1620), en el que introduce el empirismo y la inducción como parte del método de la ciencia; Descartes (1637) que en su Discurso del Método propone la división conceptual del problema para su estudio; y Galileo (1564-1642), considerado el padre de la ciencia natural moderna, quien propone la combinación de la conjetura filosófica con la observación. Con referencia al tratamiento científico de los problemas culturales, Comte (Curso de filosofía positiva, 1830-1842) es quien define la sociología como ciencia, aplicando a su estudio el método de las ciencias naturales.

### **El encuentro de la técnica y la ciencia**

En el Siglo XVIII se da La Revolución Industrial, término acuñado por el historiador Arnold Toynbee para referirse al desarrollo económico británico entre 1760 y 1840, al que después se le da un significado más amplio (3). En efecto, La Revolución Industrial puede tomarse como un momento simbólico de encuentro entre la técnica y la ciencia del cual surge la tecnología, forma de genera conociendo técnico con base científica (4).

La Revolución Industrial, en su primera etapa, trae consigo cambios en lo técnico, lo socioeconómico y lo cultural. Entre lo técnico encontramos: el uso de nuevos materiales, nuevas fuentes de energía como el carbón, nuevas fuerzas motrices y nuevas máquinas. Esto permitió incrementar la producción con menos consumo de energía. En lo económico, surge una nueva forma de organización del trabajo que implica su división y una mayor especialización de la mano de obra. Estos cambios técnicos implican un vertiginoso incremento del uso de recursos naturales y la producción en masa de bienes manufacturados.

Entre los cambios sociales y culturales están: el crecimiento de la población urbana, el desarrollo de la clase obrera y el espectacular crecimiento de los conocimientos científicos y técnicos. Esto último es en cierto modo producto de una demanda de información acerca de cómo producir con mejores resultados y hacer un uso óptimo de los recursos.

A finales del Siglo XIX se da la Segunda Etapa de la Revolución Industrial, que tuvo entre sus innovaciones la sustitución de la fuente de energía utilizada hasta ese momento. En efecto, el carbón y el vapor ceden el paso a la electricidad y el petróleo.

### **Enfoque tradicional de Ciencia y tecnología**

Durante las dos primeras etapas de La Revolución Industrial es el método tradicional de la ciencia el que es utilizado para el estudio tanto de los problemas de la naturaleza, como los de la sociedad. Este enfoque tradicional se basa en las disciplinas como entidades integradoras del conocimiento, y hace una distinción entre lo que es conocimiento básico o aplicado. Esto implica a su vez la existencia de un núcleo de conocimiento teórico alrededor del cual se dan otros tipos de conocimiento tales como las ingenierías, en las que las teorías se traducen en aplicaciones.

En la manera tradicional de realizar la investigación, el nuevo conocimiento es convalidado por la sanción de una comunidad claramente definida de especialistas. Esto provocó que se percibiera a la ciencia como un flujo continuo de conocimientos, en medio de una situación turbulenta, pero administrada por una estructura compuesta por un vasto número de comunidades científicas las cuales eran organismos autónomos, lo que constituía en sí una paradoja.

Dentro de este enfoque tradicional, se utiliza el término paradigma para nombrar al consenso provisional entre un conjunto importante de científicos. Esto implica que una disciplina tiene un modo particular de organizarse, con una forma específica de ver las cosas y de dar prioridad a ciertos problemas. Consistente con el uso del paradigma, los científicos trabajan en universidades, dentro de una unidad específica e imparte sus enseñanzas en un campo disciplinario particular. También han desarrollado métodos particulares para subsistir y agenciarse de los fondos disponibles para la investigación.

Dentro de este enfoque la tecnología es un conocimiento que se oscurece por lo tangible de sus artefactos. Estos resultan de transformar materia y energía a otras formas de materia y energía, a menudo con el objeto de mejorar los rendimientos de una actividad

particular. Esta búsqueda de la mejora del rendimiento implica el reacondicionando de los elementos existentes. Aunque conozcamos los resultados de un sistema de transformación, generalmente los aparatos utilizados para obtenerlos, a menudo ocultan los constituyentes básicos.

De esta manera para que la tecnología pueda ser aceptada por la colectividad científica tiene que adoptar una estructura paradigmática disciplinar. Como la tecnología tiene elementos de conocimiento tanto codificado (teórico) como tácito (práctico), en las universidades e institutos de investigación suele almacenarse sola la parte codificable, quedando el conocimiento tácito en el contexto de los que aplican la tecnología. Es por eso que es difícil percibir conocimiento íntegro incluido en una tecnología.

En contraste con el conocimiento científico puro o básico, la tecnología es el resultado de las decisiones y acciones tomadas y emprendidas por la comunidad de los practicantes. Estas comunidades, al igual que las científicas, identifican problemas significativos, desarrollan métodos para abordarlos y aportan soluciones por medio de modelos para poder resolver los rompecabezas que surgen de seguir los procedimientos paradigmáticos de la ciencia. Tradicionalmente todo este conocimiento se desarrolla en las empresas o unidades de negocio.

### **La era de la información y el conocimiento**

La Tercera Etapa de la Revolución Industrial se caracteriza por incluir a la producción del conocimiento los aspectos siguientes:

- Uso de las computadoras en la década de 1950.
- Automatización de los procesos.
- Producción racionalizada.
- Mejora continua
- Internacionalización de los mercados lo cual implica competitividad y colaboración.
- Desarrollo de la informática y la telecomunicación.

Otra circunstancia que incide, a partir de esta nueva situación, es la creación de nuevas y diferentes disciplinas culturales, especialmente en el campo de las ciencias sociales y las humanidades. Particularmente la psicología social y la administración conducen al reconocimiento de la importancia de la intervención humana en el logro de la optimización de los procesos productivos. Surge el enfoque de la calidad total en el que la mejora de los procesos materiales se logra con la conjunción del conocimiento técnico con el administrativo. Además se establece claramente que la calidad solo se logra con la satisfacción de los clientes, otra dimensión humana importante para la optimización de los procesos materiales.

En la optimización de los procesos, también se reconoce la necesidad de fijar no sólo los conocimientos técnicos sino también los tácitos. También se hace necesario fijar los conocimientos que van desarrollando los administradores, los accionistas del negocio y los proveedores. Las teorías administrativas pasan de la calidad total a la gestión del conocimiento y el talento, al capital intelectual y por ende a la organización que aprende.

En este contexto, muchos investigadores han perdido ya el interés por la búsqueda de los principios básicos. Están convencidos de que el mundo natural es una entidad demasiado compleja y por lo tanto no es posible hacer, desde el punto de una disciplina particular, una propuesta de solución que sea a global y útil al mismo tiempo. Como ejemplo se podría citar que en el contexto de la construcción los que producen el conocimiento no están preocupados sólo por los principios básicos de la física, sino principalmente por las estructuras materiales y humanas específicas que existen y dentro de las cuales se lleva a cabo su actividad. Esto significa que la prioridad está más en el contexto.

### **UN NUEVO MODO DE INVESTIGAR**

De lo anterior surgen un conjunto de situaciones en las cuales es cada vez más difícil aportar conocimientos útiles a la sociedad desde el enfoque tradicional de la ciencia. Esto implica el surgimiento de un nuevo modo de investigar que actúa directa e inmediatamente

en el contexto; para crear un cuerpo de conocimiento relevante e integrado, acorde con la realidad y no con una disciplina en particular. Para su obtención los investigadores deben de tener una heterogeneidad de formaciones, lo que implica que pueden participar investigadores con perfiles diversos, no solo académicos sino también políticos, humanistas y sociólogos.

El nuevo modo de investigar se caracteriza por: ser contextual y transdisciplinario; tener una forma diferente de control de calidad; y su propia dinámica de producción (5). A continuación se analizan cada uno de estos aspectos.

### **Contextualización**

En efecto, el nuevo modo de investigar se caracteriza por su alejamiento de la búsqueda de principios fundamentales y da paso a la utilización de métodos de investigación orientados hacia la obtención de conocimientos contextualizados. La solución del problema se organiza alrededor de una aplicación concreta donde el propio proceso experimental viene guiado cada vez más por los principios del diseño, originalmente desarrollados en el contexto industrial. En él es posible invertir los procedimientos convencionales para fabricar. El producto y el proceso mediante el que se fabrican nuevos materiales quedan integrados en el proceso de diseño, lo que hace que exista una relación más estrecha entre el procedimiento de descubrimiento y el de fabricación. De esta manera el conocimiento puede fluir más fácilmente a través de las fronteras disciplinares, los recursos humanos son más móviles y la organización de la investigación es más abierta y flexible.

Por otra parte, en el nuevo modo de investigar no es necesaria o útil la intervención de una estructura legitimadora de una disciplina particular. La validación del conocimiento obtenido se da por criterios diferentes a los que tradicionalmente utiliza la investigación tradicional. Dadas las características temporales de los grupos que se integran para investigar, la validación del conocimiento ocurre a través de una contextualización social más fuerte.

En este nuevo enfoque la ciencia no se da al margen de la sociedad, prodigándole sus conocimientos y sabiduría; tampoco es un coto autónomo que pueda ser presionado por el peso de intereses comerciales o políticos. Esta nueva ciencia cobra forma dentro de la propia sociedad y a la vez la transforma. En un proceso que es complejo como homogéneo.

Como consecuencia de la contextualización la producción del conocimiento se da siempre bajo un aspecto de negociación continua, y debe incluir los intereses de los diversos actores participantes en el estudio. Esto trae implícito algo más que aplicar los conocimientos básicos por los requerimientos del mercado, esto es por simplemente por los factores oferta y demanda. Este mercado que se está proponiendo es el propio contexto de aplicación del conocimiento, superándose así el concepto actual de simple juego de oferta y demanda.

### **Transdisciplina**

En el nuevo modo de investigar, la transdisciplinaridad es la forma privilegiada de producir el conocimiento. Esta se da en correspondencia con un nuevo procedimiento a seguir, que va más allá de las estructuras unidisciplinarias y tiene una forma diferente en la construcción intelectual producida, en su comunicación y en el modo de evaluar sus resultados.

En este punto es necesario aclarar las diferencias entre los siguientes conceptos: multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar. El primero se aplica al trabajo de investigación que se da con la participación de diversas disciplinas, cada una de ellas trabajando de manera autónoma en la que ninguna de ellas cambia su estructura intrínseca o las teorías previamente existentes. La interdisciplinaridad se caracteriza por la formulación explícita de una terminología uniforme, que trasciende a la disciplina o una metodología común. En este caso se estará trabajando sobre temas diferentes, pero dentro de una estructura común que es compartida por todas las disciplinas participantes. La transdisciplinaridad se da sólo si existe una comprensión teórica común y ésta va

acompañada de una interpretación mutua de epistemologías disciplinares. Esto implica que la cooperación conduce a un agrupamiento de solución de problemas enraizados disciplinariamente, y crear una teoría transdisciplinar homogénea o modelo de fusión (6).

La producción de conocimiento transdisciplinar no se ubica dentro de una disciplina concreta, ni con la yuxtaposición de intereses profesionales de especialistas concretos de una manera desconectada, dejando para otros la tarea de la integración en una fase posterior. Tampoco los productos pertenecen a disciplina particular alguna como estructura integradora, sino que ésta última se concibe y es parte, desde el principio, del contexto donde se usará, si es que no se especifica antes de su aplicación para un contexto más amplio.

La transdisciplinaridad es dinámica y requiere de una capacidad de solución de problemas en movimiento. En ella el conocimiento se comunica en configuraciones siempre nuevas por medio de enlaces de comunicación que incluyen canales parcialmente formales y parcialmente informales. Para investigar sobre algún problema, los científicos sociales podrán trabajar con los científicos de las ciencias naturales, ingenieros, abogados y hombres de negocios si así lo requiere la naturaleza del problema. En contra de lo que cabría esperar, el trabajar en el contexto de aplicación en forma transdisciplinaria aumenta la sensibilidad de los científicos y tecnólogos para la más amplia aplicación de lo que están haciendo.

### **Control de calidad**

La estructura tradicional de control de calidad de la ciencia está en manos de los propios científicos y tecnólogos de la disciplina. Es así como estas personas deciden qué es lo que cuenta en el avance del conocimiento dentro de una disciplina. De igual manera la consecución de los fondos de investigación está sujeta a la aprobación de ese mismo grupo. Otro tanto ocurre con los productos de la investigación, los cuales son examinados y aceptados por los pares de la propia disciplina.

Como ya se mencionó, en el nuevo modo de investigar el conocimiento se produce en contextos de aplicación transitorios. De esta manera es poco probable que las comunidades de practicantes que ejercen el control de calidad se vean apoyadas por instituciones de la misma estabilidad como las de la manera tradicional. Esto es debido a que el control de calidad, en el nuevo modo, asume formas transitorias y normas provisionales y ocupa espacios institucionales temporales que acomodan, como ya se mencionó, a productores de conocimiento con numerosas y diferentes afiliaciones institucionales, ya sea simultánea o secuencialmente.

Además de la aprobación por parte de los colegas participantes, el nuevo modo incluye criterios adicionales como la eficiencia o utilidad, en términos de la solución que se ha dado al problema transdisciplinario. Esto implica una doble valoración de la calidad.

El nuevo modo de investigar se ve guiado por las preocupaciones prácticas, sociales así como las relacionadas con la política; de tal modo, que el conocimiento que se va produciendo debe tener en cuenta ya, el ambiente estructurado para la aplicación o el uso. Para ejercer este control de calidad es necesario entonces aplicar múltiples criterios, no solo en lo general, sino también para los específicos producidos por la configuración particular de cada investigador implicado.

Esta forma de controlar la calidad añade criterios adicionales por el medio del contexto de aplicación como lo pueden ser los de tipo: intelectual en una gama diversa, social, económico o político. A los varios criterios de interés intelectual y su interacción se añaden, en el caso de llegarse a una solución, el saber si ésta es:

- Competitiva en el mercado
- Efectiva en cuanto al costo
- Socialmente aceptable

Esto podría implicar que, en el nuevo modo, la “buena ciencia” sea más difícil de determinar al no ser juzgada estrictamente por los pares, pues podría surgir el temor de que el

control fuera débil y el resultado de calidad inferior. Sin embargo la base más amplia del conocimiento obtenido en el nuevo modo, no necesariamente conduce a que la calidad sea inferior. Sencillamente la calidad será de un tipo más complejo y multidimensional en concordancia con el nuevo modo.

### **Dinámica de producción.**

La dinámica de la producción del nuevo modo de investigar, se analiza en términos de heterogeneidad del conocimiento, comunicación entre ciencia y sociedad y entre practicantes y científicos, conocimiento a través del diseño e instrumentación.

**Heterogeneidad del crecimiento.** A diferencia del crecimiento homogéneo del conocimiento dado en el enfoque tradicional de la ciencia, en el nuevo enfoque el crecimiento es heterogéneo y se da en un proceso de diferenciación a través del cual se produce el reacondicionamiento de los elementos componentes. Esto quiere decir que lo que crece es el número de reacondicionamientos en lugar del de los resultados del proceso o actividad. Como consecuencia en la publicación de artículos no solo aumenta el número medio de autores por pieza producida, sino la diversidad de especialistas y disciplinas implicadas en la redacción del mismo, otro tanto ocurre con el número de instituciones y organizaciones participantes.

También es difícil de anticiparse a los problemas pues aumenta el número de lugares potenciales en que se puede crear el conocimiento y la vinculación entre ellos se da en una variedad de formas a través de redes de comunicación en funcionamiento. La diferenciación simultánea en estos lugares de campos y ámbitos de estudio en especialidades es cada vez más refinada.

Dentro de esta heterogeneidad tanto el científico como el tecnólogo tienen la oportunidad de convertirse en agentes de cambio. También esto propicia la reflexión que tradicionalmente se ha dado en las humanidades, la cual ha permanecido muchas veces aislada en la resolución de los problemas de la sociedad.

**Comunicación entre ciencia y sociedad.** En el nuevo modo de hacer ciencia la comunicación es más flexible. En la forma tradicional de hacerla, la comunicación entre la ciencia y la sociedad es unilateral. En el nuevo modo la comunicación entre investigación y sociedad se da en forma de proceso de difusión que transmiten el conocimiento científico y tecnológico a la sociedad, mientras que las normas y expectativas sociales mantenidas por diferentes instituciones y comunidades se imponen con más fuerza a las comunidades científicas.

El esfuerzo puesto en la producción del conocimiento es acumulativo, aunque después de producido éste su dirección puede desplazarse en muchos sentidos, una vez que se ha resuelto un gran problema. Los resultados se comunican a aquellos que han participado en la resolución del problema, es decir, que la difusión se logra inicialmente en el mismo proceso de producción. La difusión posterior se da en la medida en que los que participaron aborden nuevos contextos con nuevos problemas.

Aunque los contextos de los problemas son transitorios y quienes los solucionan son móviles, las redes de comunicación tienden a persistir y el conocimiento contenido en ellas está disponible para entrar a formar parte de otras configuraciones. De esta manera el nuevo conocimiento no muestra inclinación alguna particular por quedar institucionalizado en la pauta convencional del modo tradicional. El nuevo modo es una respuesta tanto a las necesidades de la ciencia como a las de la sociedad.

**Comunicación entre los practicantes científicos.** La comunicación entre los practicantes científicos se ve afectada por los tres factores siguientes: La movilidad, la forma en que se establecen las prioridades y se seleccionan los problemas a abordar, y las dimensiones nacional e internacional. De los tres son las dimensiones nacional e internacional las que más hacen la diferencia entre el modo tradicional de la ciencia y el nuevo. Aunque tradicionalmente los problemas de la ciencia son de carácter internacional, su ejecución y aplicación tradicionalmente han sido nacionales, debido al carácter de su financiamiento. Actualmente existen maneras de obtener financiamiento internacional, orientando los problemas hacia una solución conjunta entre miembros de diferentes disciplinas pero también de diferentes países.

El conocimiento se acumula a través de repetidas configuraciones de recursos humanos, en forma de organizaciones flexibles y esencialmente transitorias. En este caso se da un circuito que parte del contexto de aplicación, se despliega a través de la transdisciplinaridad, heterogeneidad y diversidad organizativa, y se cierra mediante nuevas formas adaptativas y contextuales de control de calidad. Con lo que se obtiene una ciencia más socialmente responsable y reflexiva.

**Conocimiento a través del diseño.** En el campo de los materiales es donde el conocimiento a través del diseño se ha hecho más patente. En lugar de purificar las sustancias naturales o de recurrir a complejas reacciones para obtener aquellas que tengan las propiedades deseadas, se pueden construir ahora los materiales necesarios átomo por átomo, o molécula por molécula, mediante diseño, con el propósito de obtener un producto con propiedades previamente especificadas y que posea ciertas funciones deseadas. Es posible, por lo tanto, diseñar una gama de materiales mucho más amplia que antes, y se ha hecho posible la perspectiva de ciencias dedicadas por completo a fabricar de esta forma materiales artificiales.

Como arriba se mencionó, en este nuevo modo el producto y el proceso mediante el cual se fabrican los nuevos materiales han quedado integrados en el mismo proceso de diseño, incluidos sus usos específicos y las funciones que se tiene la intención de que cumpla el producto en cuestión. Los procesos de fabricación se hacen más eficientes no solo en términos de costos, sino también en términos ambientales.

**Instrumentación.** El nuevo modo necesita de las tecnologías de la información y la comunicación para poder lograr todas las interacciones necesarias. Estos elementos garantizan que el conocimiento sea socialmente distribuido y también ayudan a trascender las fronteras de los centros de investigación tradicionales ya sean estos de las universidades o del gobierno y en los casos de la tecnología las empresas que participan. El resultado es una red que se extiende por todo el mundo y cuya conectividad crece, cada vez más.

Aunque todas las anteriores características no estén presentes en todos los casos, cuando aparecen, tienen una coherencia que proporciona estabilidad cognitiva y organizativa reconocible, pues están emergiendo nuevas normas para el conocimiento transdisciplinar. La creatividad se pone principalmente de manifiesto como un fenómeno de grupo, pues toda esta organización debe basarse en la estructuración de equipos de trabajo.

## CONCLUSIONES

De todo lo anterior se puede concluir lo siguiente, el nuevo modo de generar el conocimiento:

- Es en esencia una evolución de la ciencia tradicional que supone la existencia de diferentes mecanismos de: generar y comunicar el conocimiento, en el cual participan más actores procedentes de distintas disciplinas y diferentes antecedentes, y la producción se da en un lugar diferente cada vez, pues ésta depende del contexto de aplicación o uso.
- Permite que no sea necesario institucionalizar permanentemente las actividades, pues el nuevo modo posee una forma de producción es dispersa y transitoria, y produce conocimiento altamente contextualizado. Además es transdisciplinar, lo que agiliza e incrementa la difusión y la producción posterior de nuevo conocimiento.
- Propone una más estrecha integración entre el descubrimiento y la aplicación. Crea un ambiente novedoso en el que el conocimiento fluye más fácilmente a través de las fronteras disciplinares. Además, los recursos Humanos son más móviles y la organización de la investigación más abierta y flexible.

- Tenga un control de calidad más dependiente del contexto y el uso. Con formas transitorias y temporales y normas más fluidas. Esto permite un crecimiento heterogéneo del conocimiento y una mayor difusión en todos los niveles.
- Propicia altamente el desarrollo de capacidades de innovación en los participantes, los cuales basan su trabajo en el desarrollo de interés por estructuras ordenadas y específicas, antes que en la búsqueda de los primeros principios.
- Auspicia la innovación basada en el conocimiento y en la práctica a través del diseño, en el que la computadora y las tecnologías de información tienen un papel importante tanto para lo rutinario como para lo sofisticado.
- Tiene como reto comprenderlo y manejarlo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Fernando Lozano Gómez “Usos y tratamiento de la arcilla en la antigüedad cultura” APAREJADORES: CULTURA (Colegio oficial de aparejadores y arquitectos de Sevilla), núm. 55, mayo 1999, consultado el 22 de septiembre en [http://www.coaat-se.es/revistaApa/lectura/numero\\_55/55\\_p72.html](http://www.coaat-se.es/revistaApa/lectura/numero_55/55_p72.html)

(2) Aróstegui, José M., Antonio Sánchez de B, Vladimir G. Cherniac et al. METODOLOGÍA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO, Pueblo y educación, La Habana, 1977.

(3) LAPRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Ministerio de Educación y Ciencia, Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa. C/Torrelaguna, 58.

28027 Madrid, consultado el 22 de septiembre en [http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/historia/rev\\_industrial/index.htm](http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/historia/rev_industrial/index.htm)

(4) Quintanilla, Miguel A. "Técnica y cultura", en López Cerezo, José A. y Eduardo M. García Palacio (eds.). FILOSOFÍA DE LA TECNOLOGÍA, Teorema y OEI, Madrid, 2001.

(5) Gibbons, Michael, Camille Limoges, Elga Nowotny et al. LA NUEVA PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO: LA DINÁMICA DE LA CIENCIA Y LA INVESTIGACIÓN EN LAS SOCIEDADES CONTEMPORÁNEAS, Pomares-Corredor, Barcelona, 1997.

(6) Jantsch, E. TECHNOLOGICAL PLANNING AND SOCIAL FUTURES, Casell, Londres, 1972.

Azcapotzalco, octubre 2007

